

**Estudos Técnicos para Criação e
Recategorização das Unidades de
Conservação da Unidade Hidrográfica do
Ribeirão Sobradinho**

Diagnóstico do Meio Físico

Estudos Técnicos para Criação e Recategorização das Unidades de Conservação da Unidade Hidrográfica do Ribeirão Sobradinho

Produto 2 – Diagnóstico do Meio Físico



Estudos Técnicos para Criação e Recategorização das Unidades de Conservação da Unidade Hidrográfica do Ribeirão Sobradinho

Produto 2 – Diagnóstico do Meio Físico

GETAF

Marcos Aparecido Pinheiro Guimarães (Responsável Técnico)

Daniel Moura da Costa Teixeira (Coordenador Executivo)

Kátia Cury (Coordenadora Técnica)

Flávio Henrique Freitas e Silva e Cristiane Oliveira de Moura
(Diagnóstico do Meio Físico)

Brasília/DF
Maio de 2022

INFORMAÇÕES GERAIS

Dados do Interessado

Razão Social	Votorantim Cimentos S.A.		
Nome Fantasia	Votorantim Cimentos		
CNPJ	01.63.895/0074-98	CF/DF	07.532.380/003-50
Endereço	Rodovia DF 150, s/n – km 18, parte B, Fercal/DF	CEP	73.070-043
Responsável Legal da Empresa	Claudinei do Carmo Batista	Cargo	Gerente Geral
Telefone	(61) 2195-9518		
Responsável Técnico pelo Setor de Meio Ambiente	Eduardo Reckers Segatto	Cargo	Eng. de Meio Ambiente
Telefone	(66) 996572490	E-mail	eduardo.segatto.es1@vcimentos.com
Assessora de Meio Ambiente	Thais Cardinali Rebouças	Cargo	Assessora de Meio Ambiente
Telefone	(27) 999536155	E-mail	thais.reboucas@vcimentos.com

Dados da Empresa Contratada

Razão Social	VM – Serviços Ambientais e Florestais LTDA-ME		
Nome Fantasia	GETAF		
CNPJ	22.563.942/0001-10	CF/DF	07.723.402/001-48
Endereço	SCN Quadra 2 Bloco D "Edifício Liberty Mall" Entrada A, Sala 920, Asa Norte, Brasília/DF	CEP	70.712-904
Telefone	(61) 3551-9248		
Responsável Legal da Empresa	Marcos Aparecido Pinheiro Guimarães	Cargo	Sócio-Diretor
Telefone	(61) 3551-9248	E-mail	marcos@getaf.com.br

Dados da Equipe Técnica Responsável pela Elaboração dos Estudos Técnicos para Criação e Recategorização das Unidades de Conservação da Unidade Hidrográfica do Ribeirão Sobradinho Referente ao Diagnóstico do Meio Físico

Nome Completo	Marcos Aparecido Pinheiro Guimarães	Função na Equipe	Responsável Técnico
Formação Profissional	Engenheiro Florestal	Registro Profissional	CREA 18.354/D-DF
Endereço	SCN Quadra 2 Bloco D "Edifício Liberty Mall" Entrada A, Sala 920, Asa Norte, Brasília/DF	CEP	70.712-904
Telefone	(61) 3551-9248	E-mail	marcos@getaf.com.br
Nome Completo	Kátia Cury, Dra.	Função na Equipe	Coordenadora Técnica
Formação Profissional	Ecóloga, Dra.		
Endereço	SCN Quadra 2 Bloco D "Ed. Liberty Mall" Entrada A, Sala 920, Asa Norte, Brasília/DF	CEP	70.712-904

Telefone	(61) 3551-9248	E-mail	curykatia@gmail.com
Nome Completo	Flávio Henrique Freitas e Silva	Função na Equipe	Técnico do Diagnóstico do Meio Físico
Formação Profissional	Geólogo, Dr.		
Endereço	SCN Quadra 2 Bloco D "Ed. Liberty Mall" Entrada A, Sala 920, Asa Norte, Brasília/DF	CEP	70.712-904
Telefone	(61) 3551-9248	E-mail	fhfsilva@hotmail.com

Nome Completo	Cristiane Oliveira de Moura	Função na Equipe	Técnico do Diagnóstico do Meio Físico
Formação Profissional	Geóloga, Me.		
Endereço	SCN Quadra 2 Bloco D "Edifício Liberty Mall" Entrada A, Sala 920, Asa Norte, Brasília/DF	CEP	70.712-904
Telefone	(61) 3551-9248	E-mail	cmoura.geo@gmail.com

EQUIPE TÉCNICA

Responsável Técnico

Marcos Aparecido Pinheiro Guimarães

Engenheiro Florestal

Coordenação Executiva

Daniel Moura da Costa Teixeira

Engenheiro Florestal, Me.

Coordenação Técnica

Kátia Cury

Ecóloga, Dra.

Especialistas

Aina de Carvalho

Estagiária em Engenharia Florestal

Cíntia Lapesqueur Gonçalves

Bióloga, Dra.

Cristiane Oliveira de Moura

Geóloga, Me.

Flávio Henrique Freitas e Silva

Geólogo, Dr.

Gabriel Oliveira Lima Vieira

Estagiário em Engenharia Florestal

Getúlio de Assis Gurgel

Biólogo

Jéssica Dayane Santos Pinheiro

Estagiária em Engenharia Florestal

Kainã de Sousa Ribeiro

Estagiário em Engenharia Florestal

Luiz Fernando Ferreira

Biólogo, Me.

Maria do Carmo Barêa Coutinho Ferreira

Bióloga, Me.

Maria Eugênia de Bittencourt Régis

Revisora de Português

Matheus Machado Guimarães

Engenheiro Florestal

Saulo Pastor Santos

Sociólogo, Me.

Sergei Quintas Filho

Biólogo

Thiago Oliveira Barros

Biólogo

Tiago Fernando Capri

Biólogo

Vítor Rodrigues Muller

Engenheiro Florestal, Me.

GETAF. 2021. **Estudos Técnicos para Criação e Recategorização das Unidades de Conservação da Unidade Hidrográfica do Ribeirão Sobradinho**. Produto 2: Diagnóstico do Meio Físico. Brasília/DF: GETAF e Votorantim Cimentos. 124p.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Mapa da área de estudo: meio físico.....	15
Figura 2 – Localização da Estação Meteorológica Convencional de Brasília – DF.	18
Figura 3 – Distribuição anual dos totais mensais de precipitação em milímetros da Estação do Inmet.....	19
Figura 4 – Mapa de isoietas para a UH do Ribeirão Sobradinho.	20
Figura 5 – Distribuição anual dos totais mensais de temperatura média em graus Celsius da Estação do Inmet.	22
Figura 6 – Distribuição anual dos totais mensais de temperatura mínima em graus Celsius da Estação do Inmet.	22
Figura 7 – Distribuição anual dos totais mensais de temperatura máxima em graus Celsius da Estação do Inmet.	23
Figura 8 – Distribuição anual dos totais mensais de umidade relativa em porcentagem da Estação do Inmet.	24
Figura 9 – Distribuição anual dos totais mensais de evaporação em milímetros da Estação do Inmet.....	25
Figura 10 – Distribuição dos componentes de déficit e excesso hídrico do balanço hídrico obtido pelos resultados processados por um período de 30 anos (1981–2010*).	26
Figura 11 – Mapa geológico da UHRS.....	28
Figura 12 – Filito do Grupo Canastra.	29
Figura 13 – Detalhe do filito do Grupo Canastra.	29
Figura 14 – Coluna estratigráfica do Grupo Paranoá na área-tipo de Alto Paraíso de Goiás – DF. O polígono vermelho indica as unidades geológicas do Grupo Paranoá que ocorrem na UHRS.	31
Figura 15 – Afloramento de quartzito da Formação Ribeirão da Contagem – Cachoeira do Gancho.....	32
Figura 16 – Lentes sigmoidais de quartzito de escala centimétrica interrompidas por lâminas de material pelítico da Formação Córrego do Sansão.	32
Figura 17 – Afloramento do metarritmito da Formação Córrego do Sansão.	33
Figura 18 – Afloramento do metarritmito da Formação Córrego do Sansão.	33
Figura 19 – Mapa hidrográfico da UHRS.....	34
Figura 20 – Mapa de solos da UHRS.	37
Figura 21 – Perfil de Latossolo Vermelho.	38
Figura 22 – Latossolo Vermelho-amarelo.	38
Figura 23 – Perfil de Cambissolo Háplico.	39
Figura 24 – Neossolo Quartzarênico.	39
Figura 25 – Perfil de Neossolo Quartzarênico.	39
Figura 26 – Neossolo Quartzarênico.	39
Figura 27 – Gleissolos em Campo de Murundus.	40
Figura 28 – Perfil de Gleissolo.	40
Figura 29 – Mapa da compartimentação geomorfológica da UHRS.	42
Figura 30 – Modelo Digital de Elevação para a UHRS.	45
Figura 31 – Mapa da declividade da UHRS.	46
Figura 32 – Vista ao fundo de Região de Chapada na UHRS.	47
Figura 33 – Setor na UHRS da Área de Dissecção Intermediária.	47
Figura 34 – Área de Dissecção Intermediária e Rebordo ao fundo.	47
Figura 35 – Região Dissecada de Vale e Rampa Íngreme.	48
Figura 36 – Áreas susceptíveis ao movimento gravitacional de massa e/ou erosão.	49
Figura 37 – Análise temporal da ocupação da UHRS.....	52
Figura 38 – Transição da vegetação nativa para áreas antropizadas no período entre 1985 e 2018.	53
Figura 39 – Transição da vegetação nativa e áreas agropecuárias para áreas urbanizadas no período entre 2008 e 2018.	54
Figura 40 – Mapa do uso e cobertura da terra na UHRS em 2020.	55
Figura 41 – Áreas alteradas e degradadas identificadas na UHRS.	57
Figura 42 – Voçoroca ao longo da BR-479.....	58
Figura 43 – Voçoroca ao longo da BR-479. Observe a proximidade com a rodovia.....	58
Figura 44 – Voçoroca ao longo da BR-479. Observe presença do lençol freático.	58
Figura 45 – Voçoroca ao longo da BR-479. Presença do lençol freático atingindo o substrato rochoso saprolitizado.	58

Figura 46 – Mapa Hidrogeológico do Domínio Poroso da UHRS.	60
Figura 47 – Mapa Hidrogeológico do Domínio Fraturado da UHRS.	64
Figura 48 – Bacias hidrográficas do Distrito Federal.	65
Figura 49 – Localização dos pontos de coleta de amostras de água para análises hidroquímicas e bacteriológicas.	67
Figura 50 – Precipitação anual da série 1972 a 2020 da estação ETE Sobradinho (01547015).	68
Figura 51 – Precipitação média mensal para os dados da série 1972 a 2020 da estação ETE Sobradinho (01547015).	69
Figura 52 – Vazões médias anuais para a série histórica analisada de 1994 a 2021 da estação Sobradinho (60474300).	70
Figura 53 – Vazão média mensal para o período de 1994 a 2021.	71
Figura 54 – Curva de Permanência (Estação 60474100, no período de julho de 1994 a maio de 2016). ..	71
Figura 55 – Vazões mínimas $Q_{7,10}$ para tempo de retorno de 1 a 24 anos (Estação 60474100, no período de julho de 1994 a maio de 2016).	71
Figura 56 – Ponto de Coleta: RBS-PCE.	73
Figura 57 – Ponto de Coleta: RBS-PQJ.	73
Figura 58 – Ponto de Coleta: RBS-PQS.	74
Figura 59 – Ponto de Coleta: RBS-MET.	74
Figura 60 – Ponto de Coleta: RBS-BR2.	74
Figura 61 – Ponto de Coleta: RBS-DF4.	74
Figura 62 – Ponto de Coleta: RBS-CHQ.	74
Figura 63 – Ponto de Coleta: RBS-SEX.	74
Figura 64 – Estojo de transporte para os equipamentos e acessórios de análise da água em campo.	75
Figura 65 – Medidor multiparâmetro para análises <i>in loco</i>	75
Figura 66 – Frasco de polietileno para conservação das amostras para análises de DBO.	75
Figura 67 – Amostra de água para análise de <i>Escherichia coli</i> , coliforme termotolerante e total.	75
Figura 68 – Frasco de vidro âmbar para conservação das amostras para análises de Fósforo, DQO, Nitrato, Nitrogênio Total e Nitrogênio Amoniacal.	75
Figura 69 – Acondicionamento das amostras de água para envio ao laboratório.	75
Figura 70 – Diagrama de Piper discriminando as composições dos grupos de águas existentes na UHRS para as amostras da Campanha 1.	78
Figura 71 – Diagrama de Piper discriminando as composições dos grupos de águas existentes na UHRS para as amostras da Campanha 2.	79
Figura 72 – Gráfico de risco de sódio <i>versus</i> risco de salinização.	82
Figura 73 – Distribuição dos valores de turbidez para as amostras de água analisadas.	83
Figura 74 – Distribuição dos valores de pH para as amostras de água analisadas.	84
Figura 75 – Distribuição dos valores de Sólidos Dissolvidos Totais (TDS) para as amostras de água analisadas.	84
Figura 76 – Distribuição dos valores de Oxigênio Dissolvido (OD) para as amostras de água analisadas.	85
Figura 77 – Distribuição dos valores de Demanda Biológica de Oxigênio (DBO) para as amostras de água analisadas.	86
Figura 78 – Distribuição dos valores de Fósforo Total para as amostras de água analisadas.	87
Figura 79 – Distribuição dos valores de Nitrato para as amostras de água analisadas.	88
Figura 80 – Distribuição dos valores de coliformes termotolerantes para as amostras de água analisadas.	89
Figura 81 – Variação temporal do Oxigênio Dissolvido (mg/l) para as cinco estações de monitoramento da Caesb ao longo do Ribeirão Sobradinho.	92
Figura 82 – Variação temporal da Demanda Biológica de Oxigênio (mg/l) para as cinco estações de monitoramento da Caesb ao longo do Ribeirão Sobradinho.	93
Figura 83 – Variação temporal do Fósforo Total (mg/l) para as cinco estações de monitoramento da Caesb ao longo do Ribeirão Sobradinho.	94
Figura 84 – Variação temporal do Nitrato (mg/l) para as cinco estações de monitoramento da Caesb ao longo do Ribeirão Sobradinho.	95
Figura 85 – Variação temporal do <i>E. coli</i> (NMP/100mL) para as cinco estações de monitoramento da Caesb ao longo do Ribeirão Sobradinho. Atente que o número provável de <i>E. coli</i> em muitas amostragens ficou acima de 2.500 NMP/100mL.	96

Figura 86 – Variação temporal do Oxigênio Dissolvido (mg/l) para a estação de monitoramento da Adasa localizada no baixo curso do Ribeirão Sobradinho.....	98
Figura 87 – Variação temporal da Demanda Biológica de Oxigênio (mg/l) para a estação de monitoramento da Adasa localizada no baixo curso do Ribeirão Sobradinho.	98
Figura 88 – Variação temporal do Fósforo Total (mg/l) para a estação de monitoramento da Adasa localizada no baixo curso do Ribeirão Sobradinho.....	99
Figura 89 – Variação temporal do Nitrogênio Total (mg/l) para a estação de monitoramento da Adasa localizada no baixo curso do Ribeirão Sobradinho.....	99
Figura 90 – Modelamento do poder de autodepuração do Ribeirão Sobradinho: parâmetro: Demanda Biológica de Oxigênio (DBO - mg/l).	101
Figura 91 – Modelamento do poder de autodepuração do Ribeirão Sobradinho: parâmetro: Oxigênio Dissolvido (OD - mg/l).....	101
Figura 92 – Modelamento do poder de autodepuração do Ribeirão Sobradinho: parâmetro: Nitrogênio Amoniacal (NH ₃ - mg/l).....	102
Figura 93 – Modelamento do poder de autodepuração do Ribeirão Sobradinho: parâmetro: Nitrito (NO ₂ mg/l).	102
Figura 94 – Modelamento do poder de autodepuração do Ribeirão Sobradinho: Parâmetro: Oxigênio Dissolvido (Nitrato NO ₃ - mg/l).....	103
Figura 95 – Modelamento do poder de autodepuração do Ribeirão Sobradinho: parâmetro: Fósforo Total (Pt - mg/l).	103
Figura 96 – Modelamento do poder de autodepuração do Ribeirão Sobradinho: parâmetro: <i>E. coli</i> – NMP/100ml.	104
Figura 97 – Espacialização dos dados de modelamento do poder de autodepuração do Ribeirão Sobradinho para o parâmetro Demanda Biológica de Oxigênio (DBO), para condições de vazão natural mínima para um período de recorrência de dez anos e com sete dias de duração (Q _{7,10}) e vazão média de longo período (VMLP).....	105
Figura 98 – Espacialização dos dados de modelamento do poder de autodepuração do Ribeirão Sobradinho para o parâmetro Oxigênio Dissolvido (OD), para condições de vazão natural mínima para um período de recorrência de dez anos e com sete dias de duração (Q _{7,10}) e vazão média de longo período (VMLP).	106
Figura 99 – Espacialização dos dados de modelamento do poder de autodepuração do Ribeirão Sobradinho para o parâmetro Nitrogênio Amoniacal (NH ₃), para condições de vazão natural mínima para um período de recorrência de dez anos e com sete dias de duração (Q _{7,10}) e vazão média de longo período (VMLP).	107
Figura 100 – Espacialização dos dados de modelamento do poder de autodepuração do Ribeirão Sobradinho para o parâmetro Fósforo Total (Pt), para condições de vazão natural mínima para um período de recorrência de dez anos e com sete dias de duração (Q _{7,10}) e vazão média de longo período (VMLP).	108
Figura 101 – Mapa do escoamento superficial direto.	112
Figura 102 – Distribuição dos elementos de interferências sobre os cursos hídricos na UH Ribeirão Sobradinho.	113
Figura 103 – Tipo de uso das outorgas de água superficial da UH Ribeirão Sobradinho.	114
Figura 104 – Tipo de uso das outorgas de água subterrânea da UH Ribeirão Sobradinho.	114
Figura 105 – Diagnóstico regional da qualidade das águas subterrâneas da região da UHRS.	115
Figura 106 – Mapa orientador das principais feições do meio físico para criação e recategorização de Unidades de Conservação na UHRS.	120

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Lista de variáveis físico-químicas e bacteriológicas da qualidade da água do Ribeirão Sobradinho.	66
Quadro 2 – Relação de cátions e ânions analisados.....	66
Quadro 3 – Localização dos pontos de coleta da água na UHRS.....	72
Quadro 4 – Pontos de monitoramento da Caesb e Adasa para operação e tratamento de esgotos.....	73

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Totais mensais médios de precipitação pluviométrica da estação do Inmet em milímetros...	19
Tabela 2 – Temperaturas média, mínima e máxima mensais em graus Celsius da estação do Inmet.....	21
Tabela 3 – Normais de umidade relativa do ar média em porcentagem da estação do Inmet.	24
Tabela 4 – Normais de evaporação total mensal em milímetros para a estação do Inmet.	25
Tabela 5 – Componentes do cálculo do balanço hídrico para a estação do Inmet.	26
Tabela 6 – Índices morfométricos para a UHRS.	35
Tabela 7 – Distribuição dos compartimentos geomorfológicos na UHRS.	44
Tabela 8 – Distribuição das classes de susceptibilidade ao movimento de massa e/ou erosão na UHRS. 50	
Tabela 9 – Tipo de uso e cobertura da terra na UHRS.....	52
Tabela 10 – Vazões médias para os aquíferos do sistema poroso da UHRS.	61
Tabela 11 – Dados mostrando os principais aquíferos do Distrito Federal com suas respectivas vazões médias.	62
Tabela 12 – Vazões de referência para diferentes tempos de permanência.	70
Tabela 13 – Resultados da classificação de Piper.	78
Tabela 14 – Resultados das análises de cátions para as amostras de água da UHRS analisadas no Laboratório de Águas e Solos do Instituto de Geociências da UnB.....	80
Tabela 15 – Resultados das análises de ânions para as amostras de água da UHRS.	81
Tabela 16 – Resultado da classificação para risco de sódio e salinização.	81
Tabela 17 – Índice de Qualidade das Águas (IQA) para as amostras coletadas na UHRS.....	90
Tabela 18 – Índice de Qualidade das Águas (IQA) para as amostras monitoradas pela Caesb na UHRS. ..	90
Tabela 19 – Índice Físico para Análise do Grau de Escoamento Direto na UHRS.....	110

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

Sigla	Significado
Adasa	Agência Reguladora de Águas, Energia e Saneamento Básico do Distrito
APA	Área de Proteção Ambiental
APP	Área de Preservação Permanente
Brasília Ambiental	Instituto do Meio Ambiente e dos Recursos Hídricos do Distrito Federal
Caesb	Companhia de Saneamento Ambiental do Distrito Federal
Cetesb	Companhia Ambiental do Estado de São Paulo
Codeplan	Companhia de Planejamento do Distrito Federal
Conama	Conselho Nacional do Meio Ambiente
CRH	Conselho de Recursos Hídricos do Distrito Federal
DF	Distrito Federal
Embrapa	Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
ETE	Estação de Tratamento de Esgoto
ETo	Evapotranspiração Potencial ou Referência
ETr	Evapotranspiração Real
GDF	Governo do Distrito Federal
Geoportal	Infraestrutura de Dados Espaciais
Getaf	Serviços Florestais e Ambientais
ICMBio	Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade
IGAM-MG	Instituto Mineiro de Gestão das Águas
Inmet	Instituto Nacional de Meteorologia
MMA	Ministério do Meio Ambiente
Novacap	Companhia Urbanizadora da Nova Capital do Brasil
RA	Região Administrativa
Rebio	Reserva Biológica
RH	Recursos hídricos
Sduc	Sistema Distrital de Unidades de Conservação
Seduh	Secretaria de Estado de Desenvolvimento Urbano e Habitação do Distrito
SEMA	Secretaria de Estado do Meio Ambiente do Distrito Federal
SiBCS	Sistema Brasileiro de Classificação de Solos
SISDIA	Sistema Distrital de Informações Ambientais
Snuc	Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza
UC	Unidade de Conservação
UH	Unidade Hidrográfica
UHRS	Unidade Hidrográfica do Ribeirão Sobradinho

SUMÁRIO

APRESENTAÇÃO	12
1 INTRODUÇÃO.....	14
2 ÁREA DE ESTUDO	14
3 METODOLOGIA	16
4 CARACTERIZAÇÃO DO MEIO FÍSICO	17
4.1 Clima	17
4.1.1 Parâmetros climáticos	17
4.1.1.1 Precipitação pluviométrica	19
4.1.1.2 Temperatura.....	21
4.1.1.3 Umidade relativa do ar.....	23
4.1.1.4 Evaporação	24
4.1.1.5 Evapotranspiração.....	25
4.2 Geologia, Solos, Hidrografia e Relevo	26
4.2.1 Geologia.....	26
4.2.1.1 Grupo Canastra	29
4.2.1.1 Grupo Paranoá	29
4.2.2 Hidrografia.....	33
4.2.3 Tipos de solos	36
4.2.3.1 Latossolos Vermelhos e Latossolos Vermelho-amarelo	36
4.2.3.1 Cambissolo Háplico	38
4.2.3.1 Neossolo Quartzarênico.....	38
4.2.3.2 Plintossolo Pétrico.....	39
4.2.3.3 Gleissolo Háplico	39
4.2.4 Compartimentação geomorfológica	40
4.3 Identificação de Áreas Degradadas	48
4.3.1 Áreas susceptíveis ao movimento gravitacional de massa e/ou erosão .	48
4.3.2 Uso e cobertura da terra	50
4.3.3 Áreas Alteradas ou Degradadas	56
4.4 Recursos Hídricos: Hidrogeologia e Hidrologia.....	58

4.4.1	Hidrogeologia	58
4.4.1.1	Domínio Intergranular Freático.....	59
4.4.1.2	Domínio Fraturado	61
4.4.2	Caracterização hidrológica	65
4.4.2.1	Análise dos dados de chuva	68
4.4.2.2	Análise dos dados de vazão	69
4.4.2.3	Qualidade da água na UHRS.....	72
4.5	Autodepuração do Ribeirão Sobradinho.....	99
4.6	Interferência sobre os Corpos Hídricos	109
4.7	Relação da Análise de Água com Doenças Infectocontagiosas.....	116
4.8	Considerações Gerais.....	116
5	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	121
6	ANEXOS	124

APRESENTAÇÃO

O presente documento refere-se à **Etapa 2 – Diagnóstico do Ribeirão Sobradinho – Diagnóstico do Meio Físico** para o desenvolvimento dos **ESTUDOS TÉCNICOS PARA CRIAÇÃO E RECATEGORIZAÇÃO DAS UNIDADES DE CONSERVAÇÃO DA UNIDADE HIDROGRÁFICA DO RIBEIRÃO SOBRADINHO**, de responsabilidade da Diretoria de Implantação de Unidades de Conservação e Regularização Fundiária (DIPUC/SUCON/IBRAM), Diretoria Regional de Unidades de Conservação I (DIRUC I/SUCON/IBRAM), Diretoria de Conservação (DICON/SUCON/IBRAM) e Coordenação de Programas Especiais (COPE/SPE/Adasa).

O **Diagnóstico do Meio Físico** refere-se a um dos Diagnósticos do contrato firmado entre a empresa Getaf – Serviços Florestais e Ambientais e a empresa Votorantim Cimentos para a execução do item 1.3 do Objeto do Termo de Compromisso de Compensação Ambiental n.º 100.09/2018 da referida empresa com o Instituto do Meio Ambiente e dos Recursos Hídricos do Distrito Federal - Brasília Ambiental (Ibram).

Sendo assim, a gestão das Unidades de Conservação do Distrito Federal está sob a responsabilidade da Secretaria de Estado do Meio Ambiente do Distrito Federal (Sema/DF) e do Instituto Brasília Ambiental, garantindo, de acordo com este contrato, o acompanhamento e a avaliação técnica dos produtos, bem como a sua execução, realizada pela Comissão de Supervisão e Acompanhamento, composta por profissionais técnicos do Instituto Brasília Ambiental e da Agência Reguladora de Águas, Energia e Saneamento Básico do Distrito Federal (Adasa).

Para dar sequência ao estudo, a região foi dividida em áreas e, portanto, as áreas definidas como objetos do estudo e consideradas como Unidades de Conservação – UCs e Parques de Lazer Recreativos estão situadas dentro da Unidade Hidrográfica – (UH) do Ribeirão Sobradinho. Dentre elas, estão o Parque Ecológico e Vivencial de Sobradinho; o Parque Ecológico dos Jequitibás; o Parque Recreativo Sobradinho II; o Parque de Uso Múltiplo, Centro de Lazer e Cultura Viva Sobradinho; o Parque Recreativo e Ecológico Canela de Ema e o Parque Ecológico Sementes do Itapoã.

Feita a análise territorial da localidade, mostrou-se que a Unidade Hidrográfica do Ribeirão Sobradinho (UH-30), na porção norte do Distrito Federal, possui, aproximadamente, 14.600 ha abarcando as Regiões Administrativas (RAs) Sobradinho II (RA XXVI), Sobradinho (RA V), Paranoá (VII), Lago Norte (RA XVIII), Plano Piloto (RA I), Planaltina (RA VI) e Itapoã (RA XXVIII).

Com as pesquisas e resultados, este produto apresenta o **Diagnóstico do Meio Físico** do estudo, elaborado conforme a abordagem metodológica e as diretrizes expressas no Termo de Referência e Orientações da Comissão de Supervisão e Acompanhamento.

O estudo foi desenvolvido por meio de coleta de dados secundários, com revisão de literatura técnica e científica e consultas aos órgãos de governo, e com dados primários.

As atividades de campo foram executadas ao longo da atual pandemia de covid-19, e informações secundárias foram validadas em campo, assim como coleta de amostras e análises dos recursos hídricos foram ampliadas e estão apresentadas na íntegra nos anexos.

O **Diagnóstico do Meio Físico** é parte do segundo produto da consultoria, relativa aos diagnósticos levantados para a criação e recategorização de UCs e Parques da UH do Ribeirão Sobradinho. Procurou-se identificar e tratar os diferentes temas de importância para a gestão do território, os quais, oportunamente, serão retomados nos produtos subsequentes, que tratam da integração dos temas de diferentes áreas do conhecimento.

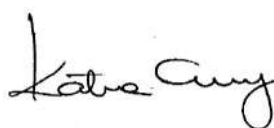
Brasília, 05 de maio de 2022.


Marcos A. Pinheiro Guimarães
Eng. Florestal
CREA/DF-18354/D

Marcos Aparecido Pinheiro Guimarães
Responsável Técnico – Getaf



Daniel Moura da Costa Teixeira
Coordenador Executivo – Getaf



Kátia Cury
Coordenadora Técnica

1 INTRODUÇÃO

A caracterização do meio físico é fundamental para o conhecimento e a descrição dos processos morfodinâmicos, hidrológicos e hidrogeológicos, bem como para a gestão da Unidade Hidrográfica (UH) e susceptibilidades ambientais.

Os dados levantados serviram de subsídios para estabelecer a relevância dos Parques e das Unidades de Conservação (UCs) para recuperação e garantia da integridade dos geossistemas e ecossistemas destas regiões de maior sensibilidade ambiental da UH – por exemplo, na delimitação de área onde aspectos do meio físico por si só já definem restrições ambientais legais, como situações de hidromorfia de solos e microrrelevos específicos (como campos de murundus e feições cársticas).

A integração das informações expostas no Diagnóstico do Meio Físico aos demais aspectos do meio biótico e socioeconômico é essencial para o estabelecimento dos procedimentos a ser adotados para recuperação, conservação, proteção, fiscalização e monitoramento ambiental. A ênfase nos recursos hídricos da UHRS pode reverter os impactos e alçar à classe 2, de qualidade mínima, as águas de toda a área em estudo.

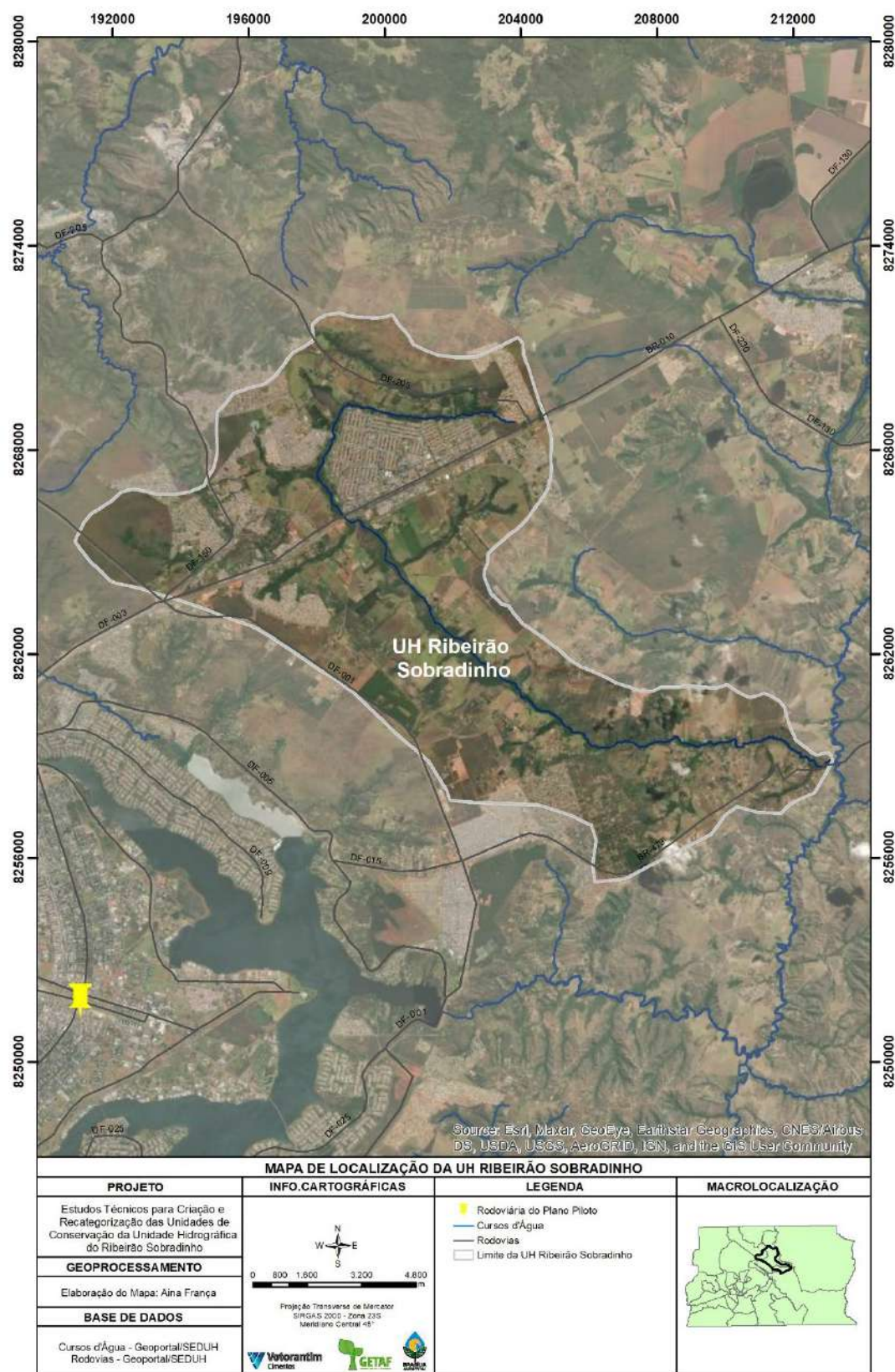
Os trabalhos foram desenvolvidos buscando-se qualificar o meio físico da UHRS, englobando os temas: clima, geomorfologia, solos, geologia, hidrogeologia e recursos hídricos. Esses temas foram analisados e integrados considerando a cumulatividade e o sinergismo entre eles, especificamente para as áreas que poderão ser criadas, expandidas e/ou recategorizadas como Unidades de Conservação. Além disso, o estudo do meio físico permitiu a hierarquização das áreas de sensibilidade ambiental, incluindo a identificação de áreas degradadas a ser recuperadas. Especial atenção foi dispensada à qualidade das águas superficiais e à capacidade natural de depuração do Ribeirão Sobradinho.

2 ÁREA DE ESTUDO

A UHRS (UH - 30) está localizada na porção centro norte do Distrito Federal a 22 quilômetros de Brasília. Nas suas regiões de cabeceiras estão localizados os principais núcleos urbanos, tais como Sobradinho I, Sobradinho II e condomínios, com recente intensificação da expansão urbana em seu baixo curso, representada pelo núcleo urbano Itapuã e condomínios circunvizinhos. Na porção intermediária da UHRS ainda predominam atividades agrícolas (Figura 1).

O Ribeirão Sobradinho é utilizado pela Caesb como corpo receptor dos efluentes tratados da Estação de Tratamento de Esgoto (ETE) Sobradinho. Esses lançamentos constituem o principal fator que contribui para a atual fragilidade ambiental das águas da UHRS.

Figura 1 – Mapa da área de estudo: meio físico.



Fonte: Elaboração própria.

3 METODOLOGIA

A pesquisa relativa ao meio físico foi desenvolvida em seis etapas:

- Pesquisa bibliográfica com busca de dados secundários e bases cartográficas, principalmente com o uso de ferramentas de busca digital (internet), para a obtenção dos dados o mais atualizados possível. Os conjuntos de informação foram obtidos em instituições oficiais, como Agência Reguladora de Águas, Energia e Saneamento Básico do Distrito Federal (Adasa), Companhia de Saneamento Ambiental do Distrito Federal (Caesb), Infraestrutura de Dados Espacial do Distrito Federal (IDE/DF), Universidade de Brasília (UnB), Instituto Nacional de Meteorologia (Inmet), Sistema Distrital de Informações Ambientais (Sisdia), Secretaria de Estado do Meio Ambiente do Distrito Federal (Sema) e outras.
- Trabalhos de campo realizados em diferentes períodos ao longo do ano, totalizando seis campanhas, desde dezembro/2020 até janeiro/2022 – duas delas foram destinadas à coleta de amostras da água para análises laboratoriais, realizadas em março/2021 e setembro/2021.
- A coleta das informações primárias seguiu um método que buscou a integração de dados. Para cada ponto, foram registrados os parâmetros fisiográficos: descrição litológica; descrição e classificação dos perfis de solos; descrição da paisagem local, regional; e coleta de amostras de água para as análises hidroquímicas e bacteriológicas. A descrição integrada forneceu dados para subsidiar, simultaneamente, as análises e a cartografia geológica, pedológica e geomorfológica de áreas degradadas e seus recursos hídricos. Esta etapa também foi importante para aquisição dos registros fotográficos que ilustram o Diagnóstico do Meio Físico.
- Confecção dos mapas temáticos, utilizando como base dados topográficos de alta resolução espacial, ortofotos, além de mapas derivados: hipsometria e declividade. Para a construção dos mapas nas escalas gráficas apropriadas, o estudo teve o aporte de base de dados geoespaciais primária, somada à interpretação do material cartográfico disponível e das atividades de campo. O objetivo foi reunir informações sobre o Meio Físico, com destaque para a localização de elementos abióticos singulares que necessitem de proteção especial ou tratamento específico.
- Amostragem das águas na UHRS para caracterização hidroquímica, análise bacteriológica, demanda bioquímica de oxigênio e aquisição de dados *in loco* para os parâmetros temperatura, pH e condutividade.
- Indicação de áreas com necessidade de maior proteção e intervenções, assim como medidas para criação e recategorização das Unidades de Conservação e Parques da UHRS.

4 CARACTERIZAÇÃO DO MEIO FÍSICO

4.1 Clima

O clima da região em estudo é definido, de acordo com os critérios de Köppen, como tropical com concentração da precipitação pluviométrica no período de verão, entre os meses de dezembro a março, e época seca coincidindo com os meses de inverno, de junho a setembro. Codeplan (1984) considera a presença dos seguintes tipos climáticos para a região: Tropical (Aw), com temperatura do mês mais frio superior a 18°C; Tropical de Altitude (Cwa), onde o mês mais frio possui temperatura inferior a 18°C, com média superior a 22°C no mês mais quente, típico das regiões de chapadas mais elevadas, acima de 1.200 metros.

A forte sazonalidade que marca o clima da região é caracterizada pela continentalidade da região, associada ao padrão de circulação de massas de ar oriundas da zona tropical, com forte componente nordeste a leste (BAPTISTA, 1998). No período de inverno, caracterizado por estabilidade climática e reduzida precipitação, ocorre a inversão térmica por radiação na camada inferior da atmosfera, a qual é responsável pela ocorrência da bruma seca e pela acumulação de fumaça e particulados oriundos das atividades humanas, como, por exemplo, as queimadas.

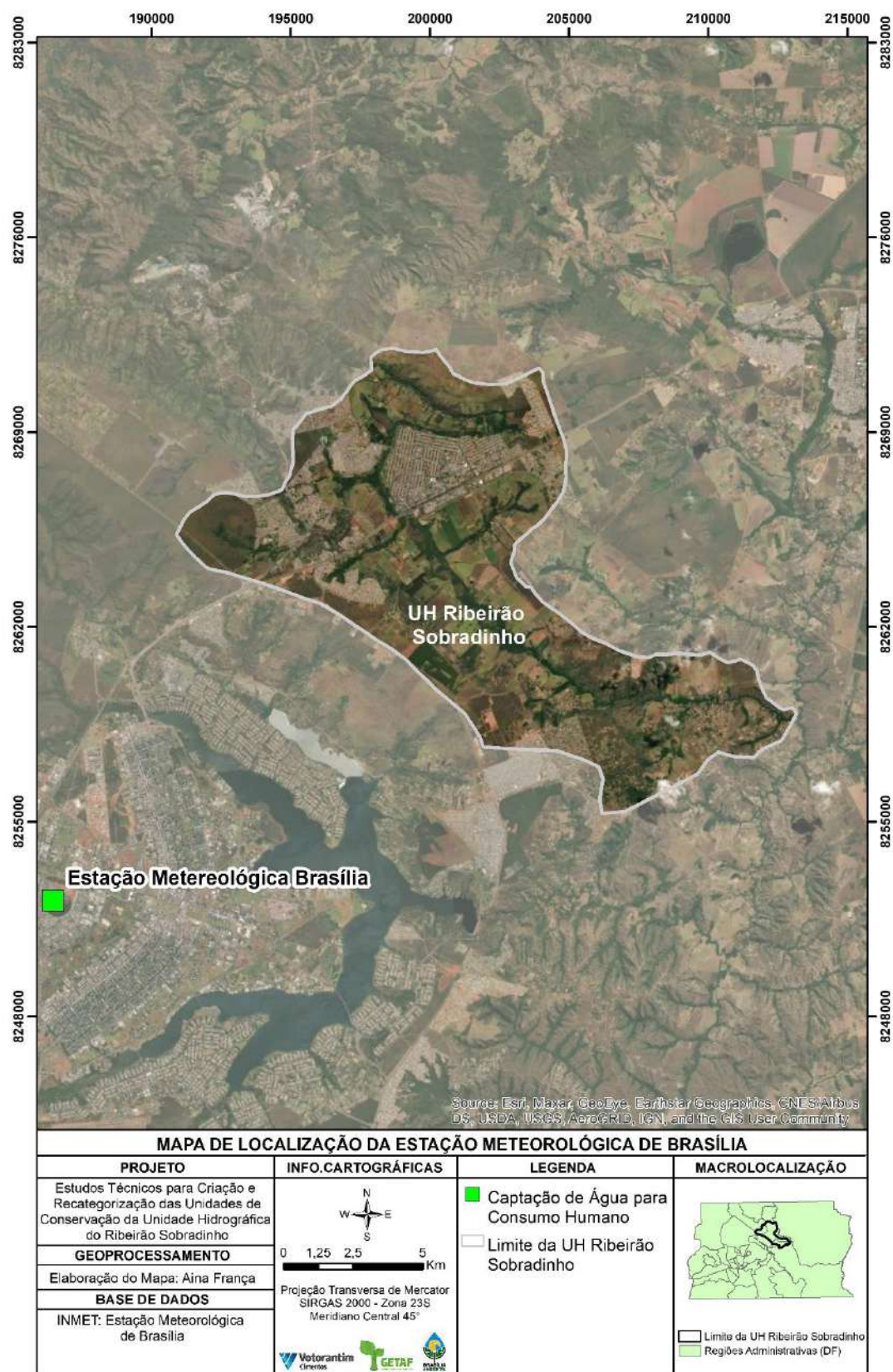
A caracterização do comportamento climatológico da região – a partir da análise dos parâmetros climáticos de precipitação pluviométrica, temperatura, umidade relativa do ar, evaporação, evapotranspiração e balanço hídrico – foi realizada com uso de dados obtidos pela Estação Meteorológica Convencional de Brasília, do Instituto Nacional de Meteorologia (Inmet), situada a cerca de vinte quilômetros da área de estudo (Figura 2). Essa aproximação não acarreta erro, uma vez que as feições climáticas são similares ao longo de todo o ano climatológico.

4.1.1 Parâmetros climáticos

Os dados dos vários parâmetros climáticos serão apresentados na forma de tabelas e, por vezes, de gráficos que demonstram as médias históricas de um período de trinta anos (1991-2020), exceto para o balanço hídrico, cujos dados disponibilizados se referem ao período de 1981-2010. O conjunto dessas informações representa de forma satisfatória o comportamento climatológico de determinada região.

Os dados aqui apresentados são relativos a uma série histórica contínua, o que já é suficiente para a caracterização do clima para os objetivos propostos, ou seja, criação e/ou recategorização de UCs na UH do Ribeirão Sobradinho.

Figura 2 – Localização da Estação Meteorológica Convencional de Brasília – DF.



Fonte: Elaboração própria.

4.1.1.1 Precipitação pluviométrica

Os dados expressos na Tabela 1, no hidrograma da Figura 3 e no mapa da Figura 4 mostram a distribuição pluviométrica e o padrão típico da região Centro-Oeste do Brasil e do domínio morfoclimático dos cerrados. O regime de chuvas caracteriza a forte sazonalidade e apresenta duas estações bem definidas: verão chuvoso e inverno seco. Durante os meses de novembro, dezembro e janeiro, em média 47% do volume total das chuvas são precipitados (Figura 3).

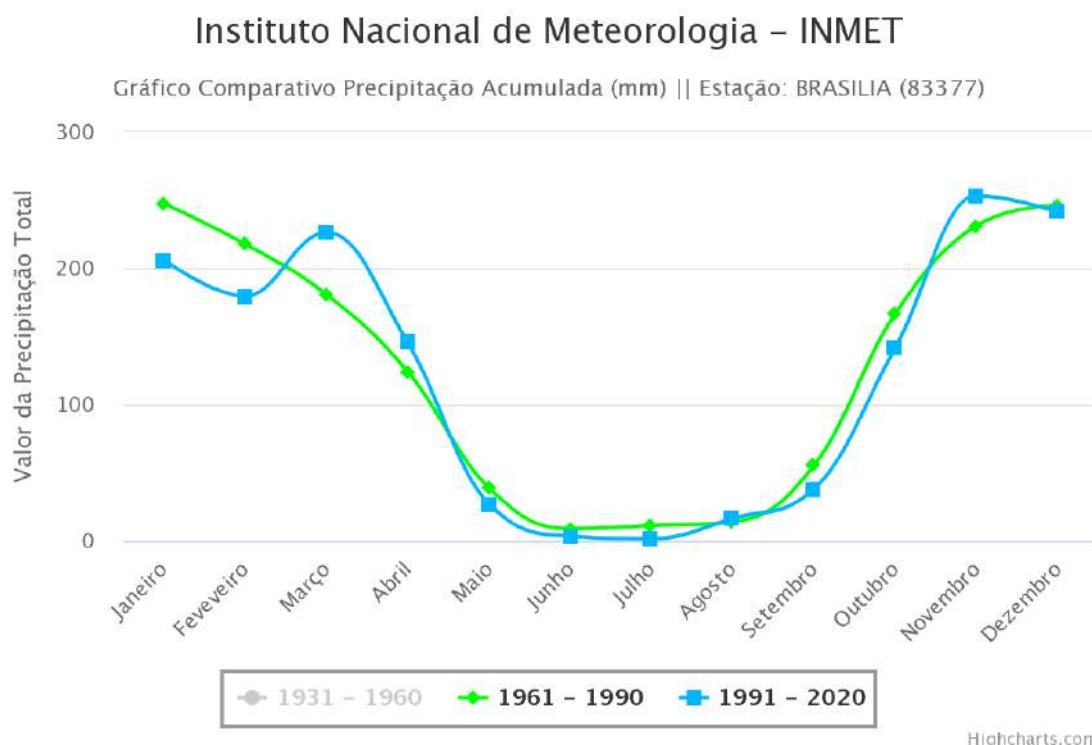
A partir do mês de janeiro inicia a diminuição gradual das chuvas, sendo que neste mês ocorrem com grande frequência os veranicos quinzenais, os quais são distribuídos na primeira ou segunda quinzena.

Tabela 1 – Totais mensais médios de precipitação pluviométrica da estação do Inmet em milímetros.

Mês	Jan.	Fev.	Mar.	Abr.	Mai.	Jun	Jul.	Ago.	Set.	Out.	Nov.	Dez.	Anual
Total	206	179,5	226	145,2	26,9	3,3	1,5	16,3	38,1	141,8	253,1	241,1	1479

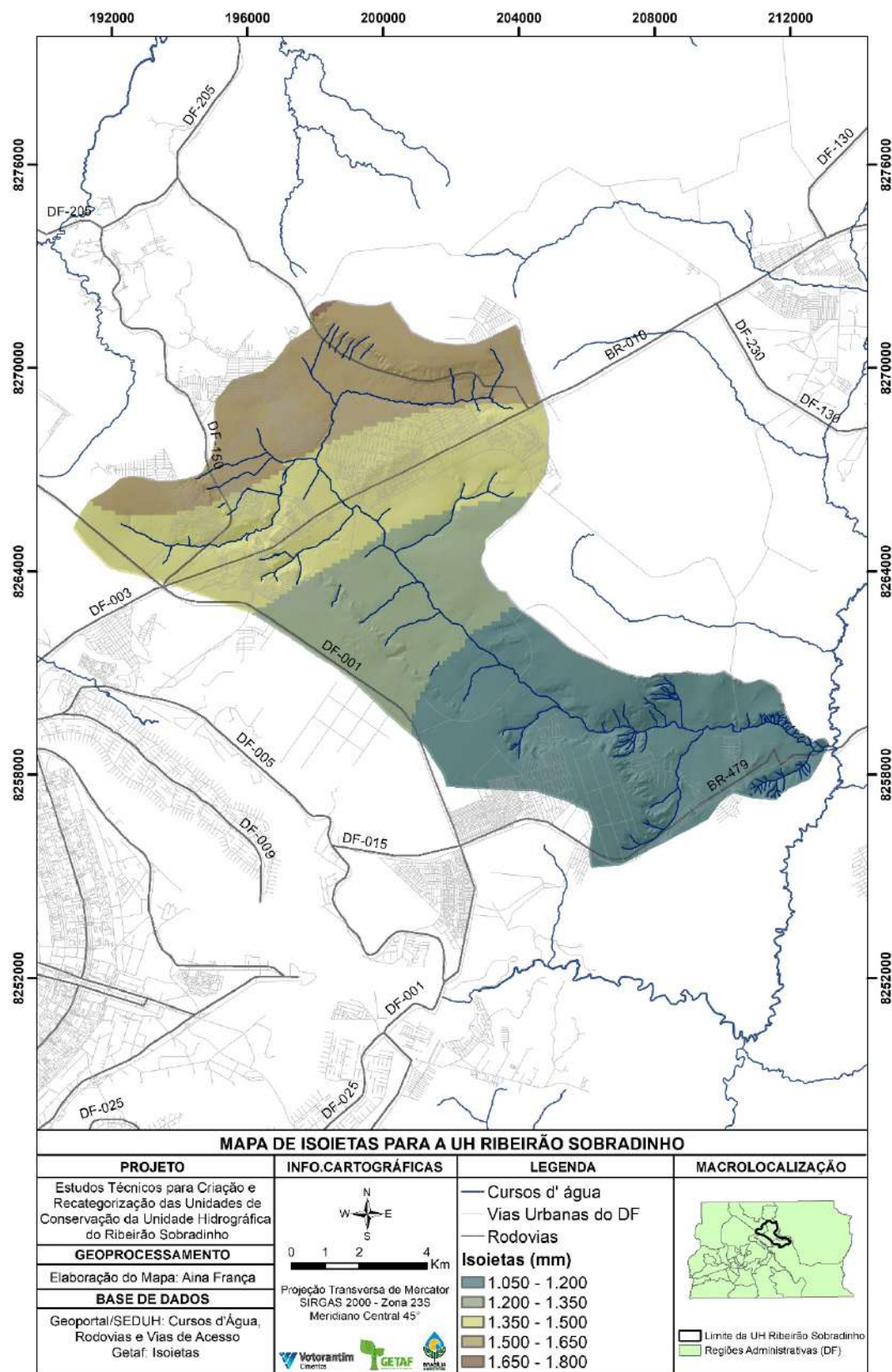
Fonte: <https://portal.inmet.gov.br/normais>

Figura 3 – Distribuição anual dos totais mensais de precipitação em milímetros da Estação do Inmet.



Fonte: <https://clima.inmet.gov.br/GraficosClimatologicos/DF/83377>

Figura 4 – Mapa de isoietas para a UH do Ribeirão Sobradinho.



Fonte: Adaptado de Baptista (1999).

Para os objetivos propostos, o conhecimento dos totais mensais de precipitação de chuvas é importante, contudo, mais relevante é o conhecimento dos valores de picos de precipitação, uma vez que este tipo de regime de precipitação é o mais importante no controle do desenvolvimento dos processos erosivos. No mês de novembro, quando as chuvas se iniciam, é comum a ocorrência de chuvas torrenciais com eventos superiores a 90 mm, acompanhadas de fortes ventos e descargas elétricas. O mesmo tipo de fenômeno é observado no mês de março, quando as chamadas chuvas de final do verão apresentam uma forte componente torrencial.

Durante estes meses os processos erosivos são amplificados e o maior volume de solos é transportado em direção aos corpos receptores. Na área em estudo, os valores médios totais de longo período ficam entre 1.400 mm e 1.470 mm, o que é considerado, para o domínio morfoclimático do cerrado, como uma região de elevada taxa de precipitação (Figura 4).

4.1.1.2 Temperatura

A temperatura na região é influenciada basicamente pela altitude, o que influencia inclusive na definição dos tipos climáticos da região. Em termos médios, o regime térmico oscila entre 19°C a 22°C, dentro da faixa intertropical. A variação anual está relacionada com a posição da Terra em relação ao plano elipsoidal de translação, ou mais especificamente, à quatro estações do ano.

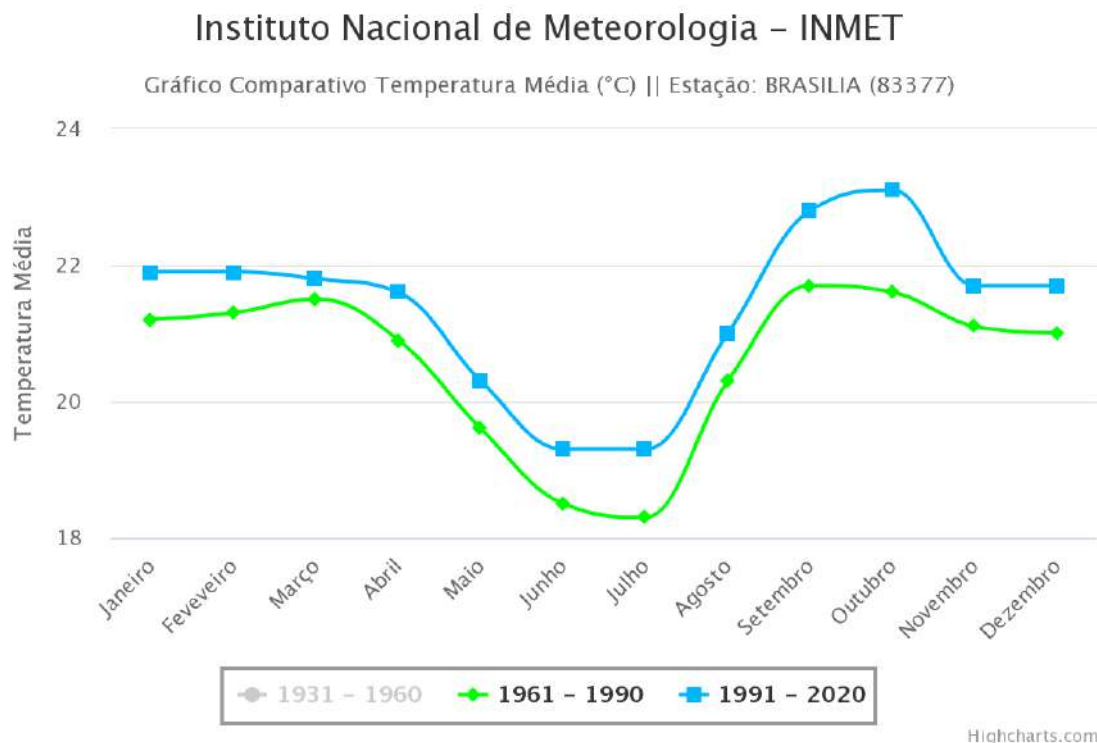
A Tabela 2 e Figuras 5, 6 e 7 apresenta o comportamento das temperaturas médias, máximas e mínimas mensais da estação do Inmet. Conforme se pode analisar na Tabela 2 e na Figura 5, a temperatura média na região tende a um leve aumento de janeiro a março, e decai até os meses de junho e julho, nos quais se registram os menores valores médios de temperatura. Com a chegada do mês de agosto, a temperatura tende a crescer, atingindo seu ápice no mês de setembro, quando há um novo declínio da temperatura média.

Tabela 2 – Temperaturas média, mínima e máxima mensais em graus Celsius da estação do Inmet.

Mês	Jan.	Fev.	Mar.	Abr.	Mai.	Jun.	Jul.	Ago.	Set.	Out.	Nov.	Dez.	Anual
Méd.	21,9	21,9	21,8	21,6	20,3	19,3	19,3	21,0	22,8	23,1	21,7	21,7	21,4
Máx.	26,9	27,2	27,0	26,8	26,0	25,3	25,6	27,4	29,1	29,0	27,0	26,8	27,0
Mín.	18,3	18,2	18,2	17,7	15,6	14,2	13,9	15,3	17,6	18,5	18,1	18,3	17,0

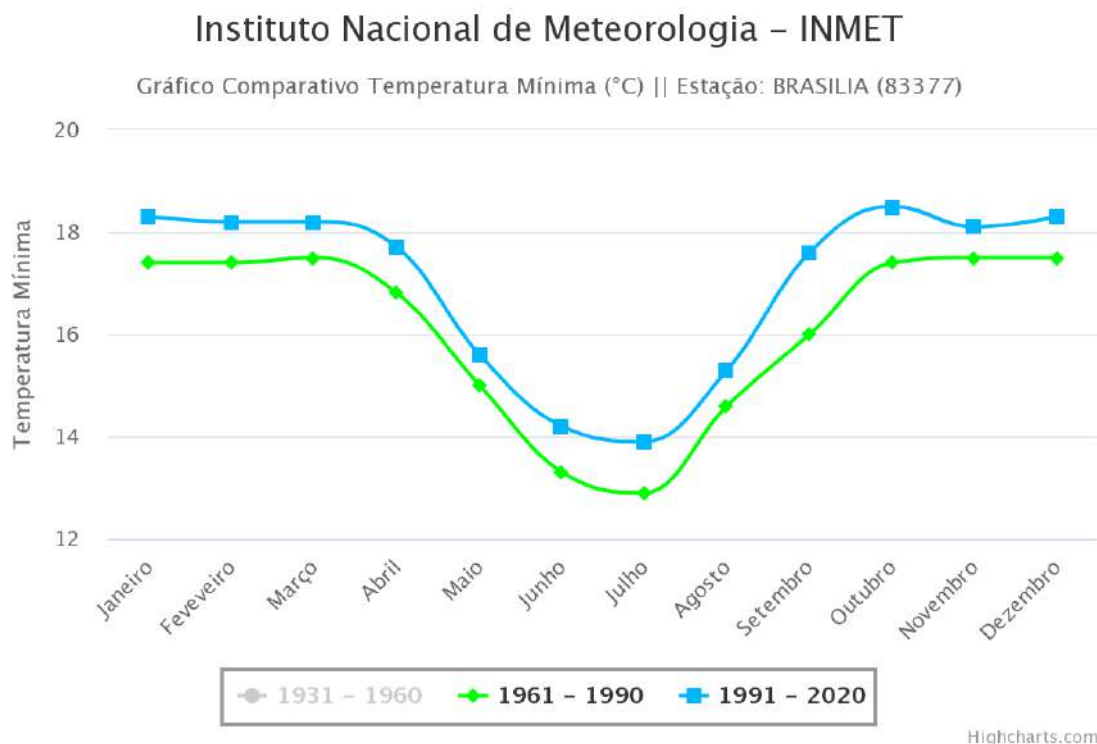
Fonte: <https://portal.inmet.inmet.gov.br/normais>

Figura 5 – Distribuição anual dos totais mensais de temperatura média em graus Celsius da Estação do Inmet.



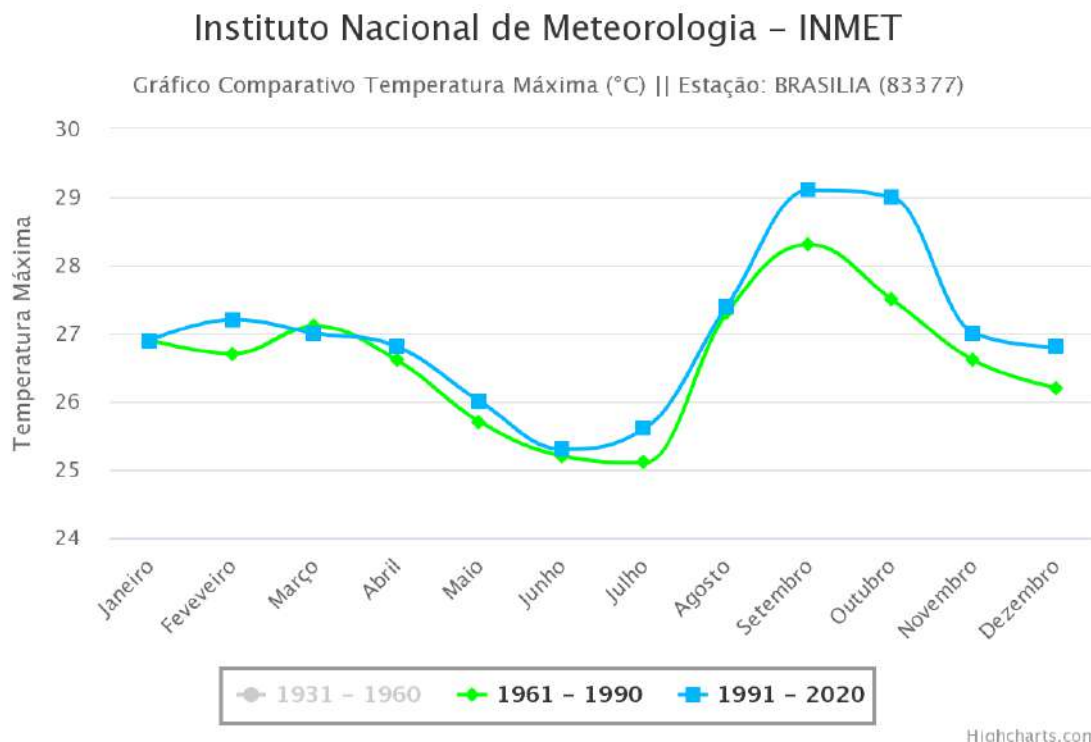
Fonte: <https://clima.inmet.gov.br/GraficosClimatologicos/DF/83377>

Figura 6 – Distribuição anual dos totais mensais de temperatura mínima em graus Celsius da Estação do Inmet.



Fonte: <https://clima.inmet.gov.br/GraficosClimatologicos/DF/83377>

Figura 7 – Distribuição anual dos totais mensais de temperatura máxima em graus Celsius da Estação do Inmet.



Fonte: <https://clima.inmet.gov.br/GraficosClimatologicos/DF/83377>

4.1.1.3 Umidade relativa do ar

Um dos componentes do ar atmosférico é o vapor d'água, que representa o percentual relacionado à umidade de saturação, que é função da temperatura da massa de ar naquele momento (massa de vapor de ar em gramas em um metro cúbico de ar). Isto é, para baixas temperaturas, a massa de ar de saturação é baixa, e para temperaturas maiores esta massa é maior (por exemplo: para -25°C, a umidade de saturação é 0,705 g; para 0°C, a umidade de saturação é de 4,874 g; e para 25°C, a umidade de saturação é de 23,05 g). Assim, quando se diz que em certo dia do mês de agosto a umidade relativa do ar é de 15%, quando a temperatura é de 30°C, isto significa dizer que naquele momento na composição total do ar existem apenas 4,5 g de vapor de água por metro cúbico de ar atmosférico. Este vapor é oriundo dos processos de evaporação das águas superficiais e de evapotranspiração.

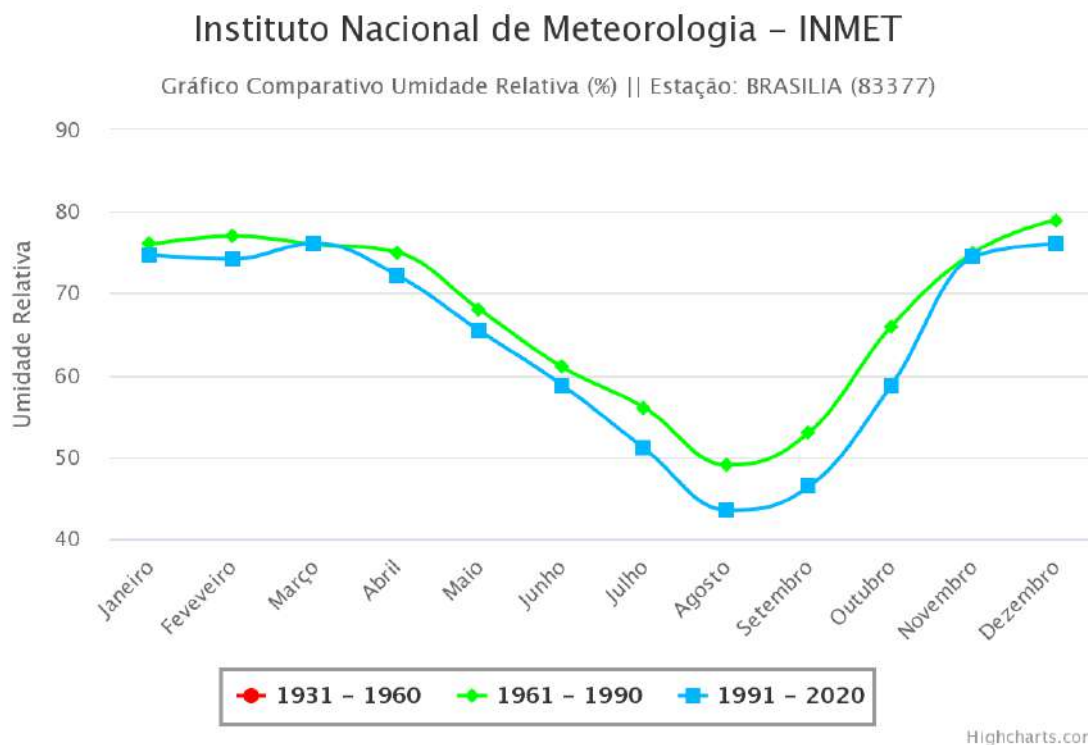
A Tabela 3 e a Figura 8 mostram os valores de umidade relativa do ar média mensais, contudo, em meses quentes, nos horários da tarde, os valores podem alcançar o patamar de 14% a 15% (por exemplo: nas tardes dos dias mais quentes do mês de agosto). A Organização Mundial da Saúde sugere que, no caso de o valor alcançar 12%, as atividades humanas que requerem exercícios físicos devem ser suspensas.

Tabela 3 – Normais de umidade relativa do ar média em porcentagem da estação do Inmet.

Mês	Jan.	Fev.	Mar.	Abr.	Mai.	Jun.	Jul.	Ago.	Set.	Out.	Nov.	Dez.	Anual
Total	74,7	74,2	76,1	72,2	65,4	58,8	51,0	43,5	46,4	58,8	74,5	76,0	64,3

Fonte: <https://portal.inmet.gov.br/normais>

Figura 8 – Distribuição anual dos totais mensais de umidade relativa em porcentagem da Estação do Inmet.



Fonte: <https://clima.inmet.gov.br/GraficosClimatologicos/DF/83377>

4.1.1.4 Evaporação

A evaporação depende de diversos fatores, como manejo e uso do solo, condições climáticas e características da vegetação.

No período de inverno, com as menores precipitações e a deficiência de água no solo, resulta maior taxa de evaporação. As massas de ar que atuam nessa estação do ano são secas, e, em função da dinâmica atmosférica, esse vapor gerado é transportado pelos ventos, ocasionando um período de baixa umidade relativa do ar.

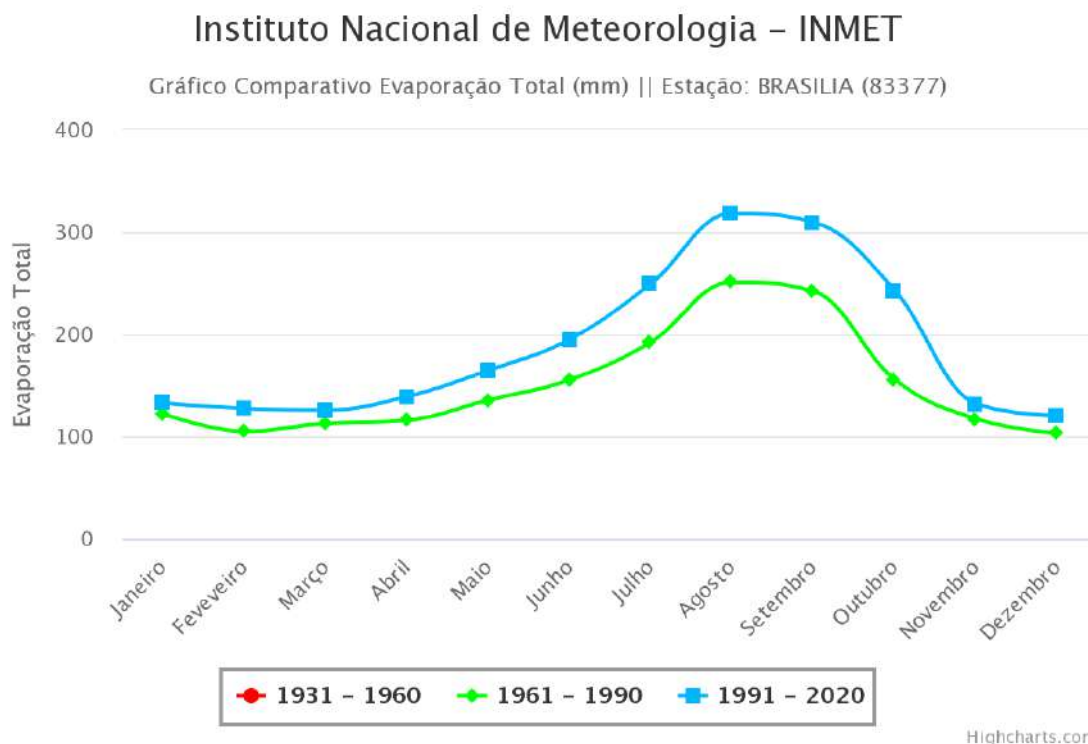
Os valores médios da evaporação para a região da UH do Ribeirão Sobradinho são apresentados na Tabela 4 e na Figura 9.

Tabela 4 – Normais de evaporação total mensal em milímetros para a estação do Inmet.¹

Mês	Jan.	Fev.	Mar.	Abr.	Mai.	Jun.	Jul.	Ago.	Set.	Out.	Nov.	Dez.	Anual
Total	132,6	127,4	125,8	139,0	164,5	194,9	249,2	318,3	309,6	243,4	132,3	120,5	2257

Fonte: <https://portal.inmet.gov.br/normais>

Figura 9 – Distribuição anual dos totais mensais de evaporação em milímetros da Estação do Inmet.



Fonte: <https://clima.inmet.gov.br/GraficosClimatologicos/DF/83377>

4.1.1.5 Evapotranspiração

A evapotranspiração corresponde ao volume de água perdida para a atmosfera em função da atuação conjunta da evaporação direta e da transpiração da biomassa, isto é, água transferida para a massa de ar em função do metabolismo das plantas. Por representar um parâmetro mais fácil de ser medido ou estimado (método de Thornthwaite e Mather, Turc e outros), é um fator útil para a determinação do balanço hídrico de uma região, sendo subdividida em evapotranspiração real (ET_r) e evapotranspiração potencial, ou referência (ET_o). A Tabela 5 mostra os dados calculados pelos métodos de Thornthwait & Mather (1955) para a estação do Inmet, e a Figura 10 apresenta em gráfico os resultados da distribuição entre os meses de maio e setembro para a ocorrência do déficit hídrico, e superávit nos meses de outubro a abril.

¹ Os valores apresentados foram obtidos de evaporímetros do tipo Tanque Classe “A”, e, desta forma, corrigidos de acordo com os coeficientes mensais.

Figura 10 – Distribuição dos componentes de déficit e excesso hídrico do balanço hídrico obtido pelos resultados processados por um período de 30 anos (1981–2010*).



*Balanço Hídrico para a série de 1991–2020 ainda não disponibilizado.

Fonte: <http://sisdagro.inmet.gov.br/sisdagro/app/climatologia/bhclimatologiconormal/index>

Tabela 5 – Componentes do cálculo do balanço hídrico para a estação do Inmet.

Mês	Temp. (°C)	Prec. (mm)	ETo (mm)	Arm. (mm)	Variação de Arm. (mm)	ETr (mm)	Déficit (mm)	Excedente (mm)
Jan.	21,6	209,0	42,5	100,0	0,0	42,5	0,0	36,7
Fev.	21,7	183,0	40,4	100,0	0,0	40,4	0,0	27,7
Mar.	21,6	211,8	40,6	100,0	0,0	40,6	0,0	40,3
Abr.	21,3	133,4	38,5	97,1	-2,9	39,7	0,1	13,4
Mai.	20,2	29,7	38,5	54,8	-16,9	28,4	10,1	0,0
Jun.	19,0	4,9	36,9	21,4	-8,8	28,4	26,0	0,0
Jul.	19,0	6,3	43,2	6,9	-3,4	10,9	37,2	0,0
Ago.	20,6	24,1	51,4	1,8	-1,0	6,0	41,7	0,0
Set.	22,2	46,6	50,6	0,6	-0,2	18,4	32,2	0,0
Out.	22,4	159,8	48,4	13,7	13,2	47,8	0,6	0,0
Nov.	21,5	226,9	40,7	93,4	20,0	40,7	0,0	24,2
Dez.	21,4	241,5	39,6	100,0	0,0	39,6	0,0	50,8
Anual	21,0	1477,0	511,2	689,7	0,0	383,4	147,9	193,2

Fonte: <http://sisdagro.inmet.gov.br/sisdagro/app/climatologia/bhclimatologiconormal/index>

4.2 Geologia, Solos, Hidrografia e Relevo

4.2.1 Geologia

A caracterização geológica mostra-se um importante plano de informação do meio físico, o qual exerce relevante controle nos demais elementos da paisagem de uma determinada região, incluindo não só relevo, mas tipos de solos, disponibilidade de recursos minerais, energéticos e hídricos, e, em alguns casos, influenciando o clima. A geologia exerce ainda controle indireto sobre o meio biótico – vez que a fertilidade dos solos controla o tipo e a densidade de biomassa presente –, que, em conjunto com o relevo, controla o refúgio e os corredores naturais da fauna. A Figura 11 apresenta o mapa geológico da área da UHRS.

A área estudada apresenta a situação geológica característica da porção central do Distrito Federal, a qual se insere na Província Estrutural do Tocantins, Faixa de Dobramentos e Cavalgamentos Brasília; compartimento geológico que apresenta grandes estruturas falhadas, dobradas e processos metamórficos diferenciados. Este conjunto de rochas desenvolveu-se durante o ciclo geodinâmico Brasileiro, que se inicia com regime extensional, entre 1.200 e 800 milhões de anos, e termina entre 510 e 400 milhões de anos, com o colapso do orógeno. O clímax orogênico ocorreu em torno de 680 a 600 milhões de anos na região, sendo caracterizado por metamorfismo de baixo grau (DARDENNE, 2000).

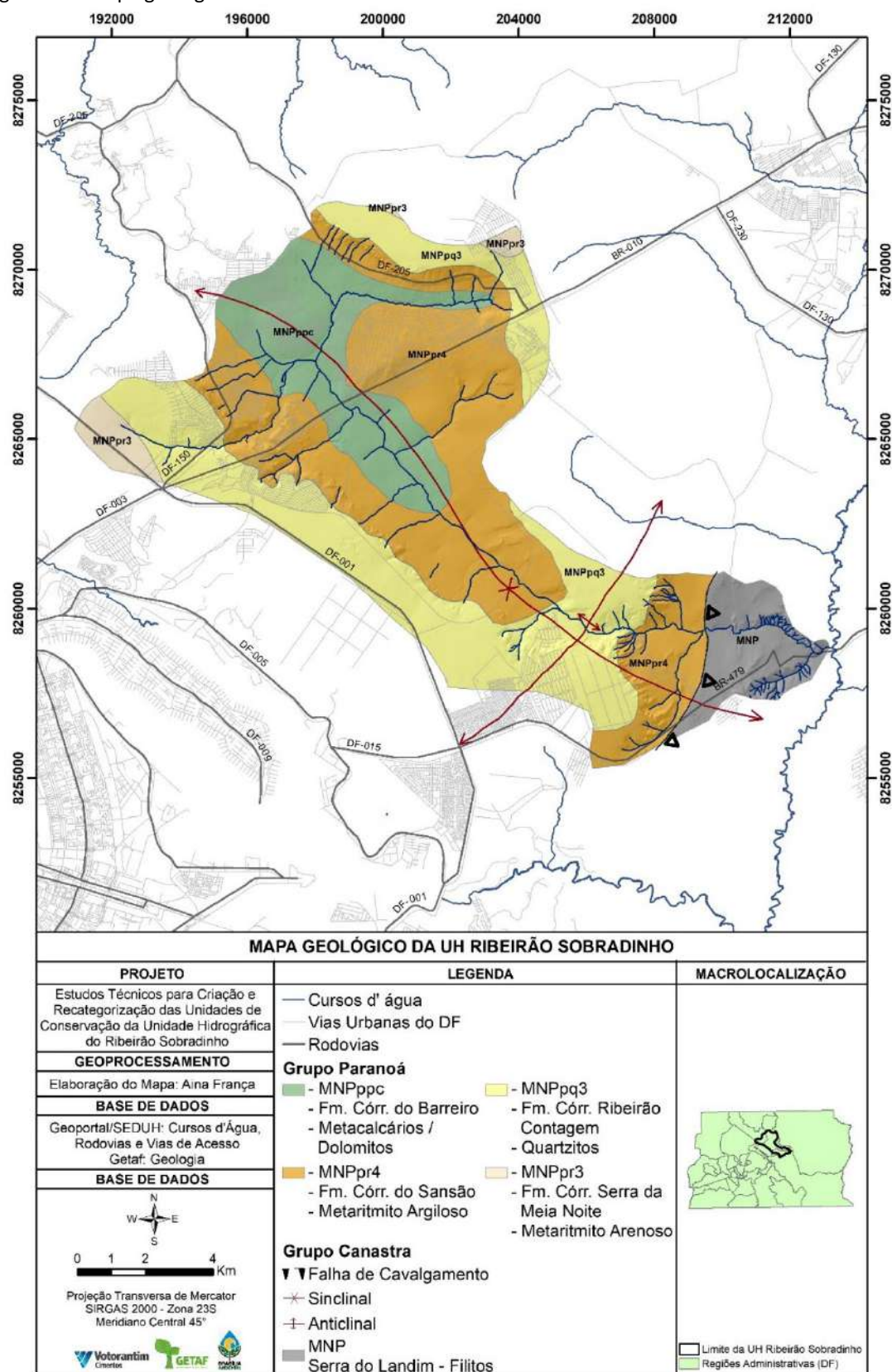
Na área da UH do Ribeirão Sobradinho ocorrem metamorfitos de baixo grau, típicos da porção mais externa da Faixa Brasília, nos quais ficaram marcadas as complexas feições estruturais de evolução progressiva, desde tectônica dúctil, com predomínio de deformação tangencial até rúptil nos estágios finais (FREITAS-SILVA & CAMPOS, 1998).

Entre os conjuntos litológicos componentes da geologia regional do Distrito Federal (FREITAS-SILVA & CAMPOS, 1998), apenas os grupos Canastra e Paranoá afloram na poligonal em estudo. Assim, a seguir é apresentada a caracterização geológica dos grupos: Canastra e Paranoá.

O arcabouço estrutural da UHRS é representado por um sinclínio (D_1) com eixo NW/SE e caimento para NW, que dobra unidades pertencentes ao Grupo Paranoá, posicionado entre os domos estruturais de Brasília a sudoeste e de Sobradinho a nordeste, que é truncado e cavalgado, em sua porção sudeste, por filitos do Grupo Canastra (Figura 11). As dobras D_1 são redobradas por dobramentos tardios D_2 e D_3 , orientados respectivamente nas direções NNW-SSE e NNE-SSW, cuja interferência com as dobras D_1 responde pela estruturação em domos em bacias tanto locais como por toda a região do Distrito Federal. Ao final da orogênese brasileira, com a atenuação dos esforços e soerguimento, ocorrem falhamentos e fraturamentos generalizados em regime rúptil, responsáveis pela retilinearidade da rede de drenagem principal, como exemplificado pelo curso do Ribeirão Sobradinho.

Após o evento de deformação brasileira, sumarizado no parágrafo anterior, a região tem sido palco de atividades neotectônicas, que em geral retrabalha falhas e fraturas geradas nas fases finais do evento brasileiro.

Figura 11 – Mapa geológico da UHRS.



Fonte: Elaboração própria.

4.2.1.1 Grupo Canastra

Entre os dois grupos geológicos que afloram na poligonal de estudo, o Grupo Canastra representa uma pequena área aflorante no setor sudeste da área na região da foz do Ribeirão Sobradinho, antes da confluência com o rio São Bartolomeu, em contato tectônico por cavalgamento sobre metarritmitos da Formação Serra da Meia Noite.

As rochas do Grupo Canastra são as mais antigas da sequência estratigráfica do Distrito Federal, com idades em torno de 1,0 – 1,2 Ga (FREITAS-SILVA & CAMPOS, 1998). O Grupo Canastra, por ser composto por rochas menos resistentes ao intemperismo quando comparadas às unidades do Grupo Paranoá, ocorre em áreas topograficamente mais rebaixadas; contudo, em decorrência de uma estrutura compressiva denominada Sistema de Cavalgamento São Bartolomeu/Maranhão, encontra-se estruturalmente acima do Grupo Paranoá.

De maneira geral, os tipos rochosos característicos desse grupo são os metamorfitos de fácies xisto verde, que se originaram de metamorfismo de baixo grau em uma sequência estratigráfica essencialmente argilo-arenosa e, de maneira subordinada, carbonatada. Assim, litologicamente, o Grupo Canastra é representado principalmente por sericita filitos (Figuras 12 e 13), mais ou menos carbonosos, ocorrendo, secundariamente, lentes de quartzitos, calcifilitos e mármore.

Figura 12 – Filito do Grupo Canastra.



Autora: Cristiane Moura

Figura 13 – Detalhe do filito do Grupo Canastra.



Autora: Cristiane Moura

4.2.1.1 Grupo Paranoá

Em Goiás, nas proximidades de Alto Paraíso e São João D'Aliança, o Grupo Paranoá, com idade entre 0,95 a 1,0 Ga, corresponde a uma sequência sedimentar psamo-pelito-carbonatada (arenosa-argilosa-carbonática), descrita por Faria (1995) e Campos *et al.* (2013), da base para o topo, pelas seguintes formações: Ribeirão São Miguel, Córrego Cordovil, Serra da Boa Vista, Serra Almécegas, Serra do Paranã, Ribeirão Piçarrão,

Ribeirão do Torto, Serra da Meia Noite, Ribeirão da Contagem, Córrego do Sansão e Córrego do Barreiro (Figura 14). Contudo, no Distrito Federal, onde se encontra distribuída em aproximadamente 65% da área total, essa unidade exhibe o conjunto estratigráfico que inclui as formações de topo: Serra do Paranã, Ribeirão Piçarrão, Ribeirão do Torto, Serra da Meia Noite, Ribeirão da Contagem, Córrego do Sansão e Córrego do Barreiro. Especificamente na UH do Ribeirão Sobradinho afloram unidades pertencentes, da base para o topo, às formações Serra da Meia Noite, Ribeirão da Contagem, Córrego do Sansão e Córrego do Barreiro.

▪ **Formação Serra da Meia Noite**

Em função da estruturação em sinclínório NW-SE e das inerências em domos e bacias provocadas por fases de dobramentos tardias, esta unidade está exposta no baixo curso da UH do Ribeirão Sobradinho e em áreas restritas na porção nordeste e leste da bacia.

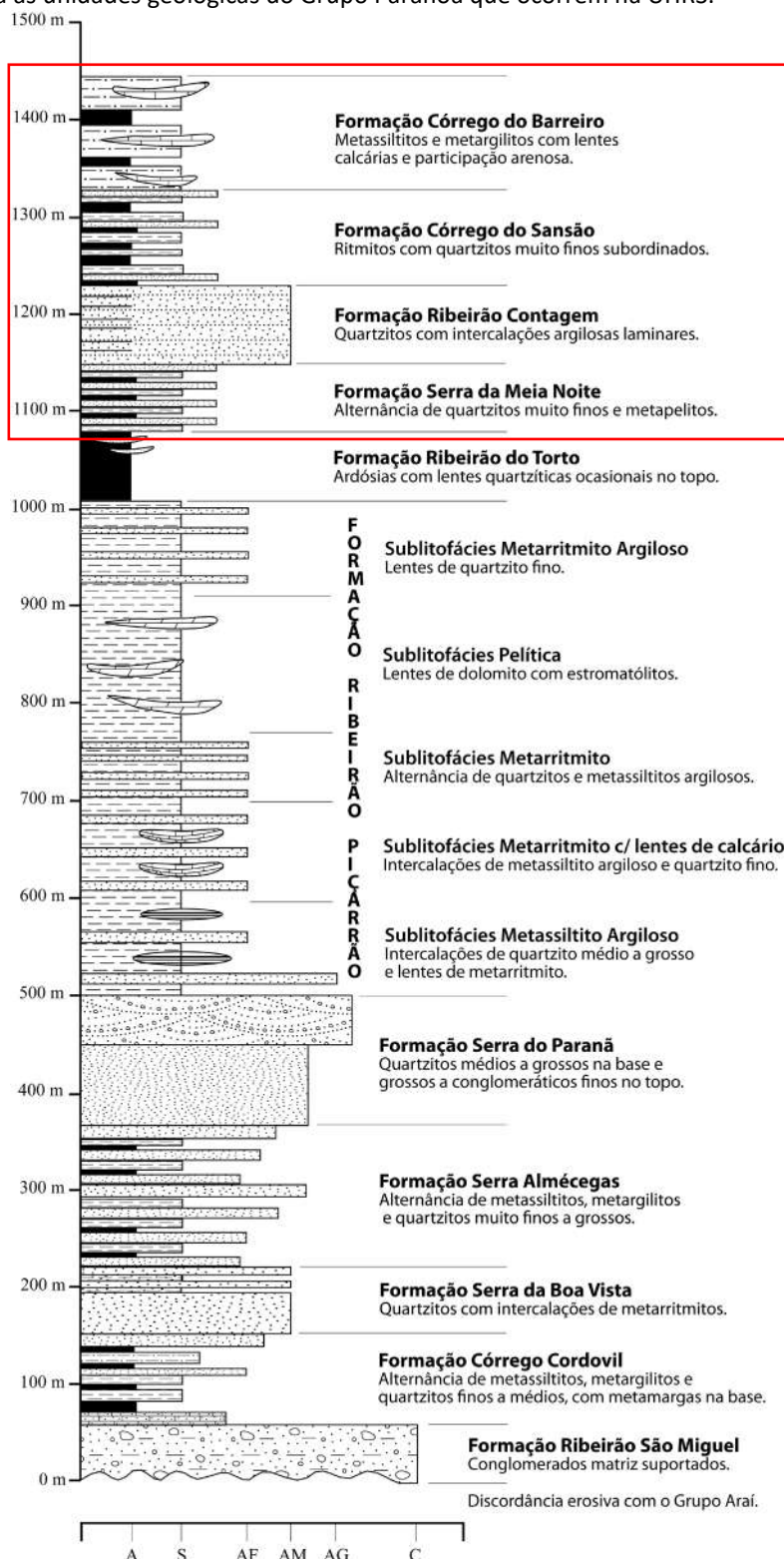
No baixo curso da UH do Ribeirão Sobradinho, é sobreposta por cavalgamento pelos filitos pertencentes ao Grupo Canastra, e, a noroeste, como nas demais regiões de sua ocorrência, em contato normal gradacional com os quartzitos da Formação Ribeirão da Contagem.

A litologia predominante na Formação Serra da Meia Noite é representada por metarritmito arenoso, no qual se alternam níveis centimétricos a decimétricos quartzíticos com níveis silto-argilo-arenosos com predomínio da fração arenosa. Esta formação exhibe estruturas sedimentares preservadas, como marcas onduladas e estratificações cruzadas. Esta última é definida como uma estrutura sedimentar com truncamento tridimensional de lâminas de areia e silte, o que indica a ocorrência de tempestades durante sua deposição.

▪ **Formação Ribeirão da Contagem**

É representada por quartzitos de granulação fina a média, bastante silicificados e fraturados, nos quais há maior ocorrência de estratificações cruzadas do que marcas onduladas. Tanto seu contato inferior, acima descrito, como superior, se faz de forma gradacional; em direção ao topo a granulação vai se tornando mais fina e aumenta progressivamente as intercalações silto-argilosas, dando lugar ao ritmito argilo-silto-arenoso da Formação Córrego do Sansão. Pela maior resistência aos agentes do intemperismo, o quartzito exerce uma função de proteção dos relevos de Chapada em cotas elevadas acima de 1.100 metros e da Área de Dissecção Intermediária, no baixo curso do Ribeirão Sobradinho, em torno da cota de 1.000 metros, condicionando o sistema de cachoeiras do Gancho (Figura 15).

Figura 14 – Coluna estratigráfica do Grupo Paranoá na área-tipo de Alto Paraíso de Goiás – DF. O polígono vermelho indica as unidades geológicas do Grupo Paranoá que ocorrem na UHRS.



Fonte: CAMPOS *et al.* (2013).

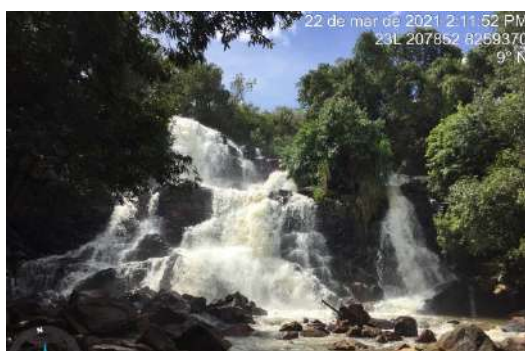
▪ Formação Córrego do Sansão

Esta unidade é constituída predominantemente por metarritmito silto-argiloso, as intercalações de materiais sílticos, argilosos e subordinadamente arenosos, mostram-se bastante regulares, no que se refere às suas alternâncias e espessuras. Ocorrem estruturas sedimentares do tipo estratificações cruzadas, marcas onduladas e lentes arenosas (Figuras 16, 17 e 18). Em direção ao topo aparecem lentes de rochas carbonáticas marcando sua passagem gradacional para a Formação Córrego do Barreiro.

▪ Formação Córrego do Barreiro

Anteriormente denominada Unidade Psamo-Pelito-Carbonatada (PPC) por Freitas-Silva & Campos (1998), esta formação é constituída por uma sequência argilosa e carbonática na qual, em meio às rochas argilosas dominantes, ocorrem, secundariamente, lentes de meta-dolomito e meta-calcários. As rochas carbonáticas são frequentemente estromatolíticas, sendo comum esteiras de algas e estromatólitos colunares do tipo *conophiton* de dimensões decimétricas a métricas; em geral predominam as fácies de retrabalhamento representadas por doliarenitos, dolisiltitos, doliruditos e seus equivalentes calcíferos. Em meio às rochas pelíticas e dolomíticas dominantes, ocorrem lentes e estratos decimétricos a métricos de quartzitos de coloração escura, granulação grossa, com textura sacaroidal, podendo ocorrer níveis conglomeráticos e conglomerados finos. Estas unidades quartzosas apresentam a peculiaridade de se mostrarem fétidas quando percutidas.

Figura 15 – Afloramento de quartzito da Formação Ribeirão da Contagem – Cachoeira do Gancho.



Autora: Cristiane Moura

Figura 16 – Lentes sigmoidais de quartzito de escala centimétrica interrompidas por lâminas de material pelítico da Formação Córrego do Sansão.



Autor: Eloi Campos

Figura 17 – Afloramento do metarritmito da Formação Córrego do Sansão.



Autora: Cristiane Moura

Figura 18 – Afloramento do metarritmito da Formação Córrego do Sansão.



Autora: Cristiane Moura

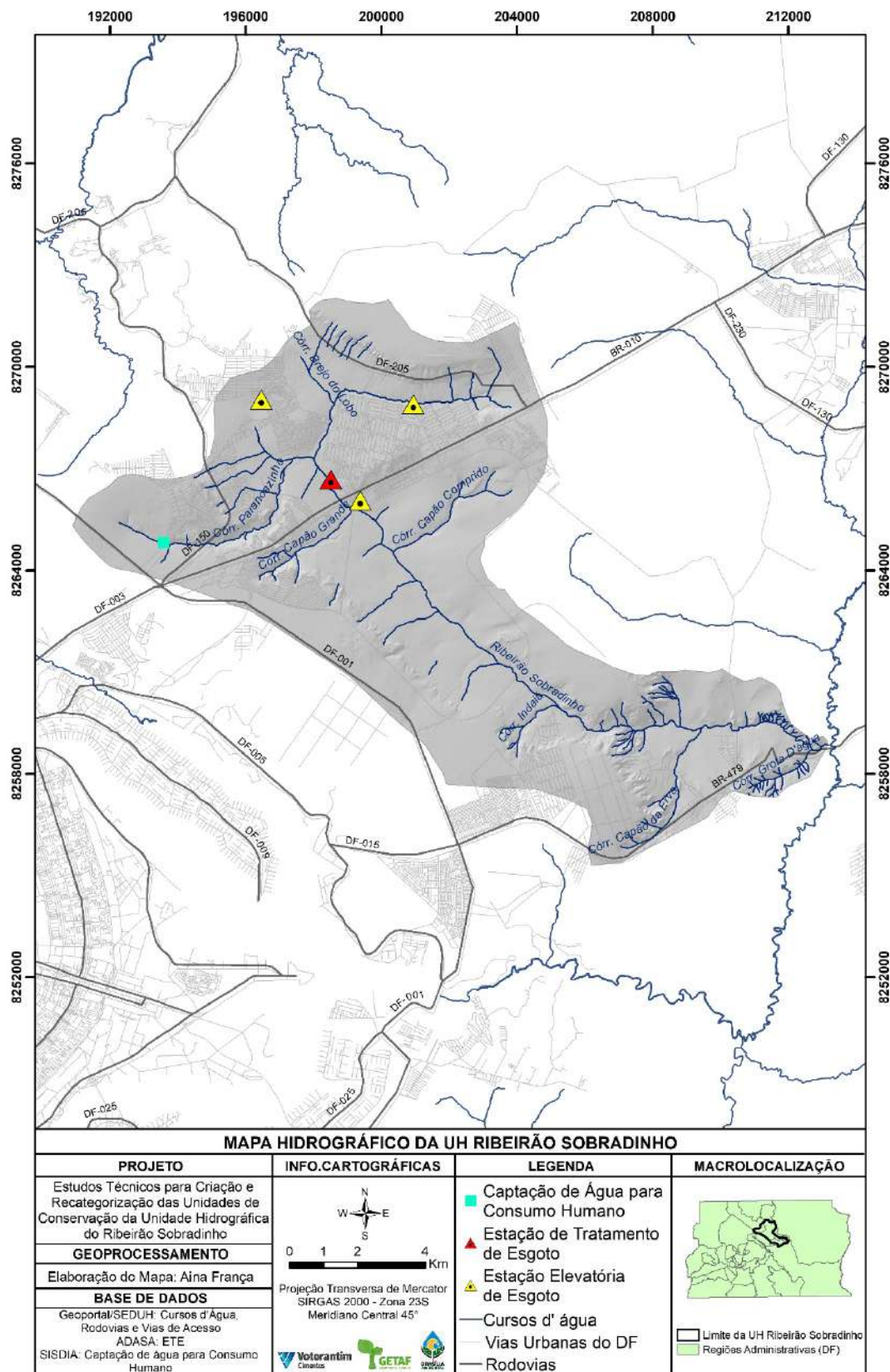
4.2.2 Hidrografia

A Unidade Hidrográfica do Ribeirão Sobradinho possui área de drenagem na ordem de 146 km² e está inserida na bacia hidrográfica do rio São Bartolomeu, que abrange as regiões administrativas de Sobradinho, Sobradinho II, Itapoã e Paranoá. Os principais afluentes são os córregos Paranoazinho, Brejo do Lobo, Capão Grande, Capão Comprido, Capão da Erva e Grotta d'Água (Figura 19). Em uma região a jusante desta área, já no Estado de Goiás, o rio Corumbá recebe as águas do rio São Bartolomeu pela margem esquerda. Todos esses cursos d'água estão inseridos na extensa bacia do rio Paranaíba, região hidrográfica do rio Paraná.

A região a montante da UHRS localiza-se na unidade geomorfológica da Chapada da Contagem, e o curso inferior do Ribeirão Sobradinho é classificado como região de Vale Dissecado do alto curso do rio São Bartolomeu (ZOBY, 1999). A área de transição entre a Chapada e a parte baixa da bacia apresenta encostas íngremes com a presença de cachoeiras, tradicionalmente utilizadas como locais de recreação e como atrativo turístico para a região.

O Ribeirão Sobradinho recebe os esgotos tratados da Estação de Tratamento de Esgoto de Sobradinho (ETE Sobradinho), que lança seus efluentes em um ponto localizado a 19 quilômetros da confluência do Ribeirão com o rio São Bartolomeu. Em parte, por este motivo, não existe captação de água para consumo humano no Ribeirão Sobradinho. A captação de água na bacia ocorre a montante do Ribeirão Sobradinho, localizada no córrego Paranoazinho, abrigada na Reserva Biológica da Contagem, área criada para a proteção de mananciais. Especial atenção será considerada para a qualidade das águas superficiais e para o poder de depuração do Ribeirão Sobradinho no tópico 4.5 Autodepuração do Ribeirão Sobradinho.

Figura 19 – Mapa hidrográfico da UHRS.



Fonte: Elaboração própria.

Para uma análise que alcance uma melhor compreensão do meio físico, a Tabela 6 apresenta alguns índices, tais como: a área de drenagem, coeficiente de compacidade, fator forma, índice de circularidade, extensão média do escoamento superficial, ordem dos canais e densidade de drenagem.

Os resultados referentes às características morfométricas da UH do Ribeirão Sobradinho (Tabela 6) demonstram que, de acordo com WISLER E BRATER (1964), ela deve ser considerada de grande porte, por compreender área superior a 26 km². O aspecto não compacto da bacia com valor do Fator Coeficiente $K_c = 1,55$ indica menor propensão a enchentes quando comparada a uma bacia circular ($K_c = 1$). De maneira semelhante ao Coeficiente de Compacidade (K_c), o Fator Forma (K_f) também sinaliza a susceptibilidade às enchentes.

Tabela 6 – Índices morfométricos para a UHRS.

Índices morfométricos	Resultado	Unidade
Área	146	km ²
Perímetro	67	km
Comprimento da drenagem total	116,39	km
Comprimento de rede principal	28,94	km
Comprimento axial da bacia	20,58	km
Cota Máxima	1275	m
Cota Mínima	885	m
Densidade de drenagem	0,8	(km/km ²)
Declividade média da bacia	1,76	%
Ordem da bacia	5	Strahler
Coeficiente de compacidade	1,55	K_c
Fator forma	0,34	K_f
Índice de circularidade	0,41	I_c
Extensão Média do Escoamento Superficial	1,25	km

Fonte: Elaboração própria.

O K_f obtido para a área de estudo foi de 0,34, demonstrando a parcialidade da bacia aos processos de inundações, em função de apresentar tendência a ser mais alongada. Contudo, pode apresentar alguma susceptibilidade às enchentes, em especial, para condições de intensidades anormais de precipitação. Tal observação pode ser corroborada pelo Índice de Circularidade (I_c) 0,41, que demonstra que a bacia em estudo apresenta tendência natural a favorecer o escoamento da chuva, o que pouco contribui para os processos de enchentes, devido ao seu formato que tende a ser alongado, características predominantes para valores de I_c menores que 0,51 (MULLER, 1983; SCHUMM, 1956).

O valor de 1,76% para declividade média da bacia denota serem cursos d'água de baixa energia, com predomínio dos canais de drenagem em áreas planas, contudo, com gradiente hipsométrico determinado por quebras abruptas do relevo – em sua cabeceira, representado pelas rampas íngremes da Região de Chapada, e no seu baixo curso, pelas rampas íngremes na região do complexo de cachoeiras do Gancho.

Desta forma, a densidade de drenagem obtida, aliada ao baixo fator forma, refletem a alta condutividade hidráulica da maior parte do substrato da bacia. A densidade de drenagem aumenta na região do baixo curso da UH do Ribeirão Sobradinho devido à presença dos filitos pouco permeáveis do Grupo Canastra.

De maneira geral, especialmente no seu médio curso, observa-se assimetria na densidade de drenagem, indicando o controle tectônico da bacia (Falha do Ribeirão Sobradinho) e soerguimento dos terrenos situados em sua margem direita.

Os parâmetros morfométricos da UHRS são semelhantes aos observados para as bacias no DF, nas quais predominam valores que não favorecem a produção de picos de vazão ou enchentes – vez que o fluxo de um evento chuvoso não se direciona a um único ponto da bacia – e que se classificam como mal drenadas, o que sugere maior predominância de infiltração nas bacias.

4.2.3 Tipos de solos

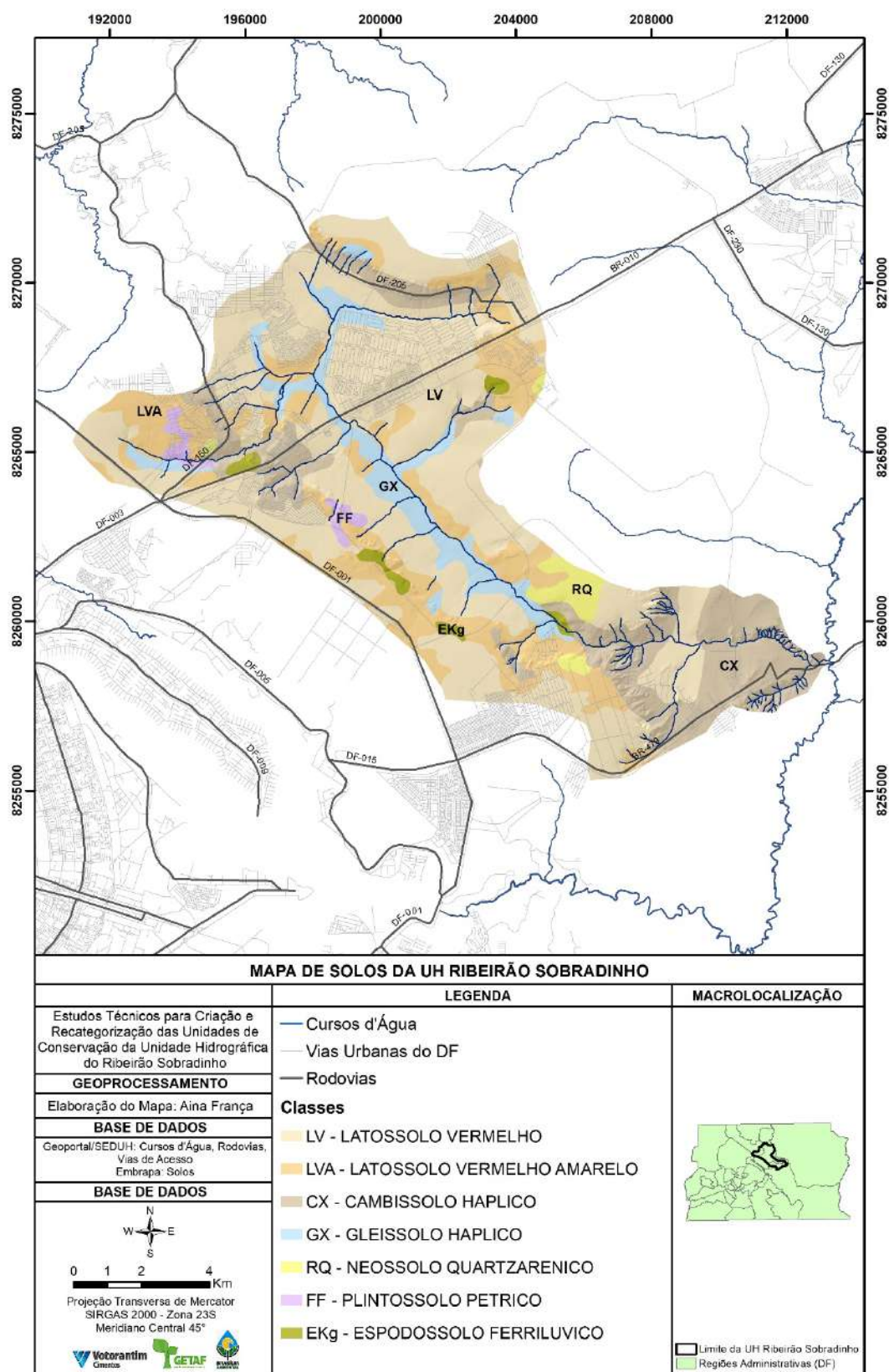
Na UHRS foram observadas sete classes de solos (Figura 20). Em função das feições texturais, sequência de horizontes e presença de horizontes diagnósticos, os solos foram caracterizados como: Latossolo Vermelho, Latossolo Vermelho-amarelo, Cambissolo Háplico, Neossolo Quartzarênico, Plintossolo, Gleissolo Háplico e Espodossolo Ferrilúvico. A classificação segue os critérios propostos por Embrapa (2013), os quais compõem o Sistema Brasileiro de Classificação de Solos (SiBCS).

4.2.3.1 Latossolos Vermelhos e Latossolos Vermelho-amarelo

Os latossolos correspondem as classes de solos dominantes na UH do Ribeirão Sobradinho, estando desenvolvidos sobre qualquer litotipo identificado na área de estudo, exceto nas rochas do Grupo Canastra, por se tratar de uma situação de relevo mais movimentado com deficiência de drenagem, refletindo que o principal controle da sua gênese está relacionado a condições de relevo de baixas declividades e bem drenados.

São solos residuais, de grande espessura (em geral maior que 5 metros), com horizonte B latossólico. Os Latossolos Vermelhos (Figura 21) são derivados de rochas psamopelíticas e carbonatadas, em geral, apresentando texturas argilosas. Os latossolos vermelho-amarelo (Figura 22) são derivados de rochas psamíticas quando podem apresentar texturas médias a franco-arenosa. Trata-se de solos bem drenados com condutividade hidráulica de moderada a elevada, e médio-baixo potencial erosivo.

Figura 20 – Mapa de solos da UHRS.



Fonte: Modificado de Embrapa (2004).

Figura 21 – Perfil de Latossolo Vermelho.



Autor: Eloi Campos

Figura 22 – Latossolo Vermelho-amarelo.



Autor: Eloi Campos

4.2.3.1 Cambissolo Háplico

Essa é uma classe formada por solos pouco desenvolvidos cuja pedogênese já alterou o material de origem, mas ainda se encontram fragmentos de minerais primários e materiais pedregosos e rochosos (Figura 23). Esses solos ocorrem principalmente nas vertentes e encostas com pendentes mais elevadas, sendo dominantes nos compartimentos geomorfológicos de rebordo, rampas íngremes e região dissecada de vale, especialmente quando desenvolvidos sobre os filitos do Grupo Canastra.

São solos com espessuras, em geral, inferiores a 1 metro, bem drenados e com potencial erosivo de baixo a moderado; contudo, a sensibilidade a processos erosivos pode ser intensificada em função das declividades moderadas e elevadas em que ocorrem.

4.2.3.1 Neossolo Quartzarênico

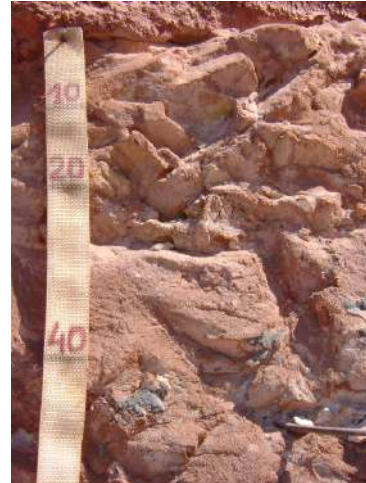
São solos espessos, pouco evoluídos, e apresentam textura arenosa, podendo ter frações de areia fina e grossa, que ocorrem derivados de quartzitos da Formação Ribeirão da Contagem (figuras 24, 25 e 26). Correspondem a solos bem drenados, apresentando condutividade hidráulica na ordem de grandeza entre 10^{-5} m/s e 10^{-6} m/s. Caracterizam-se pela baixa plasticidade e pela alta friabilidade, constituindo solos bastante susceptíveis a erosão, formando, por vezes, extensos processos erosivos lineares.

Figura 23 – Perfil de Cambissolo Háplico.



Autor: Eloi Campos

Figura 24 –Neossolo Quartzarênico.



Autor: Eloi Campos

Figura 25 – Perfil de Neossolo Quartzarênico.



Autora: Cristiane Moura

Figura 26 - Neossolo Quartzarênico.



Autora: Cristiane Moura

4.2.3.2 Plintossolo Pétrico

Estes solos são de ocorrência restrita dentro da UHRS, e sua presença indica a paleo oscilação do lençol freático associada à dificuldade de movimentação gravitacional da água, propiciando a formação da plintita e o aparecimento de mosqueados. Constitui um tipo de solo de intemperismo avançado, pouco profundo e com permeabilidade variável. Na margem esquerda do Ribeirão da Contagem, ocorrem como manchas em meio a um extenso campo de murundus (Foto 27).

4.2.3.3 Gleissolo Háplico

Os gleissolos caracterizam-se como solos hidromórficos, distróficos, mal drenados, de textura franco-argilosa e plásticos, com estrutura granular no horizonte superficial, e são ricos em matéria orgânica (Figuras 27 e 28). Essa classe ocorre em relevo plano e suave ondulado. Geralmente estão nas adjacências de nascentes, veredas e em margens

de drenagens. Encontram-se localmente associados a campo de murundus (pequenas elevações de relevo – Figura 27).

Na UHRS, ocorrem ao longo de todas as drenagens do alto e médio curso que compõem a área de estudo, especialmente, ao longo de sua margem direita. Em função das particularidades deste tipo de solo, correspondem a áreas de elevada susceptibilidade ambiental, que, portanto, devem ser prioritariamente preservadas.

Figura 27 – Gleissolos em Campo de Murundus.



Autor: Eloi Campos

Figura 28 – Perfil de Gleissolo.



Autor: Eloi Campos

4.2.4 Compartimentação geomorfológica

A área de estudo está localizada no Planalto Central do Brasil, região onde as feições estruturais são marcantes e atuam como fortes controles de relevo. Dardenne & Campos (2000) sugerem que a evolução geomorfológica da região está intimamente associada ao substrato rochoso e à estruturação tectônica, onde as estruturas regionais estabelecidas pelos regimes tectônicos exercem influência marcante no padrão de dissecação do relevo, e frequentemente separam áreas com características geológicas, hidrológicas, pedológicas e, conseqüentemente, geomorfológicas distintas. De acordo com essa perspectiva, os lineamentos contínuos podem auxiliar no traçado de divisores entre compartimentos geomorfológicos e na análise do fluxo das águas.

A UH do Ribeirão Sobradinho corresponde a uma bacia alongada no sentido NE-SE, com uma área total de 147 km², com comprimento de cerca de 20 quilômetros e largura de 14 quilômetros no seu alto curso, e em torno de 6 quilômetros ao longo de seu médio e baixo curso. De maneira geral, apresenta baixa densidade de drenagem, com forte controle estrutural. Seu curso principal, o leito do Ribeirão Sobradinho, ocupa uma charneira sinclinal, retrabalhada ruptilmente, e seus demais afluentes são também

controlados por zonas de charneiras secundárias, falhas e fraturas, definindo um padrão de drenagem próximo de retangular (SOARES & FIORI, 1976).

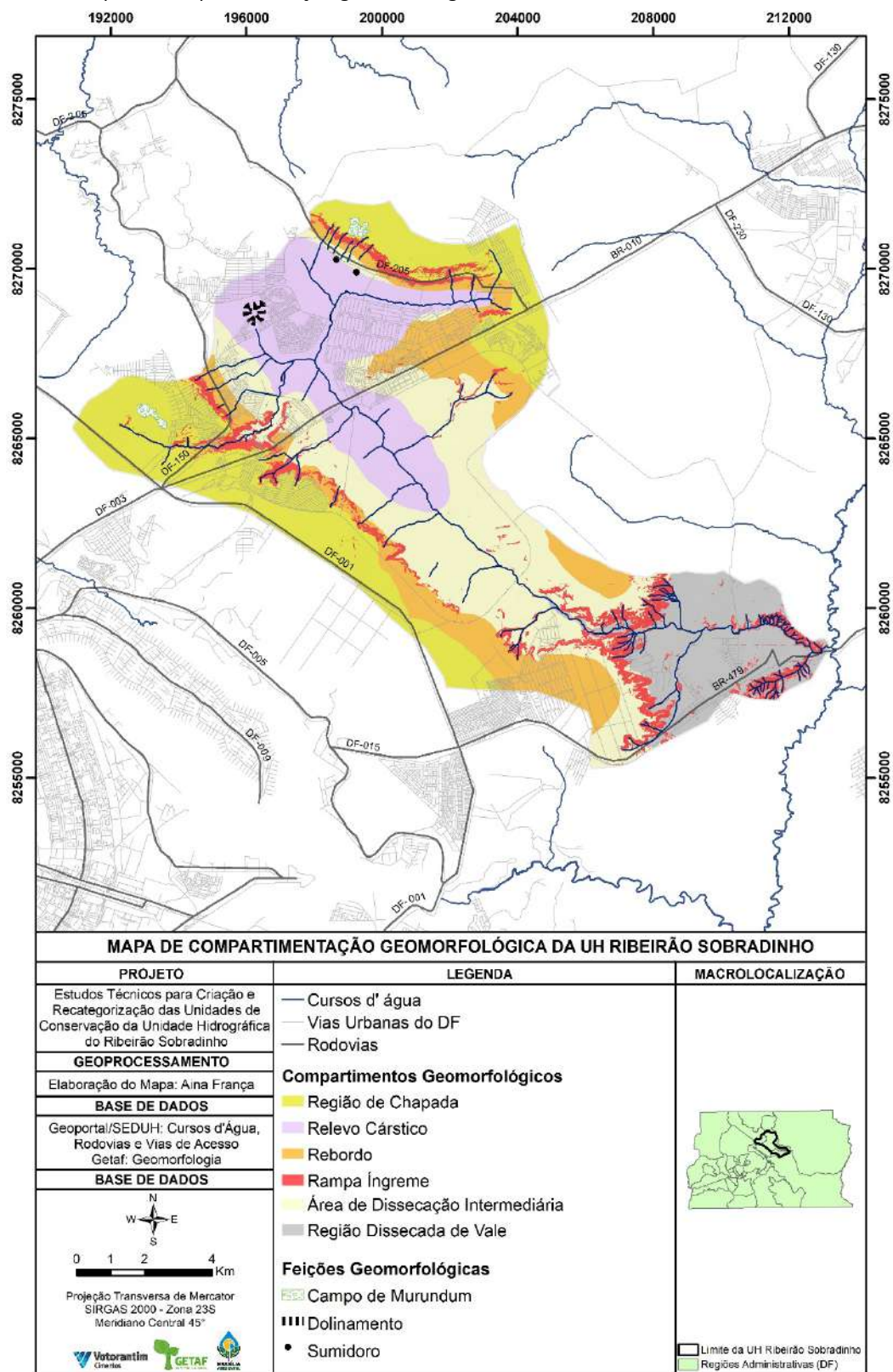
Alguns autores elaboraram propostas de compartimentação geomorfológica do Distrito Federal, como CAMPOS (2012), a partir das propostas de Dardenne & Campos (2000), Novaes Pinto (1994), Novaes Pinto & Carneiro (1984) e Martins & Baptista (1998). Assim, Campos (2012) considerou cinco compartimentos geomorfológicos, apresentados a seguir:

- Plano Elevado: caracterizado por relevo plano a suave ondulado, com declividades menores que 10% e cotas superiores a 1.110 metros. Há predominância de latossolos e apresenta baixa densidade de drenagem.
- Plano Intermediário: apresenta padrão de relevo plano a suave ondulado, com declividades inferiores a 12% e cotas entre 950 e 1.050 metros. É predominante a ocorrência de Latossolos e apresenta baixa densidade de drenagem.
- Vale Dissecado: possui relevo ondulado a forte ondulado, com declividades maiores que 20% e cotas inferiores a 800 metros. Predominam os cambissolos e apresenta alta densidade de drenagem.
- Rebordo: o padrão de relevo é ondulado, com declividades entre 10% e 20% e cotas entre 950 e 1.100 metros. Há predominância de cambissolos e a densidade de drenagem é moderada.
- Rampa Íngreme: mostra relevo forte ondulado a escarpado, com declividades superiores a 25% e cotas entre 800 e 1.110 metros. São predominantes os cambissolos e neossolos e apresentam elevada densidade de drenagem.

O substrato litológico apresenta um notável controle da compartimentação e evolução morfodinâmica. Todas as chapadas elevadas são controladas pela presença de rochas resistentes, como quartzitos e metarritmitos arenosos. As áreas de dissecação intermediária são controladas por rochas pelíticas (por exemplo, filitos e de metarritmitos argilosos). Os vales dissecados são condicionados por unidades muito impermeáveis, com pequena capacidade de infiltração e maior potencial erosivo, representadas por rochas do Grupo Canastra e/ou metassiltitos do Grupo Paranoá. Os rebordos e escarpas são controlados pela região de transição ou contato brusco entre litologias com alto contraste de erodibilidade, e apresentam declividade entre 45% e 60%. Em geral, as escarpas apresentam elevada amplitude de relevo e são controladas por estruturas geológicas do tipo falhas e zonas de cisalhamento regionais.

Na área da UHRS, a classificação do arcabouço geomorfológico segue os critérios empregados em CAMPOS (2012), com algumas adaptações para englobar aspectos geomorfológicos locais (Figura 29). Foram caracterizados os seguintes compartimentos: Região de Chapada, Área de Dissecação Intermediária, Relevo Cárstico, Região Dissecada de Vale, Rebordo e Rampa Íngreme.

Figura 29 – Mapa da compartimentação geomorfológica da UHRS.



Fonte: Elaboração própria.

Nas porções norte e sudoeste da UHRS, há ocorrência da macrounidade Região de Chapada, ocupando 23% da área (Figura 29, Tabela 7), sendo caracterizada por topografia de plana a plano-ondulada, situada acima da cota 1.150 metros (Figura 30) e com declividades inferiores a 10% (Figura 31). As coberturas são formadas principalmente por Neossolos Quartzarênicos, Latossolo Vermelho e Vermelho-amarelo, além de couraças vesiculares e pisolíticas. Trata-se de uma região com baixa densidade de drenagem, correspondendo às principais áreas de recarga dos aquíferos na UHRS.

Todo o alto e médio curso da UHRS é ocupado pelos compartimentos geomorfológicos da Área de Dissecação Intermediária e de Relevo Cárstico, que em conjunto ocupam 43,6% da área total da bacia (Tabela 7). Basicamente, estas duas unidades diferem apenas em função de seu substrato, sendo que, na unidade Relevo Cárstico, a presença de rochas carbonáticas lhe confere algumas peculiaridades, comentadas a seguir.

Em termos de modelado geral, a unidade de Relevo Cárstico, conforme mencionado, não difere significativamente da Área de Dissecação Intermediária; contudo, localmente, apresenta feições/estruturas geomorfológicas que indicam a presença de rochas carbonáticas em seu substrato, como a lagoa, referida em mapas históricos como Brejo do Lobo, localizada na cabeceira do Ribeirão Sobradinho, ou, mais precisamente, no afluente Córrego do Lobo, que corresponde a uma dolina. No extremo norte da bacia são observados afluentes de drenagens que desaparecem por sumidouros, antes de atingirem o canal receptor (Figura 29). Além dessas feições, às margens do Ribeirão Sobradinho, na porção da drenagem orientada na direção EW, em suas cabeceiras, observa-se a presença de pequenas manchas de vegetação do tipo mata seca, típica de substrato carbonático, com exemplares de paineiras e aroeiras, dentre outras espécies. A unidade de Relevo Cárstico ocupa 18,4% da área total da bacia, compondo uma região de aquíferos físsuro-cársticos, onde se encontram alguns dos mais produtivos poços tubulares para a captação da água.

A Área de Dissecação Intermediária (Figuras 32 a 34) foi esculpida em metarritmitos argilosos e quartzitos, respectivamente pertencentes às formações Córrego do Sansão e Ribeirão da Contagem, ocupando 25,2% da UHRS (Tabela 7). Apresenta relevo suave-ondulado, com declividades de baixas a moderadas (Figura 31), situando-se em cotas que variam entre 1.100 e 1.000 metros.

Tanto na Área de Dissecação Intermediária como na Unidade de Relevo Cárstico, as coberturas pedológicas estão representadas predominantemente por latossolos vermelho e vermelho-amarelo, sendo comum a presença de solos hidromórficos nas cabeceiras da bacia e ao longo de suas margens por quase toda a extensão do seu alto e médio curso.

Esculpida em filitos do Grupo Canastra, a Região Dissecada de Vale (Figura 35) ocupa 10,9% da área total da bacia, localizada no extremo sudeste da área investigada, no baixo curso do Ribeirão Sobradinho até sua confluência com o rio São Bartolomeu. Corresponde a uma área de relevo ondulado, bastante movimentado, com declividades moderadas, posicionada em cotas altimétricas entre 885 e 1.000 metros, tendo como coberturas pedológicas predominantes os cambissolos e os neossolos litólicos. Devido à baixa condutividade hidráulica de seu substrato, corresponde à área de maior densidade de drenagem, não só na área em estudo como em toda área de sua ocorrência no Distrito Federal.

O compartimento de Rebordo ocupa 14,3% da área da UHRS (Figura 29, Tabela 7), sendo representado por rampas com declividades moderadas, em geral situadas entre os compartimentos de Chapada e a Área de Dissecção Intermediária ou de Relevo Cárstico, em cotas altimétricas variando entre 1.100 e 1.150 metros. Por vezes, os rebordos constituem uma região de borda de chapada sendo seguida por uma quebra abrupta do relevo, como pode ser observado na porção sudoeste da UHRS; outras vezes, os rebordos ocorrem após as quebras abruptas do relevo na região das cabeceiras da UHRS.

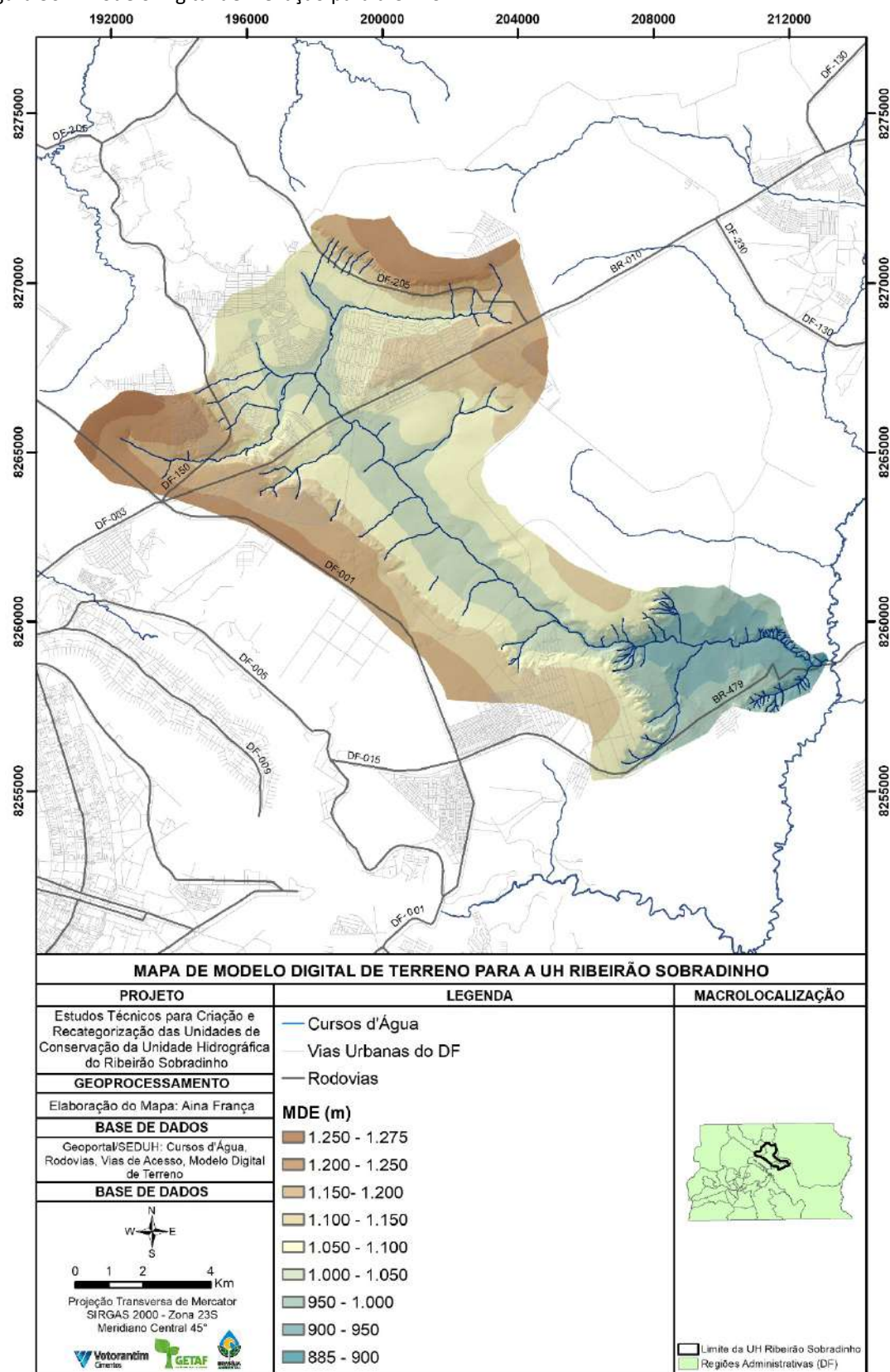
O compartimento geomorfológico Rampa Íngreme (Figura 35), ocupando 8,1% da área total da bacia (Figura 29, Tabela 7), corresponde às quebras abruptas do relevo, com declividades de altas a muito altas marcando a borda das Chapadas ou o limite entre o compartimento de Rebordo e a Área de Dissecção Intermediária. Esse compartimento Rampa Íngreme ocorre também entre a Área de Dissecção Intermediária e a Região Dissecada de Vale, onde são frequentes as feições escarpadas. Caracteristicamente, as rampas íngremes são esculpidas e sustentadas por quartzitos da Formação Ribeirão da Contagem, formando um trecho encachoeirado ao longo do Ribeirão Sobradinho, com uma sequência de quatro cachoeiras que, em direção à jusante, progressivamente aumentam de desnível, culminando com um salto de cerca de 30 metros de altura na Cachoeira do Gancho (Figura 15).

Tabela 7 – Distribuição dos compartimentos geomorfológicos na UHRS.

Compartimento geomorfológico	Área (km ²)	Área na UHRS (%)
Região de Chapada	34	23,1
Área de Dissecção Intermediária	37	25,2
Relevo Cárstico	27	18,4
Região Dissecada de Vale	16	10,9
Rebordo	21	14,3
Rampa Íngreme	12	8,1
TOTAL	147	100

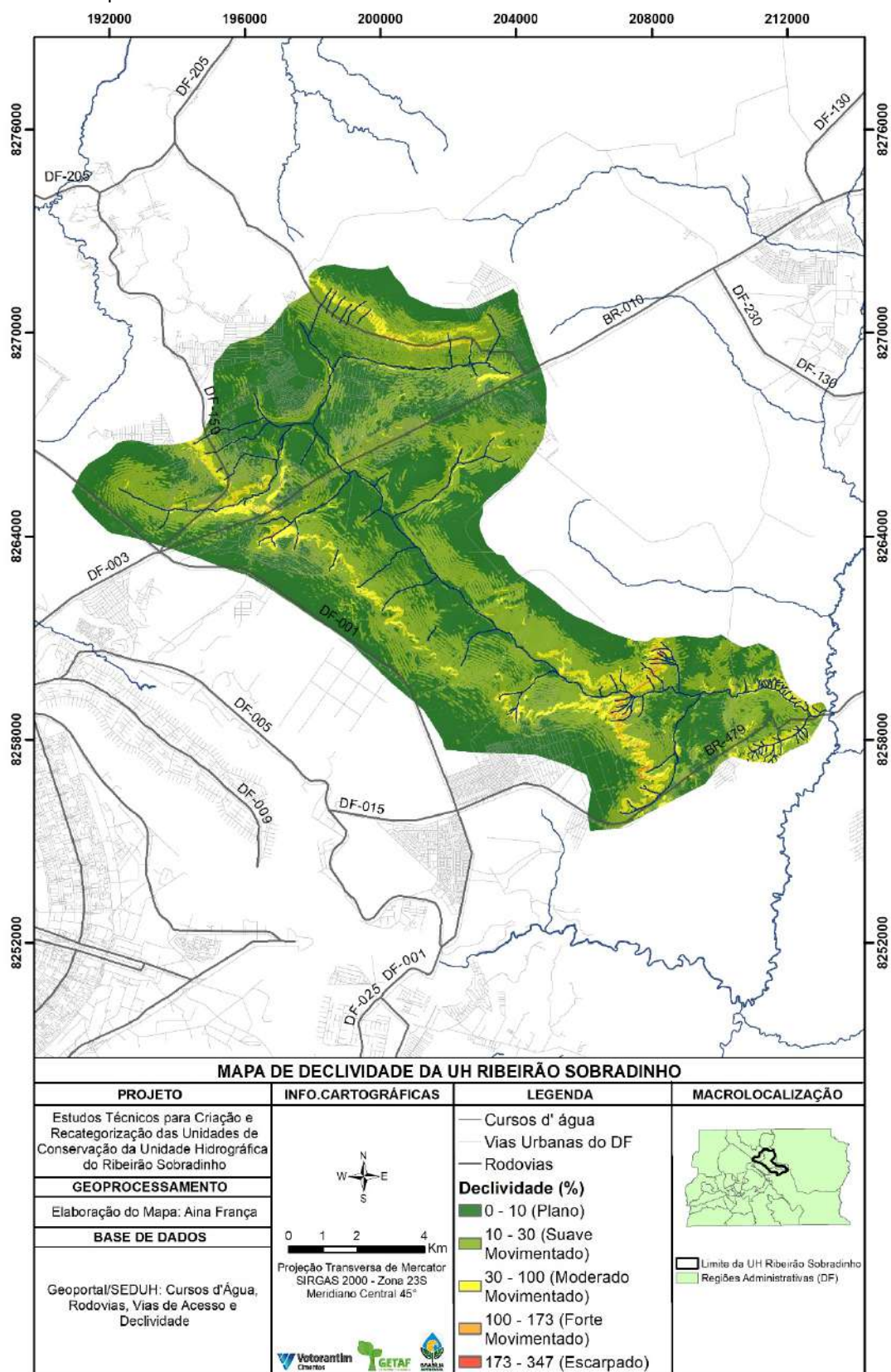
Fonte: Elaboração própria.

Figura 30 – Modelo Digital de Elevação para a UHRS.



Fonte: Adaptado de GeoPortal / DF (seduh.df.gov.br)

Figura 31 – Mapa da declividade da UHRS.



Fonte: Adaptado de GeoPortal / DF (seduh.df.gov.br)

Figura 32 – Vista ao fundo de Região de Chapada na UHRS.



Autora: Cristiane Moura

Figura 33 – Setor na UHRS da Área de Dissecação Intermediária.



Autora: Cristiane Moura

Figura 34 – Área de Dissecação Intermediária e Rebordo ao fundo.



Autora: Cristiane Moura

Figura 35 – Região Dissecada de Vale e Rampa Íngreme.



Autora: Cristiane Moura

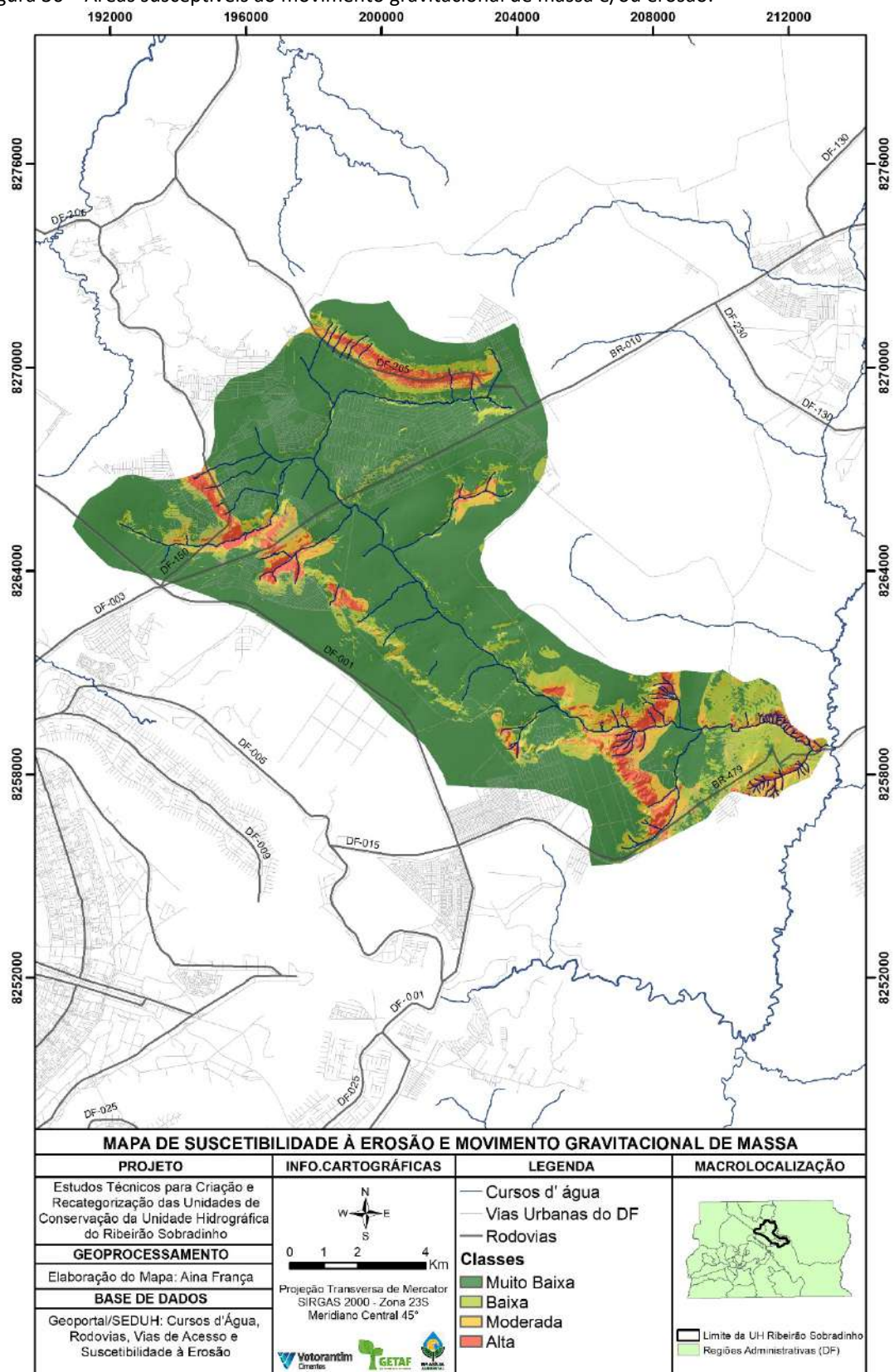
4.3 Identificação de Áreas Degradadas

4.3.1 Áreas susceptíveis ao movimento gravitacional de massa e/ou erosão

O mapa de susceptibilidade ao movimento gravitacional de massa e/ou erosão (Figura 36), elaborado por geoprocessamento, está fundamentado no cruzamento das informações obtidas nos levantamentos geológicos e nas características geotécnicas para cada variedade de solo (substrato rochoso, formações superficiais de alteração e carta de declividade).

Para a análise multicritério aplicada, considerou-se peso de 0,35 para o tema declividade, 0,20 para classes de solos e 0,15 para o fator geologia. As notas de susceptibilidade ao movimento gravitacional de massa e/ou erosão foram atribuídas às unidades de mapeamento em escala de 0 a 10, com os maiores valores associados à maior propensão destes processos geodinâmicos. O cruzamento destes dados definiu quatro classes para o mapa de susceptibilidade ao movimento gravitacional de massa e/ou erosão: muito baixa, baixa, moderada e alta (Figura 36 – Tabela 8). Dentre estes domínios, destacam-se as áreas da classe de alta susceptibilidade, que indicam terrenos com restrições, ou mesmo inaptas, à ocupação urbana, exigindo cuidados geotécnicos para sua ocupação.

Figura 36 – Áreas susceptíveis ao movimento gravitacional de massa e/ou erosão.



Fonte: Elaboração própria.

A compartimentação da susceptibilidade ao movimento gravitacional de massa e/ou erosão auxilia, ainda, na definição das áreas fontes de assoreamento dos corpos hídricos na UHRS. A vulnerabilidade ao assoreamento está relacionada à intensificação dos processos geológico-geomorfológicos supracitados gerados pela interação do homem com o meio (SMITH, 2004). Nessa abordagem, a susceptibilidade representa as condições naturais do meio, e a vulnerabilidade, as consequências da apropriação do ambiente pelo homem. O conhecimento das potencialidades da superfície terrestre para sustentar os diferentes usos do solo é imprescindível para garantir o controle de fenômenos geodinâmicos indesejáveis, como processos erosivos e de assoreamento e contaminação dos corpos hídricos.

Tabela 8 – Distribuição das classes de susceptibilidade ao movimento de massa e/ou erosão na UHRS.

Classes de Susceptibilidade ao Movimento Gravitacional de Massa e/ou Erosão	Área (km ²)	Área (%)
Alta	9	6,1
Moderada	11	7,5
Baixa	18	12,4
Muito Baixa	108	74
TOTAL	146	100

Fonte: Elaboração própria.

4.3.2 Uso e cobertura da terra

O mapa da cobertura e uso da terra é um instrumento essencial para planejamento territorial e processos de ocupação urbana, além de disponibilizar indicação de áreas sensíveis e prioritárias no Distrito Federal.

Para melhor compreensão do processo de ocupação histórica da região em análise, o mapa visa direcionar e principalmente proteger áreas de interesse ambiental e histórico, sensíveis às diferentes atividades antrópicas. Assim, traz indicações de áreas para a criação de UCs e corredores ecológicos e viabiliza a conectividade entre elas. Ademais, a análise do mapa de uso da terra evidencia as diferentes coberturas e classes que influenciam o território, contribuindo decisivamente na escolha das categorias de manejo.

Desde o século XVII a Unidade Hidrográfica do Ribeirão Sobradinho se constitui como área estratégica para a ocupação da região, por sua situação fisiográfica e por seu clima mais ameno, privilegiando a implantação de atividades agropecuárias. Algumas sedes de antigas fazendas foram conservadas, como a da Fazenda Velha, a da Fazenda Sobradinho/Sobradinho Mogi e a da Sobradinho dos Melos (VASCONCELOS, 1988; BERTRAN, 2011).

Durante a construção de Brasília, entre 1956 e 1960, a Novacap, aproveitando a tradição agropecuária da região, elaborou um plano de construção de uma nova cidade na região, e que fosse tipicamente rural. A então cidade-satélite recebeu o nome de Sobradinho, tendo sido fundada em 1960 (VASCONCELOS, 1988; BERTRAN, 2011).

Conforme pode ser observado na análise temporal apresentada na Figura 37, a ocupação agrícola da região já estava consolidada na década de 1980. Desde então, houve um crescimento da ocupação urbana da região, avançando sobre áreas anteriormente destinadas à agropecuária e com vegetação nativa remanescente (Figuras 37, 38 e 39). Esse processo de urbanização acelerou no final da década de 1990, e responde pelos principais impactos ambientais observados na UHRS, em especial, na degradação dos seus recursos hídricos.

A Figura 38 apresenta a transição de uso da terra da classe vegetação nativa para áreas antropizadas no período entre 1985 e 2018, e a Figura 39, para o período entre 2008 até 2018, indicando que 7 km² de vegetação nativa e 2 km² de áreas de agropecuária foram urbanizadas, representando cerca de 6,2% da área total da bacia.

O uso e cobertura da terra (Figura 40) foram analisados a partir dos dados disponibilizados pela Secretaria de Meio Ambiente do DF, que concluiu em 2021 o novo Mapa da Cobertura Vegetal e Uso do Solo do DF, contemplando informações na escala 1:25.000 (SEMA, 2021).

A Figura 40 e a Tabela 9 permitem identificar que a UH do Ribeirão Sobradinho possui importantes remanescentes de vegetação nativa preservados, mas que ainda não estão sob forma de proteção, e representam cerca de 43,1% da área da bacia. Essa proporção de áreas conservadas é um pouco menor que a de 47%, observada para o conjunto total do DF (SEMA, 2021). Outro aspecto que cabe mencionar é a proporção de áreas com formação florestal preservadas, que ocupam cerca de 8,2% da área total da bacia, sendo representada quase que exclusivamente por matas ciliares, fundamentais para a manutenção das funções ecológicas das águas.

As áreas com destinação agrícola e para a silvicultura, atualmente, totalizam 23,3% da UHRS, e se encontram sobre forte pressão de expansão urbana, especialmente, na área de sua cabeceira e no baixo do Ribeirão Sobradinho. As áreas urbanizadas na UHRS ocupam um total de 33%, conforme os dados do Novo Mapeamento da Cobertura Vegetal do DF (SEMA, 2021).

Tabela 9 – Tipo de uso e cobertura da terra na UHRS.

Classes de uso e cobertura da terra	Área (km ²)	Área (%)
Vegetação nativa	63	43,1
Agrícola	32	21,9
Silvicultura	2	1,4
Mineração	1	0,7
Urbanização	48	32,9
TOTAL	146	100

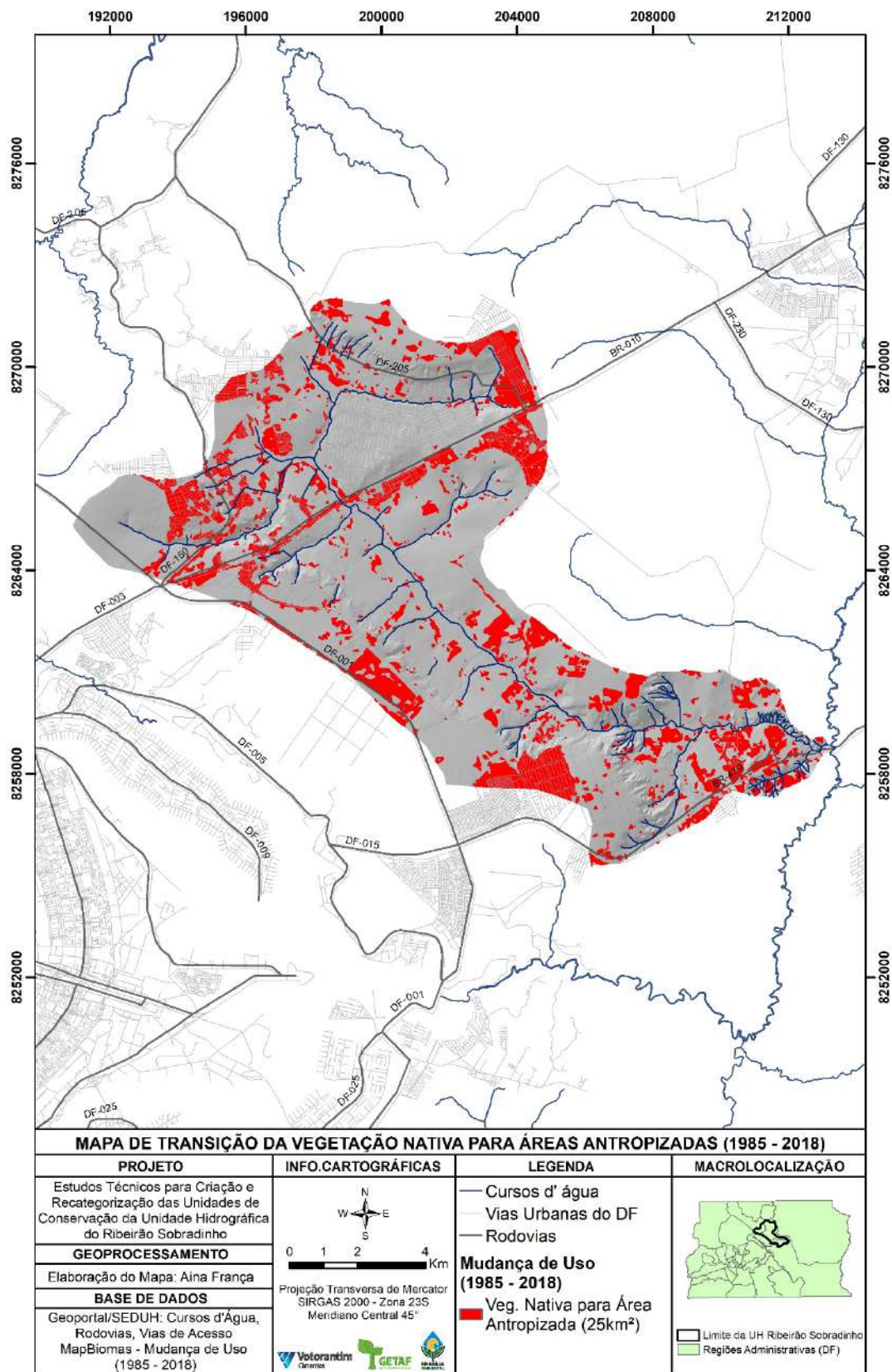
Fonte: Novo Mapeamento da Cobertura Vegetal do DF (Sema, 2021).

Figura 37 – Análise temporal da ocupação da UHRS.



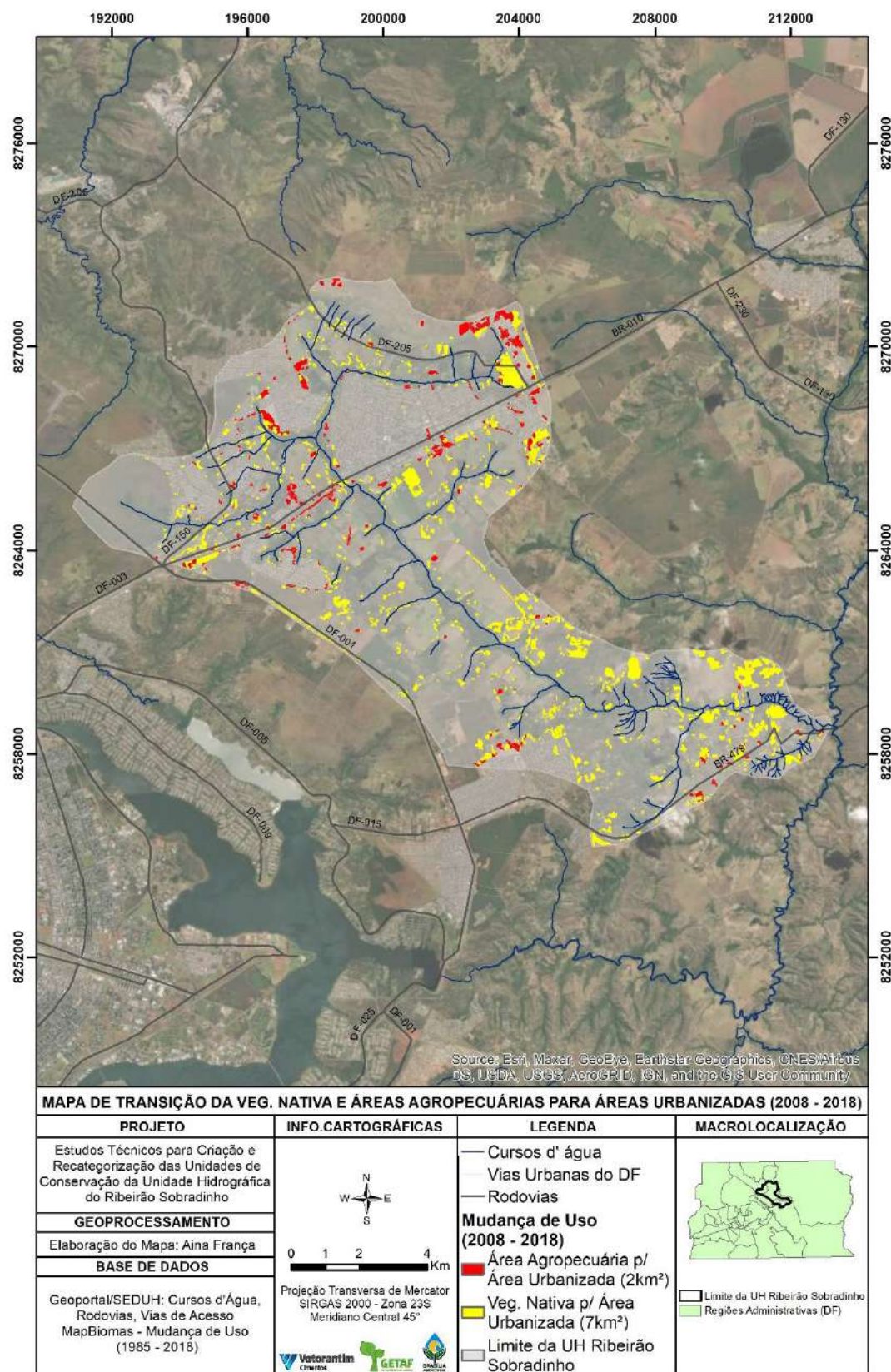
Fonte: Imagens Google Earth.

Figura 38 – Transição da vegetação nativa para áreas antropizadas no período entre 1985 e 2018.



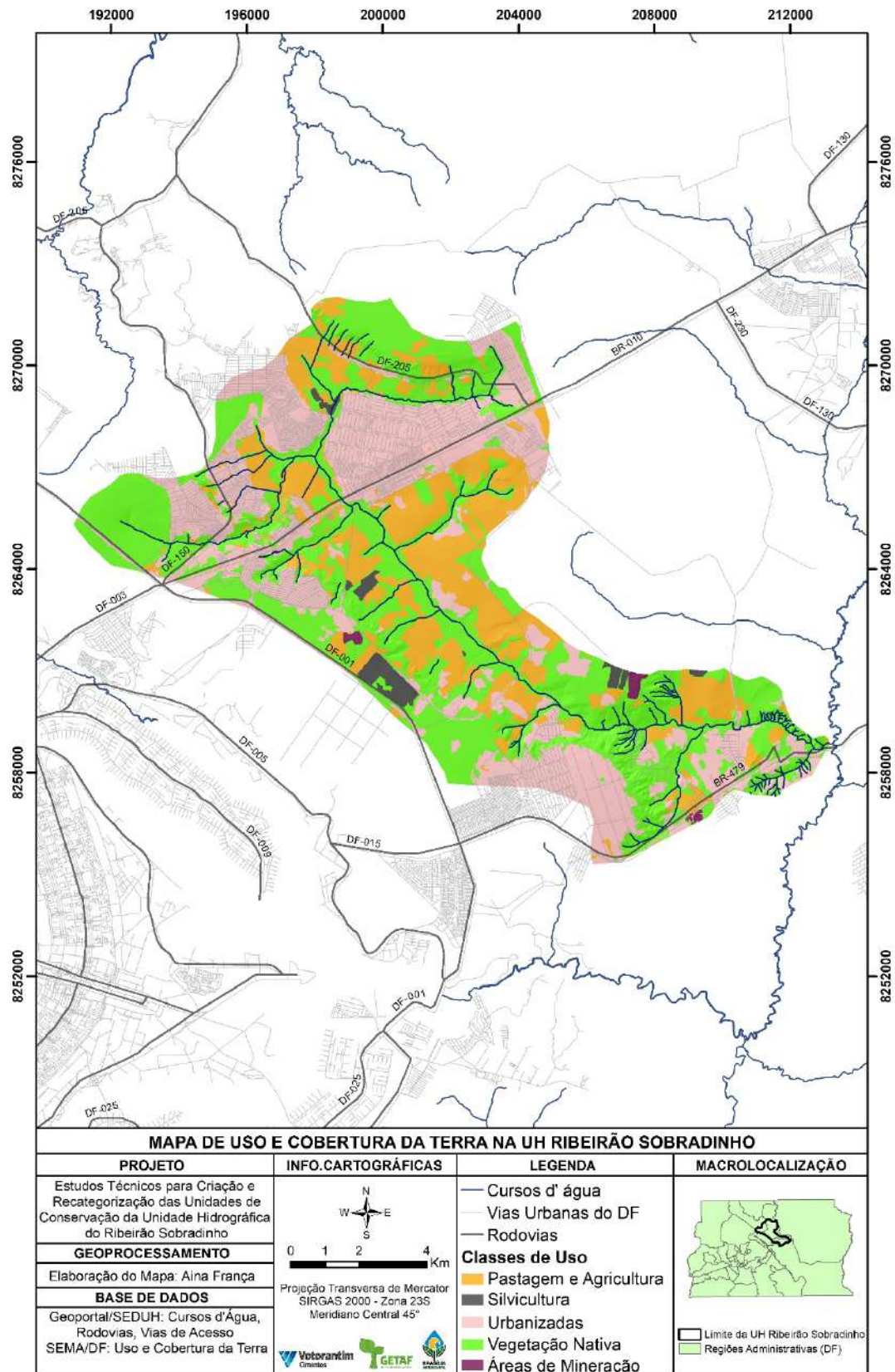
Fonte: <https://mapbiomas.org/ferramentas>

Figura 39 – Transição da vegetação nativa e áreas agropecuárias para áreas urbanizadas no período entre 2008 e 2018.



Fonte: <https://mapbiomas.org/ferramentas>

Figura 40 – Mapa do uso e cobertura da terra na UHRS em 2020.



Fonte: Novo Mapeamento da Cobertura Vegetal do DF (Sema, 2021).

4.3.3 Áreas Alteradas ou Degradadas

A análise integrada da paisagem para identificação de Áreas Alteradas e/ou Degradadas adotou a interpretação por imagem de satélite associada à investigação de campo e dados de uso e cobertura da terra atuais (SEMA, 2021).

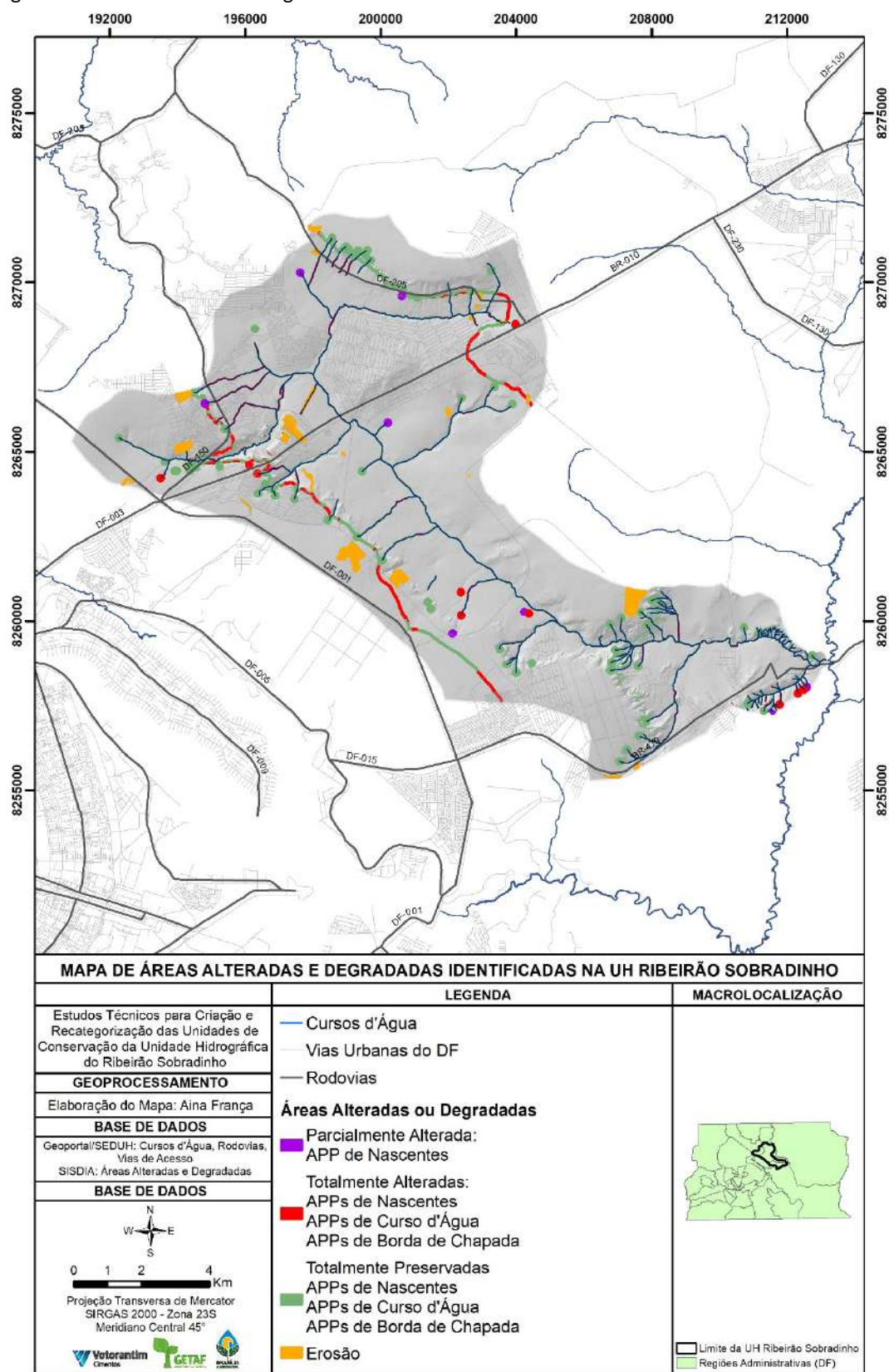
Os principais aspectos de degradação do meio físico estão relacionados ao avanço da urbanização, sendo representada pelo desmatamento, pela exposição dos solos, por processos erosivos e pela própria degradação dos recursos hídricos (cf. item 4.6 – Interferência nos Corpos Hídricos). Na Figura 41 estão representadas as principais áreas degradadas identificadas em campo e/ou com a utilização de técnicas de geoprocessamento.

Na UH do Ribeirão Sobradinho foram identificadas 74 nascentes (SISDIA, 2021). Dentre estas, 10 (13,5%) estão totalmente alteradas, e 8 (10,8%), parcialmente alteradas, ou seja, cerca de 1/4 das APPs de nascentes reconhecidas na área apresentam maior ou menor grau de degradação. As outras 56 APPs de nascentes (75,7%) estão preservadas. A preservação das nascentes contribui para vazão dos corpos d'água, produzindo água limpa de qualidade para reabastecer o Ribeirão Sobradinho e auxiliando no poder de autodepuração natural de suas águas. Cabe ressaltar que, quando há preservação abundante de água nas propriedades rurais, há facilidade de produção alternativa de diversas fontes de renda.

O exame das imagens de satélite e do mapa de uso da terra apontam ainda que ocorrem áreas em desconformidade com a Lei de Proteção da Vegetação Nativa (Lei Federal nº 12.727/2012) no que diz respeito às faixas de APPs dos cursos d'água. Conforme se observa na margem direita do Ribeirão Sobradinho, imediatamente a jusante de sua confluência com o córrego Paranoazinho, o desmatamento e a concentração preferencial do fluxo de água provoca erosão das margens e dos leitos de alguns canais, que é acentuada ainda pela disposição de água pluvial.

Dentre os cerca de 65 km² de APPs de curso d'água, 95,4% apresentam-se preservadas com a presença da cobertura vegetal nativa (Figura 41). Para as APPs de Borda de Chapada, conforme estabelecido na Lei de Proteção da Vegetação Nativa, cerca de 66% do total de 3 km² apresenta-se preservado; o restante (1 km² = 34%) ocorre em áreas de uso agrícola e/ou urbanização (Figura 41). Por fim, as APPs de Declividade (áreas com >45 graus de inclinação) estão integralmente preservadas.

Figura 41 – Áreas alteradas e degradadas identificadas na UHRS.



Fonte: Elaboração própria.

Além das áreas degradadas relacionadas às áreas de preservação permanentes acima descritas, na UHRS foram também caracterizadas regiões alteradas por processos erosivos lineares, como voçorocas, ravinas, sulcos, áreas com movimentação de terra, em geral constituídos por áreas de empréstimos de solos e cascalhos e jazidas de areia, totalizando 27 regiões (Figura 41).

Destacam-se, nas áreas onde houve extração de terra e areia, os processos erosivos lineares (voçorocas): contínuos por cerca de 2 quilômetros ao longo da BR-479 (Figuras 42 a 45), a porção no extremo sul da área e no setor nordeste da UHRS, o interior do Parque Ecológico Sobradinho e no Condomínio Alto da Boa Vista.

Figura 42 – Voçoroca ao longo da BR-479.



Autora: Cristiane Moura

Figura 43 – Voçoroca ao longo da BR-479. Observe a proximidade com a rodovia.



Autora: Cristiane Moura

Figura 44 – Voçoroca ao longo da BR-479. Observe presença do lençol freático.



Autora: Cristiane Moura

Figura 45 – Voçoroca ao longo da BR-479. Presença do lençol freático atingindo o substrato rochoso saprolitizado.



Autor: Flávio Freitas-Silva

4.4 Recursos Hídricos: Hidrogeologia e Hidrologia

4.4.1 Hidrogeologia

O Distrito Federal situa-se na Província Hidrogeológica do Escudo Central, onde há o predomínio de aquíferos fissurais cobertos por mantos de intemperismo de espessuras variáveis. Esta região é caracterizada como um alto regional que divide as bacias

hidrográficas de três grandes rios brasileiros (rio São Francisco a leste, rio Tocantins ao norte e rio Paraná a sudeste).

Os volumes de água que alcançam os reservatórios naturais do Distrito Federal podem ser armazenados tanto na porosidade dos solos quanto nas fraturas das rochas cristalinas. Sendo assim, Campos & Freitas-Silva (1998) propõem que existem dois domínios hidrológicos no Distrito Federal, um domínio poroso e um domínio fraturado. No domínio fraturado, os aquíferos normalmente são livres ou semiconfinados, com a densidade de fraturas controlando os parâmetros hidráulicos. São os maiores reservatórios da região, apresentando as maiores vazões, e são explorados por poços tubulares profundos.

4.4.1.1 Domínio Intergranular Freático

Esse domínio compõe aquíferos do tipo intergranulares, contínuos, livres, de grande extensão lateral, com importância hidrogeológica elevada, principalmente quanto aos aspectos de recarga dos reservatórios mais profundos e de regularização das vazões da rede de drenagem superficial.

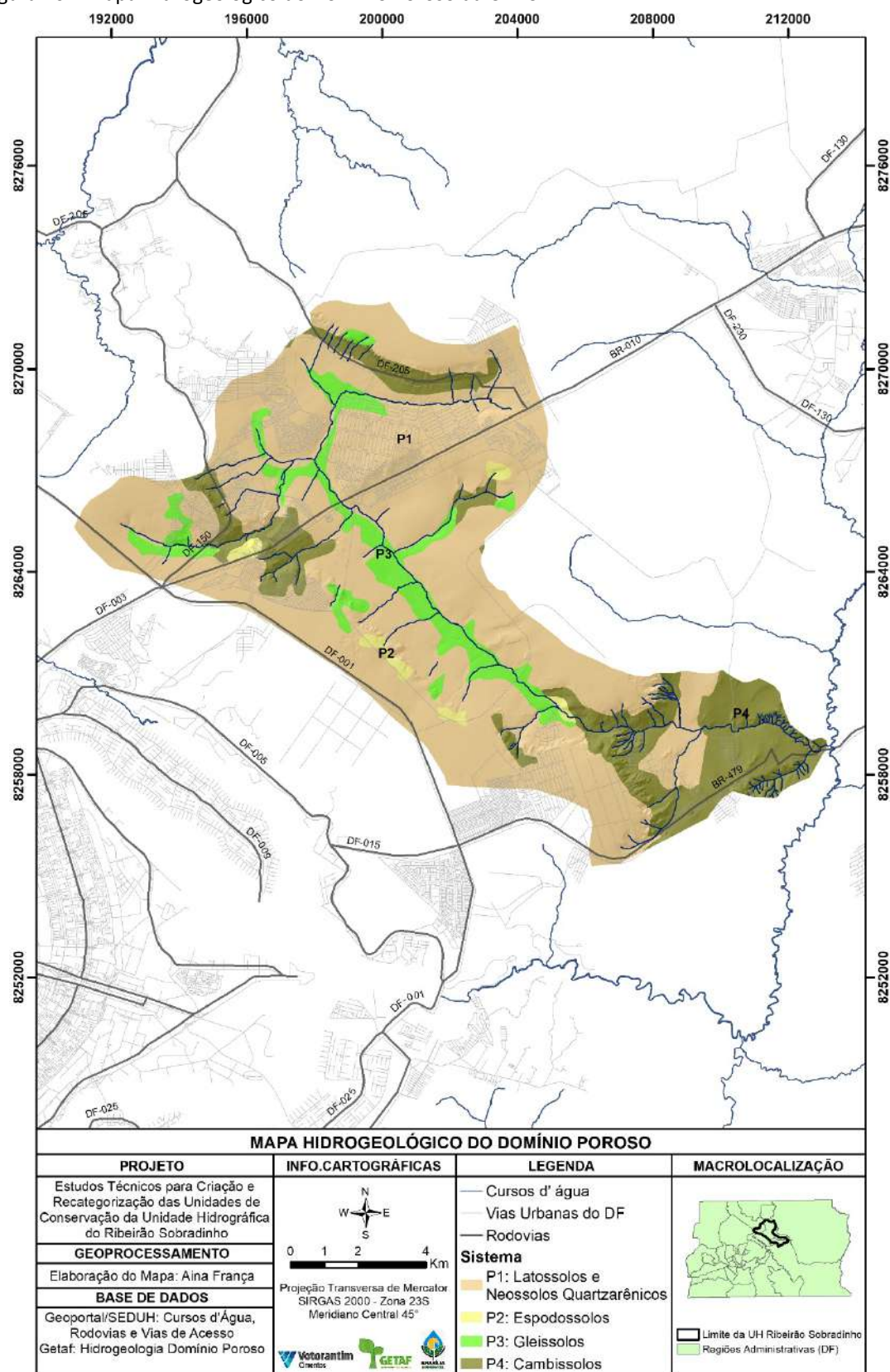
No domínio intergranular freático, os aquíferos são livres ou suspensos e apresentam uma significativa continuidade lateral. São importantes reservatórios explorados através de cisternas e/ou poços tubulares rasos. São aquíferos com alta susceptibilidade a contaminação. Segundo Campos & Freitas-Silva (1999), esse domínio poroso é dividido em quatro sistemas aquíferos, denominados P1, P2, P3, P4, em razão das espessuras e condutividade hidráulica (Tabela 10).

A maior parte da UHRS encontra-se no Sistema P1, que apresenta grandes espessuras (> 5 metros) e condutividade hidráulica alta (Figura 46).

Porém, ocorrem ainda porções pertencentes aos sistemas P2, P3 e P4, especialmente ligados aos espodossolos, gleissolos e cambissolos, respectivamente. Caracterizam-se por pequenas espessuras (comumente menores que 1 metro, podendo alcançar 2,5 m) e condutividade hidráulica baixa.

A recarga dos aquíferos fraturados profundos se dá por infiltração de águas de chuva a partir dos aquíferos intergranulares. Na UHRS destacam-se as áreas de Região de Chapada e Plano Intermediário, que são as mais eficientes no controle da infiltração e recarga efetivas dos aquíferos, pois são recobertas por solos espessos com textura média a arenosa, em terrenos aplainados e elevados. Os exutórios desses aquíferos são representados por pequenas fontes de contato e/ou depressão, e pela drenagem subterrânea para os aquíferos fraturados subjacentes.

Figura 46 – Mapa Hidrogeológico do Domínio Poroso da UHRs.



Fonte: Adaptado de Campos & Freitas-Silva (1998).

Tabela 10 – Vazões médias para os aquíferos do sistema poroso da UHRs.

DOMÍNIO	SISTEMA	Vazão média (m ³ /h)	Solos predominantes
Poroso ou Freático	P1	< 0,8	Latossolos Arenosos e Neossolos Quatzarênicos
	P2	< 0,5	Espodossolos e Argissolos
	P3	< 0,5	Gleissolos e Plintossolos
	P4	< 0,3	Cambissolos

Fonte: Campos & Freitas-Silva (1998).

Uma particularidade da UH em estudo é a ocorrência contínua ao longo do alto e médio curso do Ribeirão Sobradinho do sistema aquífero intergranular P3, que se caracteriza pela presença de lençol freático pouco profundo, sazonalmente saturado com a presença de inúmeras surgências difusas constituindo um sistema de elevada fragilidade ambiental, altamente vulnerável à contaminação das águas subterrâneas – portanto, com vocação para preservação e conservação.

Pontualmente, observa-se a presença do sistema P2, representado por “paleogleissolos”, que foram mapeados como Espodossolos na área de estudo.

No sistema P4 os aquíferos apresentam espessuras e valores de condutividade hidráulica relativamente baixos, e, quando associados a um padrão de relevo forte ondulado e com declividades moderadas a elevadas, limitam o volume de recarga natural pela infiltração. Estes solos apresentam alta colapsividade e erodibilidade, sendo importante um controle preventivo à erosão como forma de preservação contínua deste sistema aquífero freático.

4.4.1.2 Domínio Fraturado

Este domínio é representado por aquíferos: fraturados, livres ou confinados, frios ou termiais, anisotrópicos e heterogêneos e com extensão lateral controlada pelos grandes lineamentos. De acordo com Campos & Freitas-Silva (1998), no Distrito Federal a água subterrânea no Domínio Fraturado encontra-se distribuída nos sistemas aquíferos Paranoá, Canastra, Araxá e Bambuí, sendo os dois primeiros segmentados em subsistemas aquíferos particulares, constituídos de unidades litoestratigráficas distintas (Tabela 11). No sistema Paranoá, os subsistemas são S/A, A, R3/Q3, R4 e PPC, enquanto no sistema Canastra ocorrem os subsistemas F e F/Q/M.

A água subterrânea associada ao domínio aquífero fraturado está armazenada ao longo de descontinuidades relacionadas a falhas, fraturas, juntas e diaclases, já que as rochas deste domínio não apresentam porosidade primária residual. Os processos metamórficos são responsáveis pela recristalização de minerais e cimentação, obliterando totalmente a porosidade original. Os aquíferos fraturados são aproveitados

através de poços tubulares profundos. Os exutórios destes aquíferos são representados por fontes tubulares do tipo falhas/fraturas e pela alimentação direta do sistema de drenagem superficial.

A recarga se faz através da percolação descendente de águas de precipitação pluviométrica, mas, para seu controle, há outros fatores a ser considerados, tais como: o relevo, o tipo de cobertura vegetal, a espessura das coberturas de solos, as condições de uso do solo e o percentual de áreas urbanizadas.

Tabela 111 – Dados mostrando os principais aquíferos do Distrito Federal com suas respectivas vazões médias.

AQUÍFEROS (Sistema / Subsistema)	MÉDIA DAS VAZÕES (l/h)
AQUÍFEROS DO DOMÍNIO FRATURADO	
SISTEMA PARANOÁ	
Subsistema S/A	12.000
Subsistema A	4.000
Subsistema R3/Q3	12.000
Subsistema R4	6.000
Subsistema PPC	9.000
SISTEMA CANASTRA	
Subsistema F	7.000
Subsistema F/Q/M	33.000
SISTEMA BAMBUÍ	5.000
SISTEMA ARAXÁ	3.000

Fonte: Campos & Freitas-Silva, 1998.

As águas subterrâneas desse domínio apresentam exposição a contaminação atenuada, uma vez que os aquíferos do Domínio Intergranular sobrepostos funcionam como um filtro depurador natural, que age como um protetor da qualidade das águas mais profundas.

Na região abrangida pela UHRS ocorrem os sistemas aquíferos do Domínio Fraturado Paranoá e Canastra, representados, no primeiro, pelos subsistemas R3/Q3, R4 e PPC, e, no segundo, pelo subsistema F (Figura 47).

Na área de estudo, o subsistema aquífero R3/Q3 inclui as formações Serra da Meia Noite (antiga R3) e Ribeirão da Contagem (antiga Q3), do Grupo Paranoá. A inclusão destas duas unidades litológicas em um único subsistema aquífero é justificável, uma vez que os tipos petrográficos predominantemente arenosos apresentam características hidrogeológicas muito similares, incluindo os parâmetros hidrodinâmicos, a distribuição estatística de médias de vazões e as condições construtivas dos poços.

Em função da grande presença de quartzitos, cujo comportamento rúptil favorece a manutenção da abertura do fraturamento, há uma grande distribuição das descontinuidades por todo o maciço rochoso. Dessa forma, os poços, que muitas vezes interceptam rochas de diferentes formações, apresentam um grande número de entradas de água, com fraturas dispersas por toda a seção perfurada, além de grande interconectividade das fraturas.

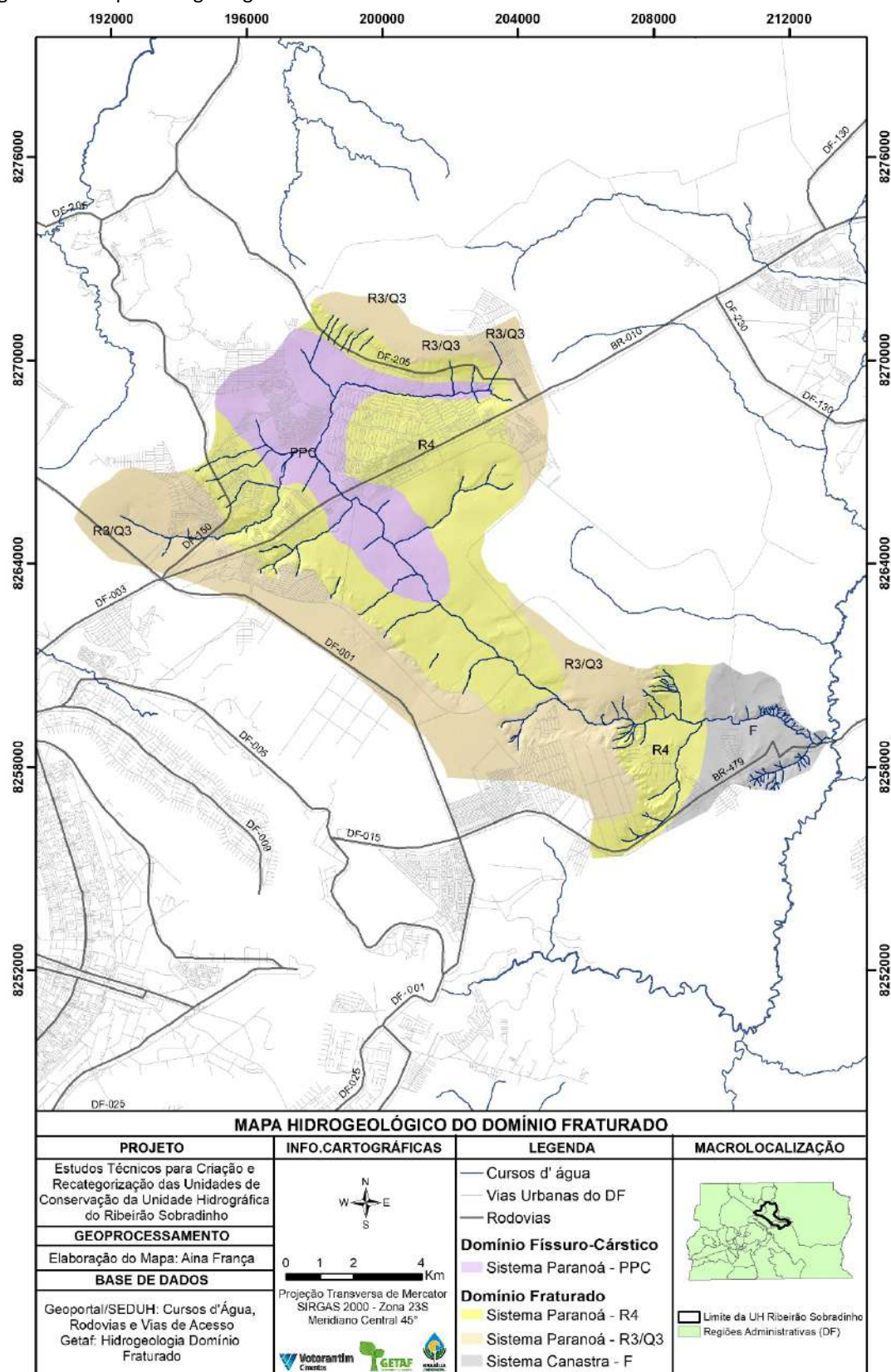
Esta fácies hidrogeológica compõe aquíferos descontínuos, com extensão lateral variável, livres ou confinados e características hidrodinâmicas muito anisotrópicas. Este subsistema aquífero R3/Q3 apresenta importância hidrogeológica relativa local muito alta, com média de vazões de 12.000 l/h (Tabela 11), associada a uma incidência muito baixa de poços secos e alta ocorrência de poços com vazões maiores que 20.000 l/h.

O subsistema R4 (Formação Córrego do Sansão – metarritmitos argilosos), do Sistema Paranoá, apresenta densidade de fraturamento reduzida, uma vez que se compõe de rochas plásticas, dificultando a manutenção dos espaços abertos. Este tipo de rocha apresenta uma tendência geral de acomodação, ou seja, de fechamento e selamento das descontinuidades. As vazões máximas de poços tubulares destes aquíferos raramente alcançam 20.000 l/h, sendo as médias inferiores da ordem de 6.000 l/h (Tabela 11).

O subsistema aquífero PPC, também do Sistema Paranoá, apresenta vazão média em torno de 9.000 l/h, contudo, apresenta amplas variações, em função da presença maior ou menor, ou até mesmo da ausência, de rochas carbonáticas intercaladas aos metassiltitos e ritmitos encaixantes. Neste subsistema, quando ocorrem camadas e/ou lentes espessas de rochas carbonáticas, é comum a presença de aquíferos fissuro-cársticos com altas vazões (Tabela 11) – situação em que são encontrados os melhores poços do Distrito Federal, onde se pode constatar a ocorrência de poços com vazões maiores que 30.000 l/h.

No sistema aquífero Canastra, a UHRS inclui o subsistema F, que compreende unidades de filitos, que apresentam potencial hidrológico mediano representado por vazões médias na ordem de 6.500 l/h (Tabela 11).

Figura 47 – Mapa Hidrogeológico do Domínio Fraturado da UHRs.

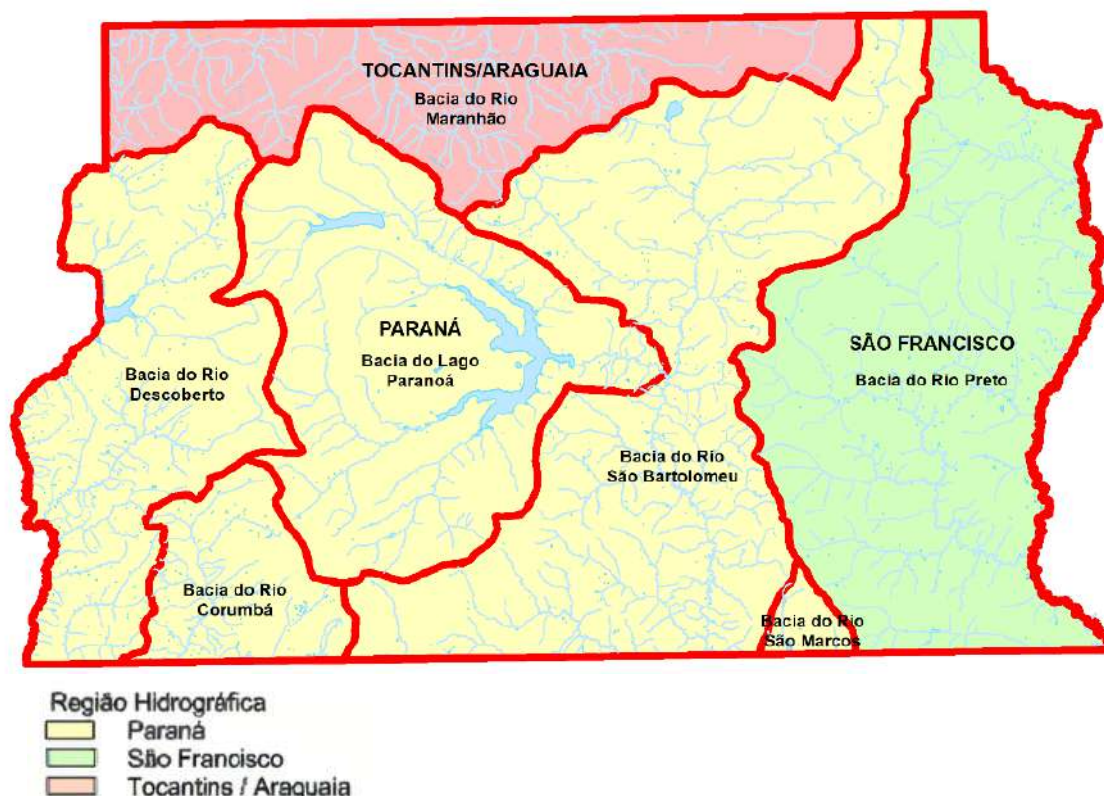


Fonte: Adaptado de Campos & Freitas-Silva (1998).

4.4.2 Caracterização hidrológica

A Unidade Hidrográfica do Ribeirão Sobradinho drena uma região de 146 km² situada na região centro-norte do Distrito Federal, constituindo um dos principais afluentes da margem direita do rio São Bartolomeu, pertencente à bacia hidrográfica do Parnaíba, da região hidrográfica do rio Paraná (Figura 48).

Figura 488 – Bacias hidrográficas do Distrito Federal.



Fonte: ANA, 2002.

A caracterização morfométrica da UHRS foi apresentada no tópico 4.2.2 Hidrografia; desta forma, nesta seção será apresentada a caracterização do regime de vazões e qualidade de suas águas.

Na Figura 49 é apresentada a localização das estações fluviométricas e pluviométricas operadas pela Companhia de Saneamento Ambiental (Caesb) e Agência Reguladora de Águas, Energia e Saneamento Básico do Distrito Federal (Adasa), das quais foram extraídos os dados de precipitação, vazão e monitoramento da qualidade da água. Esses dados serviram de base para as análises hidrológicas e complementação do estudo de qualidade das águas realizado neste relatório.

Para estabelecer a qualidade da água do Ribeirão Sobradinho, foram realizadas duas campanhas de amostragem: a primeira, no final de março de 2021, e a segunda, no pico

da estação seca, final de setembro de 2021. As amostras foram coletadas em duplicatas e enviadas para laboratórios comerciais certificados e determinadas as variáveis físico-químicas e bacteriológicas (Quadro 1), e para o Laboratório de Análise de Águas e Solos do Instituto de Geociências da Universidade de Brasília, onde foram determinados os cátions e os ânions (Quadro 1).

Quadro 1 – Lista de variáveis físico-químicas e bacteriológicas da qualidade da água do Ribeirão Sobradinho.

VARIÁVEIS	UNIDADE	FONTE
pH a 25°C		Caesb / Adasa / Trabalho Atual
Temperatura	°C	Caesb / Adasa / Trabalho Atual
Condutividade	µS/cm	Caesb / Trabalho Atual
Oxigênio Dissolvido	mg/l	Caesb / Adasa / Trabalho Atual
Nitrito	mg/l (como N)	Caesb / Trabalho Atual
Nitrato	mg/l (como N)	Caesb / Trabalho Atual
Nitrogênio Amoniacal Total	mg/l	Caesb / Trabalho Atual
Nitrogênio Total	mg/l	Caesb / Adasa / Trabalho Atual
Fósforo Total	mg/l	Caesb / Adasa / Trabalho Atual
DBO 5	mg/l	Caesb / Adasa / Trabalho Atual
DQO	mg/l	Trabalho Atual
Óleos e Graxas Totais	mg/l	Trabalho Atual
Coliformes Termotolerantes	NMP/100 mL	Adasa / Trabalho Atual
Coliformes Totais	NMP/100 mL	Trabalho Atual
<i>Escherichia coli</i>	NMP/100 mL	Caesb / Trabalho Atual
Cor Aparente	UC	Caesb / Trabalho Atual
Turbidez	UNT	Caesb / Adasa / Trabalho Atual
Alcalinidade Total	mg/l	Trabalho Atual
Dureza Total	mg/l	Trabalho Atual
Sólidos Totais	mg/l	Adasa / Trabalho Atual
Sólidos Dissolvidos Totais	mg/l	Trabalho Atual

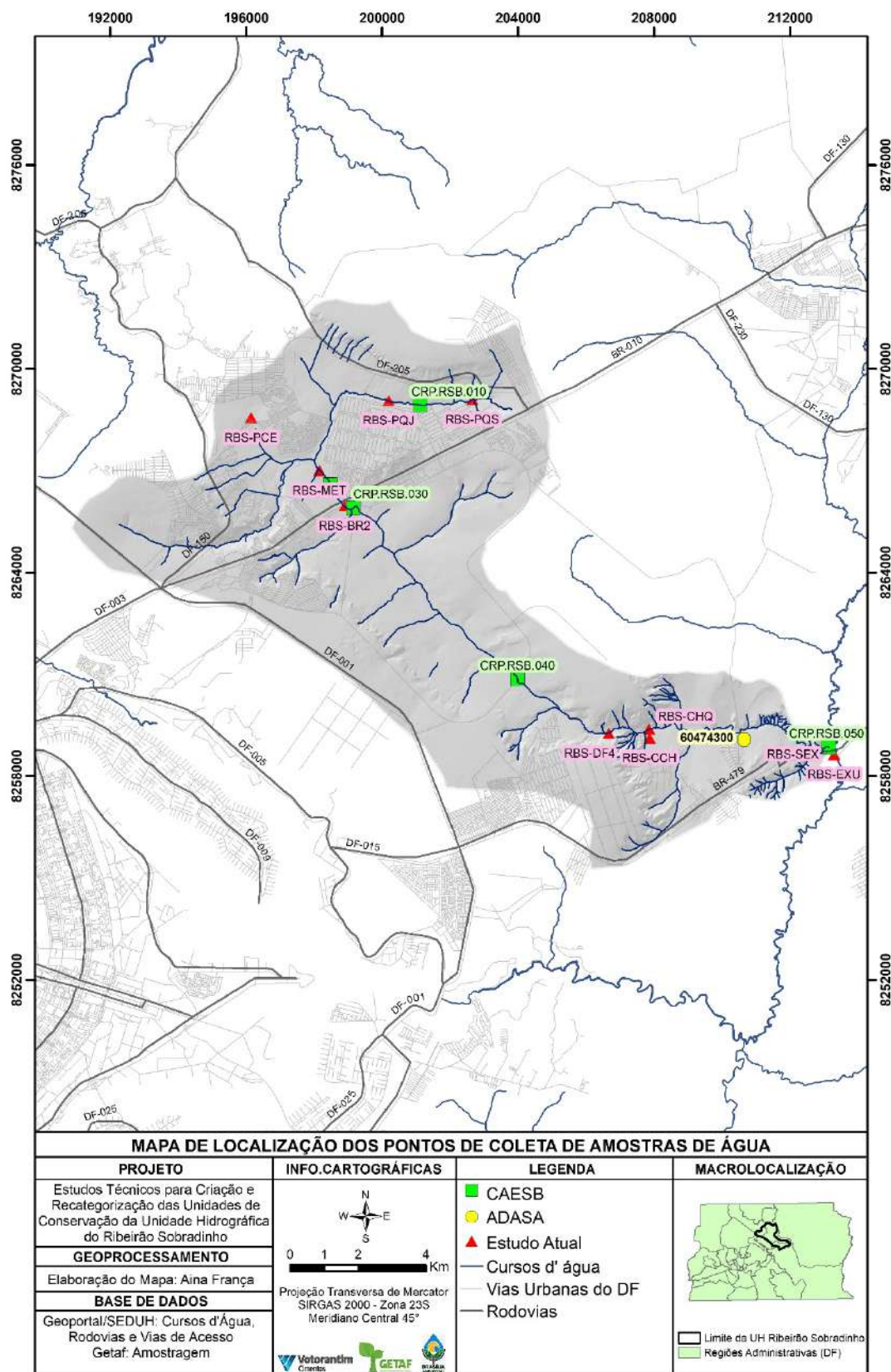
Fonte: Elaboração própria.

Quadro 2 – Relação de cátions e ânions analisados.

CÁTIONS (ppm)										
Al	As	Ca	Cd	Co	Cr	Cu	Fe	K	Mg	Mn
Mo	Na	Ni	P	Pb	Si	Sr	Ti	V	Zn	Zr
ÂNIONS (ppm)										
F ⁻	Cl ⁻	NO ₃ ⁻	PO ₄ ³⁻	SO ₄ ²⁻						

Fonte: Elaboração própria.

Figura 49 – Localização dos pontos de coleta de amostras de água para análises hidroquímicas e bacteriológicas.



Fonte: Elaboração própria.

4.4.2.1 Análise dos dados de chuva

A quantidade e qualidade dos recursos hídricos de uma bacia hidrográfica são função direta das características das chuvas precipitadas, ou seja, da intensidade, duração e frequência com que ocorrem, da forma do relevo, dos tipos de solos, da cobertura natural do terreno e da forma com que se dá a inserção do homem no sistema.

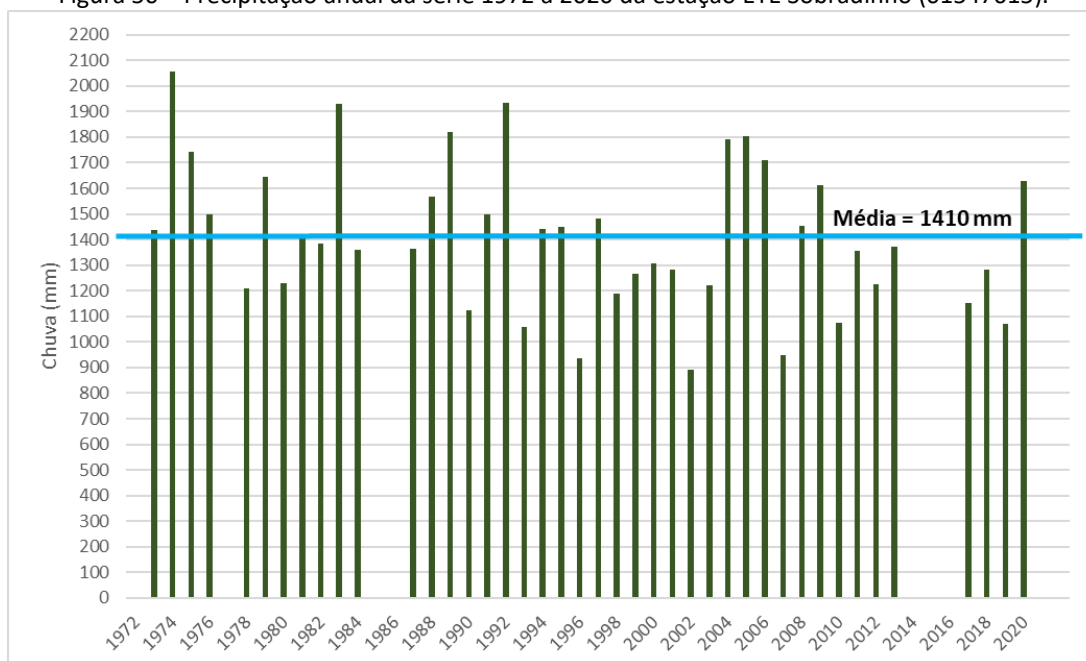
A distribuição de chuvas na UHRS varia de 1.050 mm/ano no seu baixo curso até em torno de 1.800 mm/ano em suas cabeceiras em Região de Chapada (BAPTISTA, 1998).

Para uma avaliação das precipitações pluviométricas, foi utilizada a série de longo período (de 1972 a 2020) estabelecida por meio do monitoramento realizado na Estação Pluviométrica ETE Sobradinho (01547015). Por estar localizada no limite entre o alto e o médio curso da bacia, pode ser considerada representativa dos valores médios para a bacia como um todo.

Na Figura 50 são apresentadas as médias pluviométricas anuais da série analisada: com valor mínimo de 890 mm, em 2002, e valor máximo de 2.056 mm no ano de 1974, tem-se que o valor médio da série é de 1.410 mm de precipitação pluviométrica.

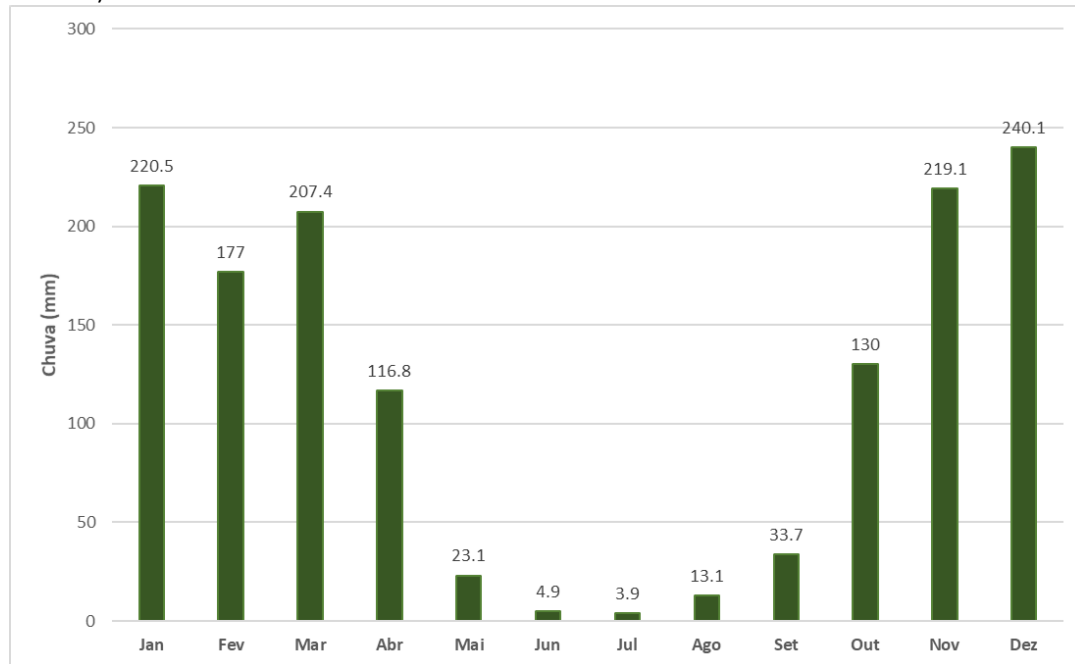
Na Figura 51 observa-se o padrão das chuvas médias mensais que acompanham o padrão observado para todo o DF, onde os meses mais secos estão entre maio e setembro e os mais chuvosos, de outubro a abril, em geral, sendo os meses de dezembro e janeiro os de maiores precipitações.

Figura 50 – Precipitação anual da série 1972 a 2020 da estação ETE Sobradinho (01547015).



Fonte: <http://www.snirh.gov.br/hidroweb/>

Figura 51 – Precipitação média mensal para os dados da série 1972 a 2020 da estação ETE Sobradinho (01547015).



Fonte: <http://www.snirh.gov.br/hidroweb/>

4.4.2.2 Análise dos dados de vazão

Tendo em conta os objetivos aqui estabelecidos, os dados de vazão da Unidade Hidrográfica do Ribeirão Sobradinho foram avaliados a partir da série histórica (1994 – 2021) de vazões registradas na Estação de Monitoramento operada pela Adasa (60474100) próximo a confluência do Ribeirão Sobradinho com o rio São Bartolomeu (Figura 52).

Na série analisada para esta estação, as vazões médias anuais variaram de um mínimo de 1,18 m³/s no ano de 1996 a um máximo observado em 2020 com 3,12 m³/s. A vazão média para toda a série foi de 2,00 m³/s (Figura 52). A análise das vazões médias mensais (Figura 53) mostra que os meses de menor vazão correspondem ao período de junho a outubro, com as mínimas ocorrendo em setembro. Observando os valores médios ao longo do ano, constata-se uma diferença em torno de 50% entre os meses de maior e menor vazão. Este comportamento reflete a presença de espessos latossolos (aquíferos porosos do sistema P1) por quase toda a bacia, os quais são responsáveis pelas altas vazões mesmo ao longo dos períodos de seca.

A menor vazão com permanência acima de 95% do tempo Q_{95} é 0,781 m³/s (Tabela 12, Figura 54). A vazão natural mínima para um tempo de recorrência de 10 anos e com 7 dias de duração $Q_{7,10}$ é igual a 0,49 m³/s.

Considerando a área da bacia de 146 km², obtém-se a vazão específica média igual a 14,38 l/seg/km² e vazão específica mínima ($Q_{7,10}$) de 3,36 l/seg/km² (Figura 55),

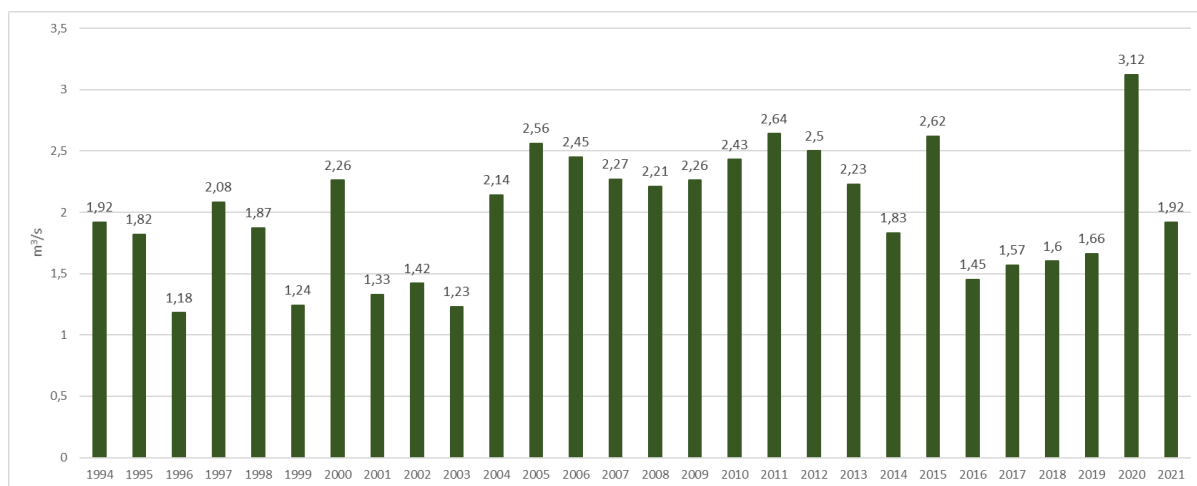
enquanto a vazão específica média para um tempo de permanência de 95% é de 5,35 l/seg/km².

Tabela 12 – Vazões de referência para diferentes tempos de permanência.

Série	100%	95%	90%	85%	80%	75%	70%	65%	60%	55%	50%	45%	40%	35%	30%	25%	20%	15%	10%	5%
Completa	0,513	0,781	0,975	1,17	1,29	1,39	1,48	1,62	1,71	1,84	1,94	2,06	2,19	2,33	2,59	2,81	3,17	3,51	3,87	4,83
Jan	1,39	1,44	1,74	1,82	2,13	2,36	2,47	2,53	2,57	2,6	2,72	3,04	3,18	3,26	3,37	3,64	3,78	4,38	4,94	5,26
Fev	1,31	1,31	1,46	1,8	1,88	2,05	2,17	2,25	2,3	2,42	2,7	2,87	3,02	3,39	3,51	3,58	3,85	4,02	4,58	5,06
Mar	1,96	1,97	2,09	2,19	2,3	2,42	2,48	2,5	2,56	2,67	3,24	3,35	3,49	3,78	3,84	4,07	4,6	4,84	5,39	5,81
Abr	1,13	1,16	1,36	1,52	1,74	1,84	1,94	2,22	2,5	2,66	2,81	3,16	3,37	3,46	3,66	4,11	4,56	4,91	5,01	7,58
Mai	1,06	1,07	1,14	1,27	1,46	1,61	1,7	1,75	1,91	1,96	2,01	2,06	2,16	2,27	2,71	2,8	2,82	2,89	3,08	3,68
Jun	0,784	0,788	0,883	1,12	1,24	1,44	1,49	1,55	1,64	1,73	1,82	1,85	1,9	1,99	2,04	2,09	2,15	2,26	2,31	2,56
Jul	0,709	0,711	0,764	0,91	1,03	1,22	1,34	1,42	1,44	1,53	1,55	1,64	1,64	1,68	1,78	1,9	1,97	1,98	1,99	2,54
Ago	0,613	0,621	0,682	0,827	0,972	1,05	1,09	1,19	1,21	1,28	1,33	1,41	1,44	1,47	1,5	1,68	1,73	1,82	2	3,59
Set	0,513	0,519	0,58	0,643	0,743	0,84	0,93	0,945	0,992	1,01	1,18	1,27	1,3	1,35	1,38	1,39	1,45	1,73	2,12	2,74
Out	0,586	0,597	0,706	0,824	0,834	0,919	0,961	1,05	1,09	1,19	1,34	1,43	1,49	1,52	1,64	1,74	2,06	3,04	3,8	4,41
Nov	1,07	1,1	1,25	1,41	1,55	1,6	1,65	1,68	1,76	1,84	1,89	2,07	2,25	2,66	2,73	3,13	3,33	3,48	3,65	4,49
Dez	1,24	1,25	1,36	1,48	1,55	1,69	1,87	2,02	2,06	2,08	2,18	2,33	2,35	2,46	2,76	2,99	3,62	4,48	5,32	5,49

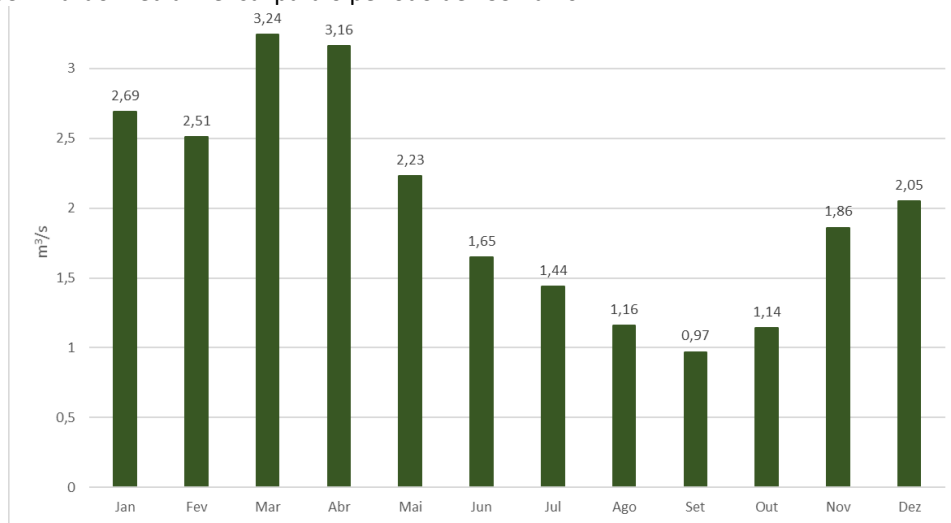
Fonte: <http://www.snirh.gov.br/hidroweb/>

Figura 52 – Vazões médias anuais para a série histórica analisada de 1994 a 2021 da estação Sobradinho (60474300).



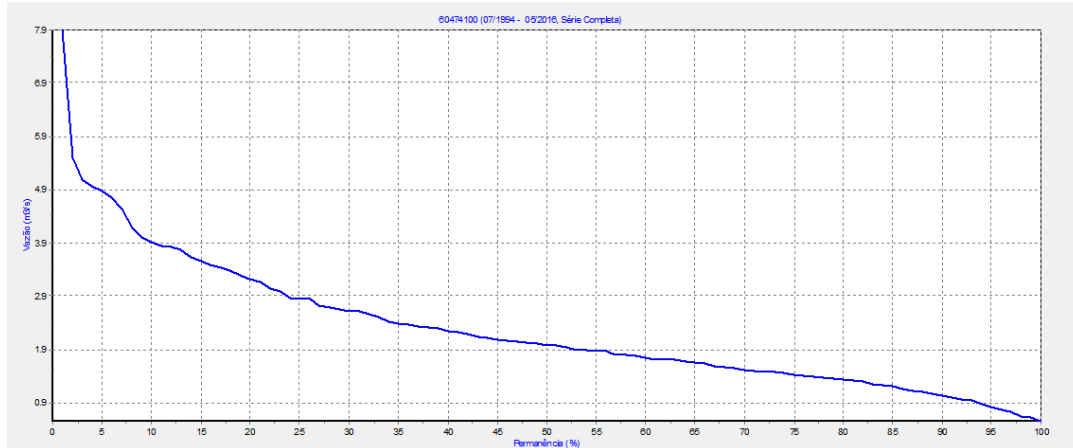
Fonte: <http://www.snirh.gov.br/hidroweb/>

Figura 53 – Vazão média mensal para o período de 1994 a 2021.



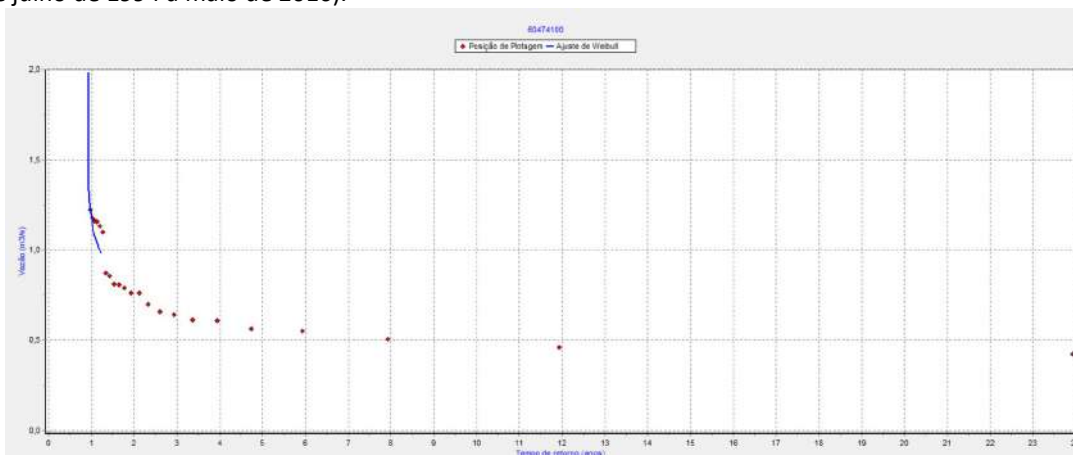
Fonte: <http://www.snirh.gov.br/hidroweb/>

Figura 54 – Curva de Permanência (Estação 60474100, no período de julho de 1994 a maio de 2016).



Fonte: <http://www.snirh.gov.br/hidroweb/>

Figura 55 – Vazões mínimas $Q_{7,10}$ para tempo de retorno de 1 a 24 anos (Estação 60474100, no período de julho de 1994 a maio de 2016).



Fonte: <http://www.snirh.gov.br/hidroweb/>

4.4.2.3 Qualidade da água na UHRS

O estudo para caracterização hidroquímica foi efetuado com base em dezenove análises de água coletadas da UHRS em duas campanhas de amostragem, que ocorreram em 29/03/2021 e 29/09/2021. As coordenadas geográficas dos pontos de amostragem das águas estão listadas no Quadro 3 e mostradas na Figura 49. Da Figura 56 à 69 dá-se o registro desses pontos de amostragem e dos equipamentos utilizados.

Para análise de longo período e complementação dos dados acima mencionados, foram utilizados dados disponibilizados pela Caesb e pela Adasa, além das estações de monitoramento (Quadro 4 e Figura 49). Os parâmetros analisados foram suficientes para classificação das águas de acordo com as Resoluções do Conselho de Recursos Hídricos do Distrito Federal (CRH-DF) n.º 1/2014 e n.º 2/2014, e ainda conforme estabelecidos pelas normas brasileiras referentes à qualidade das águas, vigentes na legislação, Resoluções Conama n.º 375/2005, que substitui a Resolução Conama n.º 20/1986 sobre os lançamentos de efluentes, e a portaria n.º 518/2004, no Ministério da Saúde, que estabelece procedimentos e responsabilidades relativos a controle e vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade.

Quadro 3 – Localização dos pontos de coleta da água na UHRS.

Ponto de Amostragem	UTM X	UTM Y	Data da Coleta		Local
	23S SIRGAS 2000		Campanha 1	Campanha 2	
RBS-PCE	196142	8268551	29/03/2021	29/09/2021	Parque Canela de Ema
RBS-PQJ	200194	8269055	29/03/2021	29/09/2021	Parque dos Jequitibás
RBS-PQS	202652	8269088	29/03/2021	29/09/2021	Parque Sobradinho
RBS-MET	198156	8266997	29/03/2021	29/09/2021	Montante da ETE
RBS-BR2	198899	8265955	29/03/2021	29/09/2021	Rodovia BR-020
RBS-DF4	206673	8259258	29/03/2021	29/09/2021	Cachoeira do Gancho
RBS-CCH	207870	8259115	29/03/2021	29/09/2021	Poço Tubular
RBS-CHQ	207856	8259378	29/03/2021	29/09/2021	Cachoeira do Gancho
RBS-EXU	213304	8258630	29/03/2021	NC	Rio São Bartolomeu
RBS-SEX	213138	8258851	29/04/2021	29/09/2021	Exutório

NC = não coletada

Fonte: Elaboração própria.

Para tanto, a distribuição dos pontos de amostragem teve como principal critério avaliar as condições da qualidade da água da UH do Ribeirão Sobradinho como um todo, desde suas cabeceiras até seu exutório no rio São Bartolomeu. Além dos pontos assim estabelecidos ao longo do curso do Ribeirão Sobradinho, foi feita uma amostragem no rio São Bartolomeu, imediatamente a jusante da foz do Ribeirão, assim como em um poço tubular profundo na região da Cachoeira do Gancho. Essa amostragem teve por objetivo obter um referencial fora do corpo hídrico foco deste estudo e que estivesse isento dos processos de contaminação que afetam as águas superficiais da UHRS. Contudo, como se verá adiante, as águas desse poço também se apresentam contaminadas.

Quadro 4 – Pontos de monitoramento da Caesb e Adasa para operação e tratamento de esgotos.

Estações Caesb	Coord. X	Coord. Y
CRP.RSB.010	-47.787759°	-15.640000°
CRP.RSB.020	-47.812416°	-15.660779°
CRP.RSB.030	-47.806227°	-15.666982°
CRP.RSB.040	-47.761894°	-15.713184°
Estação Adasa	Coord. X	Coord. Y
60474100	-47.70°	-15.73°

Fonte: Elaboração própria.

Figura 56 – Ponto de Coleta: RBS-PCE.



Autora: Cristiane Moura

Figura 57 – Ponto de Coleta: RBS-PQJ.



Autora: Cristiane Moura

Figura 58 – Ponto de Coleta: RBS-PQS.



Autora: Cristiane Moura

Figura 59 – Ponto de Coleta: RBS-MET.



Autora: Cristiane Moura

Figura 60 – Ponto de Coleta: RBS-BR2.



Autora: Cristiane Moura

Figura 61 – Ponto de Coleta: RBS-DF4.



Autora: Cristiane Moura

Figura 62 – Ponto de Coleta: RBS-CHQ.



Autora: Cristiane Moura

Figura 63 – Ponto de Coleta: RBS-SEX.



Autora: Cristiane Moura

Figura 64 – Estojo de transporte para os equipamentos e acessórios de análise da água em campo.



Autora: Cristiane Moura

Figura 65 – Medidor multiparâmetro para análises *in loco*.



Autora: Cristiane Moura

Figura 66 – Frasco de polietileno para conservação das amostras para análises de DBO.



Autora: Cristiane Moura

Figura 67 – Amostra de água para análise de *Escherichia coli*, coliforme termotolerante e total.



Autora: Cristiane Moura

Figura 68 – Frasco de vidro âmbar para conservação das amostras para análises de Fósforo, DQO, Nitrato, Nitrogênio Total e Nitrogênio Amoniacal.



Autora: Cristiane Moura

Figura 69 – Acondicionamento das amostras de água para envio ao laboratório.



Autora: Cristiane Moura

As amostras foram classificadas em Diagrama de Piper (Figuras 70 e 71, Tabela 13), e nas tabelas 14 e 15 são apresentadas as análises para cátions e ânions realizadas no Espectrômetro de Emissão Atômica com Plasma indutivamente acoplado (ICP/OES), de acordo com o procedimento descrito em LAGEQ (2014). As determinações de alcalinidade, necessárias para a classificação de Piper, foram obtidas em laboratórios comerciais (Anexos 1 e 2). Esse tipo de classificação Piper deve ser analisado com cautela, vez que, desde suas cabeceiras, observam-se indícios e evidências de contaminação. De maneira geral, as amostras coletadas mais próximo às cabeceiras (PQS e PCE) classificam-se como águas bicabornatadas cálcicas, o que parece refletir a natureza de seu substrato, com presença de rochas carbonáticas.

Para amostra PQJ coletada no Parque Ecológico dos Jequitibás, era esperada uma classificação como das duas amostras mais acima descritas, contudo, nas duas campanhas de amostragem, as águas analisadas neste ponto se classificaram como bicabornatadas sódicas, o que provavelmente reflete uma entrada de contaminação importante, conforme indicado por outros parâmetros à frente descritos. Cabe destacar que, imediatamente a montante desse ponto, existe uma estação elevatória de esgotos operada pela Caesb.

Como padrão geral, conforme observado para as análises a jusante do ponto de lançamento de efluentes da ETE Sobradinho, as águas se tornam cada vez mais sódicas e tendem a se classificar como bicabornatadas sódicas. As pequenas diferenças observadas entre as análises da primeira e da segunda campanha indicam apenas um padrão de diluição.

Quanto aos metais constituintes, comparadas aos limites estabelecidos pela Resolução Conama n.º 357/2005, apenas algumas amostras apresentam os parâmetros de alumínio, ferro, fósforo e zinco acima daqueles estabelecidos na Classe 2 ou 3 (Tabela 14).

Para o alumínio, as amostras DF001, CHQ001 e SEX001 ficaram acima dos limites da Classe 2, e os resultados parecem ser litológicos.

As concentrações de ferro mostram-se acima dos limites para a Classe 2 desde suas cabeceiras; os maiores valores, em geral, ocorrem durante o período chuvoso e provavelmente estão relacionados à ampla presença de latossolos por toda a área da UHRS.

O fósforo apresenta concentrações na Classe 3 ou maior a partir do ponto de lançamento de efluentes da ETE Sobradinho, estando claramente relacionado a este fator este padrão de contaminação – que, conforme veremos adiante, se repete no monitoramento de longo período.

O zinco apresenta concentrações anômalas mais ou menos constantes, em torno de 0,3 mg/l ao longo de todo o Ribeirão Sobradinho. Tal feição poderia representar os valores de *background* deste elemento e refletir a presença das rochas carbonáticas mapeadas no alto e médio curso da bacia, contudo, esta é uma hipótese que carece de comprovação, não se descartando a possibilidade de se tratar de um erro sistemático analítico.

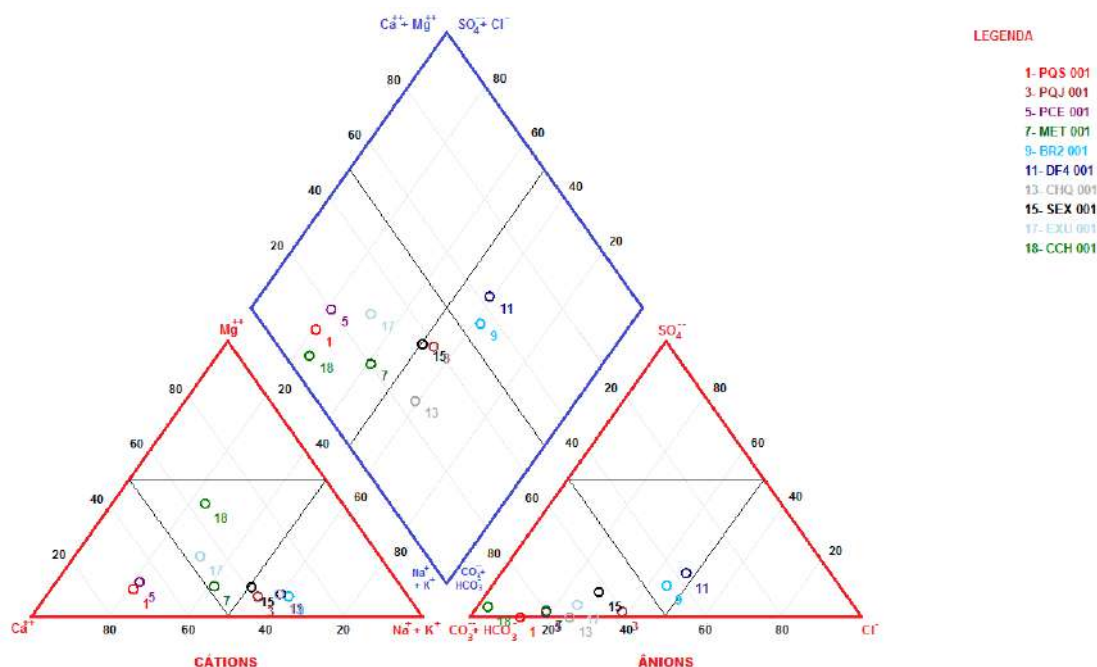
Quanto aos ânions (Tabela 15), destacam-se os valores determinados para o Nitrato das amostras RBS-PQJ-001, RBS-DF4-001, RBS-DF4-002, RBS-SEX-002 e RBS-CCH-002, que classificam estas águas em Classe 4. Os valores observados para o Nitrato localizado no ponto de amostragem imediatamente à jusante da ETE Sobradinho classificam essas águas ainda na Classe 2, embora parâmetros como Amônia e Nitrito classifiquem essas águas na Classe 3 ou 4 (veja comentários adiante). Os valores observados nos demais pontos colocam em evidência a presença de fontes pontuais de contaminação. No caso da amostra RBS-PQJ-001, este ponto de contaminação parece ter como fonte a estação elevatória de esgoto existente na região; com relação às amostras RBS-DF4-001 e RBS-DF4-002, os resultados indicam a presença de uma fonte importante de contaminação, possivelmente relacionada à presença de condomínios. Nesta área da UHRS, a contaminação atinge também o lençol freático, conforme pode ser observado pela análise do ponto RBS-CCH-002, que corresponde à água retirada de poço tubular profundo. Os valores determinados para as amostras RBS-SEX 001 e RBS-SEX 002 confirmam que neste setor da bacia a expansão urbana está comprometendo a qualidade dos recursos hídricos.

Tabela 13 – Resultados da classificação de Piper.

Amostra	Na ⁺ + K ⁺ (mg/L)	Ca ²⁺ (mg/L)	Mg ²⁺ (mg/L)	Cl ⁻ (mg/L)	CO ₃ ²⁻ + HCO ₃ ⁻ (mg/L)	SO ₄ ²⁻ (mg/L)	Classificação
PQS 001	1.44	3.77	0.34	0.91	11.00	0.00	Cálcica Bicarbonatada
PQS 002	0.79	3.85	0.36	0.30	12.40	0.14	Cálcica Bicarbonatada
PQJ 001	9.03	5.44	0.65	6.16	17.00	0.45	Sódica Bicarbonatada
PQJ 002	8.05	4.85	0.62	4.37	19.00	0.01	Sódica Bicarbonatada
PCE 001	4.07	10.56	1.24	4.47	34.00	0.65	Cálcica Bicarbonatada
PCE 002	6.04	6.80	0.94	2.36	54.80	2.42	Cálcica Bicarbonatada
MET 001	7.54	7.46	1.07	3.95	30.00	0.70	Mista Bicarbonatada
MET 002	6.62	6.08	0.99	3.61	29.80	0.64	Mista Bicarbonatada
BR2 001	21.06	8.57	1.30	13.97	24.00	4.94	Sódica Mista
BR2 002	43.34	8.85	1.51	30.20	117.80	15.21	Sódica Bicarbonatada
DF4 001	12.30	5.50	0.88	8.89	12.00	4.12	Sódica Mista
DF4 002	19.54	5.87	1.08	7.74	28.00	4.00	Sódica Bicarbonatada
CHQ 001	12.30	5.59	0.88	1.95	10.00	0.00	Sódica Bicarbonatada
CHQ 002	5.84	10.12	4.66	0.13	60.60	2.29	Mista Bicarbonatada
SEX 001	8.33	5.16	0.89	4.42	17.00	1.97	Sódica Bicarbonatada
SEX 002	15.63	7.61	1.80	6.24	19.40	0.03	Sódica Bicarbonatada
EXU 001	4.93	5.69	1.67	3.68	18.00	0.91	Mista Bicarbonatada
CCH 001	4.72	5.41	3.86	0.52	37.00	1.17	Mista Bicarbonatada
CCH 002	19.93	5.48	1.01	14.39	20.00	11.08	Sódica Mista

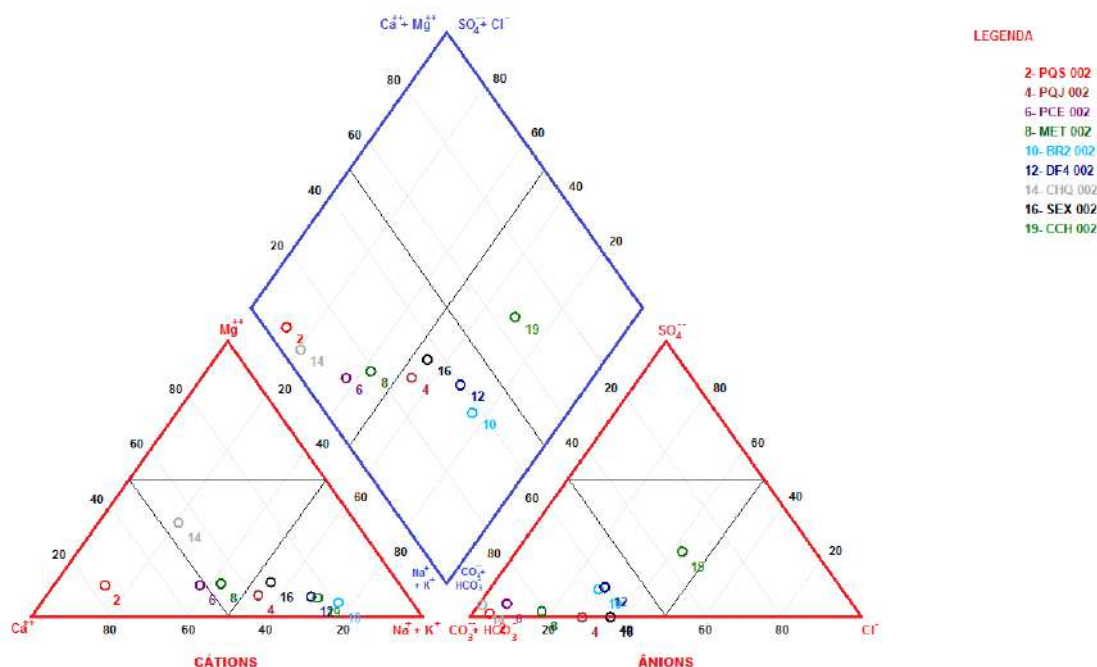
Fonte: Elaboração própria.

Figura 70 – Diagrama de Piper discriminando as composições dos grupos de águas existentes na UHRS para as amostras da Campanha 1.



Fonte: Elaboração própria.

Figura 71 – Diagrama de Piper discriminando as composições dos grupos de águas existentes na UHRS para as amostras da Campanha 2.



Fonte: Elaboração própria.

Por meio das análises de cátions e ânions aqui realizadas, foi possível estabelecer um baixo risco de sódio para todas as amostras (Classe S1) e risco de salinização nulo e baixo (C0 e C1), exceto para amostras BR2-002, localizada imediatamente a jusante do ponto de lançamento de efluentes da ETE Sobradinho (Tabela 16 e Figura 72). Isso comprova que as águas do Ribeirão Sobradinho em relação a esses parâmetros são apropriadas para irrigação, com baixa probabilidade de ocasionar salinidade; contudo, quando considerados outros parâmetros, esse tipo de uso não é indicado.

Tabela 14 – Resultados das análises de cátions para as amostras de água da UHRS analisadas no Laboratório de Águas e Solos do Instituto de Geociências da UnB.²

METAIS	Id	AMOSTRA																			PADRÃO
		PQS 001	PQS 002	PQJ 001	PQJ 002	PCE 001	PCE 002	MET 001	MET 002	BR2 001	BR2 002	DF4 001	DF4 002	CHQ 001	CHQ 002	SEX 001	SEX 002	EXU 001	CCH 001	CCH 002	
Al ppm	0,010	0,05	<ld	0,08	<ld	0,02	0,07	0,05	<ld	0,05	0,01	0,11	<ld	0,11	0,02	0,20	0,02	0,07	0,01	<ld	0,02
As ppm	0,010	<ld	0,01	<ld	<ld	<ld	<ld	<ld	<ld	<ld	<ld	<ld	<ld	<ld	<ld	<ld	<ld	<ld	<ld	<ld	<ld
Ca ppm	0,010	3,77	3,85	5,44	4,85	10,56	6,80	7,46	6,08	8,57	8,85	5,50	5,87	5,59	10,12	5,16	7,61	5,69	5,41	5,48	4,35
Cd ppm	0,001	<ld	<ld	<ld	<ld	<ld	<ld	<ld	<ld	<ld	<ld	<ld	<ld	<ld	<ld	<ld	<ld	<ld	<ld	<ld	<ld
Co ppm	0,001	<ld	<ld	<ld	<ld	<ld	<ld	<ld	<ld	<ld	<ld	<ld	<ld	<ld	<ld	<ld	<ld	<ld	<ld	<ld	<ld
Cr ppm	0,001	<ld	<ld	<ld	<ld	<ld	<ld	<ld	<ld	<ld	<ld	<ld	<ld	<ld	<ld	<ld	<ld	<ld	<ld	<ld	<ld
Cu ppm	0,001	<ld	<ld	<ld	<ld	<ld	<ld	<ld	<ld	<ld	<ld	<ld	<ld	<ld	<ld	<ld	<ld	<ld	<ld	<ld	<ld
Fe ppm	0,010	0,67	0,06	0,67	0,13	0,21	0,28	0,99	0,22	0,53	0,35	0,77	0,41	0,76	<ld	0,69	0,24	0,83	0,49	0,38	0,02
K ppm	0,350	0,39	0,15	0,78	0,55	0,66	1,06	0,63	0,49	3,07	7,26	1,79	3,12	1,77	1,79	1,39	2,65	1,07	1,46	3,22	0,46
Mg ppm	0,010	0,34	0,36	0,65	0,62	1,24	0,94	1,07	0,99	1,30	1,51	0,88	1,08	0,88	4,66	0,89	1,80	1,67	3,86	1,01	0,86
Mn ppm	0,005	<ld	<ld	<ld	<ld	<ld	<ld	<ld	<ld	<ld	0,01	<ld	<ld	<ld	0,07	<ld	<ld	<ld	0,09	<ld	<ld
Mo ppm	0,005	<ld	<ld	<ld	<ld	<ld	<ld	<ld	<ld	<ld	<ld	<ld	<ld	<ld	<ld	<ld	<ld	<ld	<ld	<ld	<ld
Na ppm	0,020	1,05	0,64	8,25	7,50	3,41	4,98	6,91	6,13	17,99	36,08	10,51	16,42	10,53	4,05	6,94	12,98	3,86	3,26	16,71	2,01
Ni ppm	0,005	<ld	<ld	<ld	<ld	<ld	<ld	<ld	<ld	<ld	<ld	<ld	<ld	<ld	<ld	<ld	<ld	<ld	<ld	<ld	<ld
P ppm	0,030	0,01	<ld	<ld	<ld	<ld	<ld	<ld	0,02	0,57	1,14	0,37	0,40	0,31	<ld	0,11	0,27	0,09	0,02	0,42	<ld
Pb ppm	0,005	<ld	<ld	<ld	<ld	<ld	<ld	<ld	<ld	<ld	<ld	<ld	<ld	<ld	<ld	<ld	<ld	<ld	<ld	<ld	<ld
Si ppm	0,020	3,09	2,99	3,94	3,93	2,26	1,33	3,73	3,93	4,07	4,72	4,13	4,30	4,13	6,81	4,53	4,77	4,78	7,10	3,77	3,39
Sr ppm	0,001	0,02	0,02	0,02	0,02	0,05	0,03	0,03	0,02	0,03	0,03	0,02	0,02	0,02	0,06	0,02	0,02	0,01	0,04	0,02	0,03
Ti ppm	0,010	<ld	<ld	<ld	<ld	<ld	<ld	<ld	<ld	<ld	<ld	<ld	<ld	<ld	<ld	<ld	<ld	<ld	<ld	<ld	<ld
V ppm	0,001	<ld	<ld	<ld	<ld	<ld	<ld	<ld	<ld	<ld	<ld	<ld	<ld	<ld	<ld	<ld	<ld	<ld	<ld	<ld	<ld
Zn ppm	0,001	0,31	0,18	0,27	0,19	0,37	0,28	0,30	0,17	0,27	0,10	0,36	0,24	0,31	0,22	0,42	0,24	0,37	0,37	0,25	<ld
Zr ppm	0,001	<ld	<ld	<ld	<ld	<ld	<ld	<ld	<ld	<ld	<ld	<ld	<ld	<ld	<ld	<ld	<ld	<ld	<ld	<ld	<ld

ld = limite detecção

Fonte: Elaboração própria.

² Note que os campos destacados em amarelo se encontram acima da Classe 2, ou seja, classificados como Classe 3, e os campos em laranja compreendem os valores acima dos valores máximos estabelecidos para a Classe 3, ou seja, Classe 4 (Resolução Conama n.º 357/2005).

Tabela 15 – Resultados das análises de ânions para as amostras de água da UHRS.³

Amostra	Ânion				
	F ⁻	Cl ⁻	NO ₃ ⁻	PO ₄ ³⁻	SO ₄ ²⁻
Id	0.10	0.02	0.05	0.40	0.01
PQS 001	<Id	0.91	0.17	<Id	0.00
PQS 002	0.02	0.30	0.53	0.07	0.14
PQJ 001	<Id	6.16	13.61	<Id	0.45
PQJ 002	0.05	4.37	8.03	0.07	0.01
PCE 001	0.15	4.47	5.88	<Id	0.65
PCE 002	0.04	2.36	1.32	0.05	2.42
MET 001	<Id	3.95	0.55	<Id	0.70
MET 002	0.07	3.61	2.82	0.06	0.64
BR2 001	<Id	13.97	5.42	1.78	4.94
BR2 002	0.25	30.20	3.87	2.35	15.21
DF4 001	<Id	8.89	15.79	<Id	4.12
DF4 002	0.07	7.74	15.95	0.34	4.00
CHQ 001	<Id	1.95	1.95	<Id	0.00
CHQ 002	0.16	0.13	0.09	0.04	2.29
SEX 001	<Id	4.42	11.02	<Id	1.97
SEX 002	0.09	6.24	15.14	0.19	0.03
CCH 001	<Id	0.52	1.69	<Id	1.17
CCH 002	0.16	14.39	27.07	1.10	11.08
EXU 001	<Id	3.68	6.36	<Id	0.91

Id = limite de detecção

Fonte: Elaboração própria.

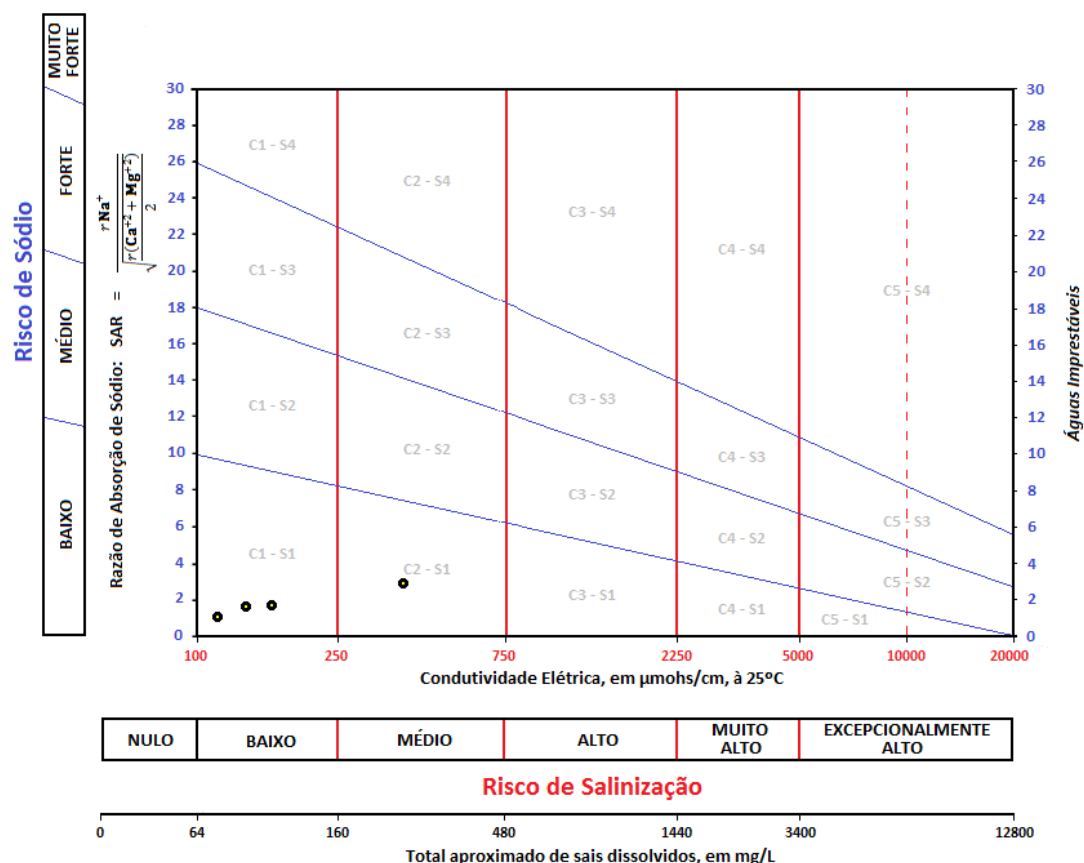
Tabela 16 – Resultado da classificação para risco de sódio e salinização.

Amostra	Na (mg/L)	Ca (mg/L)	Mg (mg/L)	C.E.	SAR	Classificação
PQS 001	1,05	3,77	0,34	3,12	0,14	C0 - S1
PQS 002	0,64	3,85	0,36	24,57	0,08	C0 - S1
PQJ 001	8,25	5,44	0,65	7,57	0,89	C0 - S1
PQJ 002	7,5	4,85	0,62	59,19	0,85	C0 - S1
PCE 001	3,41	10,56	1,24	8,17	0,26	C0 - S1
PCE 002	4,98	6,8	0,94	66,53	0,47	C0 - S1
MET 001	6,91	7,46	1,07	8,22	0,63	C0 - S1
MET 002	6,13	6,08	0,99	63,52	0,61	C0 - S1
BR2 001	17,99	8,57	1,3	15,32	1,51	C0 - S1
BR2 002	36,08	8,85	1,51	381	2,95	C2 - S1
DF4 001	10,51	5,5	0,88	9,16	1,1	C0 - S1
DF4 002	16,42	5,87	1,08	138,2	1,63	C1 - S1
CHQ 001	10,53	5,59	0,88	9,28	1,09	C0 - S1
CHQ 002	4,05	10,12	4,66	86,07	0,26	C0 - S1
SEX 001	6,94	5,16	0,89	62,31	0,74	C0 - S1
SEX 002	12,98	7,61	1,8	114,5	1,1	C1 - S1
EXU 001	3,86	5,69	1,67	6,59	0,37	C0 - S1
CCH 001	3,26	5,41	3,86	7,24	0,26	C0 - S1
CCH 002	16,71	5,48	1,01	163	1,72	C1 - S1

Fonte: Elaboração própria.

³ Note que os campos destacados em amarelo se encontram acima da Classe 2, ou seja, classificados como Classe 3, e os campos em laranja compreendem os valores acima dos valores máximos estabelecidos para a Classe 3, ou seja, Classe 4 (Resolução Conama n.º 357/2005).

Figura 72 – Gráfico de risco de sódio *versus* risco de salinização.

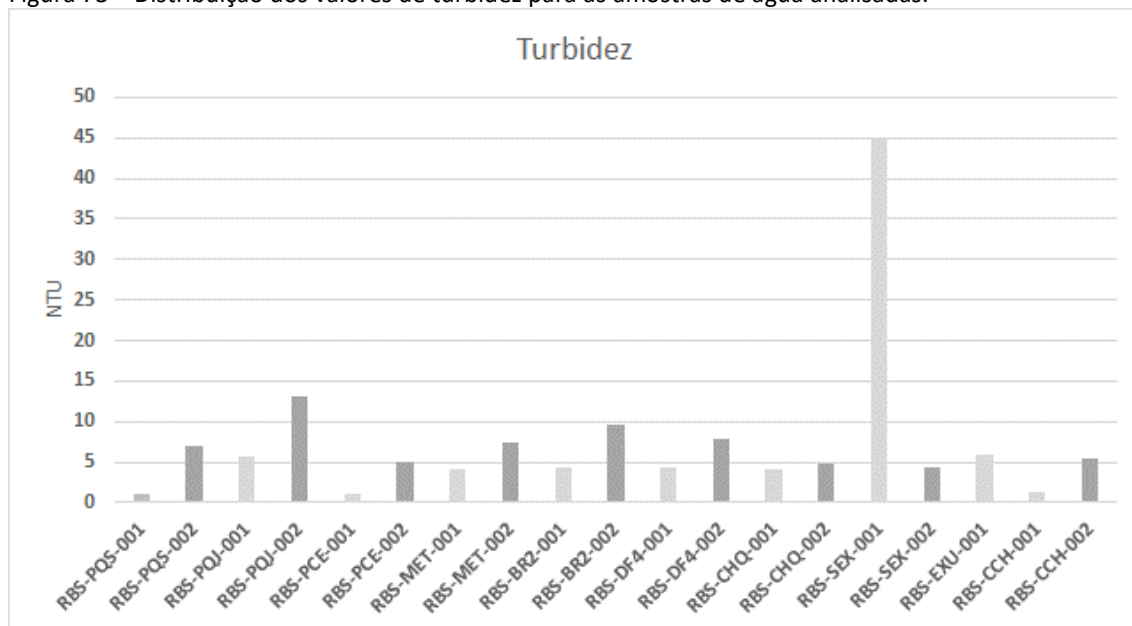


Fonte: Elaboração própria.

Nos Anexos 1 e 2 são apresentados os resultados químicos e bacteriológicos obtidos nas amostras de água coletadas nas campanhas 1 e 2. Da Figura 73 à 80, os gráficos mostram os principais parâmetros analisados.

Embora as águas do Ribeirão Sobradinho apresentassem em campo um aspecto relativamente turvo, todas as amostras realizadas nas duas campanhas demonstraram valores de turbidez inferiores ao máximo (100 NTU) estabelecido na Resolução Conama n.º 357 para as águas da Classe 2 (Figura 73). A maioria das amostras apresentaram valores inferiores a 5 NTU, exceto a amostra RBS-SEX-001, que apresentou valor com cerca de 45 NTU – considerado um efeito local temporário que não representa o padrão observado para o Ribeirão. De maneira geral, os índices de turbidez mostraram-se mais elevados no período de seca, sugerindo que a fonte responsável pela turbidez da água é relativamente constante, podendo estar relacionada ao lançamento de efluentes, que resultaria em maior turbidez em momento de menor vazão.

Figura 73 – Distribuição dos valores de turbidez para as amostras de água analisadas.⁴



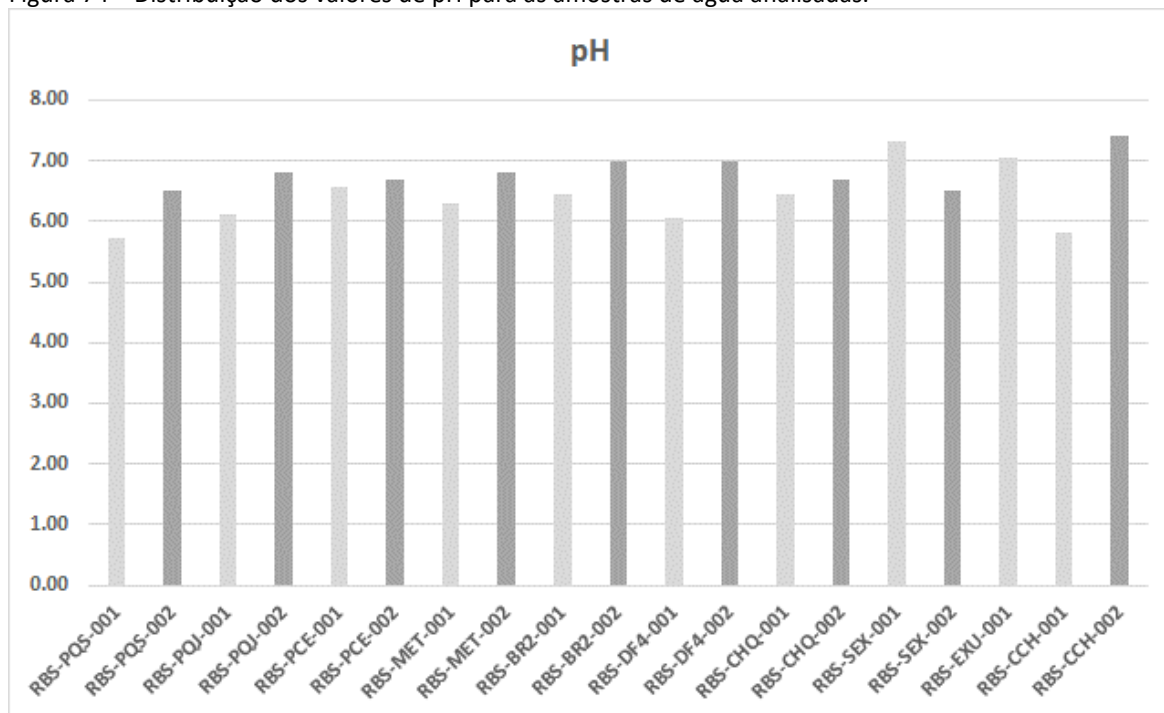
Fonte: Elaboração própria.

A Figura 74 mostra a variação do pH no período de chuva e seca. Ao longo de toda a bacia, o pH se mantém próximo de neutro a levemente ácido, entre 6 e 7, classificando as águas quanto a este parâmetro como águas da Classe 2.

Quanto aos Sólidos Dissolvidos Totais (TDS), todas as amostras analisadas situaram-se abaixo do estabelecido para limite máximo permitido para a Classe 2 (500 mg/l) (Figura 75). Contudo, claramente o TDS aumenta a partir do ponto de lançamento de efluentes da ETE Sobradinho, com máximo observado na estação RBS-BR2-002, localizada imediatamente a jusante da ETE, no período de seca (baixas vazões). A partir deste ponto para a jusante, observa-se uma tendência de diminuição dos valores deste parâmetro, contudo, com valores algo mais elevados, quando comparados aos resultados observados a montante da ETE.

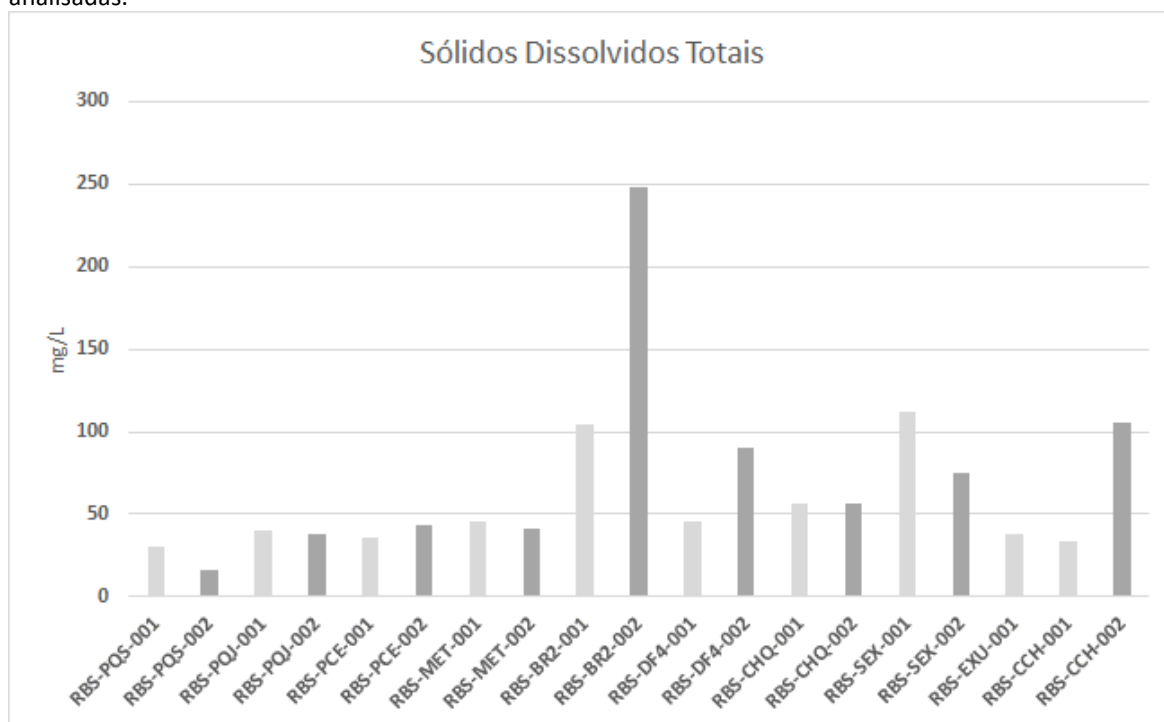
⁴ Atente que as amostras RBS-CCH-001 e RBS-CCH-002 correspondem à qualidade da água de um poço tubular profundo, e a amostra RBS-EXU-001 foi coletada no rio São Bartolomeu.

Figura 74 – Distribuição dos valores de pH para as amostras de água analisadas.⁵



Fonte: Elaboração própria.

Figura 75 – Distribuição dos valores de Sólidos Dissolvidos Totais (TDS) para as amostras de água analisadas.⁶

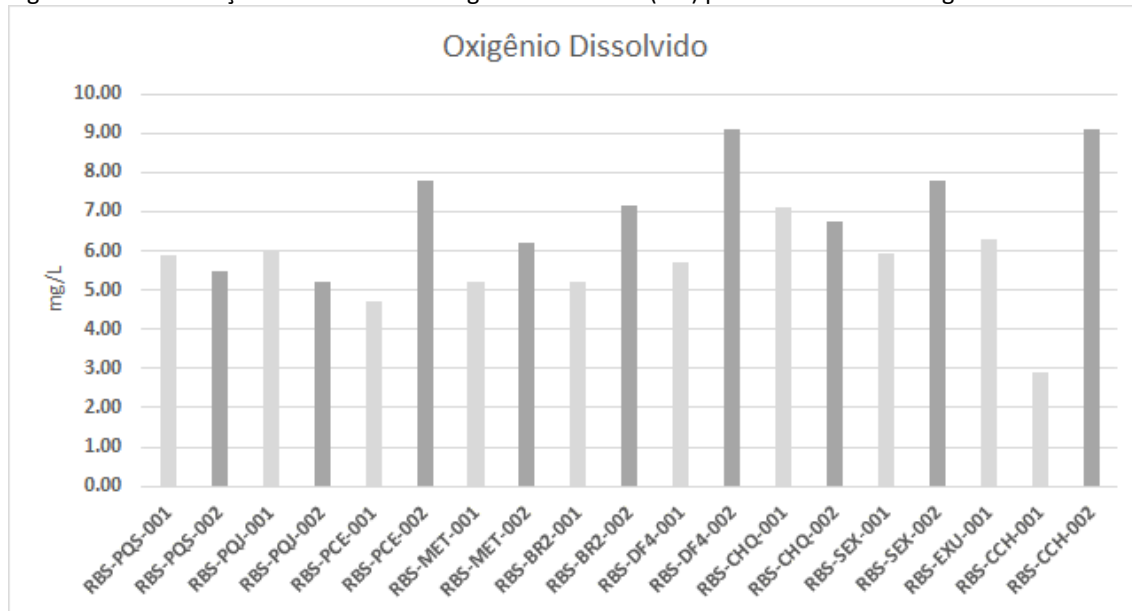


Fonte: Elaboração própria.

⁵ Atente que as amostras RBS-CCH-001 e RBS-CCH-002 correspondem à qualidade da água de um poço tubular profundo, e a amostra RBS-EXU-001 foi coletada no rio São Bartolomeu.

O Oxigênio Dissolvido (OD) apresenta valores acima de 5 mg/l, mínimo estabelecido para as águas da Classe 2 na Resolução Conama n.º 357/2005, com tendência de aumento na concentração em direção à jusante, isto é, com o aumento de vazão ao longo do curso do Ribeirão Sobradinho (Figura 76).

Figura 76 – Distribuição dos valores de Oxigênio Dissolvido (OD) para as amostras de água analisadas.⁶



Fonte: Elaboração própria.

Quanto à Demanda Biológica de Oxigênio (DBO), ao longo de todo o Ribeirão Sobradinho este parâmetro manteve-se abaixo de 5 mg/l (Figura 77). De fato, a maioria das amostras apresentam DBO em torno de 3 mg/l, exceto para as amostras RBS-MET-002 e RBS-SEX-002: a primeira, com valor em torno de 35 mg/l, parece refletir um evento de contaminação local, relacionado com o lançamento eventual de efluentes do núcleo urbano de Sobradinho e/ou de condomínios locais; a segunda apresenta um valor anômalo resultante, possivelmente, de um evento local. Entretanto, nesta estação de coleta a recorrência de outros parâmetros também anômalos sugere que as fontes de contaminação, locais e/ou eventuais, estão relacionadas ao adensamento da ocupação urbana. Cabe destacar que, por meio dos dados coletados, não foi registrado aumento significativo na DBO a jusante da ETE Sobradinho.

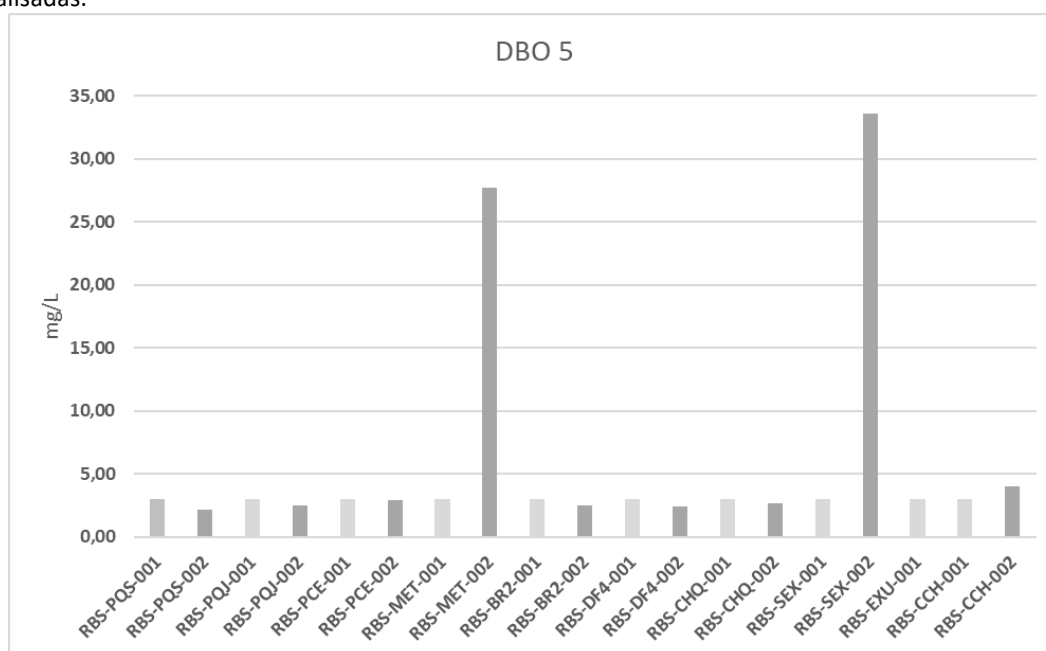
Na Figura 78 é mostrado o padrão de distribuição do Fósforo Total. Imediatamente se observa, por meio deste gráfico, dois setores distintos no Ribeirão Sobradinho, a montante e a jusante da ETE Sobradinho, a partir do ponto de lançamento dos efluentes

⁶ Atente que as amostras RBS-CCH-001 e RBS-CCH-002 correspondem à qualidade da água de um poço tubular profundo, e a amostra RBS-EXU-001 foi coletada no rio São Bartolomeu.

dessa estação. Os valores do Fósforo Total mais que quadruplicam neste setor do Ribeirão, qualificando as águas na Classe 4 quanto a esse parâmetro.

Analisando os dados de Fósforo Total, a montante da ETE Sobradinho os valores variam de 0,01 até 0,07 mg/l, sendo que neste setor apenas um único valor registrado na estação PCE está abaixo de 0,03 mg/l, que define o limite máximo para as águas da Classe 2. Estes dados colocam em evidência que, apesar dos teores relativamente baixos, todo este setor da bacia já se encontra comprometido por processos de poluição relacionados ao lançamento difuso de efluentes. Esta contaminação certamente está relacionada à ocupação antrópica representada pelos núcleos urbanos Sobradinho I, Sobradinho II e condomínios do entorno. Destaca-se que em grande parte deste setor da bacia encontra-se o Parque Ecológico e Vivencial de Sobradinho, o Parque Ecológico dos Jequitibás e o Parque Recreativo e Ecológico Canela de Ema.

Figura 77 – Distribuição dos valores de Demanda Biológica de Oxigênio (DBO) para as amostras de água analisadas.⁷



Fonte: Elaboração própria.

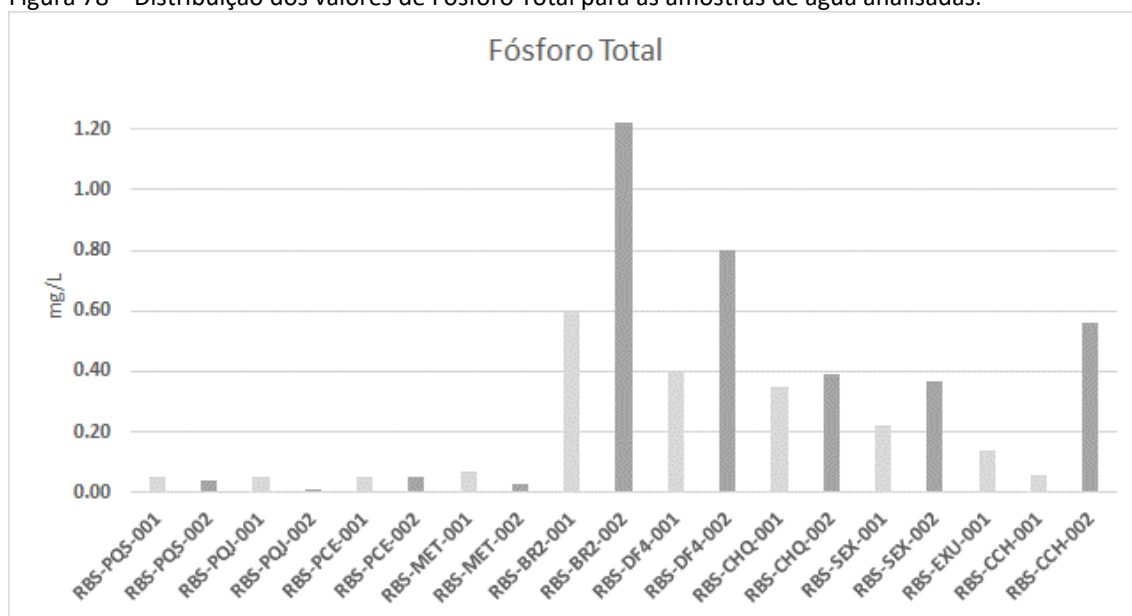
O segundo trecho é representado pelo setor da bacia localizado a jusante do ponto de lançamento da ETE Sobradinho, onde ocorre um significativo aumento na concentração de fósforo total, marcando a zona de degradação seguida de uma recuperação da qualidade em direção à foz sem, contudo, retornar às concentrações observadas a montante do ponto de lançamento da ETE. No ponto de monitoramento localizado próximo à foz, especialmente no período das chuvas, observa-se um incremento nos

⁷ Atente que as amostras RBS-CCH-001 e RBS-CCH-002 correspondem à qualidade da água de um poço tubular profundo, e a amostra RBS-EXU-001 foi coletada no rio São Bartolomeu.

teores de fósforo, novamente indicando a presença nessa região de uma fonte de contaminação importante, relacionada ao processo de urbanização que se verifica no baixo curso do Ribeirão.

O monitoramento dos teores de fósforo no Ribeirão, além da presença de contaminação a montante da ETE Sobradinho, indica que a eficiência alcançada no tratamento dos efluentes é baixa, sendo insuficiente para manter o corpo hídrico em qualidades melhores que a Classe 3. Enquanto a maioria das bacias do Distrito Federal recebe tratamento de efluente em nível terciário (ADASA, 2020), aqui observa-se o nível de tratamento secundário dos efluentes. Em função dos dados analisados, pode-se afirmar que a vazão do Ribeirão Sobradinho não é suficiente para a autodepuração dos efluentes que estão sendo lançados pela ETE Sobradinho até seu exutório.

Figura 78 – Distribuição dos valores de Fósforo Total para as amostras de água analisadas.⁸



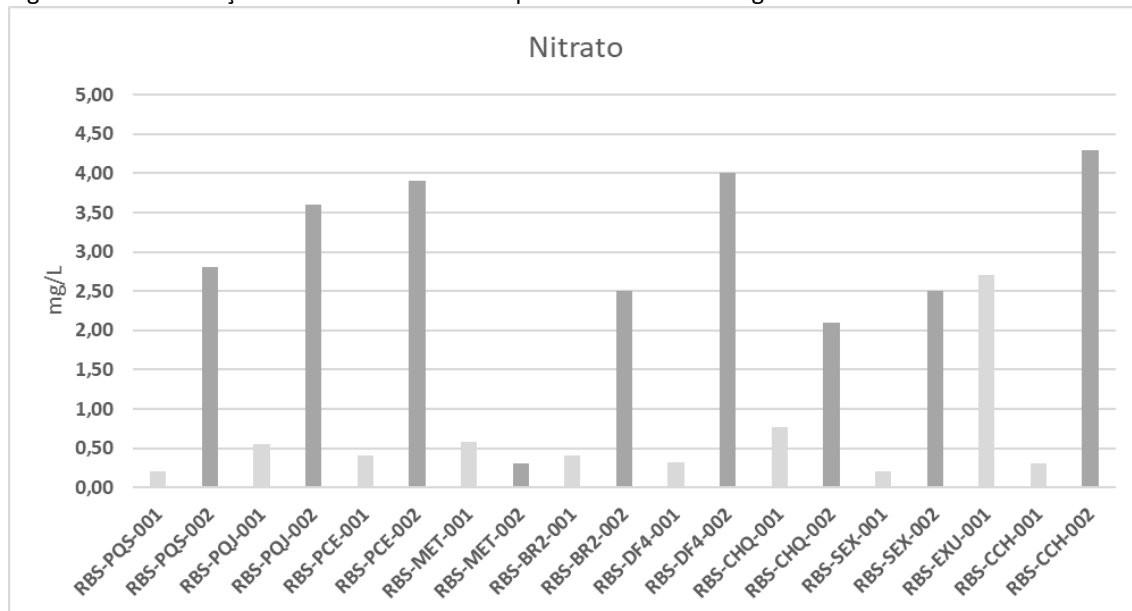
Fonte: Elaboração própria.

Os valores determinados para o Nitrato nos laboratórios comerciais (Figura 79), em ambas as campanhas de amostragem, situaram-se abaixo de 10 mg/l, que corresponde ao limite máximo estabelecido pela Resolução Conama n.º 357/2005, classificando essas águas, no que diz respeito a este parâmetro, na Classe 2 (embora algumas dessas amostras, quando observados os parâmetros Nitrito e Nitrogênio Amoniacal, classifiquem-se na Classe 3). Os resultados obtidos para o Nitrato devem ser analisados com cautela, em função dos valores incompatíveis com aqueles determinados para as

⁸ Atente que as amostras RBS-CCH-001 e RBS-CCH-002 correspondem à qualidade da água de um poço tubular profundo, e a amostra RBS-EXU-001 foi coletada no rio São Bartolomeu.

mesmas amostras no Laboratório de Águas e Solos da Universidade de Brasília, conforme acima descrito.

Figura 79 – Distribuição dos valores de Nitrato para as amostras de água analisadas.⁹



Fonte: Elaboração própria.

Na Figura 80 são apresentados os valores de coliformes termotolerantes das análises realizadas. Para este parâmetro, a classificação das águas nas classes estabelecidas na Resolução Conama n.º 357/2005 requer uma análise temporal dos dados. Os resultados obtidos, no entanto, mostram que quase a totalidade das amostras apresentaram valores acima de 200 NPM/100mL, indicando que essas águas se encontram nas Classes 2 e 3, exceto as amostras RBS-BR2-002 e RBS-SEX-001, que se encontram na Classe 4. A primeira delas está localizada imediatamente a jusante da ETE Sobradinho e a segunda na região de expansão urbana situada na margem direita do baixo curso do Ribeirão Sobradinho.

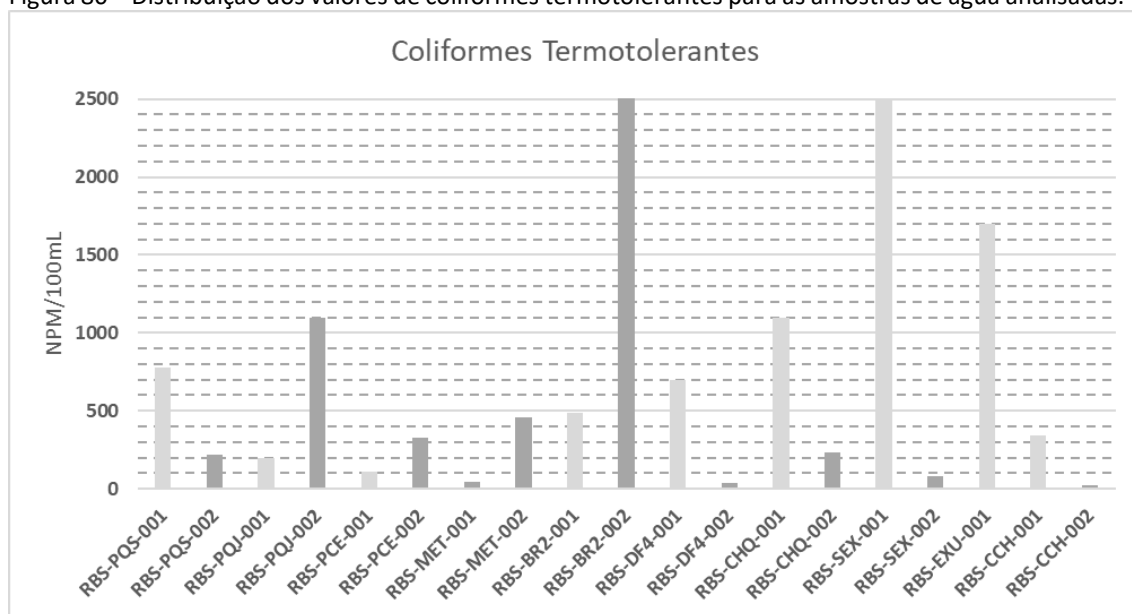
Conforme veremos, a análise temporal dos dados para o Ribeirão Sobradinho confirma que suas águas se classificam na Classe 4 por todo o percurso a jusante da ETE Sobradinho.

Na Tabela 17 são apresentados os Índices de Qualidade da Água (IQA) do Ribeirão Sobradinho com os parâmetros determinados nas campanhas 1 e 2 realizadas neste trabalho. Quase a totalidade das águas classifica-se como Boa, de acordo com a

⁹ Atente que as amostras RBS-CCH-001 e RBS-CCH-002 correspondem à qualidade da água de um poço tubular profundo, e a amostra RBS-EXU-001 foi coletada no rio São Bartolomeu.

metodologia apresentada pela Cetesb, e com qualidade entre Boa e Média de acordo com o índice IGAM-MG. Exceção feita às amostras localizadas imediatamente a jusante do ponto de lançamento da ETE Sobradinho e na região do exutório do Ribeirão, onde vem ocorrendo expansão urbana. Ademais, os dados obtidos corroboram os valores dos demais parâmetros, que apontam como principais fontes de contaminação a ETE Sobradinho e a presença de importante agente poluidor localizado na margem direita do baixo curso do Ribeirão.

Figura 80 – Distribuição dos valores de coliformes termotolerantes para as amostras de água analisadas.¹⁰



Fonte: Elaboração própria.

Na Tabela 18 são apresentadas as determinações do IQA por meio dos dados levantados pelas estações de monitoramento da Caesb. Embora em uma quantidade restrita, os dados indicam que ao longo da série de monitoramento o IQA do Ribeirão permanece com índices entre Bom e Aceitável quando avaliado pelo método Cetesb, e com nível de qualidade entre Bom e Ruim para o indicador do IGAM-MG.

¹⁰ Atente que as amostras RBS-CCH-001 e RBS-CCH-002 correspondem à qualidade da água de um poço tubular profundo, e a amostra RBS-EXU-001 foi coletada no rio São Bartolomeu.

Tabela 17 – Índice de Qualidade das Águas (IQA) para as amostras coletadas na UHRS.

AMOSTRA	Oxigênio Dissolvido	Temperatura	Coliformes Termotolerantes	pH	DBO 5	Turbidez	Nitrogênio Total	Fósforo Total	Sólidos Totais	IQA IGAM-MG	IQA CETESB
RBS-PQS-001	5,90	24,1	780	5,72	3,00	1,10	0,500	0,05	32	65	65
RBS-PQS-002	5,50	25,2	220	6,50	2,20	6,97	2,880	0,04	25	71	71
RBS-PQJ-001	6,00	22,4	200	6,11	3,00	5,70	3,200	0,05	64	69	69
RBS-PQJ-002	5,20	24,6	1100	6,80	2,50	13,19	3,717	0,01	67	65	65
RBS-PCE-001	4,70	25,9	110	6,56	3,00	1,00	1,000	0,05	48	72	72
RBS-PCE-002	7,80	29,1	330	6,70	2,90	5,06	4,700	0,05	91	72	72
RBS-MET-001	5,20	21,7	45	6,29	3,00	4,10	1,100	0,07	56	73	73
RBS-MET-002	6,20	22,1	460	6,80	27,70	7,46	0,500	0,03	81	56	56
RBS-BR2-001	5,20	22,6	490	6,45	3,00	4,40	6,500	0,60	126	58	58
RBS-BR2-002	7,15	24,3	9200	7,00	2,50	9,54	10,630	1,22	429	49	49
RBS-DF4-001	5,70	21,7	700	6,05	3,00	4,40	2,700	0,40	72	60	60
RBS-DF4-002	9,10	22,1	40	7,00	2,40	7,88	7,180	0,80	130	67	67
RBS-CHQ-001	7,10	21,7	1100	6,46	3,00	4,10	1,600	0,35	70	63	63
RBS-CHQ-002	6,76	26,6	230	6,70	2,70	4,90	2,310	0,39	125	68	68
RBS-SEX-001	5,93	21,1	16000	7,31	3,00	45,00	0,500	0,22	130	53	53
RBS-SEX-002	7,80	20,5	78	6,50	33,60	4,31	2,716	0,37	108	49	49
RBS-EXU-001	6,30	20,9	1700	7,06	3,00	5,80	3,100	0,14	10	64	64
RBS-CCH-001	2,90	26,6	340	5,80	3,00	1,40	0,500	0,06	48	57	57
RBS-CCH-002	9,10	22,2	20	7,40	4,00	5,47	9,440	0,56	288	69	69

Nível de Qualidade – IGAM/MG		Nível de Qualidade – CETESB	
Excelente	90 < IQA ≤ 100	Ótimo	80 ≤ IQA ≤ 100
Bom	70 < IQA ≤ 90	Bom	52 ≤ IQA < 80
Médio	50 < IQA ≤ 70	Aceitável	37 ≤ IQA < 52
Ruim	25 < IQA ≤ 50	Ruim	20 ≤ IQA < 37
Muito Ruim	0 < IQA ≤ 25	Péssima	0 ≤ IQA < 20

Fonte: Elaboração própria.

Tabela 18 – Índice de Qualidade das Águas (IQA) para as amostras monitoradas pela Caesb na UHRS.

AMOSTRA	Oxigênio Dissolvido	Temperatura	Coliformes Termotolerantes	pH	DBO 5	Turbidez	Nitrogênio Total	Fósforo Total	Sólidos Totais	IQA IGAM-MG	IQA CETESB
rbs10_jan16	6,52	22,40	620	6,70	0,50	5,30	2,42	0,02	50,88	73	73
rbs10_abr17	6,56	22,30	7100	6,70	0,50	11,20	2,54	0,02	50,43	63	63
rbs10_jun17	6,59	20,60	94	5,10	1,00	7,50	3,27	0,00	62,14	67	67
rbs20_jan16	6,38	22,30	1210	6,60	0,50	10,90	0,54	0,02	58,43	70	70
rbs20_abr17	6,24	21,90	15000	7,00	1,00	11,40	0,98	0,03	60,93	60	60
rbs20_jun17	7,19	19,80	16000	5,30	1,00	7,70	1,82	0,02	51,46	54	54
rbs30_jan16	5,14	22,30	31000	7,00	0,50	14,30	2,90	0,13	71,42	53	53
rbs30_abr17	3,77	21,70	61000	7,00	2,00	10,50	3,64	0,26	75,26	44	44
rbs30_jun17	4,67	19,40	44000	5,10	2,00	9,20	8,31	0,48	84,86	38	38
rbs40_abr17	3,84	22,40	10000	6,80	2,00	8,80	5,01	0,32	77,63	48	48
rbs50_abr17	7,50	22,60	860	7,30	2,00	8,40	1,85	0,22	47,55	68	68
rbs50_jun17	7,51	20,10	400	7,10	6,00	7,20	4,17	0,20	56,58	69	69

Nível de Qualidade – IGAM/MG		Nível de Qualidade – CETESB	
Excelente	90 < IQA ≤ 100	Ótimo	80 ≤ IQA ≤ 100
Bom	70 < IQA ≤ 90	Bom	52 ≤ IQA < 80
Médio	50 < IQA ≤ 70	Aceitável	37 ≤ IQA < 52
Ruim	25 < IQA ≤ 50	Ruim	20 ≤ IQA < 37
Muito Ruim	0 < IQA ≤ 25	Péssima	0 ≤ IQA < 20

Fonte: Elaboração própria.

Da Figura 81 à 85, são apresentados os principais parâmetros (OD, DBO, P_{Total}, N_{Total} e *E. coli*), arranjados de forma a observar sua variação temporal e espacial, de montante a jusante, ao longo da bacia.

A Figura 81 mostra a variação do Oxigênio Dissolvido (OD). A montante da ETE Sobradinho, ao longo do tempo (de 2006 até 2020), ocorre uma pequena variação na concentração de OD; da estação CRP.RBS.010 para a CRP.RBS.020 ocorre uma leve, mas perceptível diminuição do OD – este fato possivelmente está relacionado à maior declividade das áreas de cabeceira.

Na estação CRP.RBS.030 observa-se uma redução significativa do OD, o que se relaciona diretamente com o lançamento de efluentes a montante deste ponto. Nesta estação de monitoramento, a variação ao longo do tempo está relacionada aos períodos de chuva e seca, com os menores valores de OD registrados nos meses do ano com menores vazões (de junho a outubro).

A partir da estação CRP.RBS.030, a concentração de OD aumenta progressivamente em função da autodepuração e do aumento das vazões em direção à jusante; na estação CRP.RBS.050, o OD já apresenta concentrações maiores que as registradas a montante da ETE Sobradinho.

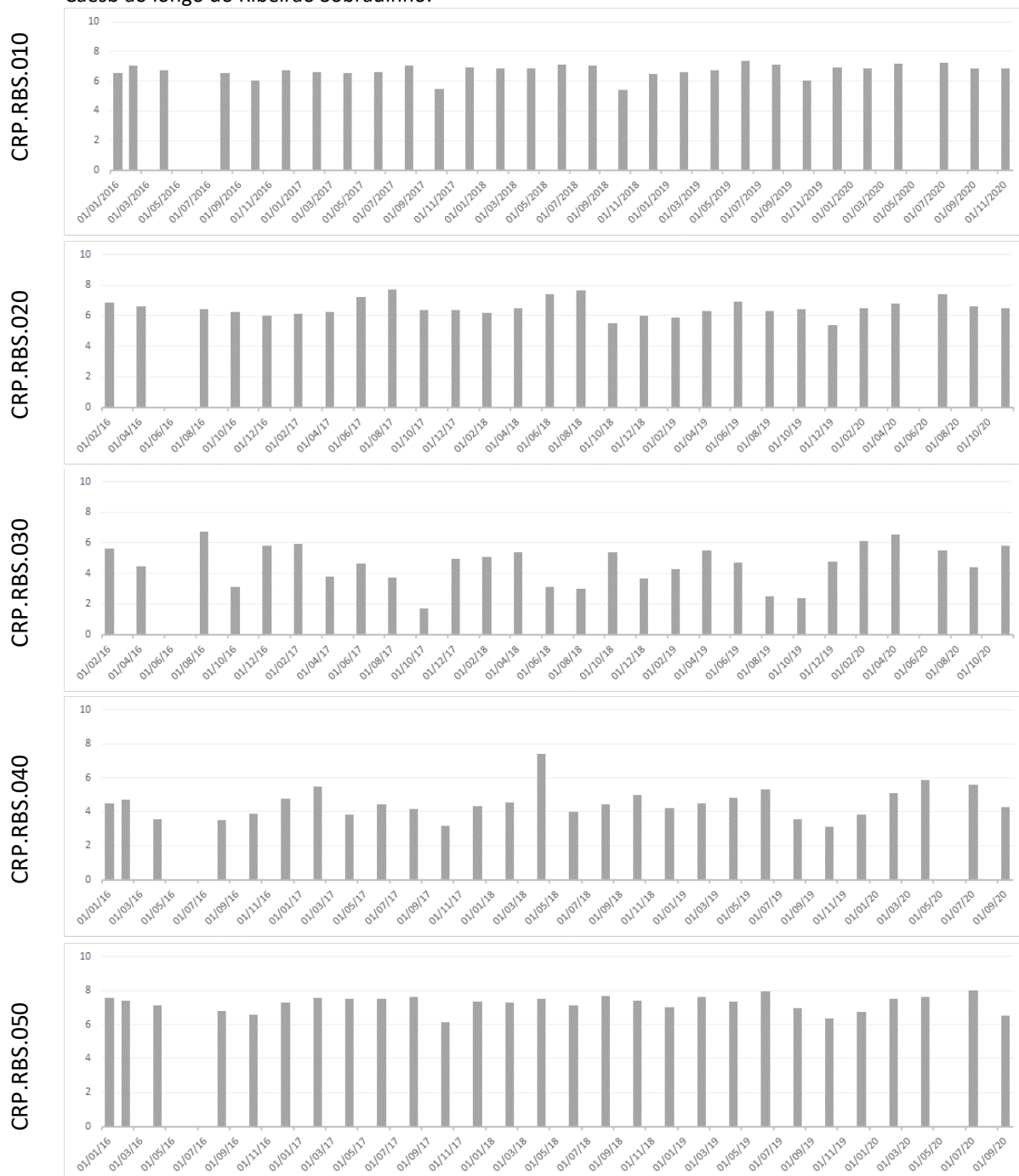
Na Figura 82 pode ser observado que a Demanda Biológica de Oxigênio (DBO) apresenta uma grande variação ao longo do tempo nas diferentes estações de monitoramento. De maneira geral, a DBO permanece a maior parte do tempo em torno de 3 mg/l. As variações observadas são de difícil interpretação; considerando apenas as concentrações medidas, os picos de DBO possivelmente estão relacionados a eventos poluidores.

Na Figura 83 é apresentada a variação temporal ao longo do Ribeirão para o parâmetro Fósforo. Os dados monitorados mostram que este elemento apresenta concentrações acima de 0,03 mg/l (limite máximo para a Classe 2) já na estação CRP.RBS.010, localizada mais a montante na bacia, com pequeno aumento na estação CRP.RBS.020, mostrando que algum grau de poluição por efluentes já ocorre há um longo tempo neste setor da bacia. A jusante da CRP.RBS.030, ocorre um significativo aumento nas concentrações do fósforo, que dobra ou mesmo triplica sua concentração após o lançamento de efluentes pela ETE Sobradinho. A partir desse ponto, em vários períodos, incluindo o ano de 2020, as águas do Ribeirão atingem níveis de concentração de fósforo que as classificam na Classe 4. As elevadas concentrações de fósforo permanecem ao longo do Ribeirão em direção a sua foz, demonstrando que as vazões do Ribeirão Sobradinho não são capazes de autodepurar os efluentes que vêm sendo lançados nele.

O Nitrato apresenta uma ampla variação ao longo do tempo e no espaço; contudo, em nenhum momento ultrapassa as concentrações de 10 mg/l (Figura 84), que corresponde ao limite superior para as classes 2 e 3. As outras formas de nitrogênio (nitrito e nitrogênio amoniacal), por vezes, atingem concentrações acima dos limites máximos para a classe 2 ou 3, especialmente, após a ETE Sobradinho (Anexos 1 e 2).

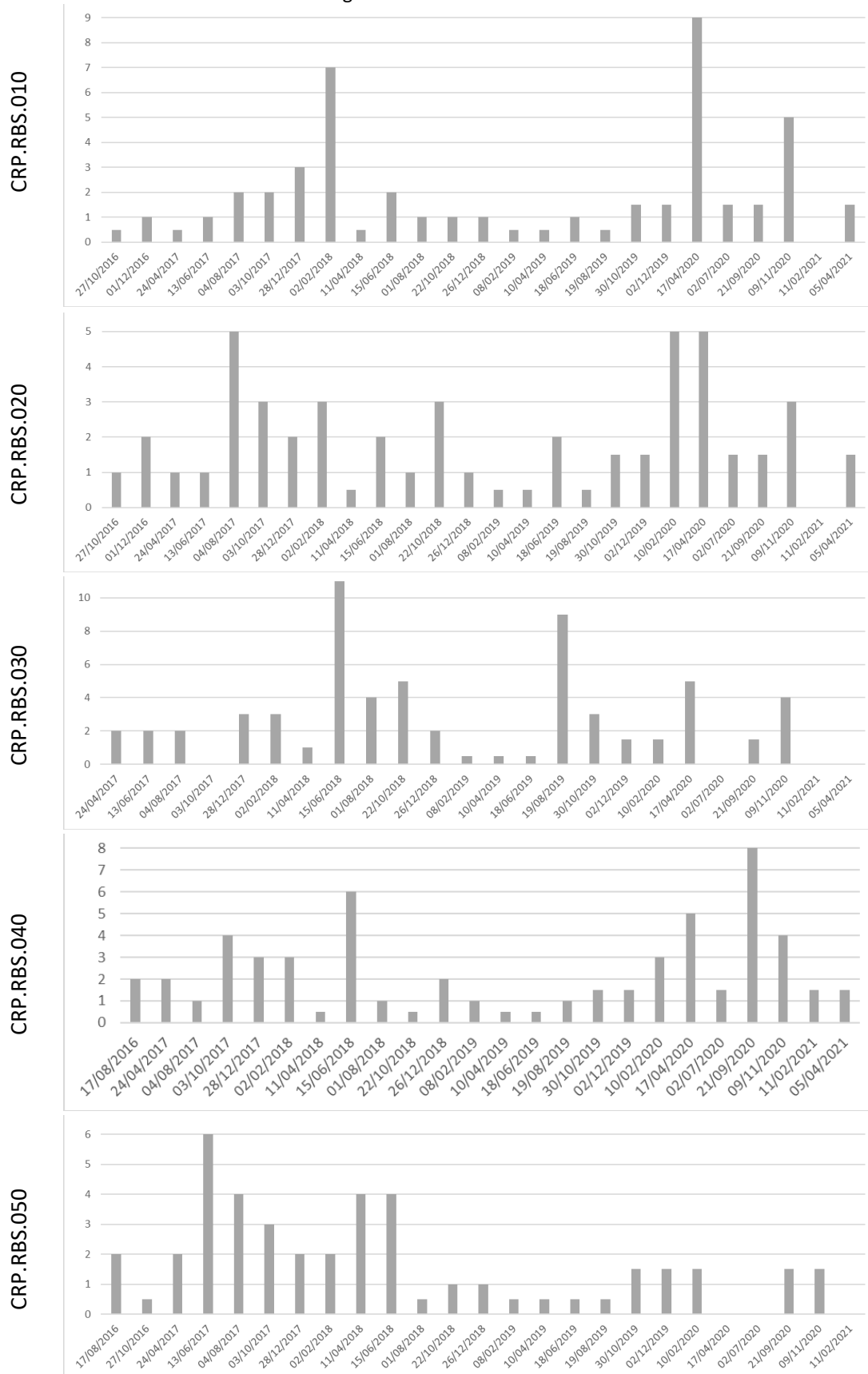
A presença de *E. coli* nas águas do Ribeirão Sobradinho (Figura 85) a montante da ETE Sobradinho, em geral, atinge valores superiores a 2.500 NMP/100mL nos períodos chuvosos; contudo, a partir da estação CPR.RBS.030, valores acima de 2.500 NMP/100mL passam a predominar ao longo de todo o percurso restante do Ribeirão, classificando suas águas como Classe 3 ou 4.

Figura 81 – Variação temporal do Oxigênio Dissolvido (mg/l) para as cinco estações de monitoramento da Caesb ao longo do Ribeirão Sobradinho.



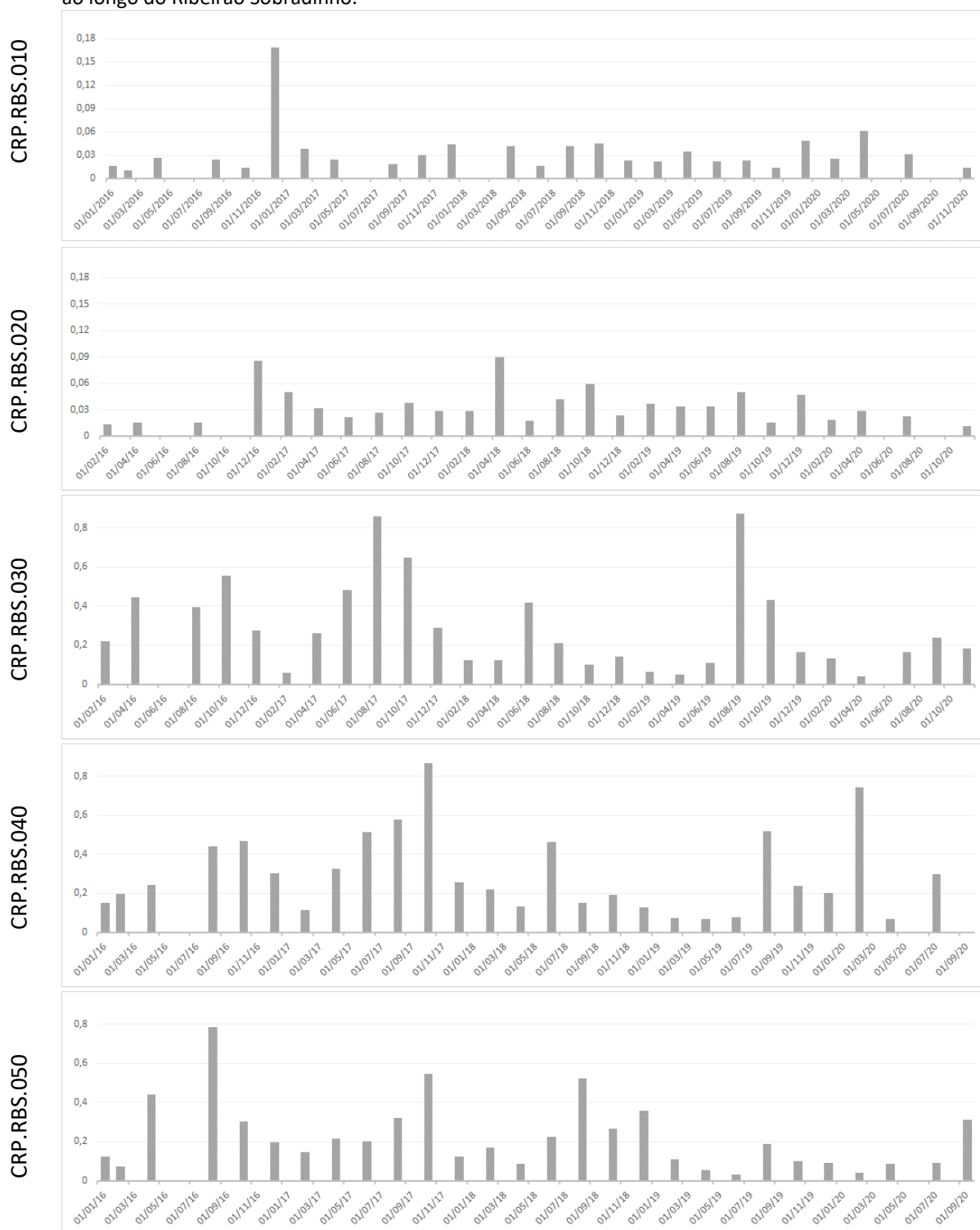
Fonte: Elaboração própria.

Figura 82 – Variação temporal da Demanda Biológica de Oxigênio (mg/l) para as cinco estações de monitoramento da Caesb ao longo do Ribeirão Sobradinho.



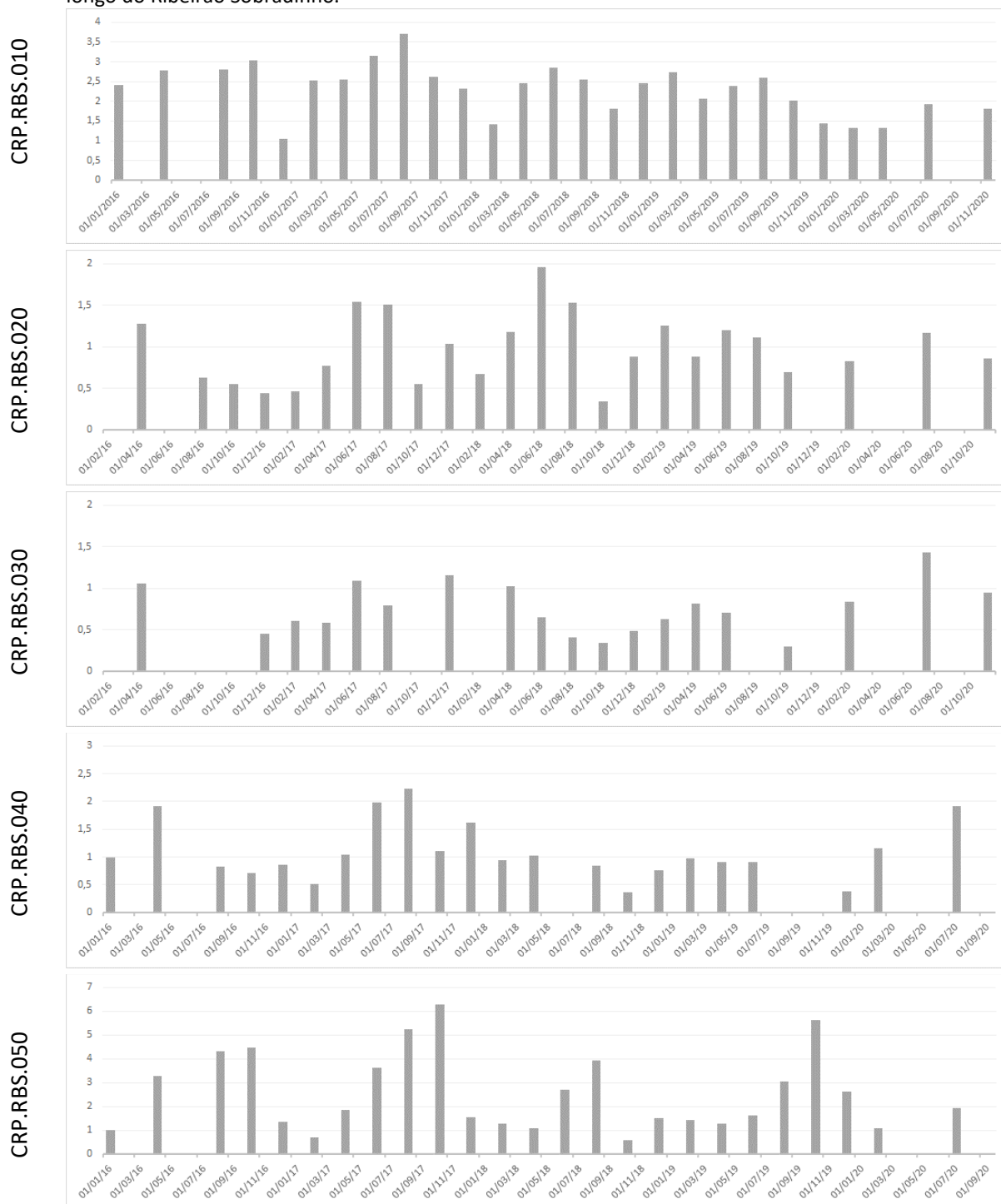
Fonte: Elaboração própria.

Figura 83 – Variação temporal do Fósforo Total (mg/l) para as cinco estações de monitoramento da Caesb ao longo do Ribeirão Sobradinho.



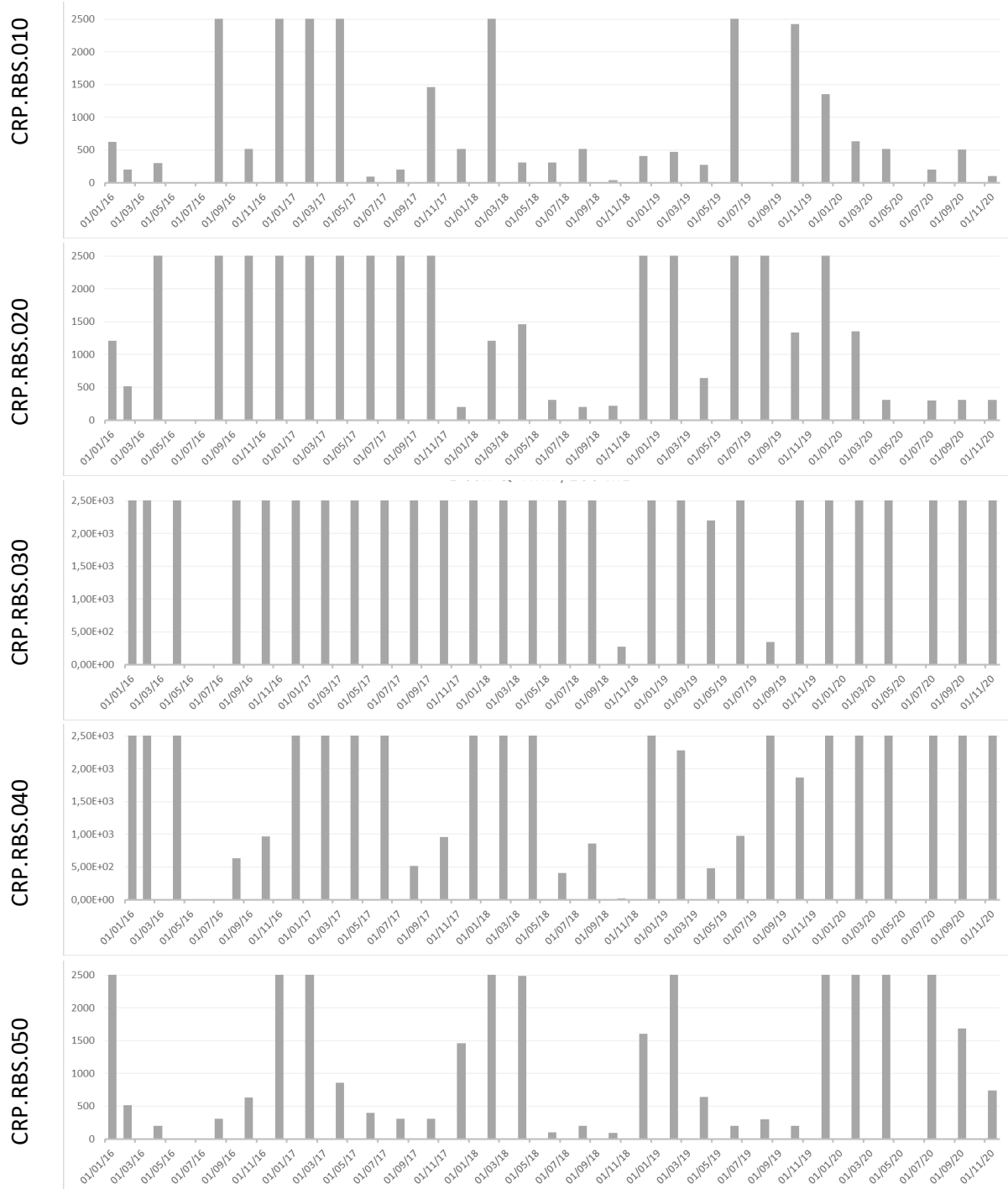
Fonte: Elaboração própria.

Figura 84 – Variação temporal do Nitrato (mg/l) para as cinco estações de monitoramento da Caesb ao longo do Ribeirão Sobradinho.



Fonte: Elaboração própria.

Figura 85 – Variação temporal do *E. coli* (NMP/100mL) para as cinco estações de monitoramento da Caesb ao longo do Ribeirão Sobradinho. Atente que o número provável de *E. coli* em muitas amostragens ficou acima de 2.500 NMP/100mL.



Fonte: Elaboração própria.

Os gráficos das figuras 86 a 89 apresentam os principais parâmetros da Estação de Monitoramento operada pela Adasa (60474300) próximo à confluência do Ribeirão Sobradinho com o rio São Bartolomeu. As concentrações dos parâmetros monitorados

por esta estação podem ser confrontadas com as monitoradas pelas estações de monitoramento operadas pela Caesb: CRP.RBS.040, localizada a montante, e CRP.RBS.050, localizada a jusante.

Conforme pode ser observado na Figura 86, ao longo de todo o tempo monitorado pela Adasa, o OD na Estação 60474300 permaneceu acima de 5 mg/l, ou seja, acima do limite mínimo estabelecido pela Resolução Conama n.º 357/2005 para as águas da Classe 2. Da mesma forma, o DBO, na maior parte do tempo de monitoramento, apresentou concentrações compatíveis com a Classe 2, definida de acordo com esta resolução (Figura 87).

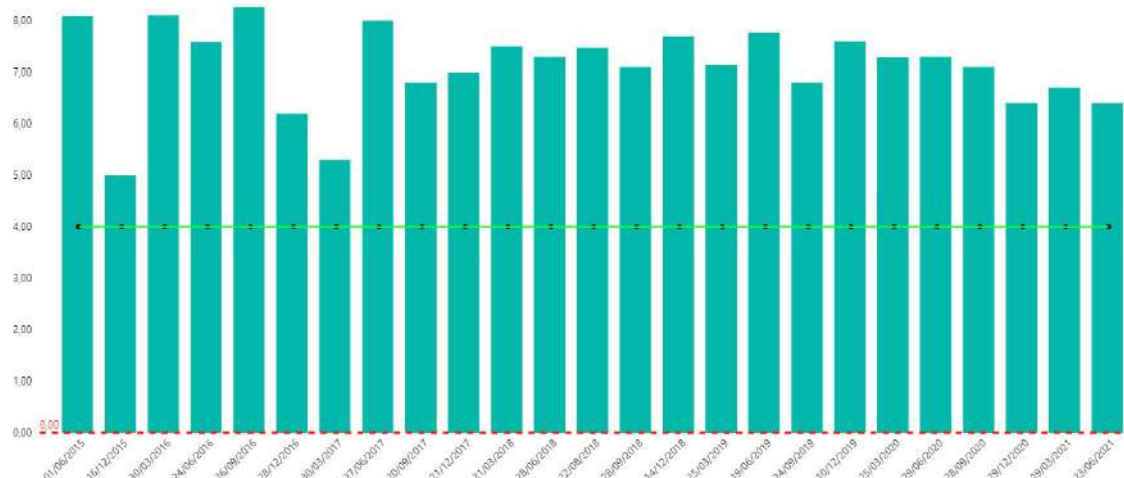
De maneira geral, as concentrações de P_{total} (Figura 88), monitoradas na Estação 60474300, classificam as águas do Ribeirão Sobradinho na Classe 3. Os dados temporais mostram uma significativa melhora deste parâmetro no final do ano 2017 – possivelmente relacionado a incremento nos procedimentos de tratamento realizados na ETE Sobradinho –, no entanto, esta melhora não foi suficiente para baixar as concentrações a níveis que pudessem ser autodepurados, até concentrações compatíveis com a Classe 2, neste ponto de monitoramento.

Quanto ao Nitrogênio Total, embora a Resolução Conama n.º 357/2005 não estabeleça limites para este parâmetro para a classificação das águas, sua concentração está diretamente relacionada a outras formas de nitrogênio presentes no corpo hídrico, refletindo desta forma a presença de agentes contaminantes. Conforme pode ser observado na Figura 89, a partir de meados de 2018 ocorreu um significativo aumento das concentrações deste elemento nas águas do Ribeirão, indicando que, a partir desse momento, houve a entrada de um agente de contaminação na bacia que se reflete também nos teores de fósforo total – muito provavelmente, ligado à ocupação urbana neste setor da bacia.

A partir de 2020, parece ter havido uma pequena melhora na qualidade dos parâmetros Fósforo Total e Nitrogênio Total, na Estação 60474300; contudo, ainda assim, esta fonte de poluição está presente nesta região e parece estar relacionada à intensificação da ocupação urbana na margem direita do Ribeirão Sobradinho em seu baixo curso, conforme já indicado em outras estações de monitoramento operadas pela Caesb, descrito nos tópicos precedentes.

De uma maneira geral, interpretados em conjunto com os demais dados aqui apresentados, os parâmetros monitorados na Estação 60474300 corroboram a interpretação de que os efluentes lançados pela ETE Sobradinho encontram-se em concentrações, especialmente o P e o N, acima da capacidade de autodepuração do Ribeirão Sobradinho.

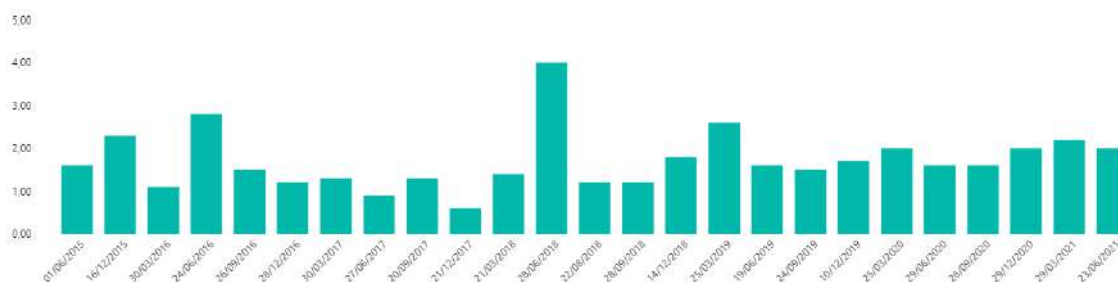
Figura 86 – Variação temporal do Oxigênio Dissolvido (mg/l) para a estação de monitoramento da Adasa localizada no baixo curso do Ribeirão Sobradinho.



Fonte: Sistema de Informações sobre Recursos Hídricos – DF (adasa.df.gov.br)

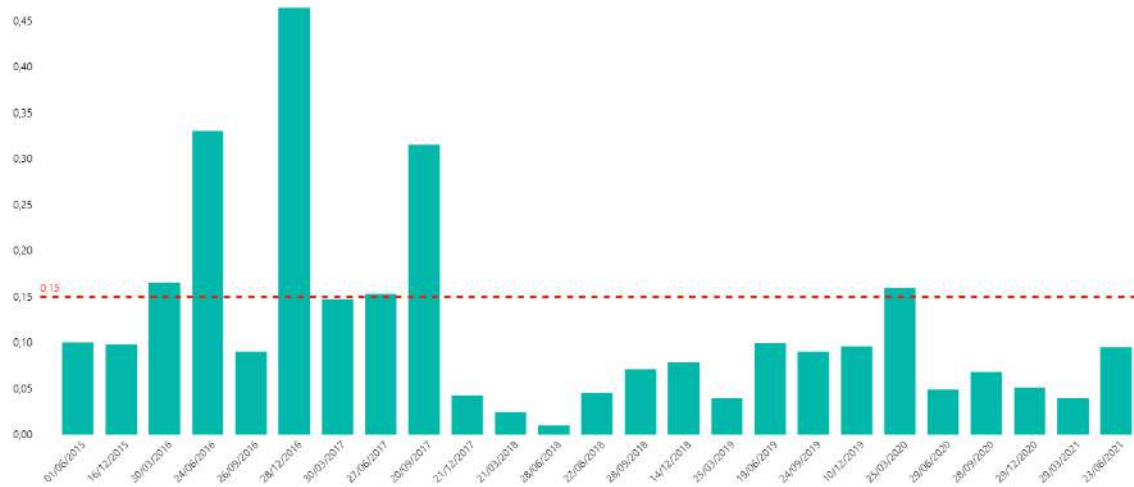
A linha verde marca a concentração abaixo da qual as águas são da Classe 3; a linha vermelha indica que para este parâmetro não existe um valor mínimo estabelecido para a Classe 3.

Figura 87 – Variação temporal da Demanda Biológica de Oxigênio (mg/l) para a estação de monitoramento da Adasa localizada no baixo curso do Ribeirão Sobradinho.



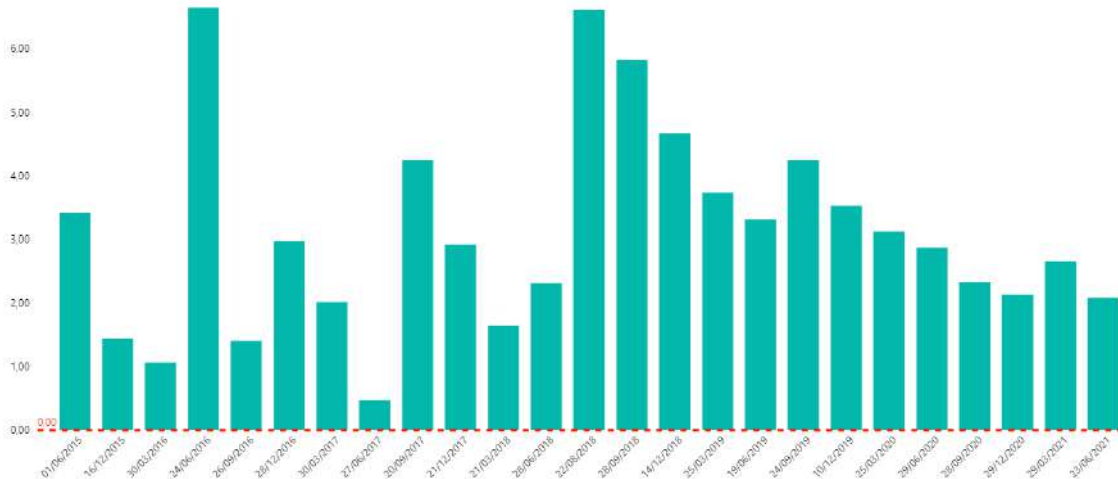
Fonte: Sistema de Informações sobre Recursos Hídricos – DF (adasa.df.gov.br)

Figura 88 – Variação temporal do Fósforo Total (mg/l) para a estação de monitoramento da Adasa localizada no baixo curso do Ribeirão Sobradinho.



Fonte: Sistema de Informações sobre Recursos Hídricos – DF (adasa.df.gov.br)

Figura 89 – Variação temporal do Nitrogênio Total (mg/l) para a estação de monitoramento da Adasa localizada no baixo curso do Ribeirão Sobradinho.



Fonte: Sistema de Informações sobre Recursos Hídricos – DF (adasa.df.gov.br)

A linha vermelha indica que este parâmetro não tem valores máximos estabelecidos pela Resolução Conama n.º 357/2005.

4.5 Autodepuração do Ribeirão Sobradinho

Conforme se constata nos dados de monitoramento acima descritos, a carga de efluentes lançados no Ribeirão Sobradinho, principalmente a partir do ponto de lançamento da ETE Sobradinho, é maior do que a capacidade natural de autodepuração do Ribeirão.

Desconsiderando a contribuição de fontes difusas, Almeida (2020) apresentou um estudo de autodepuração do Ribeirão Sobradinho visando subsidiar projetos

urbanísticos na bacia. Neste estudo, o autor desenvolve o modelamento do poder de autodepuração do Ribeirão na situação atual, isto é, com dados medidos nas mesmas estações de monitoramento da Caesb, comentados nos tópicos anteriores, para o período entre 2017 e 2019 e utilizando os parâmetros: Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO), Oxigênio Dissolvido (OD), Nitrogênio Amoniacal, Nitrito, Nitrato, Fósforo Total e *E. coli*. Os dados foram modelados segundo o modelo QUAL-UFMG, adotando a vazão natural mínima para um período de recorrência de dez anos e com sete dias de duração ($Q_{7,10}$) e para vazões médias de longo período (QMLP).

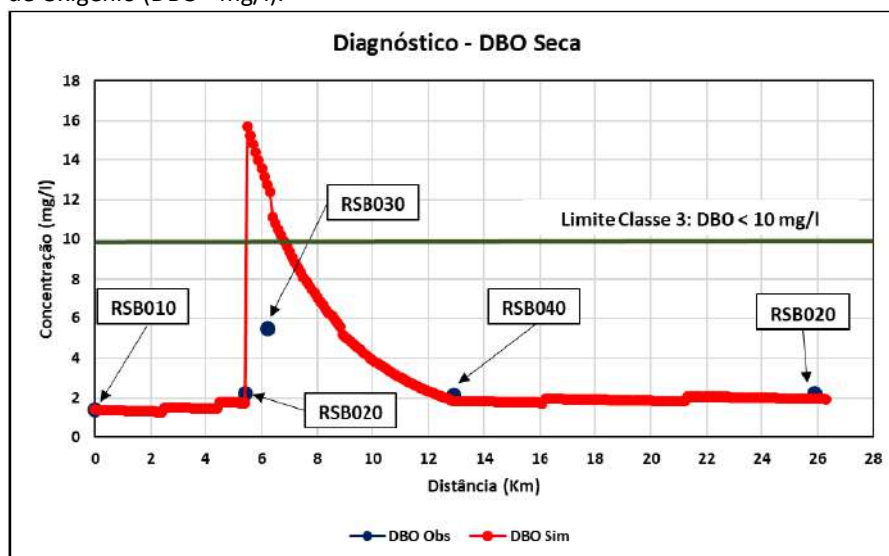
Os resultados alcançados por Almeida (2020) corroboram as análises acima apresentadas, permitindo afirmar que atualmente o Ribeirão Sobradinho já se encontra em condições de fragilidade ambiental, sendo o lançamento de efluentes ETE Sobradinho o principal agente poluidor do corpo hídrico. Dessa forma, Almeida (2020) recomenda medidas de aperfeiçoamento da ETE Sobradinho, seja pela mudança de tecnologia adotada, seja pelo aprimoramento da existente, a fim de se reduzirem as cargas lançadas no Ribeirão Sobradinho.

O estudo de autodepuração apresentado por Almeida (2020) trata da aplicação de um modelo que contém as limitações e incertezas inerentes aos processos de modelagem, conforme ele mesmo destacou. A despeito disso, tal modelo é coerente com a análise do monitoramento da Adasa, e pode-se considerar tais resultados modelados como uma aproximação satisfatória das atuais condições da bacia.

Conforme os gráficos das figuras 88 a 90, os dados modelados, exceto para o parâmetro *E. coli*, apresentam aderência razoável com os dados observados. Em sua maioria, os parâmetros considerados, especialmente após o lançamento da ETE Sobradinho, atingem valores de acordo com a Classe 3, à exceção do fósforo, que assume valores que classificam as águas do Ribeirão na Classe 4. Por meio destes gráficos, pode-se constatar, definitivamente, que, após o lançamento dos efluentes ao longo do seu percurso até sua confluência com o rio São Bartolomeu, os parâmetros modelados não retornam às condições a montante do ponto de lançamento da ETE, indicando que o lançamento sobrepõe a autodepuração do Ribeirão.

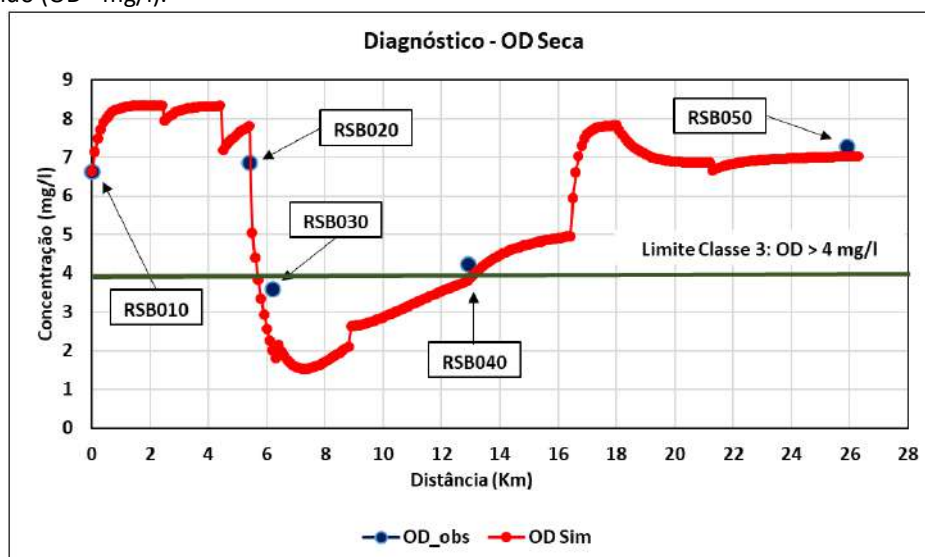
Da Figura 90 à 96, são mostrados graficamente, para as situações de vazão mínima, os resultados alcançados por Almeida (2020) para os parâmetros selecionados, confrontados com os valores medidos nas estações de monitoramento. A curva vermelha do gráfico corresponde aos dados modelados (adotando vazão natural mínima para um período de recorrência de dez anos e com sete dias de duração ($Q_{7,10}$)); os pontos azuis correspondem aos dados medidos nas estações de monitoramento da Caesb. Da Figura 97 até a 100, são apresentadas as espacializações dos estudos para cada um dos parâmetros selecionados, em situações de vazão mínima e média de longo período.

Figura 90 – Modelamento do poder de autodepuração do Ribeirão Sobradinho: parâmetro: Demanda Biológica de Oxigênio (DBO - mg/l).



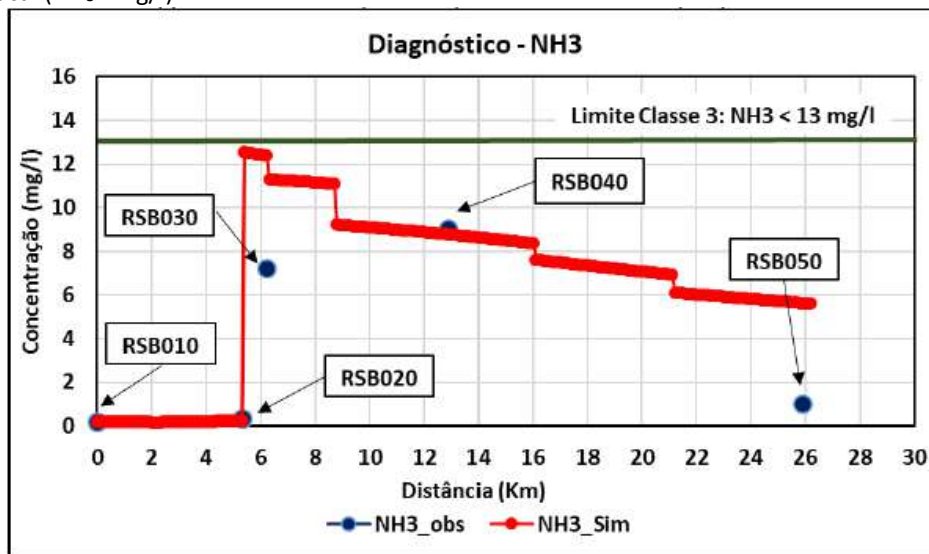
Fonte: Reproduzido de Almeida (2020).

Figura 91 – Modelamento do poder de autodepuração do Ribeirão Sobradinho: parâmetro: Oxigênio Dissolvido (OD - mg/l).



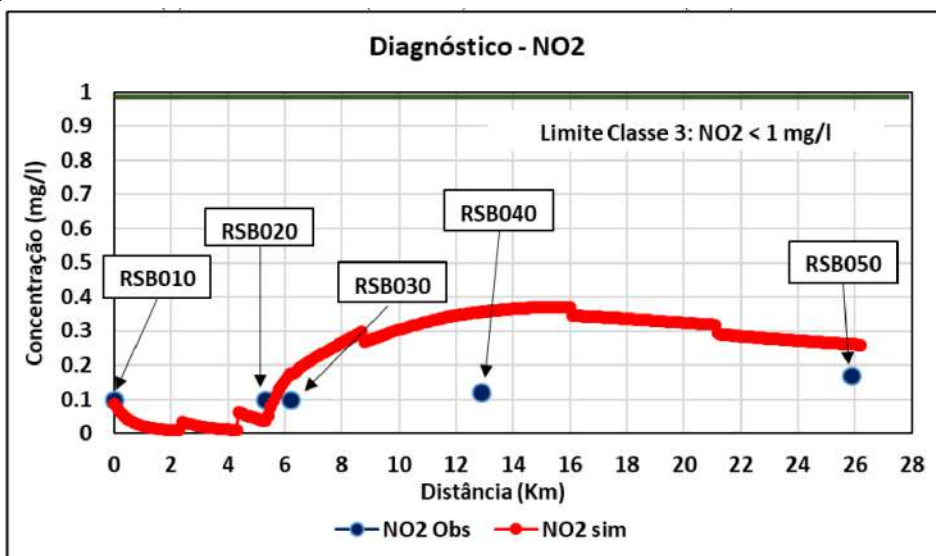
Fonte: Reproduzido de ALMEIDA (2020).

Figura 92 – Modelamento do poder de autodepuração do Ribeirão Sobradinho: parâmetro: Nitrogênio Amoniacal (NH_3 - mg/l).



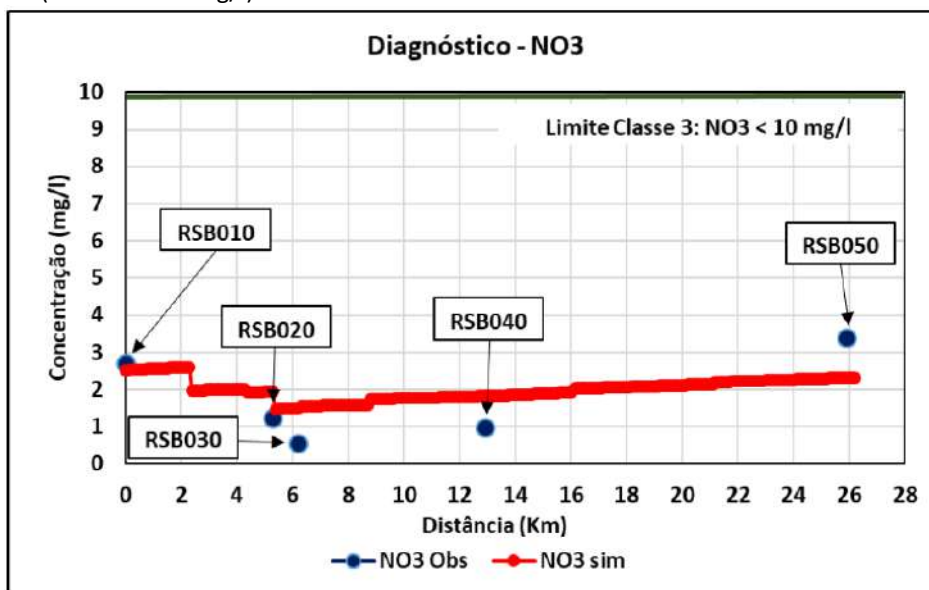
Fonte: Reproduzido de Almeida (2020).

Figura 93 – Modelamento do poder de autodepuração do Ribeirão Sobradinho: parâmetro: Nitrito (NO_2 - mg/l).



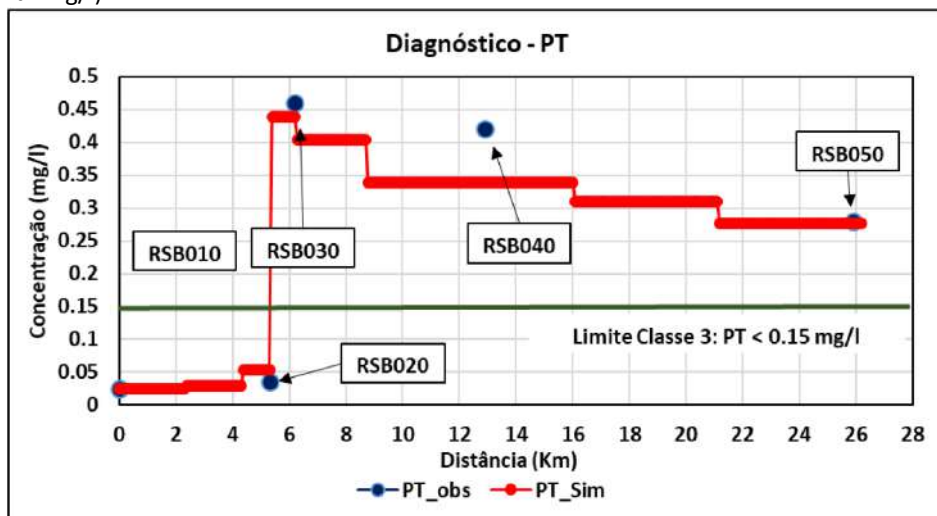
Fonte: Reproduzido de Almeida (2020).

Figura 94 – Modelamento do poder de autodepuração do Ribeirão Sobradinho: Parâmetro: Oxigênio Dissolvido (Nitrato NO_3 - mg/l).



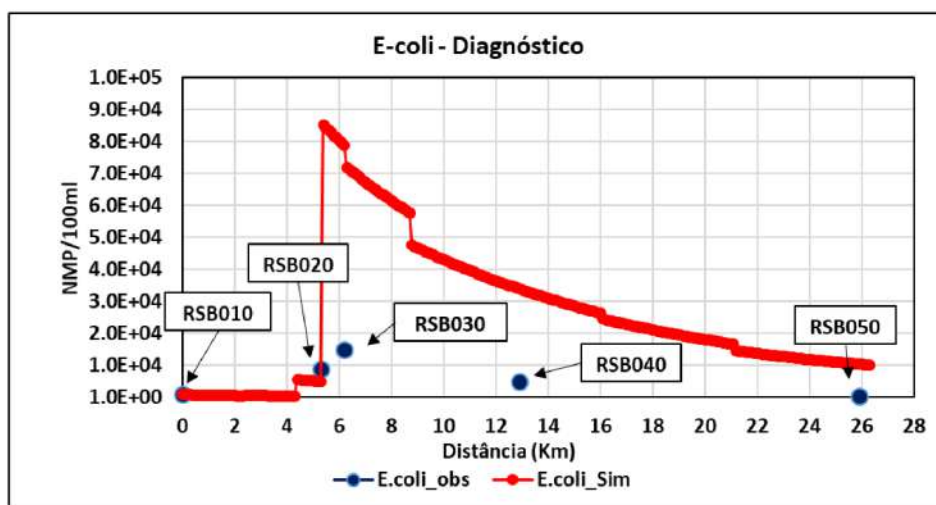
Fonte: Reproduzido de Almeida (2020).

Figura 95 – Modelamento do poder de autodepuração do Ribeirão Sobradinho: parâmetro: Fósforo Total (Pt - mg/l).



Fonte: Reproduzido de Almeida (2020).

Figura 96 – Modelamento do poder de autodepuração do Ribeirão Sobradinho: parâmetro: *E. coli* – NMP/100ml.



Fonte: Reproduzido de Almeida (2020).

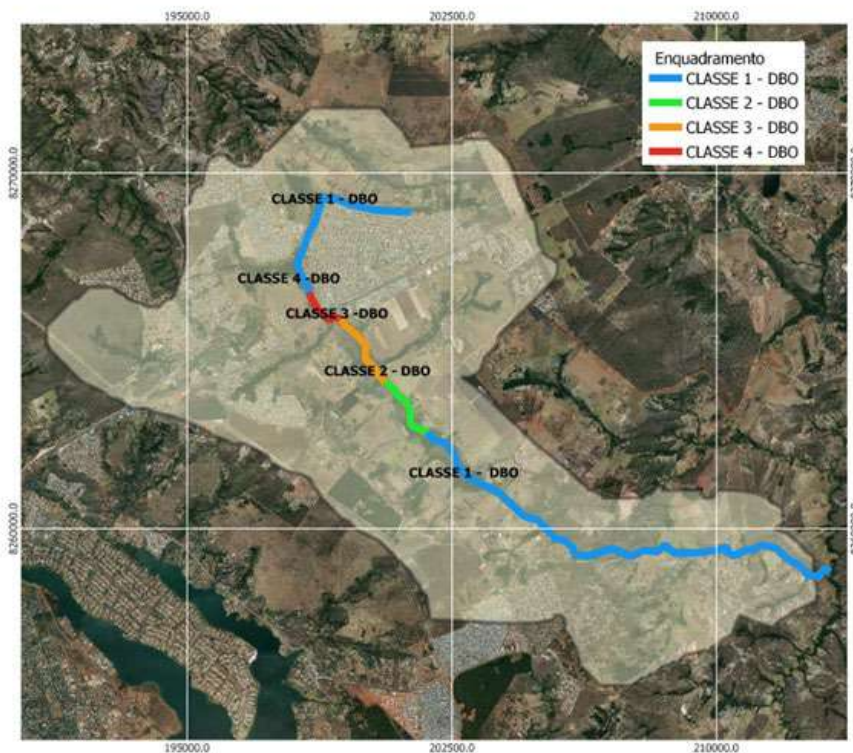
Embora o parâmetro *E.coli* não apresente boa aderência ao modelo, conforme apresentado nos tópicos anteriores, este parâmetro apresenta significativas variações ao longo do tempo e do espaço, ficando sempre acima das condições estabelecidas para a Classe 3. Recebendo contribuições ao longo do percurso do Ribeirão, de modo significativo em seu baixo curso, pode-se inferir que também este parâmetro se encontra acima, ou mesmo muito acima, da capacidade de autodepuração do Ribeirão Sobradinho.

Da Figura 90 à 100, observa-se que o comportamento dos parâmetros monitorados está de acordo com o apontado em sistemas naturais (VON SPERLING, 2005): após os pontos de lançamentos de esgotos, forma-se uma zona de degradação, seguida por uma recuperação parcial relativamente rápida dos agentes impactantes, sem, contudo, atingir as zonas de água limpa.

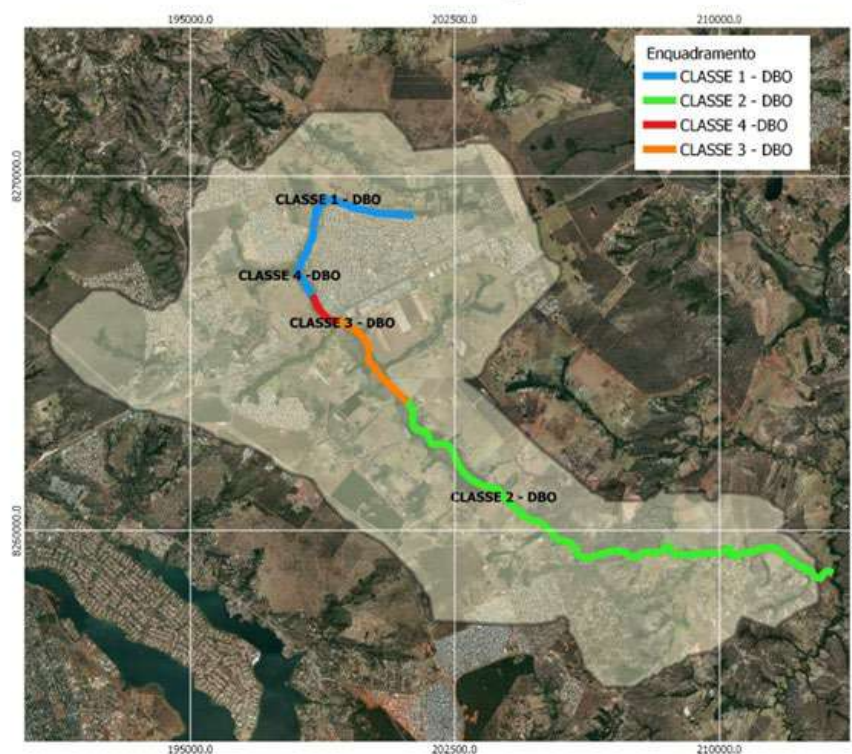
Embora alguns dos parâmetros monitorados e modelados retornem à classe em que se encontravam a montante do ponto de lançamento da ETE Sobradinho, especialmente nas situações de vazão média, as concentrações finais na região do exutório, em geral, apresentam-se acima das observadas anteriormente ao lançamento de efluentes da ETE Sobradinho, à exceção do fósforo, que a jusante do ponto de lançamento passa para Classe 4 e assim permanece até seu exutório, ou seja, as concentrações de fósforo total lançados no Ribeirão estão muito acima do seu poder de autodepuração para este elemento.

Figura 97 – Espacialização dos dados de modelamento do poder de autodepuração do Ribeirão Sobradinho para o parâmetro Demanda Biológica de Oxigênio (DBO), para condições de vazão natural mínima para um período de recorrência de dez anos e com sete dias de duração ($Q_{7,10}$) e vazão média de longo período (VMLP).

Vazão Mínima $Q_{7,10}$



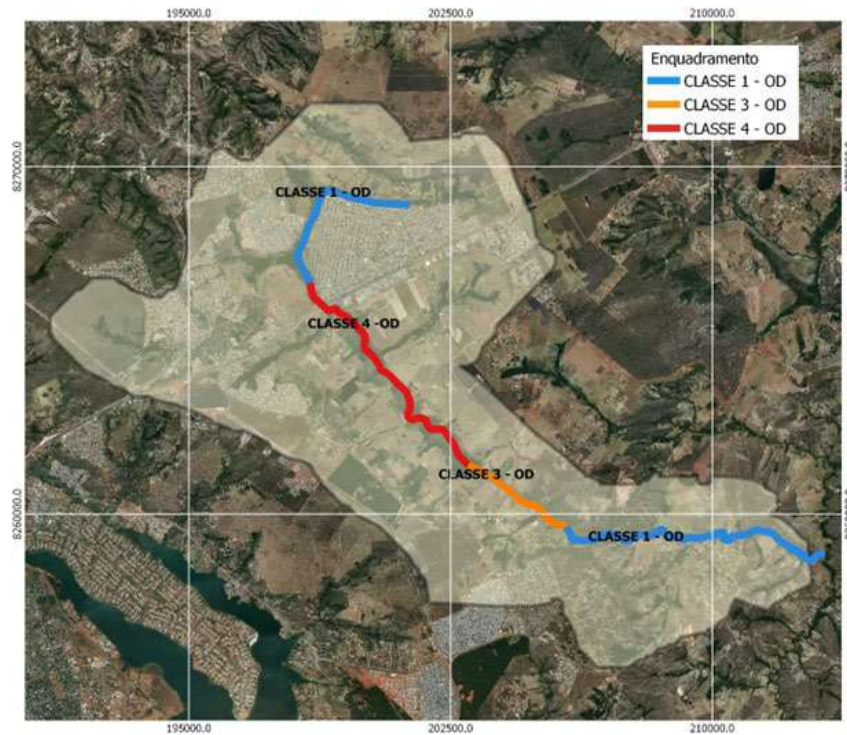
Vazão Média de Longo Período



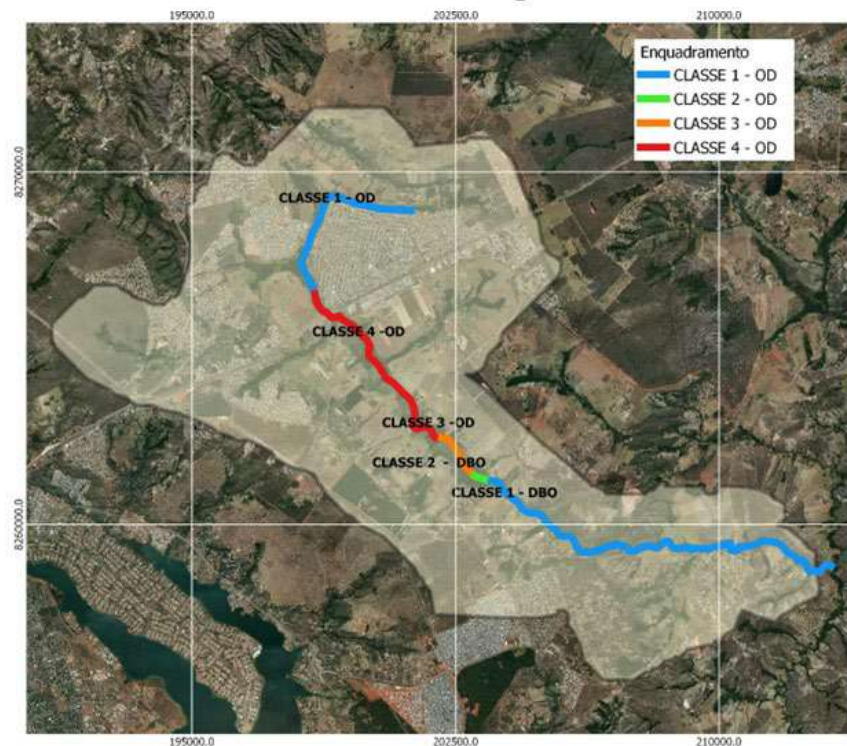
Fonte: Adaptada de Almeida (2020).

Figura 98 – Espacialização dos dados de modelamento do poder de autodepuração do Ribeirão Sobradinho para o parâmetro Oxigênio Dissolvido (OD), para condições de vazão natural mínima para um período de recorrência de dez anos e com sete dias de duração (Q7,10) e vazão média de longo período (VMLP).

Vazão Mínima Q7-10



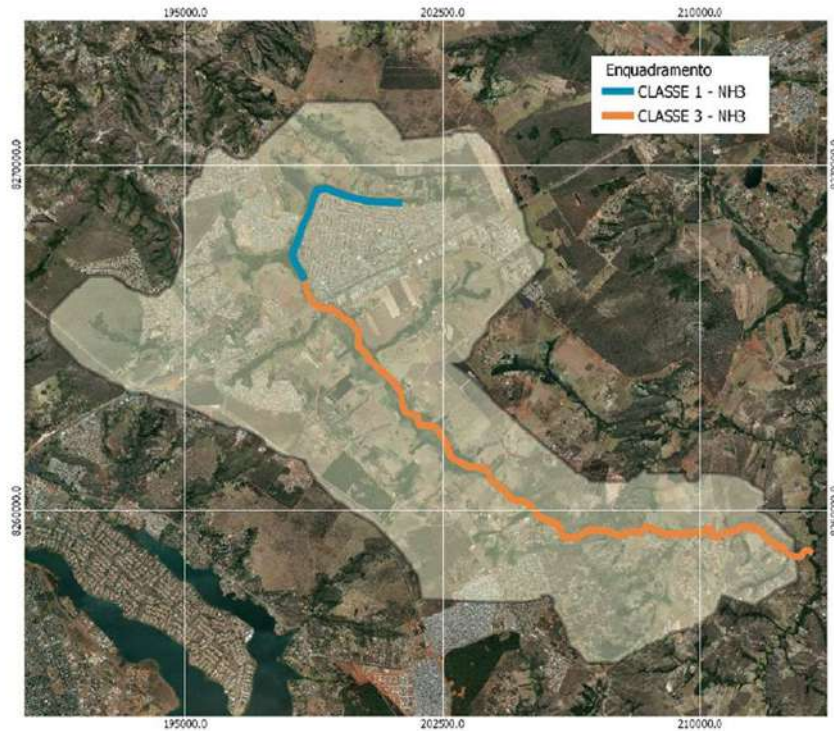
Vazão Média de Longo Período



Fonte: Adaptada de Almeida (2020).

Figura 99 – Espacialização dos dados de modelamento do poder de autodepuração do Ribeirão Sobradinho para o parâmetro Nitrogênio Amoniacal (NH₃), para condições de vazão natural mínima para um período de recorrência de dez anos e com sete dias de duração (Q_{7,10}) e vazão média de longo período (VMLP).

Vazão Mínima Q_{7,10}

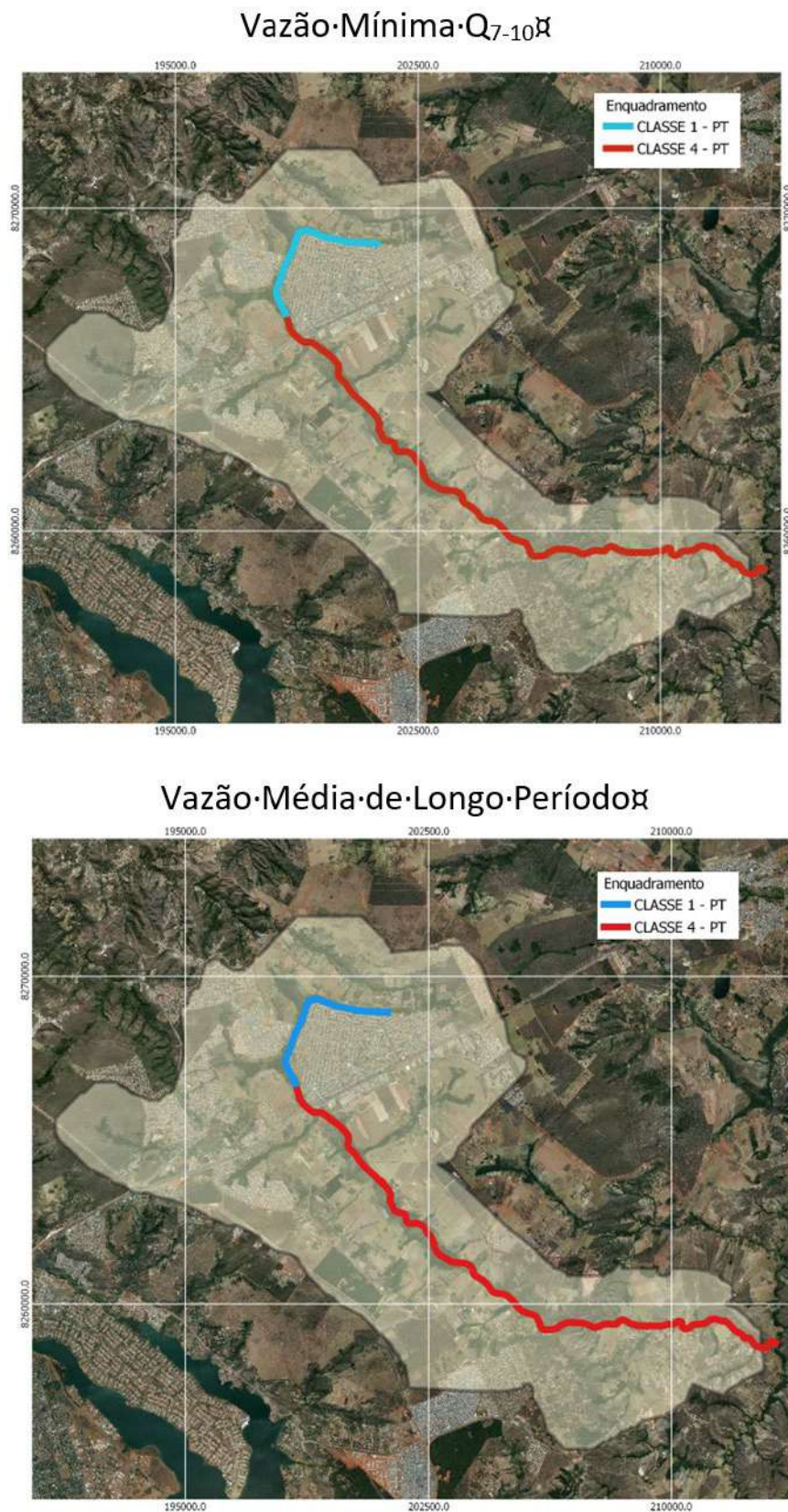


Vazão Média de Longo Período



Fonte: Adaptada de Almeida (2020).

Figura 100 – Espacialização dos dados de modelamento do poder de autodepuração do Ribeirão Sobradinho para o parâmetro Fósforo Total (Pt), para condições de vazão natural mínima para um período de recorrência de dez anos e com sete dias de duração (Q7,10) e vazão média de longo período (VMLP).



Fonte: Adaptada de ALMEIDA (2020).

4.6 Interferência sobre os Corpos Hídricos

A qualidade e a quantidade dos recursos hídricos de uma região, além dos condicionantes climáticos, estão diretamente relacionadas ao uso e à ocupação da terra e às condições naturais, contudo, à medida que a região é ocupada, esse equilíbrio é alterado, causando impactos geralmente negativos, tanto na qualidade como na quantidade dos recursos hídricos. As alterações podem, em casos extremos, degradá-lo, tornando-o impróprio para utilização e sustentação do meio biótico.

A Unidade Hidrográfica do Ribeirão Sobradinho vem sendo ocupada de forma sistemática desde meados do século XVII, com a mudança da capital e a construção do núcleo urbano de Sobradinho. A urbanização e o crescimento populacional, no mais das vezes, desordenados, no entorno da bacia, constituem as principais interferências em relação a disponibilidade e qualidade dos recursos hídricos. O uso agrícola das águas constitui-se também uma interferência importante nesses recursos. Conforme descrito no tópico 4.3.2 Uso e Cobertura da Terra, a ocupação urbana e as atividades agropecuárias totalizam, respectivamente, 33% e 23% do uso atual da bacia.

A ocupação urbana promove o desmatamento e a impermeabilização de grandes áreas da bacia, e os processos de urbanização têm como consequência imediata a diminuição tanto das áreas de recarga dos aquíferos quanto das vazões dos cursos superficiais, além de o consequente aumento da concentração do fluxo superficial total promover erosão e assoreamento dos corpos hídricos.

De maneira qualitativa, conforme estabelecido pelos diferentes usos observados na UHRS, cerca de 67% da vegetação natural foi de alguma forma mais ou menos alterada, 43% encontram-se com sua cobertura natural e 22% têm uso agrícola. Cerca de 33% da bacia se encontra urbanizada ou em processo de urbanização, comprometendo a qualidade das águas superficiais e subterrâneas. As taxas de impermeabilização são variáveis, sendo baixas a moderadas em áreas de urbanização planejada e em alguns condomínios, e elevadas em áreas de maior densidade, como Sobradinho II, Itapoã e condomínios locais. Para as áreas urbanas, existem práticas que proporcionam a mitigação da impermeabilização, contudo, não vêm sendo implementadas eficazmente na área da UHRS.

Uma maneira de quantificar ou semiquantificar a influência da impermeabilização na degradação da bacia pode ser estabelecida por meio do método Número Curva (CN), desenvolvido pela *Soil Conservation Services* (SCS, 1964), do departamento de Agricultura dos Estados Unidos. Tendo levado em consideração o uso atual da terra e os grupos hidrológicos de solos, chegaram ao cálculo do Índice Físico para Análise do Grau de Escoamento Superficial Direto de uma bacia hidrográfica (SARTORI, 2004).

O CN é um índice adimensional que varia de 0 a 100, dando a intensidade do escoamento, ou seja, quanto maior o CN, maior escoamento superficial e menor

infiltração. O valor de CN = 70 é o limite máximo desse indicador para sustentabilidade ambiental dos recursos hídricos de bacias hidrográficas (SCS, 1964). Esse índice é calculado para diferentes segmentos da bacia hidrográfica e a média ponderada pela área estabelece o CN da bacia total.

Conforme observado na Figura 101 e na Tabela 19, na UHRS predominam regiões com valor de CN alto, em sua maior parte correspondendo a áreas urbanas que se encontram acima do limite da sustentabilidade. Considerando a bacia em sua totalidade, o CN representativo da UHRS é 61, portanto, a bacia encontra-se próxima de seu limite de sustentabilidade, que logo pode ser atingido, com a continuidade de sua urbanização desenfreada.

Tabela 19 – Índice Físico para Análise do Grau de Escoamento Direto na UHRS.

Índice CN	Grau de Escoamento Superficial Direto	Área (km ²)	Área (%)
< 26	Baixo	40,46	27,75
26 - 70	Moderado	33,40	22,91
70 - 92	Alto	71,92	49,33

Fonte: Elaboração própria.

Na Figura 102, observa-se que a ocupação urbana da bacia está concentrada em dois setores principais: na região de cabeceiras, marcada pela construção de Sobradinho, Sobradinho II e de vários condomínios em seus entornos, e em seu baixo curso da margem direita.

O lançamento de águas pluviais e, principalmente, de efluentes representa a principal interferência sobre o Ribeirão Sobradinho. De acordo com Distrito Federal (2016), a vazão outorgada para a diluição, que também considera a carga de poluentes provenientes de regiões não servidas por esgotamento sanitário, é classificada como de alto grau de comprometimento.

No entorno de Sobradinho, a natureza desordenada dessas ocupações – cuja maioria não contava com serviços básicos de saneamento, abastecimento de água e disposição de águas pluviais – levou esses empreendimentos a recorrerem a soluções individuais. O abastecimento de água, em geral, é feito por poços tubulares profundos, ao mesmo tempo em que o esgotamento sanitário dispõe de fossas (sépticas, sumidouros) ou, quando não, é diretamente lançado sobre os corpos hídricos superficiais. Tal recurso vem promovendo a degradação das águas superficiais, identificadas desde suas áreas de cabeceiras, conforme pode ser constatado pela avaliação dos dados de qualidade da água a montante do ponto de lançamento da ETE Sobradinho. As contaminações verificadas nessa região são provenientes das ocupações irregulares, representadas pelos condomínios e, muito provavelmente, pelo funcionamento deficiente de estações elevatórias de esgoto nos núcleos urbanos em Sobradinho e Sobradinho II, nas regiões do Parque Ecológico dos Jequitibás e no Parque Recreativo e Ecológico Canela de Ema.

A partir da reforma e ampliação da ETE Sobradinho, grande parte do esgoto sanitário dos núcleos urbanos localizados nas cabeceiras do Ribeirão tem sido captado e tratado nesta estação; no entanto, como vimos, a quantidade e a qualidade dos efluentes lançados na UHRS encontram-se acima de sua capacidade de suporte. Por esta razão, vários parâmetros de qualidade de suas águas levam-no a se classificar, permanente ou sazonalmente, na Classe 4 da resolução Conama n.º 357/2005, isto é, acima da Classe 3 (na qual é atualmente enquadrado).

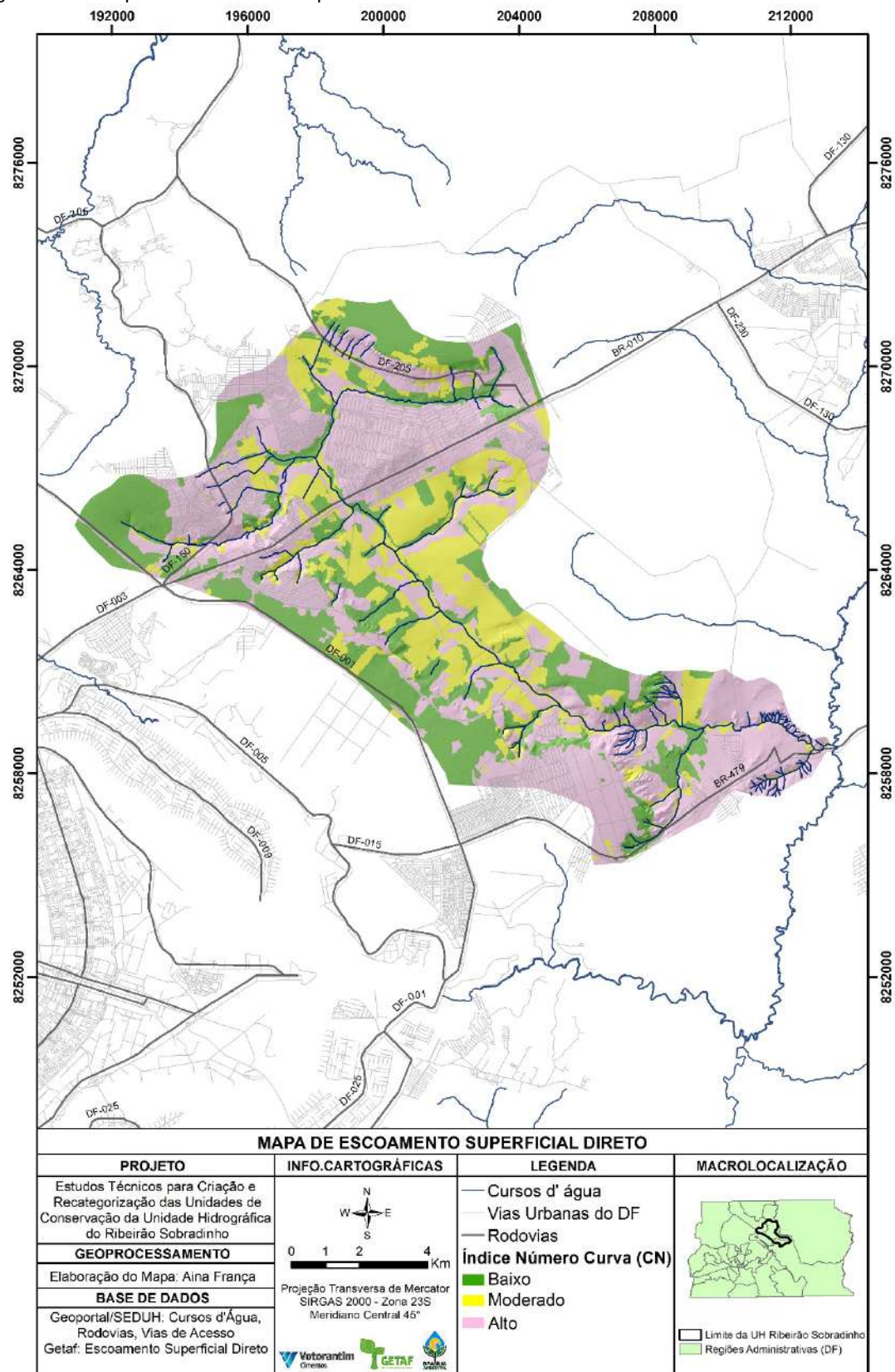
Outro setor da bacia que vem experimentando um intenso processo de ocupação urbana é o seu baixo curso pela margem direita, marcado pela expansão do Núcleo Urbano Itapoã e condomínios como Interlagos e Euler Paranhos, dentre outros empreendimentos. A ocupação urbana neste setor da bacia já se faz notar pela degradação da qualidade das águas, tanto superficiais como subterrâneas.

Conforme demonstrado nas figuras 103 e 104, a captação das águas superficiais e subterrâneas representa outra intervenção bastante importante nos recursos hídricos da bacia. Estão cadastradas 43 outorgas de captação das águas superficiais, totalizando uma produção máxima de 284,53 l/seg, cuja maior parte é utilizada na irrigação agrícola, seguida por seu uso no abastecimento humano e usos diversos, representado por captação por caminhão pipa, que retira água no baixo curso do córrego Paranoazinho (Figura 103). De acordo com Distrito Federal (2016) a vazão outorgada para retirada de água superficial é considerada de baixo grau de comprometimento.

A água subterrânea na bacia é intensamente explorada, especialmente nas regiões de maior ocupação urbana, refletindo em seu uso preponderante no abastecimento urbano (Figura 104).

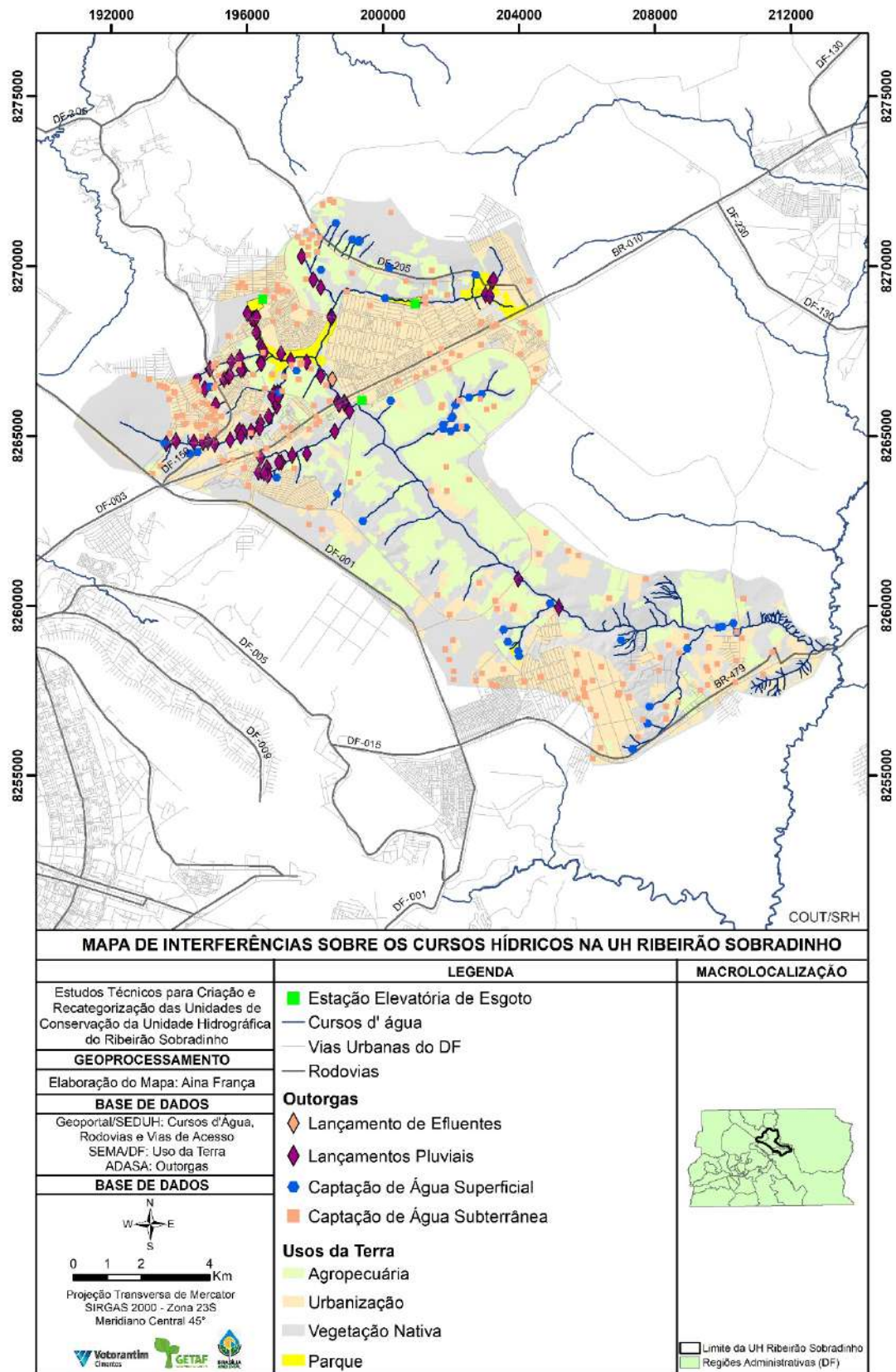
Na área ocupada pela UH do Ribeirão Sobradinho encontram-se outorgados 228 poços tubulares profundos capazes de suprir 1.440,2 m³/h. O uso intensivo de poços artesianos, muitas vezes mal construídos e mal protegidos, associado às condições de uso da terra na bacia, especialmente a utilização de fossas e sumidouros para a disposição das águas servidas, tem provocado uma notável degradação das águas subterrâneas da bacia, conforme se constatou com o monitoramento do poço artesiano feito neste estudo, que apresentou contaminação por fósforo, compostos nitrogenados e coliformes. CASTANHEIRA (2016) mostrou em estudo regional que em sua maior parte as águas subterrâneas da UHRS atualmente encontram-se classificadas nas classes 3 e 4 da Resolução Conama n.º 357/2005 (Figura 105).

Figura 101 – Mapa do escoamento superficial direto.



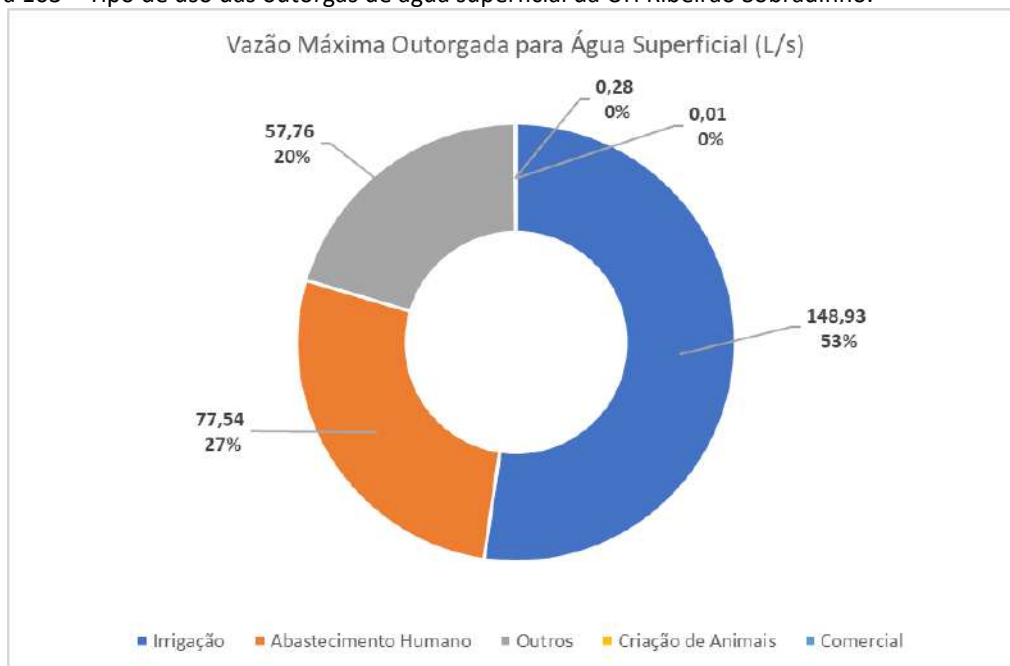
Fonte: Elaboração própria.

Figura 102 – Distribuição dos elementos de interferências sobre os cursos hídricos na UHRS.



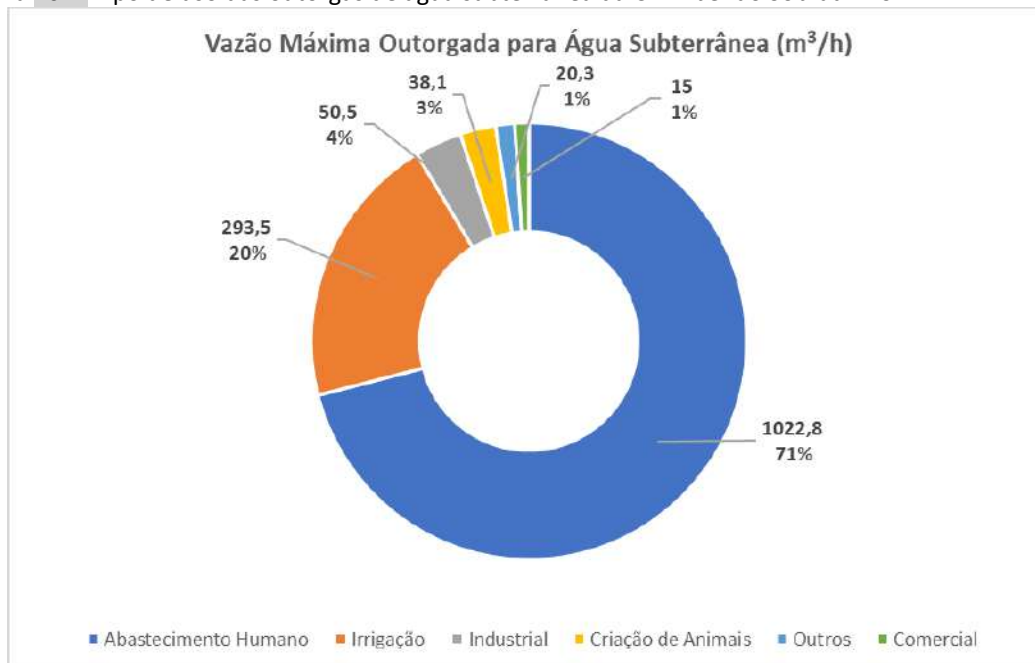
Fonte: Elaboração própria.

Figura 103 – Tipo de uso das outorgas de água superficial da UH Ribeirão Sobradinho.



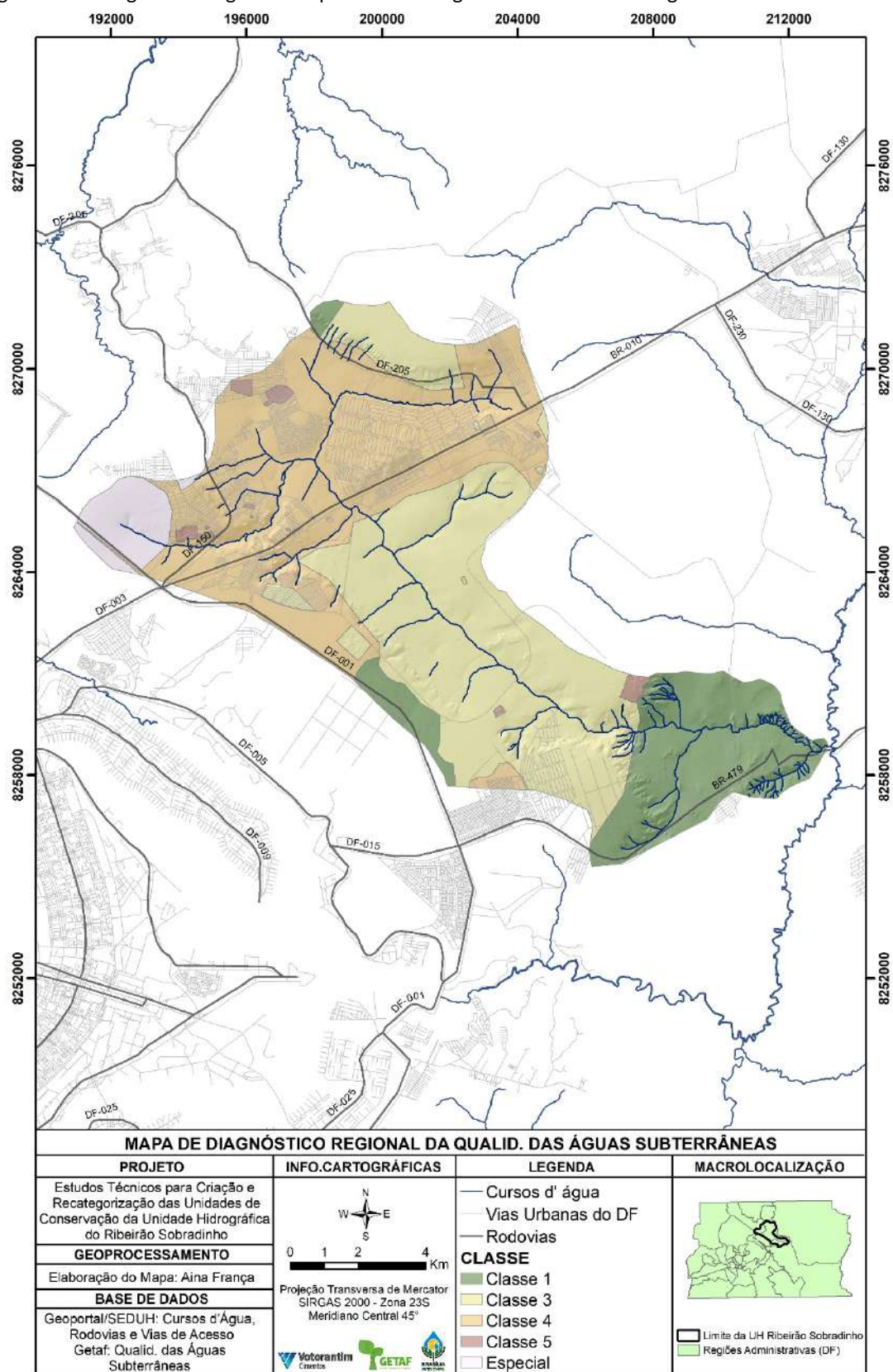
Fonte: Adasa <https://gis.adasa.df.gov.br/portal/apps/webappviewer/index.html?id=716687c019ec41aa892c8845b517da24>. Dados atualizados até: 31/01/2020.

Figura 104 – Tipo de uso das outorgas de água subterrânea da UH Ribeirão Sobradinho.



Fonte: Adasa <https://gis.adasa.df.gov.br/portal/apps/webappviewer/index.html?id=716687c019ec41aa892c8845b517da24>. Dados atualizados até: 31/01/2020.

Figura 105 – Diagnóstico regional da qualidade das águas subterrâneas da região da UHRS.



Fonte: Adaptado de Castanheira (2016).

4.7 Relação da Análise de Água com Doenças Infectocontagiosas

De todo o consumo diário *per capita*, em média, apenas 2 ou 3 litros de água são utilizados como bebida ou no preparo de alimentos. Esta parcela, somada à água destinada a higiene corporal, deve ser objeto de rigorosa padronização da qualidade, de modo que não se torne nociva à saúde pública (BRANCO *et al.*, 2006).

Dentre as principais doenças de veiculação hídrica, destacam-se: diarreia por *Escherichia coli*, amebíase, cólera, leptospirose, disenteria bacteriana, hepatite A, esquistossomose, febre tifoide, ascaridíase, dengue, rotavírus, toxoplasmose. Dentre as doenças relacionadas, aquela que está associada a maior incidência de mortalidade é a diarreia por *Escherichia coli* – contudo, em geral, os dados existentes de óbitos por diarreia não permitem concluir uma nítida relação entre óbitos por infecção intestinal e condições de saneamento. Em termos de oferta de água tratada e redes de esgoto, BRANCO *et al.* (2006) indicam que, no Distrito Federal, dentre as ocorrências de óbitos por infecção em relação ao saneamento básico, 1,1% delas estão relacionadas a infecção intestinal.

De acordo com os dados disponibilizados pela Subsecretaria de Vigilância à Saúde do Distrito Federal, até 2019, para a maioria das doenças acima listadas, o registro de ocorrências é baixo, com raros casos de óbito, isto é, não se registram no DF casos de surtos de doenças relacionadas a veiculação hídrica. No entanto, conforme a análise da qualidade das águas do Ribeirão Sobradinho aqui apresentada, evidenciou-se a presença de *E. coli* ao longo de todo o Ribeirão, e em quantidades significativas após o ponto de lançamento de efluentes da ETE Sobradinho. Por conseguinte, as águas da UHRS devem ser consideradas de elevado risco para a transmissão de infecções provocadas pelo *E. coli*.

Os dados disponibilizados pelos Sistemas de Informação de Saúde do DF não fornecem maior aprofundamento acerca da ocorrência de doenças provocadas pelo uso e/ou contato com as águas do Ribeirão, de forma que os dados de qualidade das suas águas permitem afirmar apenas que elas não podem ser utilizadas para o consumo direto e/ou com tratamentos simplificados, nem para recreação, nem para a irrigação de hortaliças e/ou vegetais de consumo cru.

4.8 Considerações Gerais

A área da UHRS apresenta um histórico de ocupação que remonta ao século XVII, tradicionalmente a região teve seu desenvolvimento relacionado às atividades agropecuárias, entretanto, a partir da fundação da cidade de Sobradinho, este tipo de uso vem sendo progressivamente substituído por ocupações urbanas, que especialmente, a partir da década de 1990, quando a intensificação da ocupação

desordenada, criou novos núcleos urbanos, dentre os quais destacam-se Sobradinho II e Itapoã (ROSSI e DINIZ 2019).

Do ponto de vista do meio físico, a bacia apresenta características geológicas, geomorfológicas e pedológicas que, no contexto geral, apresentam baixa restrição a urbanização, contudo, a rápida e desordenada ocupação urbana resulta nas pressões atuais sobre os recursos hídricos.

Quanto à geologia, o substrato rochoso está representado por unidades metassedimentares, incluídas nos grupos Paranoá e Canastra, englobando litologias e contexto estrutural de baixo risco geotécnico. Destaca-se, no alto curso do Ribeirão, a presença de rochas carbonáticas, o que enseja alguns cuidados quanto ao potencial de existência de cavidades subaflorantes, mas não há registro de problemas relacionados a essa feição na região.

Geomorfologicamente, trata-se de uma região na qual predominam terrenos, de planos a suave-ondulados, de baixas declividades. A ocupação ao longo de setores com rampas íngremes e escarpas, localmente associadas a litologias de maior resistência, é algo que deve ser evitado. Dentre as unidades geomorfológicas, destacam-se as regiões de chapadas esculpidas sobre unidades quartzíticas e psamo-pelíticas, que constituem as principais áreas de recarga regional dos aquíferos da UHRS.

A maior parte da Unidade Hidrográfica do Ribeirão Sobradinho apresenta, como cobertura pedológica, espessos solos lateríticos, que, além de serem responsáveis pela manutenção e regularização das vazões, apresentam boas características geotécnicas, favoráveis tanto à ocupação urbana como à mecanização agrícola.

Em função das baixas declividades no alto e médio curso do Ribeirão Sobradinho, desenvolve-se ali expressiva ocorrência de gleissolos, que, por se apresentarem sazonalmente saturados, possuem importante função de manutenção ecológica. Esse local corresponde, por tal razão, a área de sensibilidade ambiental, imprópria para a urbanização.

Dentre os aspectos do meio físico avaliados, os recursos hídricos são os que apresentam os mais significativos impactos na UHRS. Assim como em todo o Distrito Federal, a região de estudo não apresenta contribuição significativa de efluentes industriais e/ou traços de metais, sendo as principais cargas poluentes relacionadas ao esgotamento sanitário urbano e à drenagem pluvial urbana e rural.

Quanto à qualidade dos recursos hídricos subterrâneos, existem poucos estudos, entretanto, especialmente nas áreas ocupadas por condomínios, já se verifica sua degradação. Conforme mostram os estudos de Castanheira (2016), há notícias de suspensão de abastecimento urbano por alguns poços operados pela Caesb, e os resultados analíticos do poço aqui investigado (amostras RBS-CCH-001 e RBS-CCH-002).

O Ribeirão Sobradinho está enquadrado na Classe 3, devido ao seu uso preponderante (Distrito Federal, 2014), qual seja, receptor de efluentes da ETE Sobradinho. Entretanto, conforme evidenciado no estudo aqui apresentado, o Ribeirão já apresenta contaminação a montante desta estação de tratamento de esgoto, proveniente de lançamentos irregulares e problemas de elevação em estações elevatórias de esgotos. Os dados avaliados indicam também que no baixo curso do Ribeirão, a jusante da Cachoeira do Gancho, também ocorrem entradas significativas de efluentes cuja origem não está ainda esclarecida, podendo ser devido à expansão do núcleo urbano de Itapoã e/ou dos condomínios presentes nesta região, especialmente na margem direita do Ribeirão.

De acordo com os dados apresentados em Lima & Silva (2002), Mierzwa & Hespanhol (2005), Distrito Federal (2016) e Lima *et al.* (2019), o Distrito Federal tem uma das menores disponibilidades hídricas do Brasil. Recalculando os dados apresentados por Mierzwa & Hespanhol (2005), para a população atual do Distrito Federal (3.094.326 habitantes – IBGE 2022), a disponibilidade hídrica estaria em torno de 672 m³/hab./ano, ou 905 m³/hab./ano se considerados os dados de Lima *et al.* (2018) – o que, de acordo com o índice estabelecido pela Organização das Nações Unidas, situa o DF na classificação de demanda hídrica pobre, com disponibilidade *per capita* entre 500 a 1.000 m³/hab./ano ou na classe hídrica de escassez crônica de água, segundo o Índice de Falkenmark (CANEJO *et al.*, 2007).

Recentemente, essa escassez provocou uma acentuada crise hídrica na região do Distrito Federal (LIMA *et al.*, 2019), o que demonstra a necessidade da preservação dos níveis de qualidade dos mananciais ao menos na classe 2.

No caso específico da UHRS, a melhoria da qualidade de suas águas não só teria um impacto positivo na própria bacia como na qualidade das águas do rio São Bartolomeu e até mesmo do rio Corumbá, fundamentais na estratégia de provimento de água no médio e longo prazo para o DF (Distrito Federal, 2016).

A melhoria da qualidade das águas da UHRS está vinculada a dois aspectos intimamente relacionados: um, de natureza institucional, propõe que seu enquadramento seja alterado da Classe 3 (Distrito Federal, 2014) para a Classe 2; outro, relativo às medidas de proteção direta dos corpos hídricos, tem, como principal desafio, a melhoria da qualidade dos efluentes tratados na ETE Sobradinho, alterando seu nível de tratamento secundário (ADASA, 2020) para nível terciário, de forma que o efluente lançado não ultrapasse os limites da Classe 2 e nem a capacidade de autodepuração do Ribeirão para esta classe – considerando ainda a necessidade de uma avaliação a respeito do redimensionamento desta ETE.

Sendo assim, a qualidade das águas passa necessariamente pela proteção ambiental do corpo hídrico, em especial, a vegetação ciliar. Nesse sentido, a bacia possui

remanescentes consideráveis, que se estendem para além das APPs de cursos d'água. Considerando o uso atual, e a tendência de expansão urbana na região, sugere-se uma alternativa para garantir a proteção destas formações florestais, qual seja, o Poder Executivo declará-las áreas de utilidade pública, transformando toda sua ocorrência em APP, conforme previsto no Artigo 6º da Lei 12.651/2012 (Código Florestal).

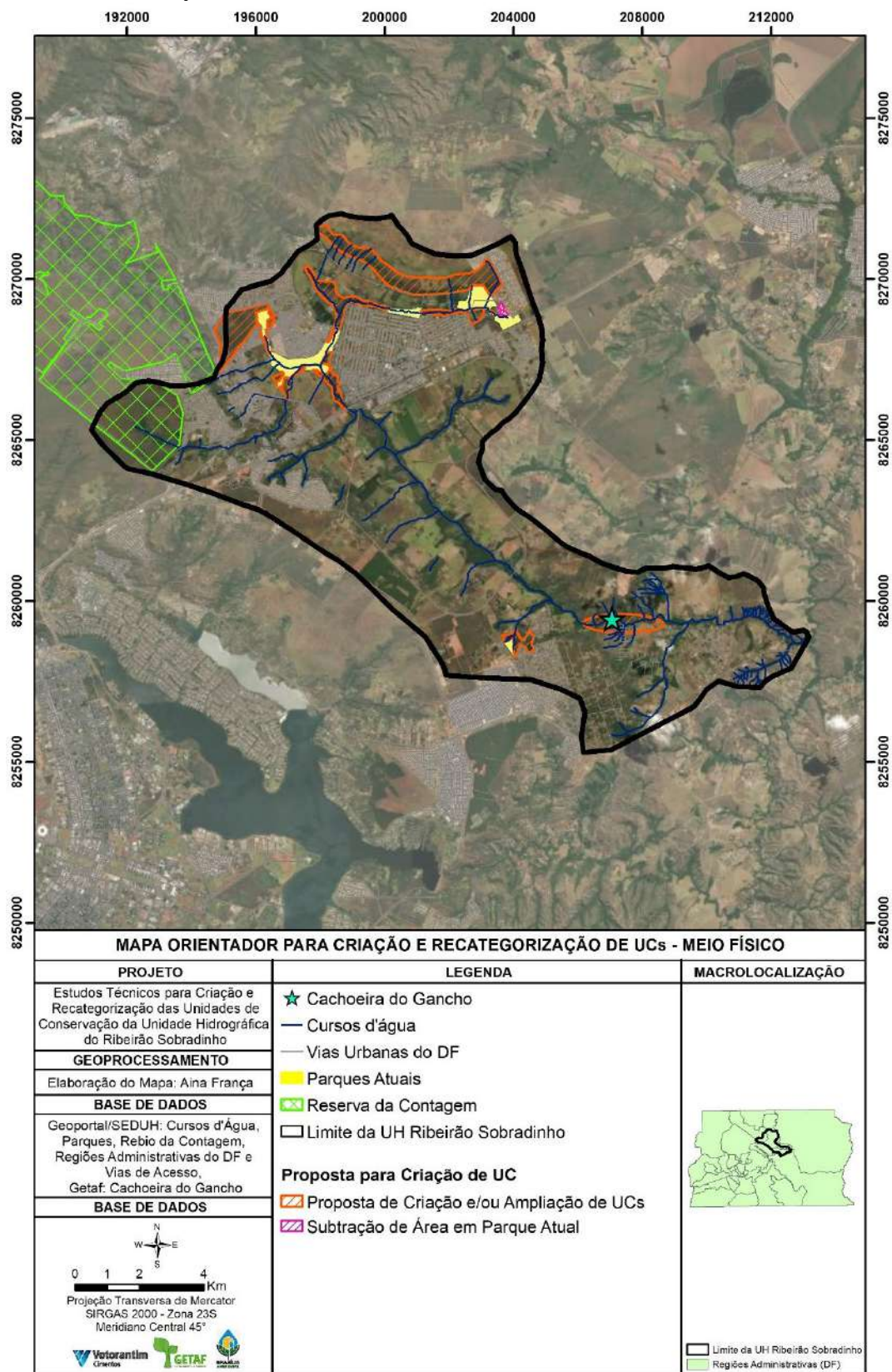
Outra medida para assegurar a qualidade das águas é a proteção das suas áreas de cabeceiras e nascentes. Para tanto, é fundamental que os parques ali existentes sejam mantidos e ampliados em função da relevância local, recategorizados para níveis mais restritivos e transformados em Unidades de Conservação os que ainda não façam parte do Sistema Distrital de Unidades de Conservação (Sduc) e/ou do Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza (Snuc).

Na Figura 106, são apresentadas as áreas de maior sensibilidade ambiental diagnosticadas pelo estudo das componentes do meio físico, as quais são aqui consideradas de maior relevância pela quantidade e qualidade dos seus recursos hídricos para a UHRS, e por se constituírem, propriamente, orientadoras para a criação e/ou recategorização das Unidades de Conservação e Parques. Nessa figura, as regiões de chapada correspondem às principais áreas de recarga dos aquíferos; em função da escala de trabalho e das fontes de geodados, as unidades indicadas como gleissolos e formações florestais precisam ser detalhadas para um melhor estabelecimento de suas características e limites. Além das feições citadas, chama-se atenção para a região na qual se localiza o sistema de cachoeiras conhecidas como Cachoeira do Gancho, por sua beleza cênica.

Finalmente, na região de cabeceira da UHRS, sugere-se que os parques existentes sejam redimensionados, buscando estabelecer a conectividade máxima entre eles e as formações florestais – se possível, que sejam integrados em uma única Unidade de Conservação, tendo como principais objetivos:

- proteção e recuperação dos recursos hídricos, com ações que busquem especialmente a balneabilidade do Ribeirão Sobradinho;
- proteção dos locais de relevante beleza cênica;
- recuperação das áreas degradadas;
- coibição de novos parcelamentos do solo;
- preservação das rampas íngremes e dos vales dissecados das encostas e vãos do Ribeirão Sobradinho.

Figura 106 – Mapa orientador das principais feições do meio físico para criação e recategorização de Unidades de Conservação na UHRS.



Fonte: Elaboração própria.

5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ADASA. Relatório de Vistoria e Fiscalização – RVF/COFA/033/2020. **Monitoramento Regular Capacidade de Tratamento das Estações de Tratamento de Esgoto – ETE**. Brasília: Adasa. 7p. 2020. Disponível em: [Relatorio de Fiscalizacao CapacidadeETEs.pdf \(adasa.df.gov.br\)](http://relatorio.de.fiscalizacao.CapacidadeETEs.pdf(adasa.df.gov.br))
- ALMEIDA, D. N. **Estudo Técnico de Autodepuração do Ribeirão Sobradinho**. Brasília: RHUMB, 2020. Inédito.
- ANA. **A evolução da gestão dos recursos hídricos no Brasil**. Brasília: Agência Nacional de Águas. 32p. 200
- BAPTISTA, G. M. M. Caracterização Climatológica do Distrito Federal. In: CAMPOS J. E. G.; FREITAS-SILVA, F. H. **Inventário hidrogeológico e dos recursos hídricos superficiais do Distrito Federal**. Brasília. IEMA/SEMATEC/UnB. Parte VI. p. 187-208. 1998.
- BERTRAN, P. **História da terra e do homem no Planalto Central**: Eco-História do Distrito Federal do indígena ao colonizador. Brasília: Editora Universidade de Brasília. 615p. 2011.
- BRANCO, S. M.; AZEVEDO, S. M. F. O.; TUNDISI, J. G. Água e saúde humana. In: REBOUÇAS, A. C.; BRAGA, B.; TUNDISI, J. G. **Águas doces no Brasil**. São Paulo: Escrituras Editora. p. 241-266. 2006.
- CAMPOS, J. E. G. Meio Físico do Distrito Federal. In: **Zoneamento Ecológico-Econômico do Distrito Federal**. SEDUMAH, GDF. 2012.
- ; DARDENNE M. A.; FREITAS-SILVA, F. H.; MARTINS-FERREIRA, M. A. C. Geologia do Grupo Paranoá na porção externa da Faixa Brasília. **Brazilian Journal of Geology**, 43(3):461-476. 2013.
- ; FREITAS-SILVA, F. H. **Hidrogeologia do Distrito Federal**. In: CAMPOS, J. E. G.; FREITAS-SILVA, F. H. **Inventário hidrogeológico e dos recursos hídricos superficiais do Distrito Federal**. Brasília: IEMA/SEMATEC/UnB. v. 4, p. 1-85. 1998.
- ; MOURA, C. O.; JUNQUEIRA, T. P.; FREITAS-SILVA, F. H.; GARNIER, J. Águas Termiais na Chapada dos Veadeiros – GO. XVI Simpósio de Geologia do Centro-Oeste. Cuiabá-MT. 2019.
- CANEJO, J. G. L.; MARANHÃO, N.; BURNETT, J. A. B.; ANTUNES, B. XVII Simpósio Brasileira de Recursos Hídricos. *Anais...* São Paulo, 2007. 20p.

- CASTANHEIRA, D. **Enquadramento dos corpos hídricos subterrâneos do Distrito Federal:** parâmetros hidroquímicos e ambientais. Brasília: Instituto de Geociências, Universidade de Brasília. 92p. Dissertação de Mestrado. 2016.
- CODEPLAN. **Atlas do Distrito Federal.** Brasília. Secretaria do Governo/Secretaria da educação e Cultura/CODEPLAN. v. 1. 78p. 1984.
- DARDENNE, M. A. The Brasília Fold Belt. *In:* Cordani, U. G.; Milani, E. J.; Thomaz Filho, A.; Campos, D. A. Tectonic evolution of South America. 31 st International Geological Congress, Rio de Janeiro, SBG. p. 231-263. 2000.
- ; CAMPOS, J. E. G. Parque Nacional da Chapada dos Veadeiros, GO – Sítio de grande beleza cênica do centro-oeste brasileiro. *In:* SCHOBENHAUS, C.; CAMPOS, D. A.; QUEIROZ, E. T.; WINGE, M.; BERBERT-BORN, M. L. C. (Eds.). **Sítios Geológicos e Paleontológicos do Brasil.** 1. ed. Brasília: DNPM/CPRM – Comissão Brasileira de Sítios Geológicos e Paleobiológicos (SIGEP), v. 1, p. 323-333. 2002.
- DISTRITO FEDERAL. Conselho de Recursos Hídricos. Resolução n. 2, de 17 de dezembro de 2014. Aprova o enquadramento dos corpos de água superficiais do Distrito Federal em classes segundo os usos preponderantes. Brasília: Diário Oficial do Distrito Federal, Disponível em http://www.adasa.df.gov.br/images/stories/anexos/8Legislacao/ResAdasa/Resolucao02_17122014.pdf.
- DISTRITO FEDERAL. **Disponibilidade Hídrica no Distrito Federal e Ordenamento Territorial.** Brasília: Secretaria de Estado do Meio Ambiente. 2016. Disponível em: [ZEEDF CT03 Pre-Zoneamento 03A-Disponibilidade-Hidrica.pdf](#).
- EMBRAPA. **Mapa Pedológico Digital – SIG – atualizado do Distrito Federal escala 1:100.000 e uma síntese do texto explicativo.** Planaltina: Embrapa Cerrados. 31p. 2004.
- FARIA, A. **Estratigrafia e sistemas deposicionais do Grupo Paranoá nas áreas de Cristalina, Distrito Federal e São João D’Aliança – Alto Paraíso de Goiás.** Brasília: Instituto de Geociências, Universidade de Brasília. 199p. 1995.
- FIORI, J. P. O. **Avaliação de métodos de campo para a determinação de condutividade hidráulica em meios saturados e não saturados.** Brasília: Universidade de Brasília. 2010.
- FREITAS-SILVA, F. H.; CAMPOS, J. E. G. Geologia do Distrito Federal. *In:*———. **Inventário hidrogeológico e dos recursos hídricos superficiais do Distrito Federal.** Brasília: IEMA/SEMATEC/UnB, v. 1, Parte IV. 85p. 1998.
- . Geologia do Distrito Federal. *In:* **Inventário hidrogeológico e dos recursos hídricos superficiais do Distrito Federal.** Brasília: SEMATEC/IEMA: MMA-SRA. 1999.

- LAGEQ. **Metodologia aplicada ao LAGEQ e resultados das análises dos padrões de qualidade.** Brasília: Instituto de Geociências. Universidade de Brasília. 10p. Inédito. 2014.
- LIMA, J. E. F. *et al.* (Orgs.). **Gestão da crise hídrica 2016-2018: experiências do Distrito Federal.** Brasília: Adasa: Caesb: Seagri: Emater-DF. 328p. 2018.
- LIMA, J. E. F. W.; SILVA, E. M. da. Contribuição hídrica do Cerrado para as grandes bacias hidrográficas brasileiras. Anais do II Simpósio de Recursos Hídricos do Centro-Oeste – SIMPORH. Campo Grande: ABRH. Cd-Rom. 2002.
- MARTINS, E. S.; BAPTISTA, G. M. M. Compartimentação geomorfológica e sistemas morfodinâmicos do Distrito Federal. *In:* IEMA/SEMATEC/UnB. **Inventário hidrogeológico e dos recursos hídricos superficiais do Distrito Federal.** Brasília: IEMA/SEMATEC/UnB. v. 1, Parte II. 53p. 1998.
- MIERZWA, J. C.; HESPANHOL, I. **Água na indústria: uso racional e reuso.** São Paulo: Oficina de Textos. 144p. 2005.
- MULLER, C. V. A quantitative geomorphyc study of drainage basins characteristic in the Clinch Mountain área. **Technical Report.** Department of Geology, Columbia University. 1983.
- NOVAES PINTO, M. Caracterização geomorfológica do Distrito Federal. *In:* NOVAES PINTO, M. (Org.). **Cerrado: caracterização, ocupação e perspectivas.** Brasília. Editora UnB. 2ª ed. p. 285-320. 1994.
- ; CARNEIRO, P. J. R. Análise preliminar das feições geomorfológicas do Distrito Federal. *In:* CONGR. BRAS. DE GEÓGRAFOS. 4. Anais... São Paulo. Livro II. v. 2. p. 190-213. 1984.
- ROSSI, A. S.; DINIZ, F. V. T. Itapoã: primeiros anos. *In:* XVIII ENANPUR, *Anais...* Natal, 23p. 2019.
- SARTORI, A. Avaliação da classificação hidrológica do solo para a determinação do excesso de chuva do método do serviço de conservação do solo dos Estados Unidos. FEC/UNICAMP. Dissertação de Mestrado. 2004.
- SCS – Soil Conservation Service. Estimation of direct runoff from storm rainfall. *In:* **National Engineering Handbook.** Section 4 – Hydrology. Chapter 10. Hydraulic Engineer. p. 30, 1964.
- SEMA. Mapa da Cobertura Vegetal e Uso do Solo do DF. Brasília: Secretaria do Meio Ambiente do Distrito Federal. 2021. Disponível em:

<https://www.sema.df.gov.br/mapa-da-cobertura-vegetal-e-uso-do-solo-do-distrito-federal/>. Acesso: 31 jan 2022.

SCHUMM, S. A. Evolution of drainage system and slopes in badlands of Perth Amboy. **Bulletin of Geological Society of American**, [S.l.], n. 67, p. 597-646. 1956.

SISDIA. Sistema Distrital de Informações Ambientais. Brasília: Secretaria de Estado do Meio Ambiente. 2021. Disponível em: <https://sisdia.df.gov.br/home>. Acesso em: 31 jan 2022.

SMITH, K. Environmental hazards: assessing risk and reducing disaster. New York, Routledge: 59p. 2004.

SOARES, P. C.; FIORI, A. P. Lógica e sistemática na análise e interpretação de fotografias aéreas em geologia. **Not. Geomorfológica**, 16(32):71-104. 1976.

STRAHLER, S. N. **Quantitative analysis of watershed geomorphology**. Transaction of America Geophysics Union, [S.l.], 38: 913-920. 1957.

THORNTON, C. W.; MATHER, J. R. The water balance. **Climatology**, Centerton, NJ. v. 8, n. 1. 1955.

VASCONCELOS, A. Sobradinho. In: VASCONCELOS, A. **Cidades Satélites de Brasília**. Brasília: Edição do autor, impresso no Centro Gráfico do Senado Federal. p. 145-179. 1988.

VON SPERLING, M. **Introdução à qualidade das águas e ao tratamento de esgotos**. Belo Horizonte: Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental, Universidade Federal de Minas Gerais. v. 1, 3. ed.. 452p. 2005.

WISLER, C. O.; BRATER, E. F. **Hidrologia**. Tradução e publicação de Missão Norte-Americana pela Cooperação Econômica e Técnica no Brasil. Rio de Janeiro: Ao Livro Técnico S.A. 484p. 1964.

6 ANEXOS

Anexo 1. Análise Hidroquímica – Campanha 1

<https://drive.google.com/file/d/19UAgf8ps68SygXfQtxOqzsGB3VF9cFx/view?usp=sharing>

Anexo 2. Análise Hidroquímica – Campanha 2

<https://drive.google.com/file/d/1t8CPAtJ8UdokcQ6AtZxoPDVkhHoz1q1hK/view?usp=sharing>