



PLANO DE
GERENCIAMENTO INTEGRADO
DE RECURSOS HÍDRICOS
DO DISTRITO FEDERAL

SUBPRODUTO 1.B

CARACTERIZAÇÃO E
DIAGNÓSTICO

TOMO II

SUMÁRIO

10	DEMANDA HÍDRICA - AVALIAÇÃO DO QUADRO ATUAL DE DEMANDA HÍDRICA POR TIPO DE USOS, OUTORGADOS E OUTORGÁVEIS	15
10.1	Abastecimento humano	15
10.1.1	Dados de outorga	15
10.1.2	Comparação com dados de abastecimento.....	22
10.2	Indústria	33
10.2.1	Dados de outorga	33
10.2.2	Comparação com dados da Base Nacional de Usos da Água (BD-Usos) 41	
10.3	Irrigação	44
10.3.1	Dados de outorga	44
10.3.2	Comparação com outras bases de dados.....	52
10.4	Uso comercial	59
10.5	Mineração.....	65
10.5.1	Dados de outorga	65
10.5.2	Comparação com dados da Base Nacional de Usos da Água (BD-Usos) 69	
10.5.3	Comparação com dados de processos minerários	71
10.6	Criação animal	76
10.6.1	Dados de outorga	76
10.6.2	Comparação com dados da Base Nacional de Usos da Água (BD-Usos) 82	
10.7	Aquicultura e piscicultura.....	85
10.8	Outros usos	91
10.9	Total.....	98
10.10	Síntese.....	105
10.11	Lançamento de efluentes	113
10.11.1	Dados de outorga	113
10.11.2	Comparação com as informações dos sistemas de esgotamento sanitário 117	
10.12	Usos não consuntivos	119
10.12.1	Geração de energia hidrelétrica.....	119
10.12.2	Recreação, turismo e lazer	119
11	AVALIAÇÃO QUANTITATIVA DAS ÁGUAS SUPERFICIAIS	121
11.1	Diagnóstico das Disponibilidades Hídricas Superficiais	121
11.2	Dados Hidrológicos.....	122
11.2.1	Dados Pluviométricos	123
11.2.2	Dados Fluviométricos	128
11.2.3	Avaliação do Monitoramento nas Bacias Distritais	130

11.2.4	Características Físicas das Unidades Hidrográficas.....	132
11.3	Infraestrutura Hídrica	136
11.3.1	Reservatórios.....	136
11.3.2	Elementos de Infraestrutura Hídrica	141
11.4	Vazões Naturais.....	142
11.5	Regionalização de Vazões.....	144
11.5.1	Conceito, Etapas e Limitações.....	144
11.5.2	Regionalização das Vazões Mínimas	145
11.5.3	Regionalização das Vazões Médias	146
11.5.4	Regionalização das vazões das Unidades Hidrográficas	146
11.6	Modelo Hidrológico	161
11.7	Disponibilidade por Unidade Hidrográfica	163
11.7.1	Rio Corumbá.....	163
11.7.2	Rio Descoberto	170
11.7.3	Lago Paranoá	177
11.7.4	Rio São Bartolomeu.....	185
11.7.5	Rio São Marcos	194
11.7.6	Rio Preto.....	198
11.7.7	Rio Maranhão	206
11.7.8	Disponibilidade hídrica na Bacia hidrográfica do Rio Paranã.....	212
11.7.9	Síntese da Disponibilidade Hídrica Superficial.....	213
11.7.10	Balanço Hídrico Superficial.....	223
11.8	Análise da disponibilidade hídrica e balanço hídrico	231
11.9	Considerações Finais sobre a Disponibilidade e Balanço Hídrico Superficial.....	233
12	AVALIAÇÃO QUANTITATIVA DAS ÁGUAS SUBTERRÂNEAS	234
12.1	Descrição dos Aquíferos	234
12.1.1	Domínio Freático.....	234
12.1.2	Domínio Fraturado e Físsuro-cárstico.....	238
12.1.3	Modelos conceituais	241
12.1.4	Produtividade dos Aquíferos Aflorantes.....	242
12.2	Análise Quantitativa dos Aquíferos a partir dos Bancos de Dados de Poços	245
12.2.1	Consolidação do Banco de Dados de Poços.....	245
12.2.2	Análise do Banco de Dados Consolidado.....	245
12.2.3	Séries Históricas com Dados de Nível da Adasa.....	253
12.3	Disponibilidade Hídrica das Águas Subterrâneas.....	263
12.3.1	Descarga Subterrânea dos Aquíferos.....	263
12.4	Balanço entre as Disponibilidades Subterrâneas e Demandas Hídricas por Unidade Hidrográfica	274
12.5	Síntese da avaliação quantitativa das águas subterrâneas	279



13 REFERÊNCIAS..... 281

LISTA DE QUADROS

Quadro 10.1 - Demandas (L/s) para abastecimento humano por bacia e UH.....	16
Quadro 10.2 - Demandas (L/s) para abastecimento humano por bacia.....	18
Quadro 10.3 - Outorgas para abastecimento.	23
Quadro 10.4 - Captações superficiais para abastecimento divulgadas pela CAESB.	25
Quadro 10.5 - Correspondência das outorgas com os dados da CAESB.....	27
Quadro 10.6 - Correspondência dos dados da CAESB com as outorgas.....	29
Quadro 10.7 - Captações da CAESB sem correspondência.....	32
Quadro 10.8 - Demandas (L/s) para uso industrial por bacia e UH.....	35
Quadro 10.9 - Demandas (L/s) para uso industrial por bacia.....	37
Quadro 10.10 - Comparação das demandas pelas outorgas e BD-Usos por UH.	41
Quadro 10.11 - Comparação das demandas pelas outorgas e BD-Usos por bacia.	42
Quadro 10.12 - Cultivos agrícolas identificados na área de estudo.	44
Quadro 10.13 - Demandas (L/s) para irrigação por bacia e UH.	46
Quadro 10.14 - Demandas (L/s) para irrigação por bacia	48
Quadro 10.15 - Áreas irrigadas no DF segundo os levantamentos da ANA e da Adasa.....	52
Quadro 10.16 - Áreas irrigadas por método de irrigação segundo Adasa (2022).	52
Quadro 10.17 - Demandas outorgadas e estimadas para o DF.....	54
Quadro 10.18 - Demandas e áreas irrigadas específicas.	55
Quadro 10.19 - Principais Características do Polos de Irrigação do DF.	56
Quadro 10.20 - Demandas (L/s) para uso comercial por bacia e UH.....	60
Quadro 10.21 - Demandas (L/s) para consumo humano por bacia.....	61
Quadro 10.22 - Demandas (L/s) para mineração por bacia e UH.	65
Quadro 10.23 - Demandas (L/s) para mineração por bacia.	65
Quadro 10.24 - Comparação das demandas pelas outorgas e BD-Usos por UH.	69
Quadro 10.25 - Comparação das demandas pelas outorgas e BD-Usos por bacia.	70
Quadro 10.26 - Processos minerários ativos.....	72
Quadro 10.27 - Processos minerários em fase de concessão de lavra e demanda estimada na BD-Usos.	73
Quadro 10.28 - Impactos ambientais potenciais relacionados a recursos hídricos.	74
Quadro 10.29 - Demandas (L/s) para criação animal por bacia e UH.....	77

Quadro 10.30 - Demandas (L/s) para criação animal por bacia.	78
Quadro 10.31 - Tipos de rebanhos e coeficientes técnicos utilizados.	82
Quadro 10.32 - Comparação das demandas pelas outorgas e BD-Usos por UH.	82
Quadro 10.33 - Comparação das demandas pelas outorgas e BD-Usos por bacia.	83
Quadro 10.34 - Quantidade de rebanhos no DF.	85
Quadro 10.35 - Demandas (L/s) para aquicultura e piscicultura por bacia e UH.	86
Quadro 10.36 - Demandas (L/s) para aquicultura e piscicultura por bacia.	87
Quadro 10.37 - Dados da PPM de aquicultura e piscicultura no DF.	88
Quadro 10.38 - Demandas (L/s) para outros usos por bacia e UH.	92
Quadro 10.39 - Demandas (L/s) para outros usos por bacia.	94
Quadro 10.40 - Tipos de uso das demandas para “outros usos”	95
Quadro 10.41 - Demandas (L/s) totais por bacia e UH.	99
Quadro 10.42 - Demandas (L/s) totais por bacia e UH.	101
Quadro 10.43 - Distribuição das demandas hídricas por tipologia e por bacia na área de estudo.	106
Quadro 10.44 - Distribuição das demandas hídricas por tipologia e por bacia na área de estudo.	108
Quadro 10.45 - Cadastro de lançamento de efluentes.	114
Quadro 10.46 - Vazão e carga total lançada nas Bacias e UHs.	114
Quadro 10.47 - Efluentes das ETEs.	117
Quadro 10.48 - Outorgas de lançamento de efluentes.	118
Quadro 10.49 - Atividades de recreação e lazer.	119
Quadro 10.50 - Número de outorgas por finalidade de uso sem vazão.	120
Quadro 11.1 - Número de estações pluviométricas que estão instaladas na área de cada uma das bacias hidrográficas em estudo.	124
Quadro 11.2 - Número total de estações fluviométricas instaladas nas bacias do DF.	128
Quadro 11.3 - Características fisiográficas de cada uma das UHs.	134
Quadro 11.4 - Número de reservatórios em cada bacia hidrográfica de estudo de acordo com base oficial da ANA.	136
Quadro 11.5 - Outorgas com presença de reservatório e respectivo tipo de uso por bacia hidrográfica.	137
Quadro 11.6 - Resumo das características físicas dos principais reservatórios artificiais da área de interesse.	141
Quadro 11.7 - Coeficientes de retorno dos principais usos consuntivos da água.	143

Quadro 11.8 - Resumo das equações de regionalização para cada vazão de referência em cada UH.	146
Quadro 11.9 - Métodos utilizados para representar as etapas do ciclo hidrológico.	162
Quadro 11.10 - Estações pluviométricas com dados consistentes instaladas dentro da área de drenagem da bacia hidrográfica do rio Corumbá.	164
Quadro 11.11 - Estações fluviométricas com séries históricas consistentes instaladas na bacia do rio Corumbá.	167
Quadro 11.12 - Disponibilidade hídrica para as vazões de referências da BH do rio Corumbá (m ³ /s).	169
Quadro 11.13 - Disponibilidade hídrica para as vazões de referências da BH do rio Corumbá (L/s.km ²).	169
Quadro 11.14 - Estações pluviométricas com séries históricas consistentes instaladas na bacia do rio Descoberto.	171
Quadro 11.15 - Estações fluviométricas com séries históricas consistentes instaladas na bacia do rio Descoberto.	174
Quadro 11.16 - Disponibilidade hídrica para as vazões de referências da BH do rio Descoberto (m ³ /s).	176
Quadro 11.17 - Disponibilidade hídrica para as vazões de referências da BH do rio Descoberto (L/s.km ²).	176
Quadro 11.18 - Estações pluviométricas com séries históricas consistentes instaladas na bacia do Lago Paranoá.	178
Quadro 11.19 - Estações fluviométricas com séries históricas consistentes instaladas na bacia do Lago Paranoá.	182
Quadro 11.20 - Disponibilidade hídrica para as vazões de referências da BH do rio Paranoá (m ³ /s).	184
Quadro 11.21 - Disponibilidade hídrica para as vazões de referências da BH do rio Paranoá (L/s.km ²).	184
Quadro 11.22 - Estações pluviométricas com séries históricas consistentes instaladas na bacia do rio São Bartolomeu.	186
Quadro 11.23 - Estações fluviométricas com séries históricas consistentes instaladas na bacia do rio São Bartolomeu.	189
Quadro 11.24 - Disponibilidade Hídrica para as vazões de referências da BH do rio São Bartolomeu (m ³ /s).	192
Quadro 11.25 - Disponibilidade Hídrica para as vazões de referências da BH do rio São Bartolomeu (L/s.km ²).	193
Quadro 11.26 - Estação pluviométrica com série histórica consistente instalada na bacia do rio São Marcos.	194

Quadro 11.27 - Estação fluviométrica com série histórica consistente instalada na bacia do rio São Marcos.....	195
Quadro 11.28 - Disponibilidade hídrica superficial para a UH da BH do rio São Marcos.	197
Quadro 11.29 - Estações pluviométricas com séries históricas consistentes instaladas na bacia do rio Preto.	199
Quadro 11.30 - Estações fluviométricas com séries históricas consistentes instaladas na bacia do rio Preto.	202
Quadro 11.31 - Disponibilidade Hídrica para as vazões de referência da BH rio Preto (m ³ /s).	205
Quadro 11.32 - Disponibilidade Hídrica para as vazões de referência da BH rio Preto (L/s.km ²).....	205
Quadro 11.33 - Estações pluviométricas com séries históricas consistentes instaladas na BH do rio Maranhão.	207
Quadro 11.34 - Estações fluviométricas com séries históricas consistentes instaladas na BH do rio Maranhão.	209
Quadro 11.35 - Disponibilidade Hídrica para as vazões de referência da BH rio Maranhão (m ³ /s).....	211
Quadro 11.36 - Disponibilidade Hídrica para as vazões de referência da BH rio Maranhão (L/ s.km ²).	211
Quadro 11.37 - Disponibilidade hídrica na UH Córrego Bandeirinha.	212
Quadro 11.38 - Disponibilidade hídrica específica (L/s.km ²) para cada uma das UHs.	214
Quadro 11.39 - Balanço hídrico das UHs considerando diferentes vazões de referência. Todas as vazões apresentadas no quadro estão em m ³ /s, sendo que os valores apresentados em vermelho são referentes as vazões mais baixas, enquanto que os valores apresentados em verde, são referentes às vazões mais elevadas.	224
Quadro 11.40 - Classificação do índice de comprometimento para a vazão média Q _{mlp}	227
Quadro 11.41 - Grau de comprometimento para as vazões mínimas Q ₉₀ , Q ₉₅ , Q _{7,10} e Q _{mmm}	227
Quadro 11.42 - Índice de Comprometimento Hídrico (ICH) para as UH considerando diferentes vazões de referência.	228
Quadro 12.1 - Dados do domínio freático.	235
Quadro 12.2 - Áreas ocupadas pelo domínio poroso no DF.	236
Quadro 12.3 - Área (km ²) ocupada por cada sistema nas bacias hidrográficas.	236
Quadro 12.4 - Dados de área (km ²) do domínio fraturado.	239
Quadro 12.5 - Áreas ocupadas por cada sistema por bacia hidrográfica no DF.	239

Quadro 12.6 - Caracterização das classes de produtividade da área de estudo.	243
Quadro 12.7- Total de poços de acordo com o banco de dados avaliado para os poços tubulares e manuais da área de estudo de acordo com o sistema aquífero.	246
Quadro 12.8 - Total de poços de acordo com o banco de dados avaliado para os poços tubulares e manuais da área de estudo de acordo com a bacia hidrográfica.	246
Quadro 12.9 - Valores médios de vazão de estabilização, profundidade média e nível estático para cada sistema aquífero para cada banco de dados, com divisão entre poços tubulares e manuais.	247
Quadro 12.10 - Poços de monitoramento da rede Adasa de acordo com o sistema aquífero fraturado ou fissuro-cárstico.....	254
Quadro 12.11 - Poços de monitoramento da rede Adasa de acordo com o sistema aquífero poroso.	254
Quadro 12.12 - Número de poços de acordo com a bacia hidrográfica.	254
Quadro 12.13 - Recarga subterrânea total média anual para cada bacia hidrográfica	268
Quadro 12.14 - Recarga subterrânea total média anual para cada UH.	269
Quadro 12.15 - Resultados da descarga dos aquíferos.	270
Quadro 12.16 - Volumes hídricos subterrâneos exploráveis das regiões hidrográficas.....	275
Quadro 12.17 - Classes de comprometimento das UHs em relação a exploração subterrânea.....	276
Quadro 12.18 - Balanço hídrico entre disponibilidade de demanda subterrânea.	276

LISTA DE FIGURAS

Figura 10.1 - Demandas (L/s) para abastecimento humano por bacia.....	19
Figura 10.2 - Demandas (L/s) para abastecimento humano por UH.....	20
Figura 10.3 - Mapa de demandas (L/s) para abastecimento humano.....	21
Figura 10.4 - Demandas (L/s) para uso industrial por bacia.....	38
Figura 10.5 - Demandas (L/s) para uso industrial por UH. Fonte: Adasa (2024), SEMAD (2024).....	39
Figura 10.6 - Mapa de demandas (L/s) para uso industrial.....	40
Figura 10.7 - Comparação das demandas pelas outorgas e BD-Usos.....	43
Figura 10.8 - Demandas (L/s) para irrigação por bacia.....	49
Figura 10.9 - Demandas (L/s) para irrigação por UH.....	50
Figura 10.10 - Mapa de demandas (L/s) para irrigação.....	51
Figura 10.11 - Áreas irrigadas por método de irrigação segundo Adasa (2022) e demanda hídrica.....	53
Figura 10.12 - Demandas outorgadas e estimadas para o DF.....	54
Figura 10.13 - Demandas (L/s) para consumo humano por bacia.....	62
Figura 10.14 - Demandas (L/s) para uso comercial por UH.....	63
Figura 10.15 - Mapa de demandas (L/s) para uso comercial.....	64
Figura 10.16 - Demandas (L/s) para mineração por bacia.....	66
Figura 10.17 - Demandas (L/s) para mineração por UH.....	67
Figura 10.18 - Mapa de demandas (L/s) para mineração.....	68
Figura 10.19 - Comparação das demandas pelas outorgas e BD-Usos.....	71
Figura 10.20 - Comparação dos processos minerários e estimativas de demandas na BD-Usos.....	73
Figura 10.21 - Mapa dos processos minerários ativos.....	75
Figura 10.22 - Demandas (L/s) para criação animal por bacia.....	79
Figura 10.23 - Demandas (L/s) para criação animal por UH.....	80
Figura 10.24 - Mapa de demandas (L/s) para criação animal.....	81
Figura 10.25 - Comparação das demandas pelas outorgas e BD-Usos.....	84
Figura 10.26 - Demandas (L/s) para aquicultura e piscicultura por bacia.....	88
Figura 10.27 - Demandas (L/s) para aquicultura e piscicultura por UH.....	89
Figura 10.28 - Mapa de demandas (L/s) para aquicultura e piscicultura.....	90
Figura 10.29 - Demandas (L/s) para outros usos por bacia.....	95
Figura 10.30 - Demandas (L/s) para outros usos por bacia.....	96
Figura 10.31 - Demandas (L/s) para outros usos.....	97
Figura 10.32 - Demandas (L/s) totais por bacia.....	102

Figura 10.33 - Demandas (L/s) totais por UH.....	103
Figura 10.34 - Demandas (L/s) totais.....	104
Figura 10.35 - Distribuição das demandas hídricas nas UHs por tipo de uso. ...	109
Figura 10.36 - Distribuição das demandas hídricas nas bacias por tipo de uso.	110
Figura 10.37 - Distribuição dos usos nas bacias da área de estudo.	111
Figura 10.38 - Distribuição das demandas hídricas nas bacias.	113
Figura 10.39 - Vazão e carga de DBO, sólidos totais, fósforo e nitrogênio amoniacal.	116
Figura 10.40 - Carga de coliformes.	116
Figura 11.1 - Etapas que foram seguidas para determinação das disponibilidades hídricas nas bacias hidrográficas distritais. Fonte: Elaboração própria, 2024.	122
Figura 11.2 - Postos pluviométricos com e sem dados inseridos na área de estudo.	125
Figura 11.3 - Precipitação média anual nas bacias hidrográficas distritais.	127
Figura 11.4 - Postos fluviométricos com e sem dados inseridos na área de estudo.	129
Figura 11.5 - Lago Descoberto. Fonte: Jornal de Brasília, 2022.	138
Figura 11.6 - Reservatório de Santa Maria. Fonte: G1, 2019.....	138
Figura 11.7 - Reservatório do Lago Paranoá. Fonte: Correio Braziliense, 2021.	139
Figura 11.8 - Reservatório da UHE Corumbá IV. Fonte: Corumbá Concessões.	140
Figura 11.9 - Lagoa Bonita, nascente do ribeirão Mestre d'Armas. Fonte: Gov.br.	140
Figura 11.10 - Regionalização vazões de referência Rio Preto - A. Fonte: Elaboração própria, 2024.	149
Figura 11.11 - Regionalização vazões de referência Rio Preto - B. Fonte: Elaboração própria, 2024.	150
Figura 11.12. Regionalização vazões de referência Rio Corumbá - A. Fonte: Elaboração própria, 2024.	151
Figura 11.13 - Regionalização vazões de referência Rio Corumbá - B. Fonte: Elaboração própria, 2024.	152
Figura 11.14 - Regionalização vazões de referência Rio Descoberto - A. Fonte: Elaboração própria, 2024.	153
Figura 11.15 - Regionalização vazões de referência Rio Descoberto - B. Fonte: Elaboração própria, 2024.	154
Figura 11.16 - Regionalização vazões de referência Rio Paranoá - A. Fonte: Elaboração própria, 2024.	155
Figura 11.17 - Regionalização vazões de referência Rio Paranoá - B. Fonte: Elaboração própria, 2024.	156

Figura 11.18 - Regionalização vazões de referência Rio São Bartolomeu - A. Fonte: Elaboração própria, 2024.	157
Figura 11.19 - Regionalização vazões de referência Rio São Bartolomeu - B. Fonte: Elaboração própria, 2024.	158
Figura 11.20 - Regionalização vazões de referência Rio Maranhão - A. Fonte: Elaboração própria, 2024.	159
Figura 11.21 - Regionalização vazões de referência Rio Maranhão - B. Fonte: Elaboração própria, 2024.	160
Figura 11.22 - Estações pluviométricas e fluviométricas utilizadas no estudo de disponibilidade na bacia hidrográfica do rio Corumbá. Fonte: Elaboração própria, 2024.	164
Figura 11.23 - Disponibilidade de dados de precipitação na bacia hidrográfica do rio Corumbá. Fonte: Elaboração própria, 2024.	165
Figura 11.24 - Disponibilidade de dados de vazão na bacia hidrográfica do rio Corumbá. Fonte: Elaboração própria, 2024.	166
Figura 11.25 - Disponibilidade de dados de precipitação na bacia hidrográfica do rio Descoberto. Fonte: Elaboração própria, 2024.	170
Figura 11.26 - Estações pluviométricas e fluviométricas utilizadas no estudo de disponibilidade na bacia hidrográfica do rio Descoberto. Fonte: Elaboração própria, 2024.	171
Figura 11.27 - Disponibilidade de dados de vazão na bacia hidrográfica do rio Descoberto. Fonte: Elaboração própria, 2024.	173
Figura 11.28 - Estações pluviométricas e fluviométricas utilizadas no estudo de disponibilidade na bacia hidrográfica do lago Paranoá. Fonte: Elaboração própria, 2024.	177
Figura 11.29 - Disponibilidade de dados de precipitação na bacia hidrográfica do Lago Paranoá. Fonte: Elaboração própria, 2024.	178
Figura 11.30 - Disponibilidade de dados de vazão na bacia hidrográfica do Lago Paranoá (A). Fonte: Elaboração própria, 2024.	180
Figura 11.31 - Disponibilidade de dados de vazão na bacia hidrográfica do Lago Paranoá (B). Fonte: Elaboração própria, 2024.	181
Figura 11.32 - Disponibilidade de dados de precipitação na bacia hidrográfica do rio São Bartolomeu. Fonte: Elaboração própria, 2024.	185
Figura 11.33 - Estações pluviométricas e fluviométricas utilizadas no estudo de disponibilidade na bacia hidrográfica do rio São Bartolomeu. Fonte: Elaboração própria, 2024.	186
Figura 11.34 - Disponibilidade de dados de vazão na bacia hidrográfica do rio São Bartolomeu (A). Fonte: Elaboração própria, 2024.	187
Figura 11.35 - Disponibilidade de dados de vazão na bacia hidrográfica do rio São Bartolomeu (B). Fonte: Elaboração própria, 2024.	187

Figura 11.36 - Disponibilidade de dados de precipitação na bacia hidrográfica do rio São Marcos. Fonte: Elaboração própria, 2024.	194
Figura 11.37 - Disponibilidade de dados de vazão na bacia hidrográfica do rio São Marcos. Fonte: Elaboração própria, 2024.	194
Figura 11.38 - Estações pluviométricas e fluviométricas utilizadas no estudo de disponibilidade na bacia hidrográfica do rio São Marcos. Fonte: Elaboração própria, 2024.	195
Figura 11.39 - Disponibilidade de dados de precipitação na bacia hidrográfica do rio Preto.	198
Figura 11.40 - Estações pluviométricas e fluviométricas utilizadas no estudo de disponibilidade na bacia hidrográfica do rio Preto. Fonte: Elaboração própria, 2024.	199
Figura 11.41 - Disponibilidade de dados de vazão na bacia hidrográfica do rio Preto.	200
Figura 11.42 - Disponibilidade de dados de precipitação na bacia hidrográfica do rio Maranhão. Fonte: Elaboração própria, 2024.	206
Figura 11.43 - Estações pluviométricas e fluviométricas utilizadas no estudo de disponibilidade na bacia hidrográfica do rio Maranhão. Fonte: Elaboração própria, 2024.	207
Figura 11.44 - Disponibilidade de dados fluviométricos na bacia hidrográfica do rio Maranhão.	208
Figura 11.45 - Disponibilidade hídrica referente à vazão Q_{90} nas UHs distritais.	218
Figura 11.46 - Disponibilidade hídrica referente à vazão Q_{95} nas UHs distritais.	219
Figura 11.47 - Disponibilidade hídrica referente à vazão $Q_{7,10}$ nas UHs distritais.	220
Figura 11.48 - Disponibilidade hídrica referente à vazão Q_{mmm} nas UHs distritais.	221
Figura 11.49 - Disponibilidade hídrica referente à vazão Q_{mip} nas UHs distritais.	222
Figura 11.50 - Índice de Comprometimento Hídrico referente à Q_{mmm} para cada UH das bacias distritais.	230
Figura 12.1 - Localização dos sistemas porosos do sistema aquífero freático do DF.	237
Figura 12.2 - Localização dos sistemas aquíferos de domínio fraturado e fissurocárstico.	240
Figura 12.3 - Classificação da produtividade dos aquíferos. Fonte: SGB (2014).	243
Figura 12.4 - Classificações de Produtividade. Fonte: Diniz et al. (2014).	244
Figura 12.5 - Poços tubulares e manuais da base de dados consolidada.	248

Figura 12.6 - Vazão de estabilização (m ³ /h) dos poços tubulares.....	249
Figura 12.7 - Vazão de estabilização (m ³ /h) dos poços manuais.....	250
Figura 12.8 - Nível estático (m) dos poços tubulares.	251
Figura 12.9 - Nível estático (m) dos poços manuais.	252
Figura 12.10 - Poço de monitoramento da Adasa. Fonte: Adasa (2023).	253
Figura 12.11 - Localização dos pares de poços de monitoramento da rede da Adasa.	255
Figura 12.12 - Avaliação dos níveis do poço 38 da rede de monitoramento da Adasa.	257
Figura 12.13 - Análise de anomalia sazonal e anual dos poços da rede de monitoramento; a) tendência anual da anomalia no sistema fraturado; b) tendência anual da anomalia no sistema poroso; c) comportamento sazonal mensal no sistema fraturado; d) comportamento sazonal mensal no sistema poroso. Fonte: Elaboração Própria (2024).	258
Figura 12.14 - Análise de tendência dos níveis da rede de monitoramento da Adasa - Sistema Aquífero Fraturado.	261
Figura 12.15 - Análise de tendência dos níveis da rede de monitoramento da Adasa - Sistema Aquífero Poroso	262
Figura 12.16 - Comportamento de um rio efluente e afluente. Fonte: Melati, 2018.	263
Figura 12.17 - Relação entre descarga subterrânea e precipitação total anual .	268
Figura 12.18 - Localização das estações fluviométricas utilizadas para o estudo de descarga subterrânea juntamente com os resultados médios de descarga em relação a precipitação total anual (%).	271
Figura 12.19 - Recarga subterrânea em relação aos totais pluviométricos anuais (%) para a área de estudo.....	272
Figura 12.20 - Recarga subterrânea anual média (mm) da área de estudo.....	273
Figura 12.21 - Situação de comprometimento das reservas subterrâneas de acordo com cada UH.....	278

10 DEMANDA HÍDRICA - AVALIAÇÃO DO QUADRO ATUAL DE DEMANDA HÍDRICA POR TIPO DE USOS, OUTORGADOS E OUTORGÁVEIS

A análise das demandas hídricas da área de estudo foi conduzida através de dados secundários, provenientes das bases de outorgas da Adasa (2024) e SEMAD (2024), de dados de captações para abastecimento público disponibilizados pela CAESB, da Base Nacional de Referência de Usos Consuntivos de Água no Brasil (ANA, 2021a) e do Atlas Irrigação 2021: Uso da Água na Agricultura Irrigada - 2ª edição (ANA, 2021).

A bacia hidrográfica do rio Paranã não possui dados outorgas para nenhum tipo de uso, por isso não aparece nas tabelas dos subcapítulos a seguir.

10.1 Abastecimento humano

10.1.1 Dados de outorga

Segundo a Resolução Adasa nº 18/2020, as demandas para abastecimento humano são aquelas destinadas à ingestão, higiene, limpeza e demais demandas humanas básicas. Isso inclui tanto as captações realizadas pelas concessionárias de saneamento, quanto as captações diretas para assentamentos, áreas rurais, condomínios e residências isoladas.

As vazões retiradas estão apresentadas no Quadro 10.1 por bacia e UH, e no Quadro 10.2, por bacia. Posteriormente, na Figura 10.1 estão apresentadas as vazões totais por bacia, e na Figura 10.2 por UH.

Quadro 10.1 - Demandas (L/s) para abastecimento humano por bacia e UH.

Bacia/UH	DF			GO			Total
	Subterrânea	Superficial	Total	Subterrânea	Superficial	Total	
Lago Paranoá	154,1	5.053,7	5.207,9	-	-	-	5.207,9
Córrego Bananal	0,4	10,0	10,4	-	-	-	10,4
Lago Paranoá	126,9	1.707,7	1.834,7	-	-	-	1.834,7
Riacho Fundo	15,8	120,0	135,8	-	-	-	135,8
Ribeirão do Gama	1,8	50,0	51,8	-	-	-	51,8
Ribeirão do Torto	9,3	3.166,0	3.175,3	-	-	-	3.175,3
Rio Corumbá	72,8	417,9	490,6	266,1	45,0	311,1	801,7
Ribeirão Ponte Alta	27,3	217,2	244,5	-	-	-	244,5
Rio Alagado	0,7	200,7	201,4	63,5	-	63,5	264,9
Rio Santa Maria	44,7	0,0	44,7	202,6	45,0	247,6	292,3
Rio Descoberto	146,0	5.034,3	5.180,3	176,3	-	176,3	5.356,6
Baixo Rio Descoberto	28,2	1,0	29,2	22,3	-	22,3	51,5
Médio Rio Descoberto	17,8	4.301,5	4.319,3	68,4	-	68,4	4.387,8
Ribeirão das Pedras	9,5	486,0	495,5	-	-	-	495,5
Ribeirão do Rodeador	34,8	3,2	38,0	-	-	-	38,0
Ribeirão Engenho das Lages	4,0	3,6	7,6	-	-	-	7,6
Rio Descoberto	47,7	197,6	245,4	85,5	-	85,5	330,9
Rio Melchior	4,0	41,4	45,4	-	-	-	45,4
Rio Maranhão	190,1	415,1	605,2	15,4	48,0	63,4	668,6
Alto Rio Maranhão	62,0	300,0	362,0	8,6	48,0	56,6	418,5
Ribeirão da Contagem	84,7	111,1	195,8	-	-	-	195,8
Rio da Palma	19,5	0,0	19,5	-	-	-	19,5
Rio do Sal	1,9	4,0	5,9	6,8	-	6,8	12,7
Rio Palmeiras	4,1	0,0	4,1	-	-	-	4,1
Rio Sonhém	17,9	-	17,9	-	-	-	17,9
Rio Preto	41,8	2,7	44,5	30,9	-	30,9	75,4
Alto Rio Preto	9,9	-	9,9	26,8	-	26,8	36,7

Bacia/UH	DF			GO			Total
	Subterrânea	Superficial	Total	Subterrânea	Superficial	Total	
Córrego São Bernardo	3,5	0,0	3,5	0,6	-	0,6	4,1
Ribeirão Extrema	3,9	1,0	4,9	-	-	-	4,9
Ribeirão Jacaré	1,1	0,0	1,1	-	-	-	1,1
Ribeirão Jardim	6,6	-	6,6	-	-	-	6,6
Ribeirão Santa Rita	10,9	-	10,9	3,5	-	3,5	14,4
Rio Jardim	5,8	1,7	7,6	-	-	-	7,6
Rio São Bartolomeu	898,2	1.221,3	2.119,5	225,4	68,5	293,9	2.413,4
Alto Rio Bartolomeu	61,1	600,2	661,4	-	-	-	661,4
Baixo Rio São Bartolomeu	7,4	0,1	7,5	-	-	-	7,5
Médio Rio São Bartolomeu	34,1	60,1	94,1	-	-	-	94,1
Ribeirão Cachoeirinha	58,1	17,0	75,1	-	-	-	75,1
Ribeirão do Santana	62,0	41,3	103,4	-	-	-	103,4
Ribeirão Maria Pereira	3,8	0,0	3,8	71,7	68,5	140,2	144,0
Ribeirão Papuda	355,8	15,2	371,0	-	-	-	371,0
Ribeirão Saia Velha	0,1	2,0	2,1	153,7	-	153,7	155,9
Ribeirão Sobradinho	195,0	95,1	290,0	-	-	-	290,0
Ribeirão Taboca	104,0	0,0	104,0	-	-	-	104,0
Rio Pipiripau	16,8	390,2	407,0	-	-	-	407,0
Rio São Marcos	0,1	-	0,1	7,1	-	7,1	7,2
Alto Rio Samambaia	0,1	-	0,1	7,1	-	7,1	7,2
Total Geral	1.503,1	12.145,1	13.648,2	721,1	161,5	882,6	14.530,8

Fonte: Adasa (2024), SEMAD (2024).

Quadro 10.2 - Demandas (L/s) para abastecimento humano por bacia.

Bacia/UH	DF			GO			Total
	Subterrânea	Superficial	Total	Subterrânea	Superficial	Total	
Lago Paranoá	154,1	5.053,7	5.207,9	0,0	0,0	0,0	5.207,9
Rio Corumbá	72,8	417,9	490,6	266,1	45,0	311,1	801,7
Rio Descoberto	146,0	5.034,3	5.180,3	176,3	0,0	176,3	5.356,6
Rio Maranhão	190,1	415,1	605,2	15,4	48,0	63,4	668,6
Rio Preto	41,8	2,7	44,5	30,9	0,0	30,9	75,4
Rio São Bartolomeu	898,2	1.221,3	2.119,5	225,4	68,5	293,9	2.413,4
Rio São Marcos	0,1	0,0	0,1	7,1	0,0	7,1	7,2
Total	1.503,1	12.145,1	13.648,2	721,1	161,5	882,6	14.530,8

Fonte: Adasa (2024), SEMAD (2024).

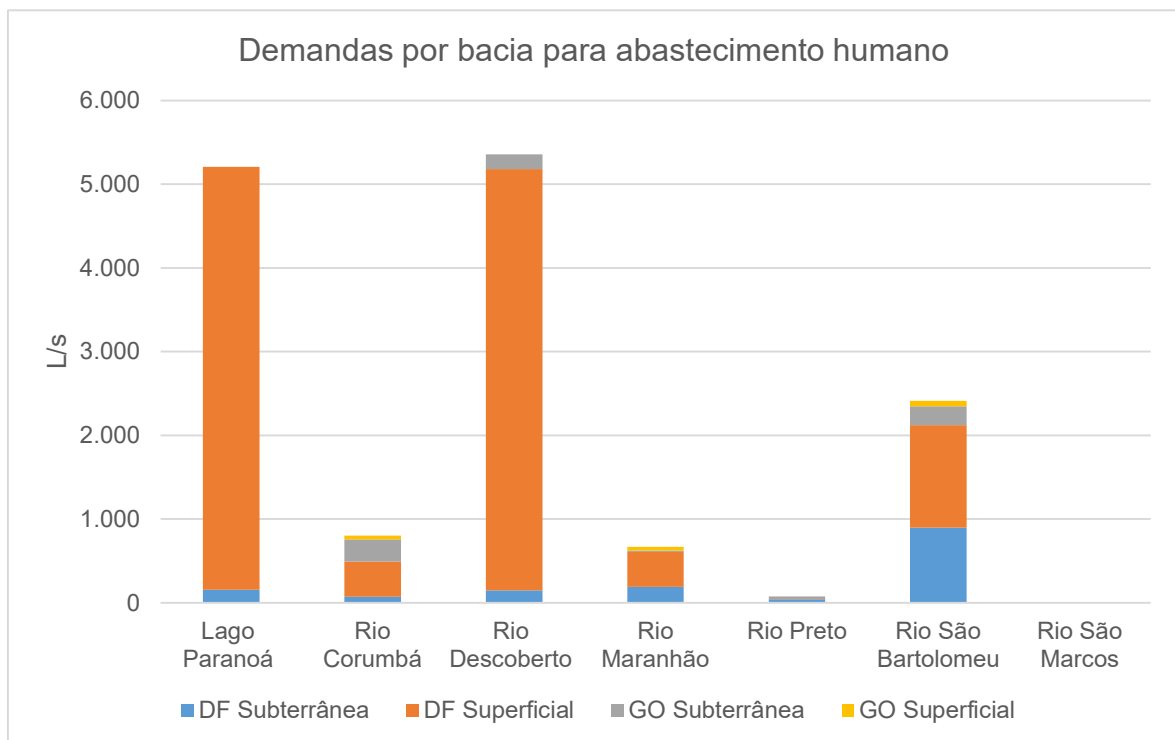


Figura 10.1 - Demandas (L/s) para abastecimento humano por bacia.

Fonte: Adasa (2024), SEMAD (2024).

A maior parte das demandas para abastecimento humano se concentram nas bacias do Lago Paranoá e do Rio Descoberto, nas UHs do Lago Paranoá, Ribeirão do Torto e Médio Rio Descoberto, sendo praticamente a sua totalidade proveniente de mananciais superficiais no Distrito Federal.

A demanda total para abastecimento público é de 14.530,8 L/s. Destes 12.145,1 L/s (83,6%) são de mananciais superficiais no DF, e 9.175 L/s (63%) é utilizada nas três UHs já mencionadas. Uma única captação no Rio Descoberto tem vazão de 4.319 L/s, quase um terço de toda a demanda hídrica para abastecimento humano.

Na Figura 10.3 estão apresentadas as demandas especializadas para abastecimento público.

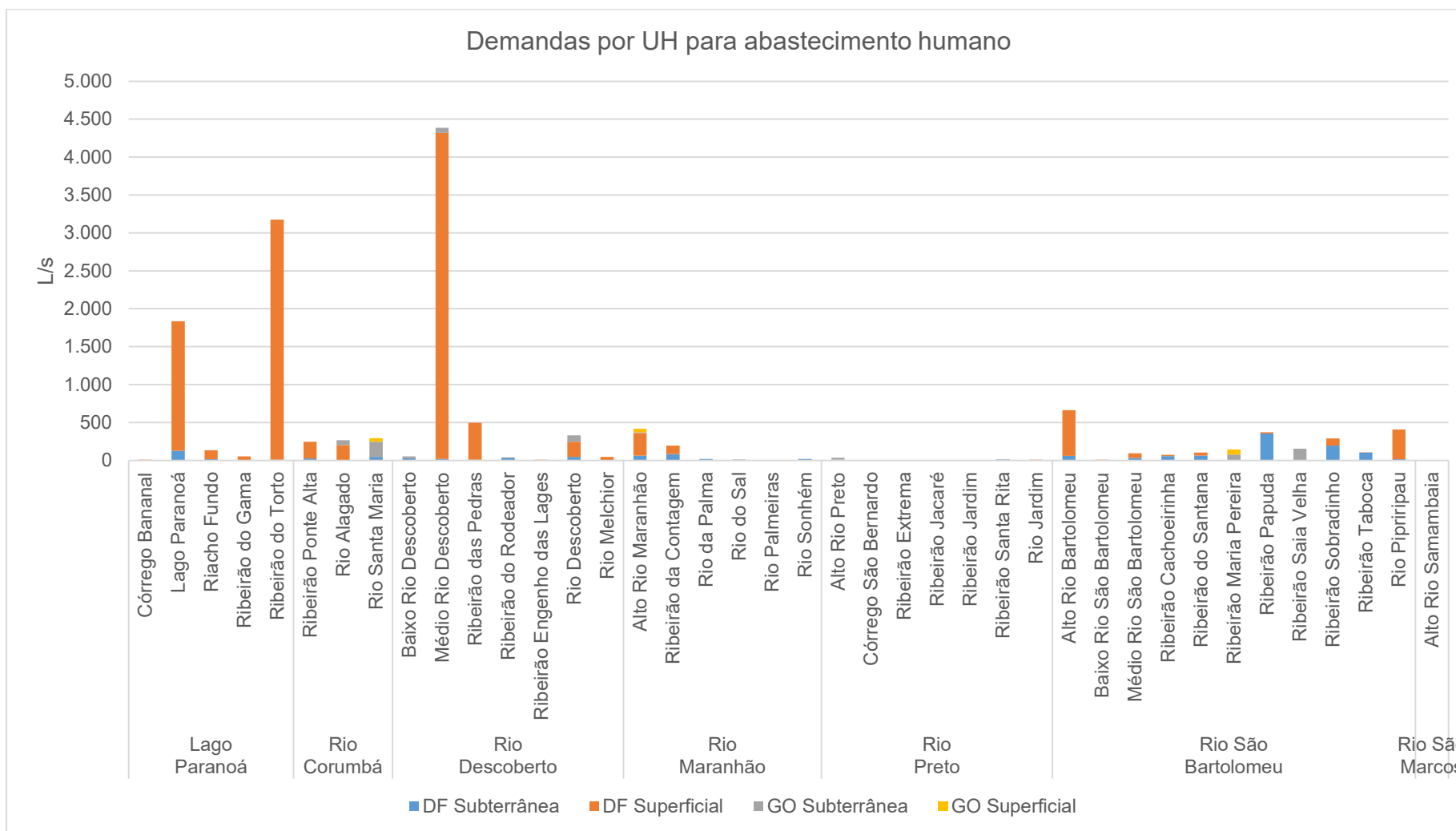


Figura 10.2 - Demandas (L/s) para abastecimento humano por UH.

Fonte: Adasa (2024), SEMAD (2024).

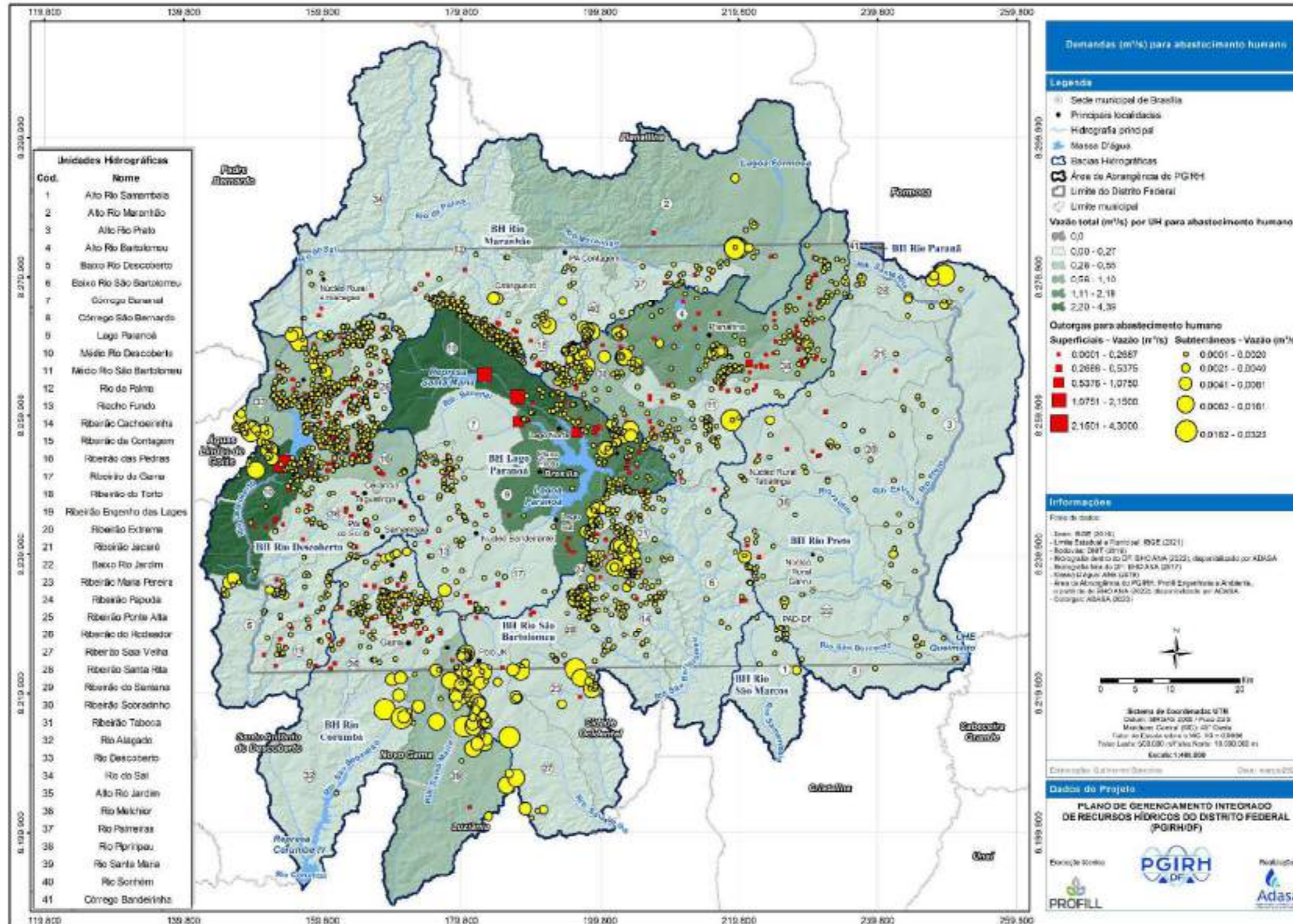


Figura 10.3 - Mapa de demandas (L/s) para abastecimento humano.

10.1.2 Comparação com dados de abastecimento

As outorgas para abastecimento humano na área de estudo somam um total de 14.530,8 L/s, sendo deste total, 1.503,1 L/s de fontes subterrâneas no DF, 12.145,1 L/s de fontes superficiais no DF, 721,1 L/s de fontes subterrâneas em Goiás, e 161,5 L/s de fontes superficiais em Goiás. O total para cada UF é de 13.648,2 L/s no DF e 882,6 L/s em Goiás. O DF totaliza 93,9% da demanda total outorgada, sendo que as fontes superficiais no DF totalizam 83,6% da demanda total outorgada.

Conforme já mencionado, essas outorgas incluem, segundo a Resolução Adasa nº 18/2020: aquelas destinadas à ingestão, higiene, limpeza e demais demandas humanas básicas. Ou seja, isso inclui tanto as captações realizadas pelas concessionárias de saneamento, quanto as captações diretas para assentamentos, áreas rurais, condomínios, residências isoladas e abastecimento por caminhões-pipa.

A concessionária de saneamento do DF é a CAESB, que opera o sistema de abastecimento de água de toda a UF. No entanto, para comparar as demandas outorgadas com os dados de abastecimento público da CAESB (2024) é necessário separar deste universo as captações próprias (não realizadas pelas concessionárias de saneamento), as captações para abastecimento dos municípios de Goiás na área de estudo (que não são realizadas pela CAESB) e as outorgas para caminhões-pipa. Os registros de outorga não possuem a informação identificando se a captação é da CAESB ou de um usuário privado ou pessoa física, por isso, foram considerados como outorgas para captações próprias as outorgas com vazão abaixo de 10 L/s.

Ou seja, foram realizados os filtros: (1) outorgas no DF; (2) outorgas superficiais; (3) excluídas outorgas para caminhões-pipa; (4) outorgas com vazão acima de 10 L/s. Quando realizados estes filtros, a demanda total outorgada superficial restante é de 11.572,77 L/s, distribuídas em 34 outorgas. Essas outorgas estão apresentadas no Quadro 10.3.

Os registros com vazão menor a 10 L/s, entendidos aqui como captações próprias, totalizam 38 outorgas com vazão de 42,1 L/s.

As informações do cadastro de captações de abastecimento de água superficial da CAESB totalizam 39 captações, classificadas entre “inoperantes”, “desativadas”, “operantes” e “futuras”, sendo 7 inoperantes, 1 parcialmente inoperante, 3 desativadas, 26 operantes e 2 futuras.

As informações de captações superficiais divulgadas pela CAESB estão apresentadas no Quadro 10.4.

Quadro 10.3 - Outorgas para abastecimento.

Id	Vazão (L/s)	Manancial	UH	Bacia	Lat.	Long.
1	241,7	Rio Monteiro	Alto Rio Bartolomeu	Rio São Bartolomeu	-15,591	-47,667
2	106,6	Barragem Mestre D'Armas Córrego Sarandi	Alto Rio Bartolomeu	Rio São Bartolomeu	-15,606	-47,692
3	87,7	Barragem do Corquinho no rio sem nome	Alto Rio Bartolomeu	Rio São Bartolomeu	-15,623	-47,727
4	84,3	Barragem do Brejinho no Rio Monteiro	Alto Rio Bartolomeu	Rio São Bartolomeu	-15,591	-47,639
5	300,0	Rio Maranhão	Alto Rio Maranhão	Rio Maranhão	-15,505	-47,616
6	716,4	Ribeirão Bananal	Lago Paranoá	Lago Paranoá	-15,728	-47,910
7	700,0	Lago Paranoá	Lago Paranoá	Lago Paranoá	-15,743	-47,832
8	154,2	Cabeça de veado	Lago Paranoá	Lago Paranoá	-15,881	-47,844
9	68,3	Barragem do Cachoeirinhas no rio sem nome	Lago Paranoá	Lago Paranoá	-15,769	-47,749
10	21,9	Barragem do Taquari no rio sem nome	Lago Paranoá	Lago Paranoá	-15,737	-47,803
11	4.300,0	Barragem Rio Descoberto	Médio Rio Descoberto	Rio Descoberto	-15,778	-48,229
12	60,0	Barragem do Quinze no Córrego Quinze	Médio Rio São Bartolomeu	Rio São Bartolomeu	-15,688	-47,638
13	17,0	Córrego Viúda	Ribeirão Cachoeirinha	Rio São Bartolomeu	-15,969	-47,768
14	55,1	Barragem do Contagem no Ribeirão da Contagem	Ribeirão da Contagem	Rio Maranhão	-15,655	-47,884
15	55,1	Barragem do Contagem no Ribeirão da Contagem	Ribeirão da Contagem	Rio Maranhão	-15,652	-47,881
16	265,4	Barragem do Pedras no Ribeirão das Pedras	Ribeirão das Pedras	Rio Descoberto	-15,770	-48,110
17	184,0	Barragem do Currais no Ribeirão Currais	Ribeirão das Pedras	Rio Descoberto	-15,771	-48,111
18	22,0	Sem nome	Ribeirão das Pedras	Rio Descoberto	-15,749	-48,139
19	11,0	Sem nome	Ribeirão das Pedras	Rio Descoberto	-15,780	-48,166
20	25,0	Barragem do Catetinho Baixo no Ribeirão do Gama	Ribeirão do Gama	Lago Paranoá	-15,962	-47,979
21	25,0	Barragem do Catetinho Baixo no Ribeirão do Gama	Ribeirão do Gama	Lago Paranoá	-15,954	-47,984
22	1.647,0	Barragem Santa Maria	Ribeirão do Torto	Lago Paranoá	-15,695	-47,912
23	1.478,0	Represa do Torto	Ribeirão do Torto	Lago Paranoá	-15,667	-47,955
24	12,0	Captação Borá Manso (Córrego Borá Manso)	Ribeirão Papuda	Rio São Bartolomeu	-15,905	-47,796
25	88,0	Barragem Ponte de Terra 2	Ribeirão Ponte Alta	Rio Corumbá	-15,991	-48,067
26	24,0	Barragem Olho D'água	Ribeirão Ponte Alta	Rio Corumbá	-15,963	-48,069
27	23,1	Sem nome	Ribeirão Ponte Alta	Rio Corumbá	-15,980	-48,111
28	53,0	Barragem do Paranoazinho no Ribeirão Sobradinho	Ribeirão Sobradinho	Rio São Bartolomeu	-15,676	-47,859

Id	Vazão (L/s)	Manancial	UH	Bacia	Lat.	Long.
29	129,3	Barragem do Alagado	Rio Alagado	Rio Corumbá	-16,002	-48,018
30	35,7	Sem nome	Rio Alagado	Rio Corumbá	-15,996	-48,039
31	35,7	Sem nome	Rio Alagado	Rio Corumbá	-15,995	-48,041
32	103,0	Barragem do Barrocão no Rio Descoberto	Rio Descoberto	Rio Descoberto	-15,635	-48,184
33	53,7	Barragem do Capão da Onça no Rio Descoberto	Rio Descoberto	Rio Descoberto	-15,659	-48,168
34	389,9	Rio Pipiripau	Rio Pipiripau	Rio São Bartolomeu	-15,657	-47,600
Total	11.572,8	-	-	-	-	-

Fonte: Adasa (2024).

Quadro 10.4 - Captações superficiais para abastecimento divulgadas pela CAESB.

Sistema	Localização			Captação									Operação
	Subsistema	RA	Código	Nome	Média anual dos Q _{máx} mensais (L/s)				Q _{máx} .mês crítico (L/s)				
					Autorizada (Outorga)	Inoperante	Desativada	Operante	Autorizada (Outorga)	Inoperante	Desativada	Operante	
Torto/ Santa Maria/ Bananal	Torto/S.Maria	Brasília	CAP.SMR.001	Santa Maria (Lago Santa Maria)	1.478,0	-	-	1.478,0	1.478,0	-	-	1.478,0	Operante
	Torto/S.Maria	Brasília	CAP.TOR.001	Torto (Ribeirão do Torto)	1.647,0	-	-	1.647,0	1.647,0	-	-	1.647,0	Operante
	Torto/S.Maria	Brasília	CAP.RBA.001	Ribeirão Bananal (Ribeirão)	716,7	-	-	716,7	600,0	-	-	600,0	Operante
	Subsistema Torto/ SM/ Bananal				3.841,7	0,0	0,0	3.841,7	3.725,0	0,0	0,0	3.725,0	
	A1) Sistema Torto/ SM/ Bananal e Paranoá Norte				3.841,7	0,0	0,0	3.841,7	3.725,0	0,0	0,0	3.725,0	
Rio Descoberto/ Corumbá	Descoberto	Ceilândia	CAP.RDE.001	Descoberto (Rio Descoberto)	4.300,0	-	-	4.300,0	4.300,0	-	-	4.300,0	Operante
	Descoberto	Taguatinga	CAP.PDR.001	Pedras (Ribeirão)	266,2	-	266,2	0,0	130,0	-	130,0	0,0	Desativada
	Descoberto	Taguatinga	CAP.CRR.001	Currais (Córrego Currais)	184,0	-	184,0	0,0	184,0	-	184,0	0,0	Desativada
	Descoberto	Park Way	CAP.CTB.001	Catetinho Baixo 1 (Córrego) (A outorga do DNAEE é de dois pontos)	50,0	-	-	50,0	50,0	-	-	50,0	Operante
	Subsistema Descoberto				4.800,2	0,0	450,2	4.350,0	4.664,0	0,0	314,0	4.350,0	
	Gama	Gama	CAP.CRS.001	Crispim 1 (Córrego Crispim 1) (outorga única p/as 2 captações)	35,7	-	-	35,7	26,4	-	-	26,4	Operante
	Gama	Gama	CAP.CRS.002	Crispim 2 (Córrego Crispim 2)									
	Gama	Gama	CAP.PTR.002	Ponte de Terra 2 (Córrego)	88,1	-	-	88,1	45,9	-	-	45,9	Operante
	Gama	Gama	CAP.ALG.001	Alagado (Córrego Alagado)	129,6	129,6	-	0,0	67,9	67,9	-	0,0	Inoperante
	Gama	Gama	CAP.PTR.001	Ponte de Terra 1 (Córrego) (Desativada em Definitivo)	24,0	-	24,0	0,0	24,0	-	24,0	0,0	Desativada
	Gama	Gama	CAP.PTR.003	Ponte de Terra 3 (Córrego)	88,1	88,1	-	0,0	45,9	45,9	-	0,0	Inoperante
	Gama	Gama	CAP.ODG.001	Olho D'Água (Córrego)	23,9	23,9	-	0,0	27,6	27,6	-	0,0	Inoperante
	Outros		CAP.ENG.001	Engenho das Lajes (Ribeirão)	7,0	-	-	7,0	7,0	-	-	7,0	Operante
	Subsistema Gama e Outros				396,4	241,6	24,0	130,8	244,8	141,4	24,0	79,3	
	Corumbá	-	CAP.BCO.001	Corumbá (Lago Corumbá IV) (Portaria de 2010 renova a de 2007. Outorga Única de 5.600 l/s, sendo 2.800 l/s destinados à Caesb)	2.800,0	1.400,0		1.400,0	2.800,0	1.400,0	-	1.400,0	Parcialmente operante
Subsistema Corumbá				2.800,0	1.400,0	0,0	1.400,0	2.800,0	1.400,0	0,0	1.400,0		
A2) Sistema Descoberto/ Corumbá				7.996,6	1.641,6	474,2	5.880,8	7.708,8	1.541,4	338,0	5.829,3		
Sobradinho/ Planaltina e Paranoá Norte	Sobradinho	Sobradinho	CAP.PRZ.001	Paranoazinho (Córrego)	53,1	-	-	53,1	29,2	-	-	29,2	Operante
	Sobradinho	Sobradinho II	CAP.CNT.001	Contagem 1 (Ribeirão)	55,1	-	-	55,1	44,0	-	-	44,0	Operante
	Sobradinho	Sobradinho II	CAP.CNT.002	Contagem 2 (Ribeirão)									
	Sobradinho	Sobradinho	CAP.CRG.001	Corguinho (Córrego)	87,8	-	-	87,8	55,0	-	-	55,0	Operante
	Planaltina	Planaltina	CAP.MDR.001	Mestre D'Armas (Ribeirão)	106,6	-	-	106,6	96,5	-	-	96,5	Operante
	Planaltina	Planaltina	CAP.FUM.001	Fumal (Córrego)	241,9	-	-	241,9	208,0	-	-	208,0	Operante
	Planaltina	Planaltina	CAP.BRJ.001	Brejinho (Córrego)	84,3	-	-	84,3	67,0	-	-	67,0	Operante
	Planaltina	Planaltina	CAP.PIP.001	Pipiripau (Ribeirão)	390,0	-	-	390,0	360,0	-	-	360,0	Operante
	Planaltina	Planaltina	CAP.CQZ.001	Córrego Quinze (Córrego)	60,0	-	-	60,0	60,0	-	-	60,0	Operante
	Subsistema Sobradinho/ Planaltina				1.078,9	0,0	0,0	1.078,9	919,7	0,0	0,0	919,7	
	Paranoá N	Lago Norte	CAP.LPA.002	Lago Paranoá 02 (Captação Emergencial e Provisória)	700,0	-	-	700,0	700,0	-	-	700,0	Operante
	Paranoá N	Lago Norte	CAP.LPA.001	Lago Paranoá 01 (Lago) (Contempla outorga total Lago Paranoá)	2.800,0	2.800,0	-	0,0	2.800,0	2.800,0	-	0,0	Inoperante
Paranoá N	Paranoá	CAP.TQR.001	Taquari 1 (Córrego)	21,3	21,3	-	0,0	10,0	10,0	-	0,0	Inoperante	
Paranoá N	Paranoá	CAP.TQR.002	Taquari 2 (Córrego)	1,0	1,0	-	0,0	0,5	0,5	-	0,0	Inoperante	
Paranoá N	Paranoá	CAP.CCH.001	Cachoeirinha (Córrego dos Goianos)	68,4	68,4	-	0,0	37,1	37,1	-	0,0	Inoperante	
Subsistema Paranoá Norte				2.890,8	2.890,8	0,0	0,0	3.547,6	2.847,6	0,0	700,0		

Sistema	Localização			Captação								Operação	
	Subsistema	RA	Código	Nome	Média anual dos Q _{máx} mensais (L/s)				Q _{máx} -mês crítico (L/s)				
					Autorizada (Outorga)	Inoperante	Desativada	Operante	Autorizada (Outorga)	Inoperante	Desativada		Operante
	A3) Sistema Sobradinho/ Planaltina e Paranoá Norte				3.969,6	2.890,8	0,0	1.078,9	4.467,3	2.847,6	0,0	1.619,7	
São Sebastião e Paranoá Sul	Cab. Veado	Park Way	CAP.CVD.004	Cabeça do Veado 4 (Córrego)	151,9	-	-	151,9	110,0	-	-	110,0	Operante
	Cab. Veado	Park Way	CAP.CVD.001	Cabeça do Veado 1 (Córrego)									Operante
	Cab. Veado	Park Way	CAP.CVD.002	Cabeça do Veado 2 (Córrego)									Operante
	Cab. Veado	Park Way	CAP.CVD.003	Cabeça do Veado 3 (Córrego)									Operante
	Paranoá Sul	Lago Sul	CAP.LPA.003?	Futura Captação do Lago Paranoá 03 (Lago) (a operar)	-	-	-	-	0,0	-	-	-	Futura
	Subsistema Lago Sul				151,9	0,0	0,0	151,9	110,0	0,0	0,0	110,0	
	S.Sebastião	São Sebastião	CAP.BRM.001	Captação Borá Manso (Córrego Borá Manso)	12,0	-	-	12,0	12,0	-	-	12,0	Operante
Subsistema São Sebastião				12,0	0,0	0,0	12,0	12,0	0,0	0,0	12,0		
A4) Sistema São Sebastião e Paranoá Sul				163,9	0,0	0,0	163,9	122,0	0,0	0,0	122,0		
Brazlândia	Brazlândia	Brazlândia	CAP.CON.001	Capão da Onça (Córrego Capão da Onça)	53,8	-	-	53,8	29,2	-	-	29,2	Operante
	Brazlândia	Brazlândia	CAP.BRC.001	Barrocão (Córrego Barrocão)	103,0	-	-	103,0	103,0	-	-	103,0	Operante
	Brazlândia	Brazlândia	CAP.OLR.001	Futura Captação do Olaria	-	-	-	-	0,0	-	-	-	Futura
	A5) Sistema Brazlândia				156,8	0,0	0,0	156,8	132,2	0,0	0,0	132,2	
TOTA CAPTAÇÕES SUPERFICIAIS				16.128,6	4.532,4	474,2	11.122,1	16.155,2	4.389,0	338,0	11.428,2		

Fonte: CAESB (2024).

As captações totalizam uma vazão média de 16.128,6 L/s, sendo 4.532,4 L/s inoperantes, 474,2 L/s desativadas e 11.122,1 L/s operantes. No mês mais crítico, essas vazões correspondem a 16.155,2 L/s, sendo 4.389,0 L/s inoperantes, 338,0 L/s desativadas e 11.428,2 L/s operantes. Há pouca diferença entre a vazão média e do mês mais crítico.

A vazão total operante é muito próxima da vazão total outorgada superficial, de 11.572,8 L/s, o que mostra bastante aderência entre as outorgas para abastecimento e os dados medidos informados pela CAESB.

Há duas grandes captações da CAESB que não possuem outorga correspondente. Uma é a CAP.BCO.001 no Subsistema Corumbá, descrita como “Portaria de 2010 renova a de 2007. Outorga Única de 5.600 l/s, sendo 2.800 l/s destinados à Caesb”. Essa captação é de 2.800 L/s, dos quais 1.400 L/s estão operantes e 1.400 L/s estão inoperantes. Não há outorga equivalente. A outra é a CAP.LPA.001, no Lago Paranoá 01 (Lago), cuja descrição é “Contempla outorga total Lago Paranoá”, também de 2.800,0 L/s, descrita como inoperante. É possível que não existam outorgas para essas captações porque elas estão atualmente inoperantes e por isso a outorga não foi renovada.

No Quadro 10.5 estão apresentadas as correspondências das outorgas com os dados da CAESB, e no Quadro 10.6 as correspondências dos dados da CAESB com as outorgas.

Quadro 10.5 - Correspondência das outorgas com os dados da CAESB.

Id	Vazão (L/s)	Manancial	Correspondência com dados da CAESB
1	241,7	Rio Monteiro	CAP.FUM.001 Fumal (Córrego) na base da CAESB sistema sobradinho-planaltina
2	106,6	Barragem Mestre D'Armas Córrego Sarandi	CAP.MDR.001 Barragem Mestre D'Armas Sistema Sobradinho/Planaltina
3	87,7	Barragem do Corguinho no rio sem nome	CAP.CRG.001 Subsistema Sobradinho/Planaltina
4	84,3	Barragem do Brejinho no Rio Monteiro	CAP.BRJ.001 Subsistema Sobradinho/Planaltina
5	300,0	Rio Maranhão	Sem correspondência
6	716,4	Ribeirão Bananal	CAP.RBA.001 Sistema Torto/ Santa Maria/ Bananal
7	700,0	Lago Paranoá	CAP.LPA.002 Subsistema Paranoá Norte
8	154,2	Cabeça de veado	CAP.CVD.001 a 004 Cabeça de veado Subsistema Lago Sul
9	68,3	Barragem do Cachoeirinhas no rio sem nome	CAP.CCH.001 Subsistema Paranoá Norte. Valores divergentes, 68.42 inoperante e 37.08 operante
10	21,9	Barragem do Taquari no rio sem nome	CAP.TQR.001 e 002 Subsistema Paranoá Norte. Valores divergentes, 22,36 inoperante e 10,5 operante
11	4300,0	Barragem Rio Descoberto	CAP.RDE.001 Sistema Rio Descoberto/ Corumbá
12	60,0	Barragem do Quinze no Córrego Quinze	CAP.CQZ.001 Subsistema Sobradinho/Planaltina
13	17,0	Córrego Viúda	Sem correspondência

Id	Vazão (L/s)	Manancial	Correspondência com dados da CAESB
14	55,1	Barragem do Contagem no Ribeirão da Contagem	CAP.CNT.001 Subsistema Sobradinho/ Planaltina. Divergência com dados da CAESB que mostram 2 captações com vazão total de 55,08 L/s
15	55,1	Barragem do Contagem no Ribeirão da Contagem	CAP.CNT.002 Subsistema Sobradinho/ Planaltina. Divergência com dados da CAESB que mostram 2 captações com vazão total de 55,08 L/s
16	265,4	Barragem do Pedras no Ribeirão das Pedras	CAP.PDR.001. Subsistema Descoberto. Desativado
17	184,0	Barragem do Currais no Ribeirão Currais	CAP.CRR.001. Subsistema Descoberto. Desativado
18	22,0	Sem nome	Sem correspondência
19	11,0	Sem nome	Sem correspondência
20	25,0	Barragem do Catetinho Baixo no Ribeirão do Gama	CAP.CTB.001. Um registro de 50 L/s nos dados da CAESB. Subsistema Descoberto
21	25,0	Barragem do Catetinho Baixo no Ribeirão do Gama	CAP.CTB.001. Um registro de 50 L/s nos dados da CAESB. Subsistema Descoberto
22	1647,0	Barragem Santa Maria	CAP.TOR.001 Sistema Torto/Santa Maria/Bananal
23	1478,0	Represa do Torto	CAP.SMR.001 Sistema Torto/Santa Maria/Bananal
24	12,0	Captação Borá Manso (Córrego Borá Manso)	CAP.BRM.001. Subsistema São Sebastião
25	88,0	Barragem Ponte de Terra 2	CAP.PTR.002. Subsistema Gama
26	24,0	Barragem Olho D'água	CAP.ODG.001. Subsistema Gama. Inoperante
27	23,1	Sem nome	Sem correspondência
28	53,0	Barragem do Paranoazinho no Ribeirão Sobradinho	CAP.PRZ.001. Subsistema Sobradinho/ Planaltina
29	129,3	Barragem do Alagado	CAP.ALG.001 Inoperante Córrego Alagado Sistema Descoberto/Corumbá
30	35,7	Sem nome	CAP.CRS.001. Divergência com dados da CAESB que mostram 2 captações com demanda total de 35,7 (outorga única p/as 2 captações). Subsistema Gama
31	35,7	Sem nome	CAP.CRS.002. Divergência com dados da CAESB que mostram 2 captações com demanda total de 35,7 (outorga única p/as 2 captações). Subsistema Gama
32	103,0	Barragem do Barrocão no Rio Descoberto	CAP.BRC.001 Sistema Brazlândia
33	53,7	Barragem do Capão da Onça no Rio Descoberto	CAP.CON.001 Sistema Brazlândia
34	389,9	Rio Pipiripau	CAP.PIP.001 Subsistema Sobradinho/ Planaltina

Fonte: Adasa (2024), CAESB (2024);

Das 34 outorgas foi encontrada correspondência no cadastro da CAESB para 27 delas, que totalizam uma vazão de 11.128,3 L/s. A maior outorga sem correspondência é no Rio Maranhão, de 300 L/s. As demais são de vazões menores, com 22,0 L/s, 11,0 L/s, 23,1 L/s, 35,7 L/s e 35,7 L/s, totalizando 444,4 L/s. Algumas das outorgas que constam como operacionais no cadastro de outorgas constam como desativadas ou inoperantes no cadastro da CAESB, como a outorga de 265,4 L/s na Barragem do Pedras no Ribeirão das Pedras, a outorga de

184,0 L/s na Barragem do Currais no Ribeirão Currais, e a barragem de 24,0 L/s na Barragem Olho D'água. As duas primeiras desativadas e a última inoperante.

Quadro 10.6 - Correspondência dos dados da CAESB com as outorgas.

Sistema	Localização		Captação			
	Subsistema	RA	Código	Nome	Operação	Correspondência
Torto/ Santa Maria/	Torto/S.Maria	Brasília	CAP.SMR.001	Santa Maria (Lago Santa Maria)	Operante	Com correspondência
	Torto/S.Maria	Brasília	CAP.TOR.001	Torto (Ribeirão do Torto)	Operante	Com correspondência
	Torto/S.Maria	Brasília	CAP.RBA.001	Ribeirão Bananal (Ribeirão)	Operante	Com correspondência
	Subsistema Torto/ SM/ Bananal					
A1) Sistema Torto/ SM/ Bananal e Paranoá Norte						
Rio Descoberto/ Corumbá	Descoberto	Ceilândia	CAP.RDE.001	Descoberto (Rio Descoberto)	Operante	Com correspondência
	Descoberto	Taguatinga	CAP.PDR.001	Pedras (Ribeirão)	Desativada	Com correspondência
	Descoberto	Taguatinga	CAP.CRR.001	Currais (Córrego Currais)	Desativada	Com correspondência
	Descoberto	Park Way	CAP.CTB.001	Catetinho Baixo 1 (Córrego) (A outorga do DNAEE é de dois pontos)	Operante	Com correspondência
	Subsistema Descoberto					
	Gama	Gama	CAP.CRS.001	Crispim 1 (Córrego Crispim 1) (outorga única p/as 2 captações)	Operante	Com correspondência
	Gama	Gama	CAP.CRS.002	Crispim 2 (Córrego Crispim 2)	Operante	Com correspondência
	Gama	Gama	CAP.PTR.002	Ponte de Terra 2 (Córrego)	Operante	Com correspondência
	Gama	Gama	CAP.ALG.001	Alagado (Córrego Alagado)	Inoperante	Com correspondência
	Gama	Gama	CAP.PTR.001	Ponte de Terra 1 (Córrego) (Desativada em Definitivo)	Desativada	Sem correspondência
	Gama	Gama	CAP.PTR.003	Ponte de Terra 3 (Córrego)	Inoperante	Sem correspondência
	Gama	Gama	CAP.ODG.001	Olho D'Água (Córrego)	Inoperante	Com correspondência
	Outros		CAP.ENG.001	Engenho das Lajes (Ribeirão)	Operante	Sem correspondência
	Subsistema Gama e Outros					
Corumbá	-	CAP.BCO.001	Corumbá (Lago Corumbá IV) (Portaria de 2010 renova a de 2007. Outorga Única de 5.600 l/s, sendo 2.800 l/s destinados à Caesb)	Parcialmente operante	Sem correspondência	
Subsistema Corumbá						
A2) Sistema Descoberto/ Corumbá						

Sistema	Localização		Captação			
	Subsistema	RA	Código	Nome	Operação	Correspondência
Sobradinho/ Planaltina e Paranoá Norte	Sobradinho	Sobradinho	CAP.PRZ.001	Paranoazinho (Córrego)	Operante	Com correspondência
	Sobradinho	Sobradinho II	CAP.CNT.001	Contagem 1 (Ribeirão)	Operante	Com correspondência
	Sobradinho	Sobradinho II	CAP.CNT.002	Contagem 2 (Ribeirão)	Operante	Com correspondência
	Sobradinho	Sobradinho	CAP.CRG.001	Corguinho (Córrego)	Operante	Com correspondência
	Planaltina	Planaltina	CAP.MDR.001	Mestre D'Armas (Ribeirão)	Operante	Com correspondência
	Planaltina	Planaltina	CAP.FUM.001	Fumal (Córrego)	Operante	Com correspondência
	Planaltina	Planaltina	CAP.BRJ.001	Brejinho (Córrego)	Operante	Com correspondência
	Planaltina	Planaltina	CAP.PIP.001	Pipiripau (Ribeirão)	Operante	Com correspondência
	Planaltina	Planaltina	CAP.CQZ.001	Córrego Quinze (Córrego)	Operante	Com correspondência
	Subsistema Sobradinho/ Planaltina					
	Paranoá N	Lago Norte	CAP.LPA.002	Lago Paranoá 02 (Captação Emergencial e Provisória)	Operante	Com correspondência
	Paranoá N	Lago Norte	CAP.LPA.001	Lago Paranoá 01 (Lago) (Contempla outorga total Lago Paranoá)	Inoperante	Sem correspondência
	Paranoá N	Paranoá	CAP.TQR.001	Taquari 1 (Córrego)	Inoperante	Com correspondência
	Paranoá N	Paranoá	CAP.TQR.002	Taquari 2 (Córrego)	Inoperante	Com correspondência
	Paranoá N	Paranoá	CAP.CCH.001	Cachoeirinha (Córrego dos Goianos)	Inoperante	Com correspondência
	Subsistema Paranoá Norte					
	A3) Sistema Sobradinho/ Planaltina e Paranoá Norte					
São Sebastião e Paranoá Sul	Cab. Veado	Park Way	CAP.CVD.004	Cabeça do Veado 4 (Córrego)	Operante	Com correspondência
	Cab. Veado	Park Way	CAP.CVD.001	Cabeça do Veado 1 (Córrego)	Operante	Com correspondência
	Cab. Veado	Park Way	CAP.CVD.002	Cabeça do Veado 2 (Córrego)	Operante	Com correspondência
	Cab. Veado	Park Way	CAP.CVD.003	Cabeça do Veado 3 (Córrego)	Operante	Com correspondência
	Paranoá Sul	Lago Sul	CAP.LPA.003?	Futura Captação do Lago Paranoá 03 (Lago) (a operar)	Futura	Sem correspondência
	Subsistema Lago Sul					
	S.Sebastião	São Sebastião	CAP.BRM.001	Captação Borá Manso (Córrego Borá Manso)	Operante	Com correspondência
Subsistema São Sebastião						
A4) Sistema São Sebastião e Paranoá Sul						
Brazlândia	Brazlândia	CAP.CON.001	Capão da Onça (Córrego Capão da Onça)	Operante	Com correspondência	

Sistema	Localização		Captação			
	Subsistema	RA	Código	Nome	Operação	Correspondência
	Brazlândia	Brazlândia	CAP.BRC.001	Barrocão (Córrego Barrocão)	Operante	Com correspondência
	Brazlândia	Brazlândia	CAP.OLR.001	Futura Captação do Olaria	Futura	Sem correspondência
A5) Sistema Brazlândia						
TOTAL CAPTAÇÕES SUPERFICIAIS1						

Fonte: Adasa (2024), CAESB (2024).

Das 39 captações, foram encontradas correspondência para 32 captações. Das 7 sem correspondência, 2 são captações futuras, que provavelmente ainda não possuem outorga, 1 está desativada, 3 inoperantes ou parcialmente inoperantes e 1 operante, com vazão de 7 L/s, abaixo da vazão de corte utilizada anteriormente para filtrar os registros.

No Quadro 10.7 estão apresentadas as 7 captações informadas pela CAESB que não possuem correspondência no cadastro de outorgas.

Quadro 10.7 - Captações da CAESB sem correspondência.

Sistema	Localização		Captação						
	Subsistema	RA	Código	Nome	Média Anual dos Qmáx.Mensais (L/s)			Operação	
					Autorizada (Outorga)	Inoperante	Desativada		Operante
Rio Descoberto/ Corumbá	Gama	Gama	CAP.PTR.001	Ponte de Terra 1 (Córrego) (Desativada em Definitivo)	24,0	-	24,0	0,0	Desativada
	Gama	Gama	CAP.PTR.003	Ponte de Terra 3 (Córrego)	88,1	88,1	-	0,0	Inoperante
	Outros		CAP.ENG.001	Engenho das Lajes (Ribeirão)	7,0	-	-	7,0	Operante
	Corumbá	-	CAP.BCO.001	Corumbá (Lago Corumbá IV) (Portaria de 2010 renova a de 2007. Outorga Única de 5.600 l/s, sendo 2.800 l/s destinados à Caesb)	2.800,0	1.400,0	-	1.400,0	Parcialmente operante
Sobradinho/ Planaltina e Paranoá Norte	Paranoá Norte	Lago Norte	CAP.LPA.001	Lago Paranoá 01 (Lago) (Contempla outorga total Lago Paranoá)	2.800,0	2.800,0	-	0,0	Inoperante
São Sebastião e Paranoá Sul	Paranoá Sul	Lago Sul	CAP.LPA.003?	Futura Captação do Lago Paranoá 03 (Lago) (a operar)	-	-	-	-	Futura
Brazlândia	Brazlândia	Brazlândia	CAP.OLR.001	Futura Captação do Olaria	-	-	-	-	Futura
Total					5.719,1	4.288,1	24,0	1.407,0	-

Fonte: CAESB (2024).

Também foi analisada a base de outorgas federais da ANA. No DF foi delegada à Adasa a emissão de outorgas federais, competência normalmente exclusiva da ANA. Porém, existe a possibilidade de outorgas antigas, datando de antes da delegação à Adasa, ainda estarem operacionais.

Foram identificadas três outorgas pertencentes à CAESB nos rios Ribeirão Engenho das Lajes, com 1,07 L/s, Lago Paranoá, com 2.800 L/s, e Rio Pípiripau com 400 L/s. No entanto, a captação de 1,07 L/s venceu em 2023, e a de 400 L/s em 2011. A única que segue ativa segundo a base da ANA é a de 2.800 L/s no Lago Paranoá, provavelmente a mesma identificada no cadastro de captações da CAESB como CAP.LPA.001, que consta como inoperante.

Considerando as comparações realizadas, entende-se que o cadastro de outorgas e a demanda estimada a partir dele está coerente com a realidade da área de estudo, fazendo as seguintes ressalvas, considerados pontos de atenção:

- Não foi encontrada correspondência para 444,4 L/s da demanda outorgada, em especial com uma outorga de 300 L/s no Rio Maranhão;
- Das captações cadastradas da CAESB, há uma em especial que consta como operante, no Lago Corumbá, de 1400 L/s operacionais e 1.400 L/s inoperantes. Identificar se essa demanda realmente é captada;
- Identificar se a captação de 2.800 L/s no Lago Norte está em funcionamento, consta como inoperante no cadastro e não possui outorga identificada.

10.2 Indústria

10.2.1 Dados de outorga

As vazões para uso industrial são aquelas captadas diretamente pelas indústrias que não utilizam como fonte o sistema de abastecimento público de água para suas atividades. Segundo a Resolução Adasa nº 18/2020, representam o uso da água como insumo do processo produtivo industrial, na refrigeração e combate a incêndios em empreendimentos industriais, e em atividades semelhantes.

Incluem uma grande variedade de atividades como acabamento de metais, aço, agroindústria, alimentos desidratados, borracha sintética, cerâmica, computador, conservas, cunicultura, destilaria de álcool, eletro-eletrônico, eletrometalurgia, extração de óleo de soja bruto, extração de óleo de soja refinado, farinheira, fecularia, garrafa pet, gasolina, indústria de embutidos, indústria química (cloro-soda), indústria química (sais-minerais), maltearia, metal-mecânica, petroquímica, refino de petróleo, sabão e velas, tijolo, tinturaria, usina de açúcar e álcool.

Foi considerado um coeficiente de consumo de 0,3 para a indústria. As vazões retiradas e consumidas estão apresentadas no Quadro 10.8 por bacia e UH, e no

Quadro 10.9 por bacia. Posteriormente, na Figura 10.4 estão apresentadas as vazões totais por bacia, e na Figura 10.5 por UH.

Quadro 10.8 - Demandas (L/s) para uso industrial por bacia e UH.

Bacia/UH	DF			GO			Retirada	Consumo
	Subterrânea	Superficial	Total	Subterrânea	Superficial	Total		
Lago Paranoá	55,6	3,9	59,5	-	-	-	59,5	17,9
Córrego Bananal	8,4	-	8,4	-	-	-	8,4	2,5
Lago Paranoá	10,3	-	10,3	-	-	-	10,3	3,1
Riacho Fundo	36,0	-	36,0	-	-	-	36,0	10,8
Ribeirão do Gama	0,2	3,9	4,1	-	-	-	4,1	1,2
Ribeirão do Torto	0,7	-	0,7	-	-	-	0,7	0,2
Rio Corumbá	13,1	0,1	13,2	5,0	3,1	8,1	21,3	6,4
Ribeirão Ponte Alta	10,3	0,1	10,5	-	-	-	10,5	3,1
Rio Alagado	2,4	-	2,4	-	0,7	0,7	3,2	0,9
Rio Santa Maria	0,3	-	0,3	5,0	2,4	7,4	7,7	2,3
Rio Descoberto	82,3	58,9	141,2	0,7	-	0,7	141,9	42,6
Baixo Rio Descoberto	48,8	58,0	106,8	0,7	-	0,7	107,4	32,2
Médio Rio Descoberto	1,9	0,0	1,9	-	-	-	1,9	0,6
Ribeirão das Pedras	7,7	-	7,7	-	-	-	7,7	2,3
Ribeirão do Rodeador	1,2	0,2	1,4	-	-	-	1,4	0,4
Ribeirão Engenho das Lages	3,9	-	3,9	-	-	-	3,9	1,2
Rio Descoberto	1,0	-	1,0	-	-	-	1,0	0,3
Rio Melchior	17,9	0,8	18,7	-	-	-	18,7	5,6
Rio Maranhão	32,7	49,3	82,0	1,9	-	1,9	84,0	25,2
Alto Rio Maranhão	2,5	-	2,5	1,9	-	1,9	4,4	1,3
Ribeirão da Contagem	15,3	49,3	64,7	-	-	-	64,7	19,4
Rio da Palma	3,0	-	3,0	-	-	-	3,0	0,9
Rio do Sal	11,2	-	11,2	-	-	-	11,2	3,4
Rio Palmeiras	0,0	-	0,0	-	-	-	0,0	0,0
Rio Sonhém	0,5	-	0,5	-	-	-	0,5	0,1
Rio Preto	7,2	7,0	14,2	1,2	-	1,2	15,5	4,6
Alto Rio Preto	0,0	-	0,0	1,2	-	1,2	1,3	0,4

Bacia/UH	DF			GO			Retirada	Consumo
	Subterrânea	Superficial	Total	Subterrânea	Superficial	Total		
Ribeirão Extrema	6,3	3,0	9,3	-	-	-	9,3	2,8
Ribeirão Jardim	0,1	1,7	1,8	-	-	-	1,8	0,5
Rio Jardim	0,7	2,4	3,1	-	-	-	3,1	0,9
Rio São Bartolomeu	58,7	31,3	90,0	3,7	-	3,7	93,7	28,1
Alto Rio Bartolomeu	0,1	-	0,1	-	-	-	0,1	0,0
Baixo Rio São Bartolomeu	7,1	11,5	18,6	-	-	-	18,6	5,6
Médio Rio São Bartolomeu	16,5	9,1	25,5	-	-	-	25,5	7,7
Ribeirão Cachoeirinha	1,1	0,3	1,4	-	-	-	1,4	0,4
Ribeirão do Santana	4,3	-	4,3	-	-	-	4,3	1,3
Ribeirão Maria Pereira	2,4	3,5	5,9	-	-	-	5,9	1,8
Ribeirão Papuda	0,0	0,0	0,0	-	-	-	0,0	0,0
Ribeirão Saia Velha	18,2	-	18,2	3,7	-	3,7	21,9	6,6
Ribeirão Sobradinho	7,4	-	7,4	-	-	-	7,4	2,2
Ribeirão Taboca	0,4	-	0,4	-	-	-	0,4	0,1
Rio Pipiripau	1,1	7,0	8,1	-	-	-	8,1	2,4
Total Geral	249,6	150,7	400,2	12,5	3,1	15,6	415,9	124,8

Fonte: Adasa (2024), SEMAD (2024).

Quadro 10.9 - Demandas (L/s) para uso industrial por bacia.

Bacia/UH	DF			GO			Retirada	Consumo
	Subterrânea	Superficial	Total	Subterrânea	Superficial	Total		
Lago Paranoá	55,6	3,9	59,5	0,0	0,0	0,0	59,5	17,9
Rio Corumbá	13,1	0,1	13,2	5,0	3,1	8,1	21,3	6,4
Rio Descoberto	82,3	58,9	141,2	0,7	0,0	0,7	141,9	42,6
Rio Maranhão	32,7	49,3	82,0	1,9	0,0	1,9	84,0	25,2
Rio Preto	7,2	7,0	14,2	1,2	0,0	1,2	15,5	4,6
Rio São Bartolomeu	58,7	31,3	90,0	3,7	0,0	3,7	93,7	28,1
Rio São Marcos	-	-	0,0	-	-	0,0	0,0	0,0
Total	249,6	150,7	400,2	12,5	3,1	15,6	415,9	124,8

Fonte: Adasa (2024), SEMAD (2024).

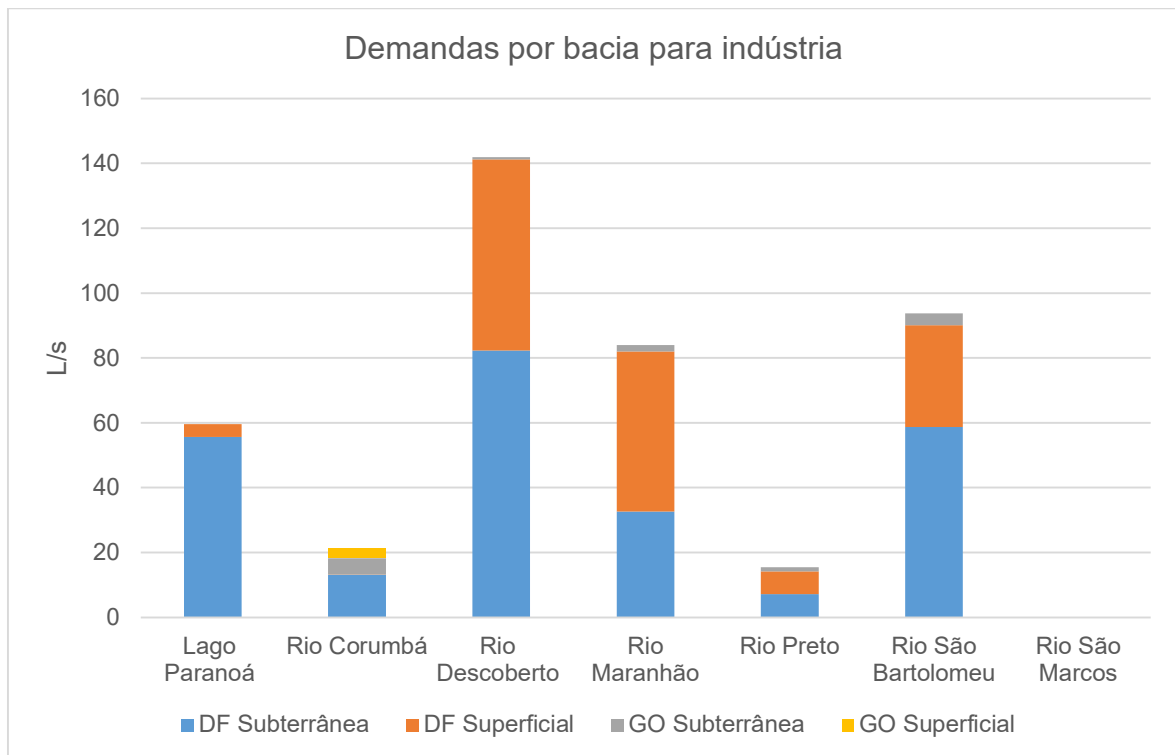


Figura 10.4 - Demandas (L/s) para uso industrial por bacia.
Fonte: Adasa (2024), SEMAD (2024).

A demanda industrial na área de estudo é de 415,9 L/s. A parcela subterrânea representa 62% do total da demanda industrial, com 262 L/s.

As demandas para uso industrial estão mais concentradas nas bacias do Rio Descoberto, Rio Maranhão e Rio São Bartolomeu, especificamente nas UHs do Baixo Rio Descoberto, Ribeirão da Contagem e Riacho Fundo.

Na UH Baixo Rio Descoberto, UH com maior demanda industrial, com 107,4 L/s de vazão outorgada, há uma concentração grande de demanda industrial para a planta da Seara para produção de alimentos e abatedouro, com outorgas que somam 74 L/s exclusivamente para essa indústria.

Na UH Ribeirão da Contagem há uma grande concentração de outorgas para fabricação de cimento, com cerca de 41,7 L/s de vazão outorgada para este fim, para a planta industrial da Votorantim Cimentos.

Na UH Riacho Fundo está localizada a zona industrial de Brasília, com a terceira maior demanda industrial, e o maior número de outorgas, com 47 outorgas de uso industrial.

Na Figura 10.6 estão apresentadas as demandas especializadas para uso industrial.

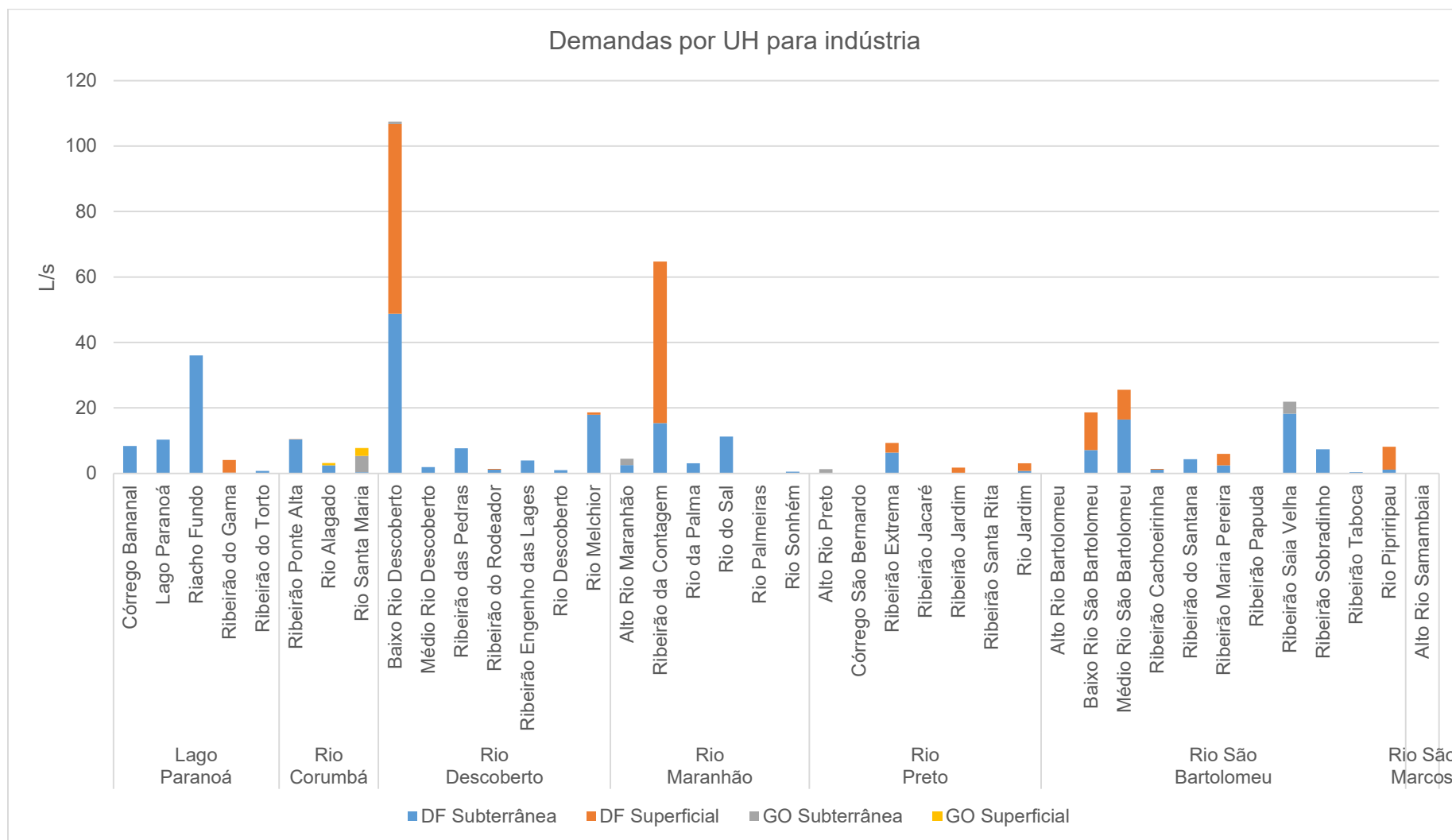


Figura 10.5 - Demandas (L/s) para uso industrial por UH. Fonte: Adasa (2024), SEMAD (2024).

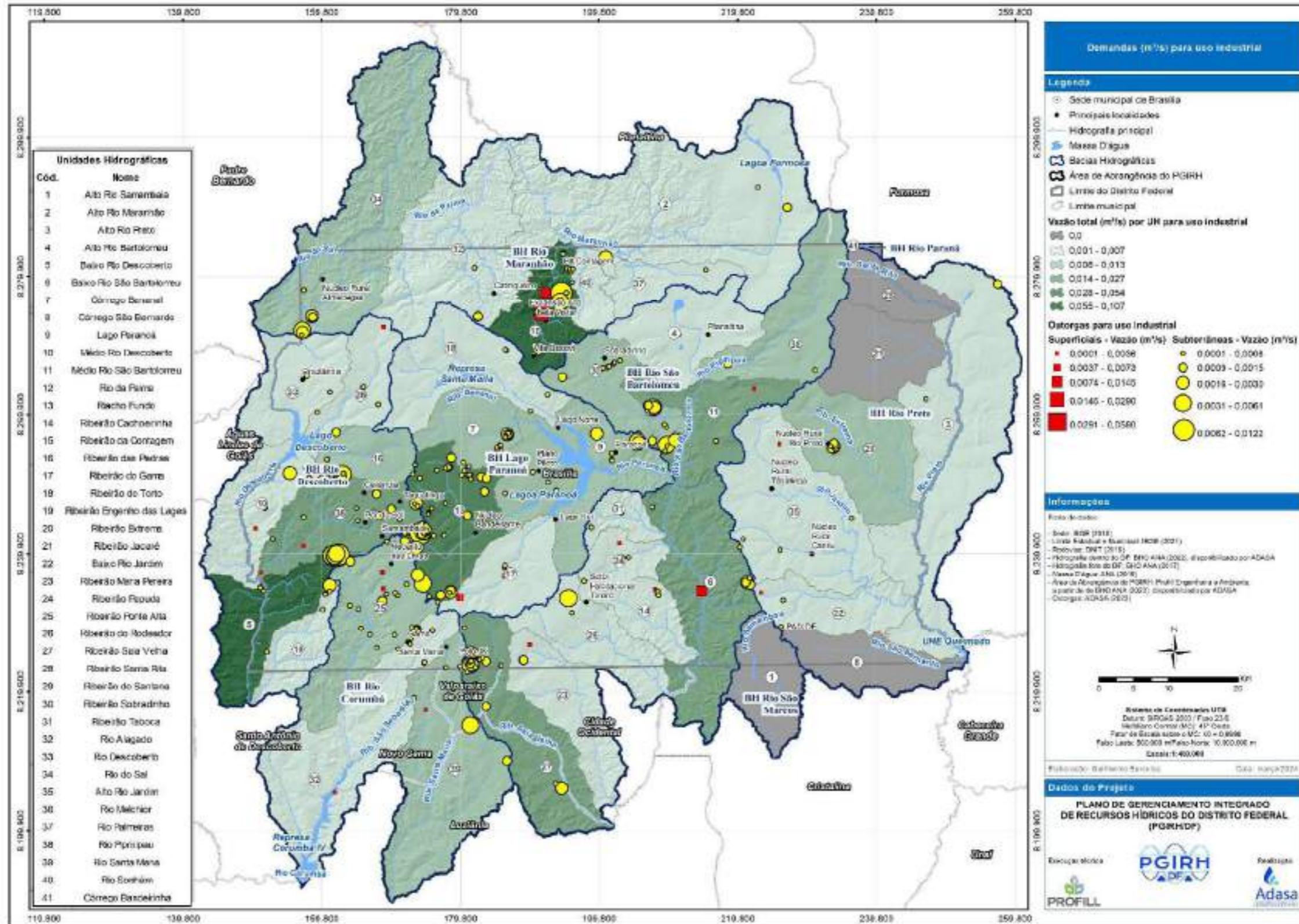


Figura 10.6 - Mapa de demandas (L/s) para uso industrial.

10.2.2 Comparação com dados da Base Nacional de Usos da Água (BD-Usos)

As demandas estimadas para uso industrial na Base Nacional de Referência de Usos Consuntivos de Água no Brasil (ANA, 2021) totalizam 423,8 L/s para toda a área de estudo, valor muito próximo à demanda outorgada, de 415,9 L/s.

A comparação entre as demandas obtidas pelo cadastro de outorgas e as estimadas na BD-Usos está apresentada no Quadro 10.10, Quadro 10.11 e Figura 10.7.

Quadro 10.10 - Comparação das demandas pelas outorgas e BD-Usos por UH.

Bacia/UH	Retirada (Outorgas)	Retirada (BD-Usos)
Lago Paranoá	59,5	187,0
Córrego Bananal	8,4	4,9
Lago Paranoá	10,3	69,3
Riacho Fundo	36,0	76,8
Ribeirão do Gama	4,1	29,2
Ribeirão do Torto	0,7	6,8
Rio Corumbá	21,3	51,1
Ribeirão Ponte Alta	10,5	21,7
Rio Alagado	3,2	9,7
Rio Santa Maria	7,7	19,7
Rio Descoberto	141,9	64,7
Baixo Rio Descoberto	107,4	2,1
Médio Rio Descoberto	1,9	3,3
Ribeirão das Pedras	7,7	9,0
Ribeirão do Rodeador	1,4	4,7
Ribeirão Engenho das Lages	3,9	0,3
Rio Descoberto	1,0	6,0
Rio Melchior	18,7	39,3
Rio Maranhão	84,0	8,8
Alto Rio Maranhão	4,4	3,4
Ribeirão da Contagem	64,7	4,2
Rio da Palma	3,0	0,2
Rio do Sal	11,2	0,9
Rio Palmeiras	0,0	0,0
Rio Sonhém	0,5	0,0
Rio Preto	15,5	34,8
Alto Rio Preto	1,3	34,4
Ribeirão Extrema	9,3	0,0
Ribeirão Jardim	1,8	0,5
Rio Jardim	3,1	0,0
Rio São Bartolomeu	93,7	77,4
Alto Rio Bartolomeu	0,1	14,5

Bacia/UH	Retirada (Outorgas)	Retirada (BD-Usos)
Baixo Rio São Bartolomeu	18,6	0,0
Médio Rio São Bartolomeu	25,5	0,7
Ribeirão Cachoeirinha	1,4	0,9
Ribeirão do Santana	4,3	0,9
Ribeirão Maria Pereira	5,9	5,1
Ribeirão Papuda	0,0	6,6
Ribeirão Saia Velha	21,9	17,9
Ribeirão Sobradinho	7,4	19,2
Ribeirão Taboca	0,4	8,8
Rio Pipiripau	8,1	2,8
Total Geral	415,9	423,8

Fonte: Adasa (2024), SEMAD (2024), ANA (2021a).

Quadro 10.11 - Comparação das demandas pelas outorgas e BD-Usos por bacia.

Bacia/UH	Retirada (Outorgas)	Retirada (BD-Usos)	Diferença em relação à demanda outorgada (%)
Lago Paranoá	59,5	187,0	214%
Rio Corumbá	21,3	51,1	140%
Rio Descoberto	141,9	64,7	-54%
Rio Maranhão	84,0	8,8	-90%
Rio Preto	15,5	34,8	125%
Rio São Bartolomeu	93,7	77,4	-17%
Rio São Marcos	0	0	-
Total	415,9	423,8	2%

Fonte: Adasa (2024), SEMAD (2024), ANA (2021a).

As demandas totais para a área de estudo são bastante próximas, com uma diferença de apenas 7,9 L/s, cerca de 2% da vazão outorgada. Comparando as demandas por UH ou por bacia, no entanto, os valores diferem mais. A bacia do rio São Bartolomeu é a que possui menor diferença na demanda total, e a do Lago Paranoá a maior, sendo a demanda estimada pela ANA mais que o dobro da outorgada.

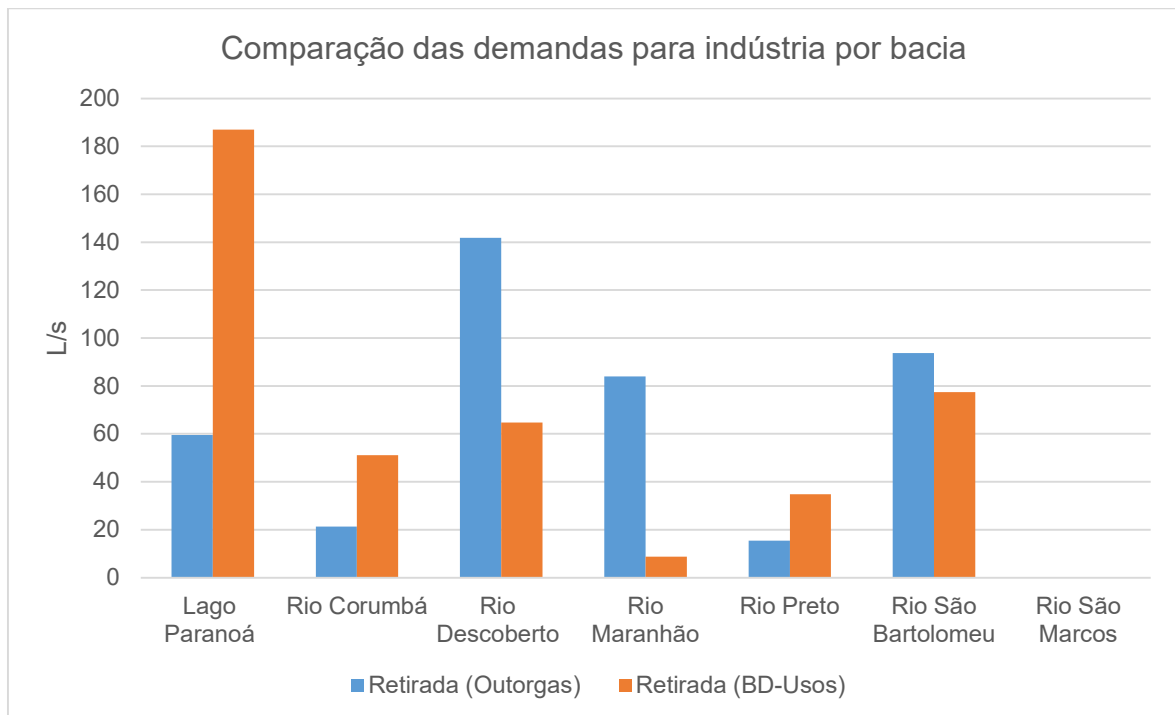


Figura 10.7 - Comparação das demandas pelas outorgas e BD-Usos.
Fonte: Adasa (2024), SEMAD (2024), ANA (2021a).

A demanda outorgada para uso industrial é a que possui maior confiabilidade, pois o processo de fiscalização de outorgas em plantas industriais é facilitado em relação a outros usos como irrigação ou criação animal. A necessidade de licenciamento também torna a inspeção da outorga mais fácil.

Em contrapartida, a estimativa de demanda para uso industrial também é mais complexa, pois a existência de múltiplas atividades industriais torna a demanda muito heterogênea. Atividades como fabricação de celulose e papel tem uma demanda de água por trabalhador (um dos indicadores utilizados para estimativa) que pode ser 30 vezes maior do que da indústria de borracha, por exemplo.

Segundo ANA (2021), o método de estimativa do uso da água na indústria de transformação consiste na aplicação de coeficientes técnicos (vazões médias, por empregado, por tipologia industrial) ao número de trabalhadores de determinada tipologia em determinado município.

O método proposto baseia-se na disponibilidade de dados de número de empregados, por tipologia industrial, ao longo das décadas. Ao número de empregados é associada uma matriz de coeficientes técnicos que indica a quantidade média de água que os processos atrelados a uma tipologia industrial demandam.

10.3 Irrigação

10.3.1 Dados de outorga

Segundo a Resolução Adasa nº 18/2020, representam o uso da água para irrigação os usos na agricultura com o intuito de satisfazer as necessidades hídricas das plantas, considerando as peculiaridades de cada cultura. A Resolução também diferencia o uso de irrigação paisagística, utilizado para irrigação de jardins, gramados e para composição paisagística de propriedades em fontes, espelhos d'água, cascatas, chafarizes, piscinas e outros usos similares.

Em uma avaliação dos dados de outorga, constatou-se que muitos registros cujo uso está identificado como irrigação paisagística, também é utilizado para irrigação de cultura. Das 4.880 outorgas identificadas, 871 são exclusivamente para paisagismo e jardinagem 344 são para paisagismo, jardinagem e irrigação de culturas, e 3.665 exclusivamente para irrigação de culturas. Como a outorga é única, não é possível dissociar qual porção de cada outorga é usada para irrigação e qual para irrigação paisagística. A demanda outorgada exclusivamente para paisagismo e jardinagem é de 174,50 L/s, 2,05% da demanda total para irrigação e irrigação paisagística, de 8.511,23 L/s.

Essas demandas são aquelas utilizadas para a irrigação de cultivos agrícolas. As bases de outorgas da Adasa e da SEMAD apresentam como informações complementares ao registro de outorga o tipo de cultivo irrigado, e há registro de 165 cultivos diferentes, apresentados no Quadro 10.12.

Foi considerado um coeficiente de consumo de 0,8 para a irrigação. As vazões retiradas e consumidas estão apresentadas no Quadro 10.13 por bacia e UH, e no Quadro 10.14 por bacia. Posteriormente, na Figura 10.8 estão apresentadas as vazões totais por bacia, e na Figura 10.9 por UH.

Quadro 10.12 - Cultivos agrícolas identificados na área de estudo.

Cultivos agrícolas		
Abacate	Diversas	Mudas ornamentais
Abacaxi	Diversas culturas	Olericultura
Abóbora	Equipamentos agrícolas de pulverização	Ornamentais
Abobrinha	Espécies nativas	Orquidário
Acerola	Estufas	Paisagística
Agrião	Eucalipto	Painço
Agricultura orgânica	Feijão	Palmeira
Agrofloresta	Feno	Parreira
Alface	Fertilizantes	Pastagem
Alho	Figo	Pasto
Amora	Flores	Pepino
Arbórea	Fruticultura	Permacultura
Arborismo	Giló	Pimenta
Arroz	Girassol	Pimentão
Árvores nativas	Goiaba	Pinhão manso

Cultivos agrícolas		
Árvores nativas do cerrado	Gramíneas	Pista de picadeiro
Aspargos	Graus	Pitanga
Bambu	Graviola	Pitaya
Banana	Guariroba	Pivô
Barracão de verduras	Gueroba	Planta ornamental nativa
Batata	Hidroponia	Plantação
Baunilha	Hortaliças	Plantas medicinais
Beringela	Hortelã	Plantas nativas
Berinjela	Horticultura	Plantas nativas do cerrado
Beterraba	Hotel fazenda	Plantas ornamentais
Brasicáceas	Inhame	Plantios sazonais
Brócolis	Irrigação	Pulverização
Bromélia	Irrigação de campo de futebol	Pupunha
Capiaçú	Jabuticaba	Queroba
Café	Jardim	Quiabo
Caju	Jardinagem	Raízes
Campo de futebol	Jardins	Reflorestamento
Campo experimental	Jiló	Repolho
Cana de açúcar	Laranja	Reserva ambiental
Canavial	Lazer	Reserva legal
Capeneira	Leguminosas	Rubiaceae
Capim	Lichia	Rúcula
Cebola	Limão	Ruticultura
Cebolinha	Lúpulo	Salsa
Cenoura	Macaúba	Silvicultura
Cerca viva	Mangueiras	Siriguela
Cerrado	Mamão	Soja
Cevada	Mandioca	Sorgo
Cheiro verde	Manga	Subsistência
Chuchu	Mangueira	Tangerina
Chuchu	Maracujá	Tanque para irrigação
Cinturão verde	Maxixe	Tiftu
Cítrico	Medicinais	Tomate
Coco	Mexerica	Trigo
Cogumelo	Milho	Tubérculos
Coqueiro	Mogno	Uva
Couve	Morango	Vagem
Couve-flor	Mudas	Verduras
Culturas diversas	Mudas de reflorestamento	Videiras
Dendê	Mudas nativas	Viveiro de mudas

Fonte: Adasa (2024).

Quadro 10.13 - Demandas (L/s) para irrigação por bacia e UH.

Bacia/UH	DF			GO			Retirada	Consumo
	Subterrânea	Superficial	Total	Subterrânea	Superficial	Total		
Lago Paranoá	263,4	201,3	464,7	-	-	-	464,7	371,8
Córrego Bananal	12,9		12,9	-	-	-	12,9	10,3
Lago Paranoá	100,4	25,1	125,5	-	-	-	125,5	100,4
Riacho Fundo	65,4	65,6	131,0	-	-	-	131,0	104,8
Ribeirão do Gama	26,6	95,0	121,5	-	-	-	121,5	97,2
Ribeirão do Torto	58,1	15,6	73,7	-	-	-	73,7	58,9
Rio Corumbá	82,3	84,4	166,7	-	2,1	2,1	168,8	135,0
Ribeirão Ponte Alta	68,6	76,4	145,0	-	-	-	145,0	116,0
Rio Alagado	10,3	5,2	15,5	-	2,1	2,1	17,6	14,1
Rio Santa Maria	3,4	2,8	6,2	-	-	-	6,2	5,0
Rio Descoberto	365,5	1.209,3	1.574,7	-	2,8	2,8	1.577,5	1.262,0
Baixo Rio Descoberto	10,2	8,2	18,5	-	-	-	18,5	14,8
Médio Rio Descoberto	30,8	18,4	49,2	-	-	-	49,2	39,3
Ribeirão das Pedras	63,1	391,0	454,1	-	-	-	454,1	363,3
Ribeirão do Rodeador	129,4	589,5	718,9	-	-	-	718,9	575,1
Ribeirão Engenho das Lages	7,2	12,9	20,1	-	-	-	20,1	16,1
Rio Descoberto	87,9	125,8	213,7	-	2,8	2,8	216,5	173,2
Rio Melchior	36,8	63,3	100,1	-	-	-	100,1	80,1
Rio Maranhão	190,6	85,9	276,5	1,3	6,0	7,3	283,8	227,1
Alto Rio Maranhão	13,8	1,7	15,6	1,1	-	1,1	16,7	13,3
Ribeirão da Contagem	13,3	7,9	21,2	-	6,0	6,0	27,1	21,7
Rio da Palma	67,4	6,4	73,8	-	-	-	73,8	59,0
Rio do Sal	32,5	19,4	51,9	0,2	-	0,2	52,1	41,7
Rio Palmeiras	49,2	45,6	94,8	-	-	-	94,8	75,9
Rio Sonhém	14,4	4,9	19,3	-	-	-	19,3	15,4
Rio Preto	67,4	4.207,6	4.275,0	-	116,8	116,8	4.391,8	3.513,4

Bacia/UH	DF			GO			Retirada	Consumo
	Subterrânea	Superficial	Total	Subterrânea	Superficial	Total		
Alto Rio Preto	17,9	1.520,2	1.538,2	-	57,5	57,5	1.595,7	1.276,6
Córrego São Bernardo	4,8	371,2	376,0	-	-	-	376,0	300,8
Ribeirão Extrema	7,0	454,3	461,3	-	-	-	461,3	369,0
Ribeirão Jacaré	0,0	330,5	330,5	-	-	-	330,5	264,4
Ribeirão Jardim	4,6	455,3	459,9	-	-	-	459,9	367,9
Ribeirão Santa Rita	21,9	170,4	192,3	-	59,2	59,2	251,5	201,2
Rio Jardim	11,1	905,7	916,8	-	-	-	916,8	733,4
Rio São Bartolomeu	389,7	815,0	1.204,7	-	-	-	1.204,7	963,8
Alto Rio Bartolomeu	54,7	85,3	140,0	-	-	-	140,0	112,0
Baixo Rio São Bartolomeu	16,5	31,8	48,3	-	-	-	48,3	38,6
Médio Rio São Bartolomeu	78,7	150,7	229,3	-	-	-	229,3	183,5
Ribeirão Cachoeirinha	44,1	32,8	76,9	-	-	-	76,9	61,5
Ribeirão do Santana	20,4	79,8	100,2	-	-	-	100,2	80,1
Ribeirão Maria Pereira	4,3	0,8	5,0	-	-	-	5,0	4,0
Ribeirão Papuda	26,4	35,0	61,4	-	-	-	61,4	49,2
Ribeirão Saia Velha	8,1	0,0	8,1	-	-	-	8,1	6,5
Ribeirão Sobradinho	29,8	33,8	63,7	-	-	-	63,7	51,0
Ribeirão Taboca	10,6	0,2	10,8	-	-	-	10,8	8,6
Rio Pipiripau	96,2	364,8	461,0	-	-	-	461,0	368,8
Rio São Marcos		308,4	308,4	-	111,6	111,6	420,0	336,0
Alto Rio Samambaia		308,4	308,4	-	111,6	111,6	420,0	336,0
Total Geral	1.358,8	6.911,9	8.270,7	1,3	239,2	240,5	8.511,2	6.809,0

Fonte: Adasa (2024), SEMAD (2024).

Quadro 10.14 - Demandas (L/s) para irrigação por bacia

Bacia/UH	DF			GO			Retirada	Consumo
	Subterrânea	Superficial	Total	Subterrânea	Superficial	Total		
Lago Paranoá	263,4	201,3	464,7	0,0	0,0	0,0	464,7	371,8
Rio Corumbá	82,3	84,4	166,7	0,0	2,1	2,1	168,8	135,0
Rio Descoberto	365,5	1.209,3	1.574,7	0,0	2,8	2,8	1.577,5	1.262,0
Rio Maranhão	190,6	85,9	276,5	1,3	6,0	7,3	283,8	227,1
Rio Preto	67,4	4.207,6	4.275,0	0,0	116,8	116,8	4.391,8	3.513,4
Rio São Bartolomeu	389,7	815,0	1.204,7	0,0	0,0	0,0	1.204,7	963,8
Rio São Marcos	0,0	308,4	308,4	0,0	111,6	111,6	420,0	336,0
Total	1.358,8	6.911,9	8.270,7	1,3	239,2	240,5	8.511,2	6.809,0

Fonte: Adasa (2024), SEMAD (2024).

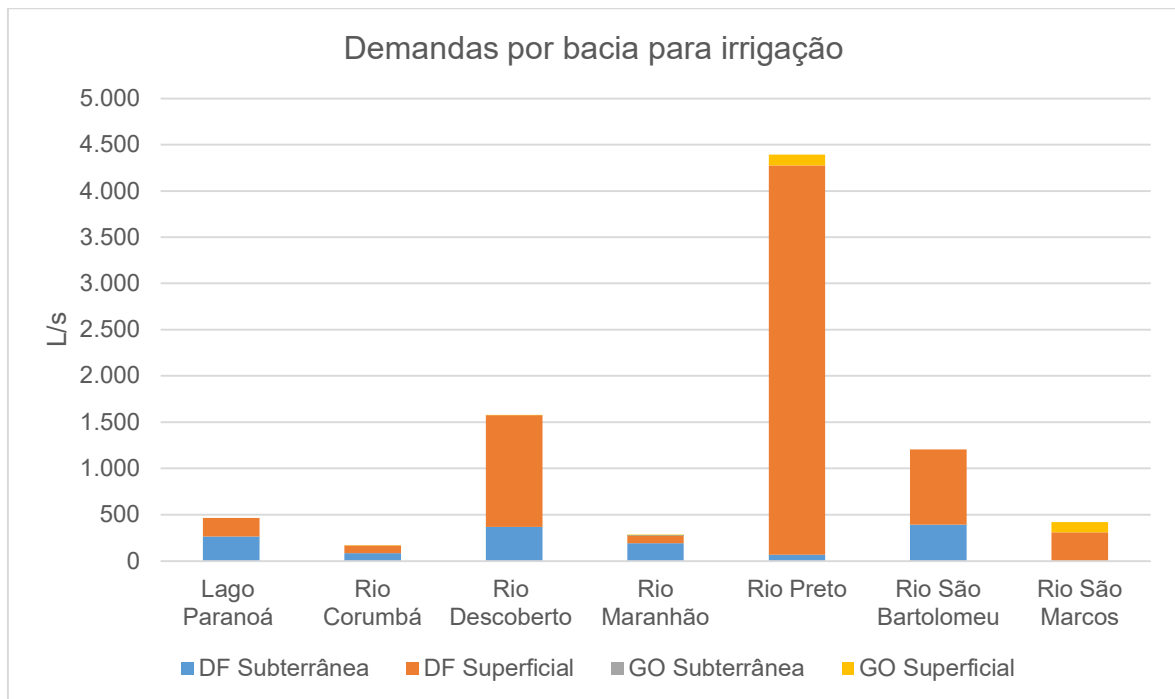


Figura 10.8 - Demandas (L/s) para irrigação por bacia.

Fonte: Adasa (2024), SEMAD (2024).

As demandas para irrigação estão concentradas principalmente na bacia do rio Preto, que concentra 51,6% das demandas para irrigação. A área ao sul e sudeste do Distrito Federal possui dois polos de irrigação, identificados pela ANA como Polo do São Marcos e Polo do Alto Rio Preto, duas das regiões com maior concentração de pivôs centrais de irrigação do Brasil. Os dois polos incluem porções do Distrito Federal, as bacias do Rio São Marcos e do Rio Preto.

No próximo capítulo é apresentada uma comparação das outorgas com dados mapeados de irrigação. Na Figura 10.10 estão apresentadas as demandas espacializadas para irrigação.

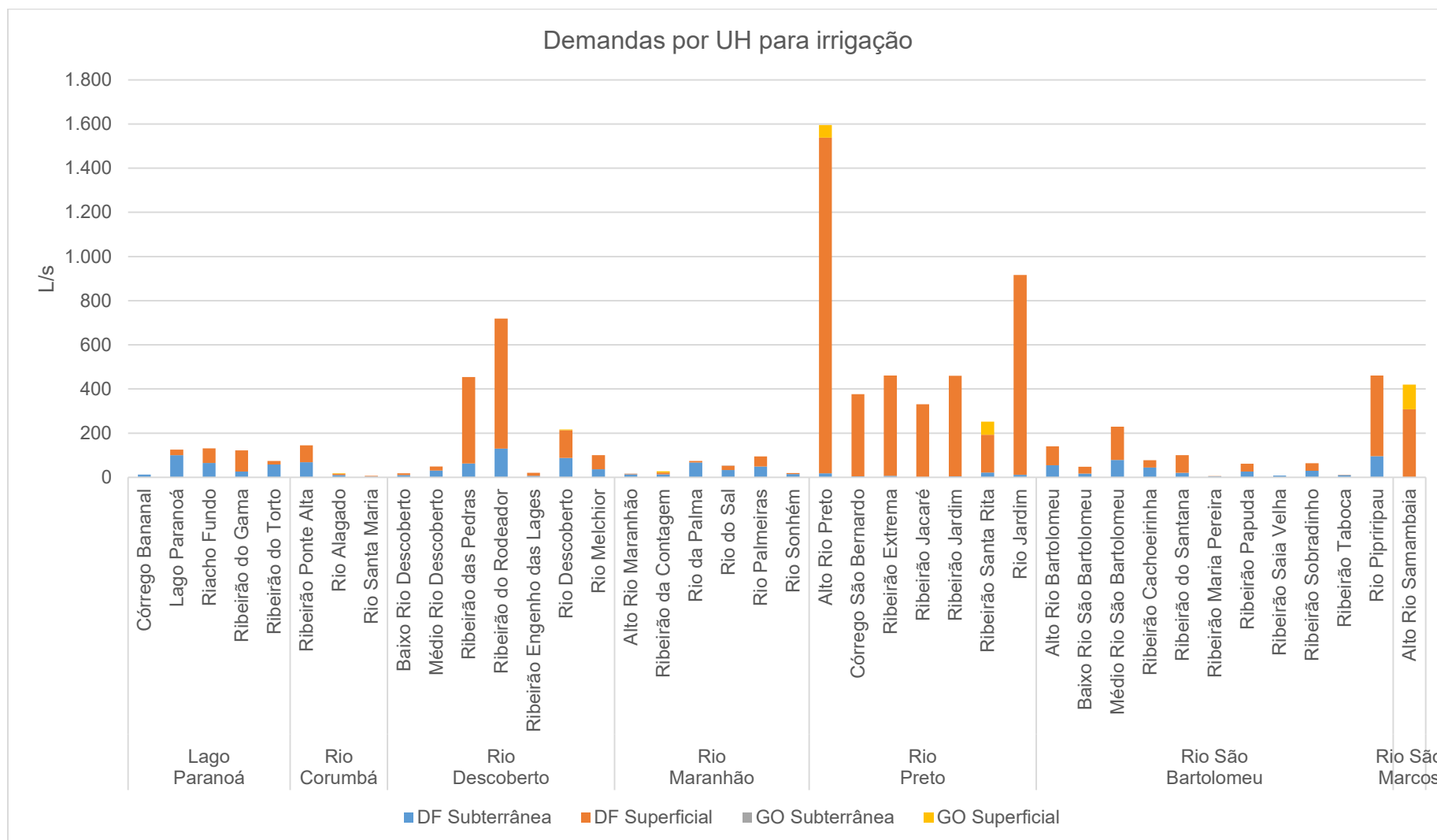


Figura 10.9 - Demandas (L/s) para irrigação por UH.

Fonte: Adasa (2024), SEMAD (2024).

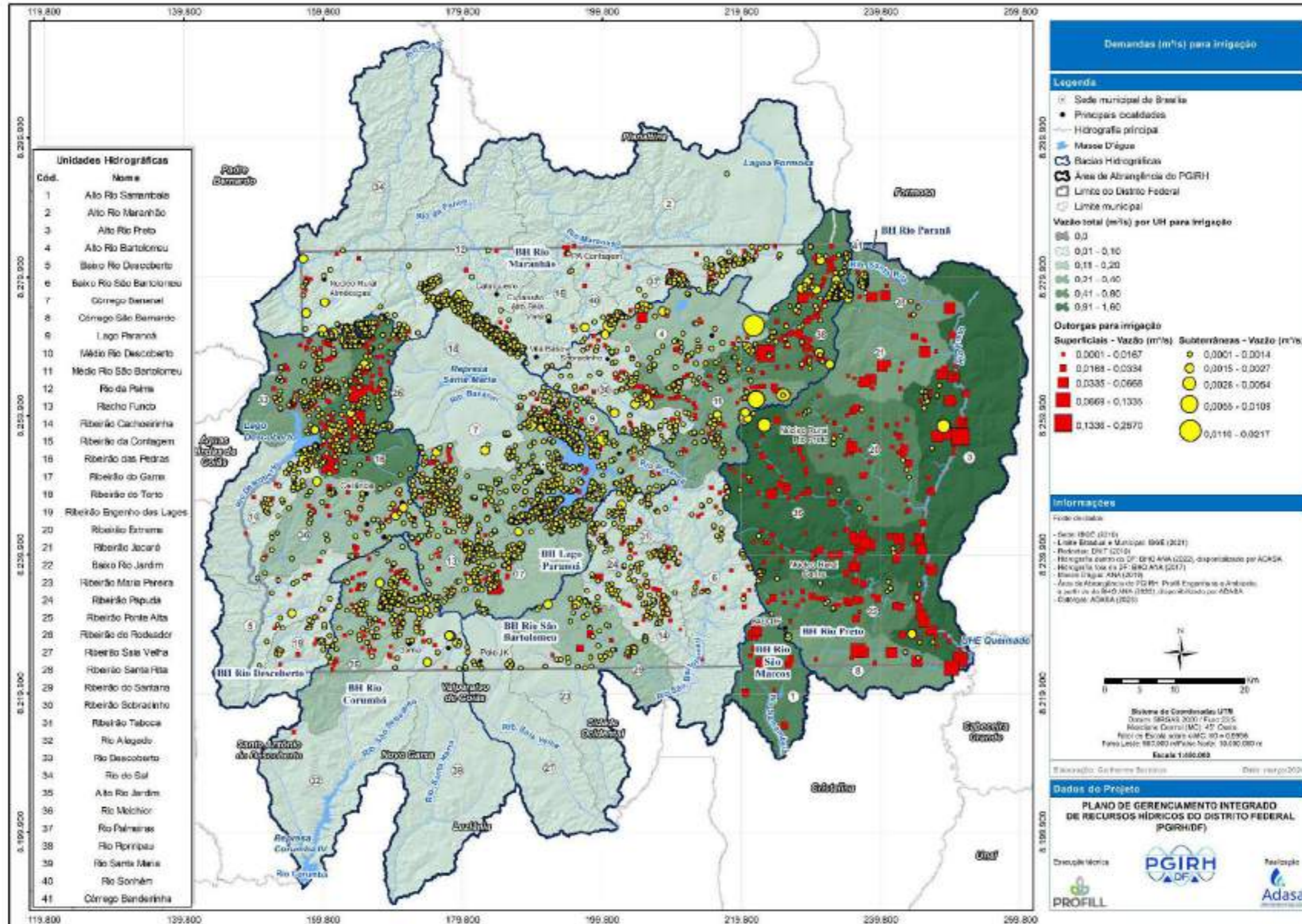


Figura 10.10 - Mapa de demandas (L/s) para irrigação.

10.3.2 Comparação com outras bases de dados

O Atlas Irrigação da ANA apresenta estimativas de áreas irrigadas por município, com a última atualização datando de 2021, realizada no Atlas Irrigação 2021: Uso da Água na Agricultura Irrigada - 2ª edição (ANA, 2021b). Adasa (2022) realizou um mapeamento das áreas irrigadas no DF identificando pivôs centrais e áreas irrigadas por outros métodos. Os resultados de ambos os trabalhos estão apresentados no Quadro 10.15.

Quadro 10.15 - Áreas irrigadas no DF segundo os levantamentos da ANA e da Adasa.

Método	Área irrigada (ha)	
	Atlas irrigação (ANA, 2021b)	Levantamento áreas irrigadas do DF (Adasa, 2022)
Arroz Inundado	0	-
Café	293	-
Cana-de-Açúcar Irrigada	0	-
Outras Culturas em Pivôs Centrais (exceto arroz, café e cana)	14.843	15.735,18
Outras culturas e sistemas	18.222	23.276,33
Área Total Irrigada	33.358	39.011,51

Fonte: Adasa (2022), ANA (2021b).

Os valores de área irrigada são semelhantes, com uma diferença da ordem de 15% entre os totais. Como o levantamento da Adasa é mais recente e mais específico, será utilizado como referência.

Segundo o levantamento da Adasa, há 39.011 hectares irrigadas no Distrito Federal, sendo 15.735 por pivô central e 23.276 por outros métodos. No Quadro 10.16 e na Figura 10.11 estão apresentadas as áreas irrigadas por bacia, segundo o levantamento.

Quadro 10.16 - Áreas irrigadas por método de irrigação segundo Adasa (2022).

Bacia/UH	Área irrigada (ha)		
	Outros métodos	Pivô central	Total
Lago Paranoá	3.840,07	85,39	3.925,46
Rio Corumbá	790,73	0,00	790,73
Rio Descoberto	8.062,86	0,00	8.062,86
Rio Maranhão	1.867,17	13,84	1.881,00
Rio Preto	2.878,57	13.617,62	16.496,19
Rio São Bartolomeu	5.737,78	851,05	6.588,83
Rio São Marcos	99,16	1.167,29	1.266,45
Total	23.276,33	15.735,18	39.011,51

Fonte: Adasa (2022).

Obs: Para a comparação ser realizada na mesma base, está apresentada apenas a demanda hídrica outorgada no DF, por isso os valores diferem do total apresentado no item anterior.

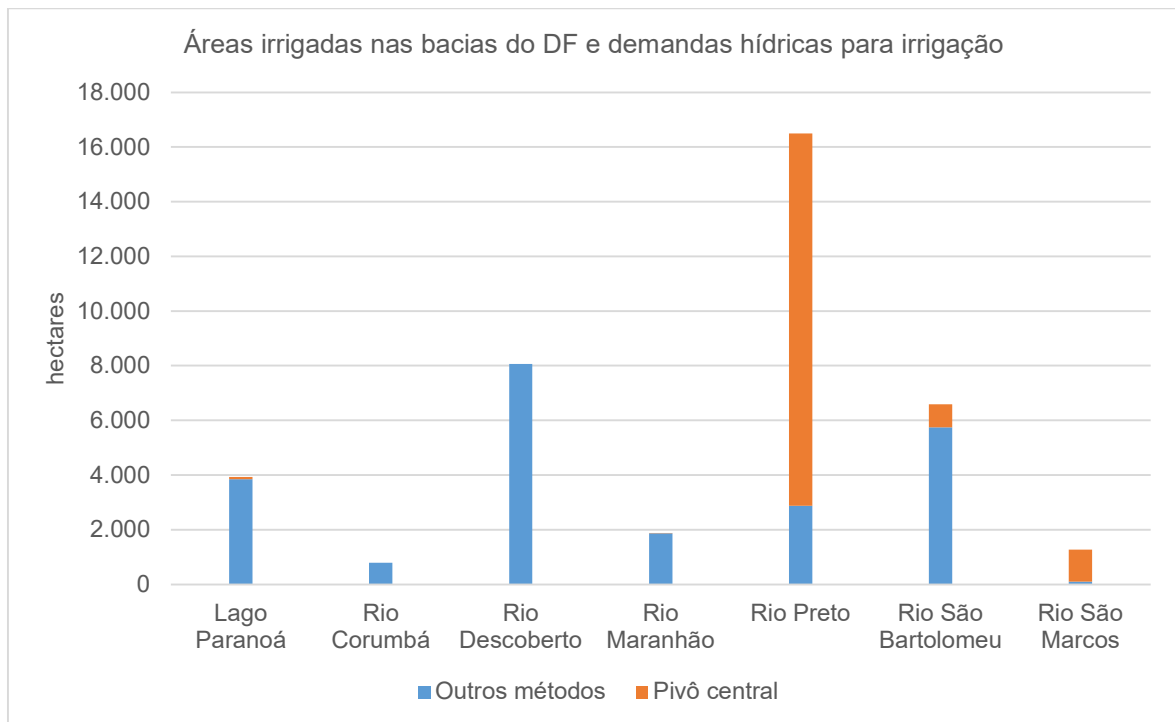


Figura 10.11 - Áreas irrigadas por método de irrigação segundo Adasa (2022) e demanda hídrica. Fonte: Adasa (2022).

O levantamento da Adasa mapeou as áreas irrigadas, mas não há discriminação por tipo de cultura, nem o cálculo da demanda. Para estimar a demanda a partir dessas áreas será utilizado um coeficiente de irrigação baseado no estudo Coeficientes Técnicos de Uso da Água para a Agricultura irrigada, disponibilizado no Atlas Irrigação da ANA (2021b).

Foram utilizados coeficientes de irrigação específicos para culturas temporárias no DF, com uma eficiência de uso da água na irrigação de 80%, e duas situações de precipitação efetiva: 100% da média mensal - simulando condições ideais - e 70% da média mensal - simulando condições críticas. Como a necessidade de irrigação varia com a quantidade de precipitação, a redução da precipitação aumenta a demanda hídrica unitária. O coeficiente de necessidade de irrigação é de 0,135 L/s/ha para condições ideais, e 0,209 L/s/ha para condições críticas.

Também foi levantada a demanda para irrigação calculada na Base Nacional de Usos Consuntivos (ANA, 2021a), estimada com base nas informações do Atlas Irrigação. As estimativas e a demanda outorgada - apresentada no item 10.3.1- estão apresentadas no Quadro 10.17 e na Figura 10.12.

Quadro 10.17 - Demandas outorgadas e estimadas para o DF.

Bacia/UH	Demanda outorgada para irrigação (L/s)	Demanda estimada (L/s)		
		Estimada com base em Adasa (2022) - condições adversas	Estimada com base em Adasa (2022) - condições ideais	Estimada por ANA (2021)
Lago Paranoá	464,7	820,4	529,9	95,0
Rio Corumbá	166,7	165,3	106,7	72,7
Rio Descoberto	1.574,7	1.685,1	1.088,5	1.208,2
Rio Maranhão	276,5	393,1	253,9	282,7
Rio Preto	4.275,0	3.447,7	2.227,0	2.496,3
Rio São Bartolomeu	1.204,7	1.377,1	889,5	989,4
Rio São Marcos	308,4	264,7	171,0	510,6
Total	8.270,7	8.153,4	5.266,6	5.654,9

Fonte: Adasa (2022, 2024), ANA (2021a, 2021b).

Obs: as demandas outorgadas estão apresentadas apenas para o DF, para realizar a comparação na mesma base, por isso os valores diferem do total apresentado no item anterior.

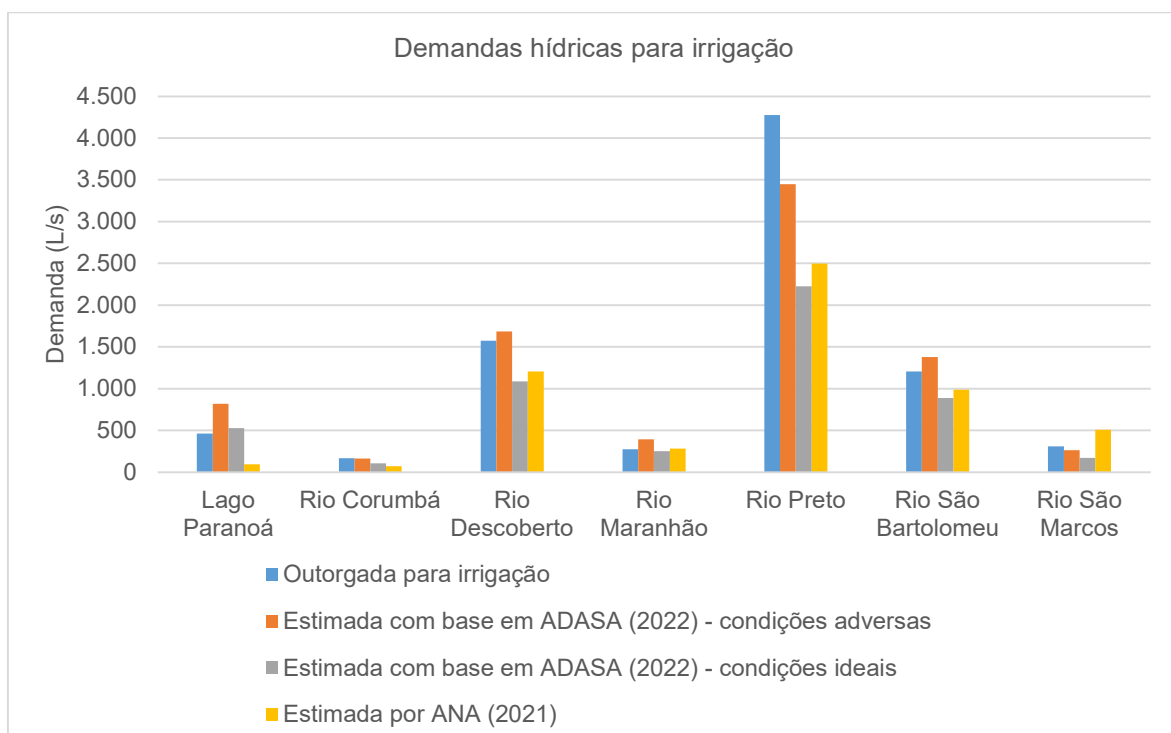


Figura 10.12 - Demandas outorgadas e estimadas para o DF.

Fonte: Adasa (2022, 2024), ANA (2021a, 2021b).

Apesar de valores totais diferentes de demanda hídrica, a distribuição entre as bacias se mantém entre as diferentes estimativas. A bacia do rio Preto é a que possui demanda maior, seguido pela do rio Descoberto, e rio Maranhão. A quarta maior demanda difere, sendo o Lago Paranoá para as bases de outorga e as estimativas com base em Adasa (2022), e rio São Marcos para a estimativa da ANA (2021). A bacia do rio Corumbá e a do rio Maranhão registram as menores demandas.

Embora ao rio São Marcos apresente baixas demandas em termos absolutos, em termos relativos, considerando a demanda por unidade de área, ou a área irrigada por unidade de área, é a bacia com maior demanda irrigada.

O Quadro 10.18 apresenta a área irrigada e a demanda em relação à área total (dentro do DF).

Quadro 10.18 - Demandas e áreas irrigadas específicas.

Bacia	Área irrigada (ha)	Área (km ²)	Demanda (L/s)	Área irrigada específica (ha/km ²)	Demanda específica (L/s.km ²)
Lago Paranoá	3.925,5	1.056,3	464,7	3,7	0,4
Rio Corumbá	790,7	275,4	166,7	2,9	0,6
Rio Descoberto	8.062,9	801,5	1.574,7	10,1	2,0
Rio Maranhão	1.881,0	757,0	276,5	2,5	0,4
Rio Preto	16.496,2	1.337,1	4.275,0	12,3	3,2
Rio São Bartolomeu	6.588,8	1.515,3	1.204,7	4,3	0,8
Rio São Marcos	1.266,4	46,5	308,4	27,2	6,6
Total	39.011,5	5.789,1	8.270,7	6,7	1,4

Fonte: Adasa (2022, 2024).

A bacia do São Marcos possui a maior proporção de área irrigada por área e de demanda por área, possuindo uma pequena demanda total apenas devido à sua pequena área no DF, porém, intensamente irrigada.

Considerando o cenário adverso, com 70% da precipitação média, a demanda total estimada com base nas áreas irrigadas é bastante próxima da outorgada, o que faz sentido, pois a outorga é solicitada considerando uma margem de uso maior do que a média, para que seja suficiente em situações mais críticas.

Além dos polos de irrigação definidos pela ANA, o Plano Diretor de Agricultura Irrigada para o Distrito Federal (SEAGRI, 2017) define 9 polos de irrigação no DF: Alexandre Gusmão, Brazlândia, Jardim II, PAD-DF, Planaltina, Rio Preto / Tabatinga, Sobradinho, Taquara / Pípiripau e Vargem Bonita, e identifica em cada um as principais culturas irrigadas e métodos de irrigação utilizados, apresentados no Quadro 10.19.

Quadro 10.19 - Principais Características do Polos de Irrigação do DF.

Polos de Irrigação	Principais Cultivos	Métodos de Irrigação	Uso de Tecnologia para o Manejo da Irrigação	Origem da Água para Irrigação	Falta de Água para Irrigação no Período Seco	Problemas Ambientais / Observações
Alexandre Gusmão	goiaba, poncã, morango , maracujá e folhosas (alface, repolho, couve). Hidroponia de agrião, alface e salsa.	Aspersão convencional, microaspersão e gotejamento (com fertirrigação).	Não	Canal do Rodeador, cisternas e poços semiartesianos.	Sim	Risco de contaminação da água do canal e das cisternas (existência de fossas negras e criação de animais).
Brazlândia	goiaba, poncã, morango , maracujá, pimentão, tomate, folhosas (alface, repolho, couve), abacate, couve-flor, chuchu, beterraba, brócolis, pepino e salsinha.	Aspersão convencional e, quando em rotação com tomate ou pimentão, utilizam gotejamento (com fertirrigação).	Não	Córregos e poços.	Sim	-
Jardim II	Grandes culturas nas médias e grandes propriedades. Pequenos produtores cultivam cenoura, pimentão, tomate, berinjela, repolho, batata doce e mandioca.	Grandes culturas irrigadas com pivô central. Os pequenos produtores utilizam irrigação por gotejamento (com fertirrigação) no tomate e pimentão em campo aberto e aspersão convencional nas demais hortaliças.	Não	Canal e córregos.	Sim	Há alocação negociada da água.
PAD-DF	Grandes culturas e hortícolas sob pivôs centrais (batata, alho, cebola, cenoura, milho doce e berinjela). Agricultores familiares cultivam tomate,	Pivô central nas médias e grandes propriedades. Aspersão convencional nas hortaliças e gotejamento (com fertirrigação) no tomate e pimentão em estufas,	Não	A captação dos pivôs centrais é realizada nos córregos. Os pequenos produtores são	Sim, inclusive com conflitos entre usuários.	-

Polos de Irrigação	Principais Cultivos	Métodos de Irrigação	Uso de Tecnologia para o Manejo da Irrigação	Origem da Água para Irrigação	Falta de Água para Irrigação no Período Seco	Problemas Ambientais / Observações
	pimentão, jiló, pepino, couve-flor e repolho.	principalmente na época das chuvas.		atendidos por canais.		
Planaltina	Tomate, pimentão, abóboras, repolho, couve-flor, chuchu, pepino, berinjela, jiló e mandioca de mesa.	Aspersão convencional e gotejamento (com fertirrigação). Microaspersão em folhosas.	Não	Canal (Santos Dumont) e córregos.	Sim, inclusive com conflitos entre os pequenos produtores e os usuários de pivôs centrais.	Falta de manutenção do canal Santos Dumont.
Rio Preto / Tabatinga	Tomate, pimentão, jiló, berinjela, repolho, mandioca, abóboras, beterraba, cenoura, quiabo, limão Tahiti e poncã.	Aspersão convencional em hortaliças cultivadas em campo aberto. Tomate e pimentão em cultivo protegido utilizam gotejamento (com fertirrigação). Microaspersão em citros. Há um pivô central com alho e cebola.	Não	Córregos (pivô central e aspersão convencional); e poço e canal de distribuição para hortaliças.	Sim, inclusive com conflitos entre os pequenos produtores e o usuário de pivô central.	-
Sobradinho	Folhosas, mandioca, milho verde, abóbora kabutiá, maracujá e banana.	Predominantemente aspersão convencional.	Não	-	Sim	-
Taquara / Pípiripau	Pimentão, tomate, repolho, jiló, quiabo, couve-flor, chuchu e limão tahiti. Em Pípiripau, ainda, maracujá e uva de mesa.	Predominantemente gotejamento (com fertirrigação). Aspersão convencional em folhosas em campo aberto.	Não	Rio Pípiripau e seus afluentes ou minas; e poços semi-artesianos.	Sim	Capital do pimentão.
Vargem Bonita	Folhosas, cenoura, abóboras, pepino,	Predominantemente aspersão convencional.	Não	Canal (Fazenda Água)	Sim	Risco de contaminação da água das cisternas (existência de

Polos de Irrigação	Principais Cultivos	Métodos de Irrigação	Uso de Tecnologia para o Manejo da Irrigação	Origem da Água para Irrigação	Falta de Água para Irrigação no Período Seco	Problemas Ambientais / Observações
	cogumelo, espinafre, agrião, gengibre e flores. Pimentão, pepino japonês e tomate em estufas.	Gotejamento (com fertirrigação) nos cultivos em estufa.		Limpa), córregos e cisternas.		fossas negras). Falta de manutenção do canal Fazenda Água Limpa.

Fonte: SEAGRI (2017).

10.4 Uso comercial

Segundo a Resolução nº 18/2020, as demandas para uso comercial representam os usos da água em estabelecimentos comerciais para prestação de serviços e abastecimento de população flutuante.

Foi considerado um coeficiente de consumo de 0,2 para o uso comercial. As vazões retiradas e consumidas estão apresentadas no Quadro 10.20 por bacia e UH, e no

Quadro 10.21 por bacia. Posteriormente, na Figura 10.13 estão apresentadas as vazões totais por bacia, e na Figura 10.14 por UH.

Quadro 10.20 - Demandas (L/s) para uso comercial por bacia e UH.

Bacia/UH	DF			GO			Retirada	Consumo
	Subterrânea	Superficial	Total	Subterrânea	Superficial	Total		
Lago Paranoá	23,4	0,8	24,2	-	-	-	24,2	4,8
Córrego Bananal	4,1	-	4,1	-	-	-	4,1	0,8
Lago Paranoá	6,9	0,6	7,5	-	-	-	7,5	1,5
Riacho Fundo	11,9	0,1	12,1	-	-	-	12,1	2,4
Ribeirão do Gama	0,1	-	0,1	-	-	-	0,1	0,0
Ribeirão do Torto	0,4	0,0	0,4	-	-	-	0,4	0,1
Rio Corumbá	16,4	0,0	16,4	0,1	-	0,1	16,6	3,3
Ribeirão Ponte Alta	12,6	0,0	12,6	-	-	-	12,6	2,5
Rio Alagado	3,4	-	3,4	-	-	-	3,4	0,7
Rio Santa Maria	0,5	-	0,5	0,1	-	0,1	0,6	0,1
Rio Descoberto	11,7	2,7	14,4	-	-	-	14,4	2,9
Baixo Rio Descoberto	0,7	0,0	0,7	-	-	-	0,7	0,1
Médio Rio Descoberto	0,1	-	0,1	-	-	-	0,1	0,0
Ribeirão das Pedras	3,6	-	3,6	-	-	-	3,6	0,7
Ribeirão do Rodeador	0,1	2,5	2,6	-	-	-	2,6	0,5
Rio Descoberto	0,2	0,2	0,4	-	-	-	0,4	0,1
Rio Melchior	7,0	0,0	7,0	-	-	-	7,0	1,4
Rio Maranhão	0,9	-	0,9	-	-	-	0,9	0,2
Ribeirão da Contagem	0,9	-	0,9	-	-	-	0,9	0,2
Rio Preto	0,5	-	0,5	-	-	-	0,5	0,1
Alto Rio Preto	0,1	-	0,1	-	-	-	0,1	0,0
Ribeirão Extrema	0,2	-	0,2	-	-	-	0,2	0,0
Rio Jardim	0,2	-	0,2	-	-	-	0,2	0,0
Rio São Bartolomeu	12,0	31,7	43,7	0,5	-	0,5	44,2	8,8
Alto Rio Bartolomeu	4,2	-	4,2	-	-	-	4,2	0,8
Baixo Rio São Bartolomeu	0,0	-	0,0	-	-	-	0,0	0,0
Ribeirão do Santana	0,1	-	0,1	-	-	-	0,1	0,0

Bacia/UH	DF			GO			Retirada	Consumo
	Subterrânea	Superficial	Total	Subterrânea	Superficial	Total		
Ribeirão Maria Pereira	-	-	-	0,5	-	0,5	0,5	0,1
Ribeirão Papuda	0,7	-	0,7	-	-	-	0,7	0,1
Ribeirão Saia Velha	4,5	25,9	30,4	-	-	-	30,4	6,1
Ribeirão Sobradinho	2,3	0,0	2,3	-	-	-	2,3	0,5
Ribeirão Taboca	-	0,0	0,0	-	-	-	0,0	0,0
Rio Pipiripau	0,2	5,8	6,0	-	-	-	6,0	1,2
Total Geral	64,9	35,1	100,1	0,7	-	0,7	100,7	20,1

Fonte: Adasa (2024), SEMAD (2024).

Quadro 10.21 - Demandas (L/s) para consumo humano por bacia.

Bacia/UH	DF			GO			Retirada	Consumo
	Subterrânea	Superficial	Total	Subterrânea	Superficial	Total		
Lago Paranoá	23,4	0,8	24,2	0,0	0,0	0,0	24,2	4,8
Rio Corumbá	16,4	0,0	16,4	0,1	0,0	0,1	16,6	3,3
Rio Descoberto	11,7	2,7	14,4	0,0	0,0	0,0	14,4	2,9
Rio Maranhão	0,9	0,0	0,9	0,0	0,0	0,0	0,9	0,2
Rio Preto	0,5	0,0	0,5	0,0	0,0	0,0	0,5	0,1
Rio São Bartolomeu	12,0	31,7	43,7	0,5	0,0	0,5	44,2	8,8
Rio São Marcos	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Total	64,9	35,1	100,1	0,7	0,0	0,7	100,7	20,1

Fonte: Adasa (2024), SEMAD (2024).

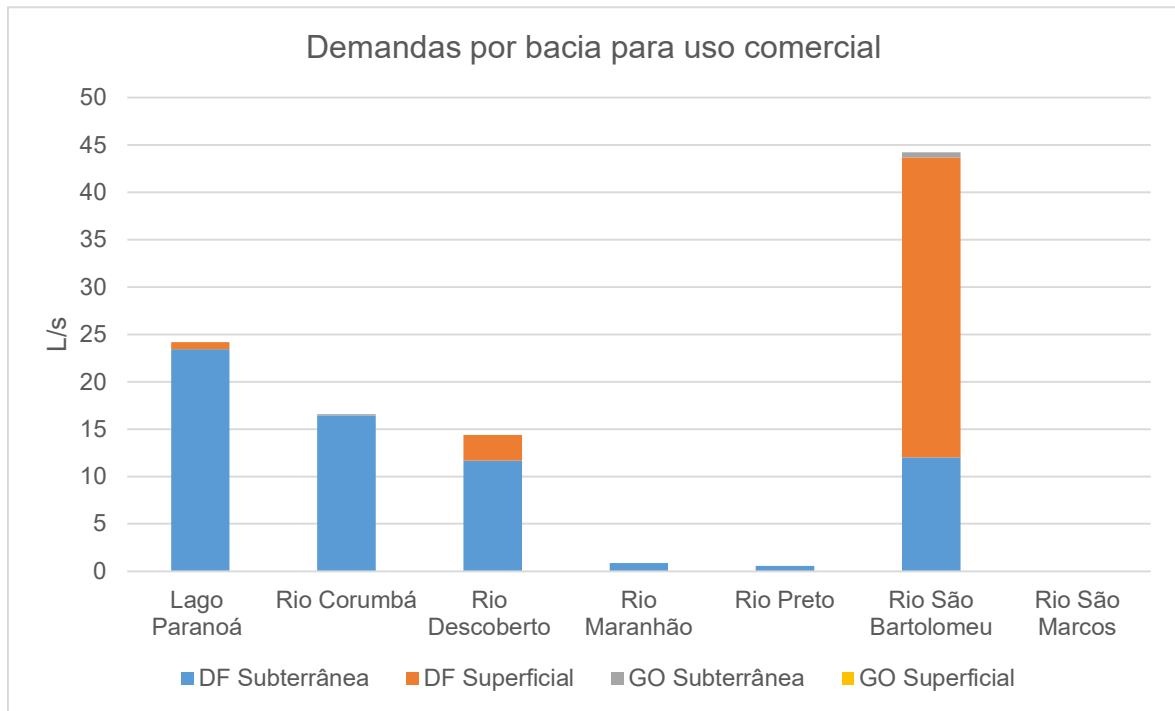


Figura 10.13 - Demandas (L/s) para consumo humano por bacia.

Fonte: Adasa (2024), SEMAD (2024).

Na Figura 10.15 estão apresentadas as demandas especializadas para uso comercial.

A Base Nacional de Usos Consuntivos não apresenta essa tipologia, motivo pelo qual a demanda outorgada não foi comparada com nenhuma estimativa de estudos secundários.

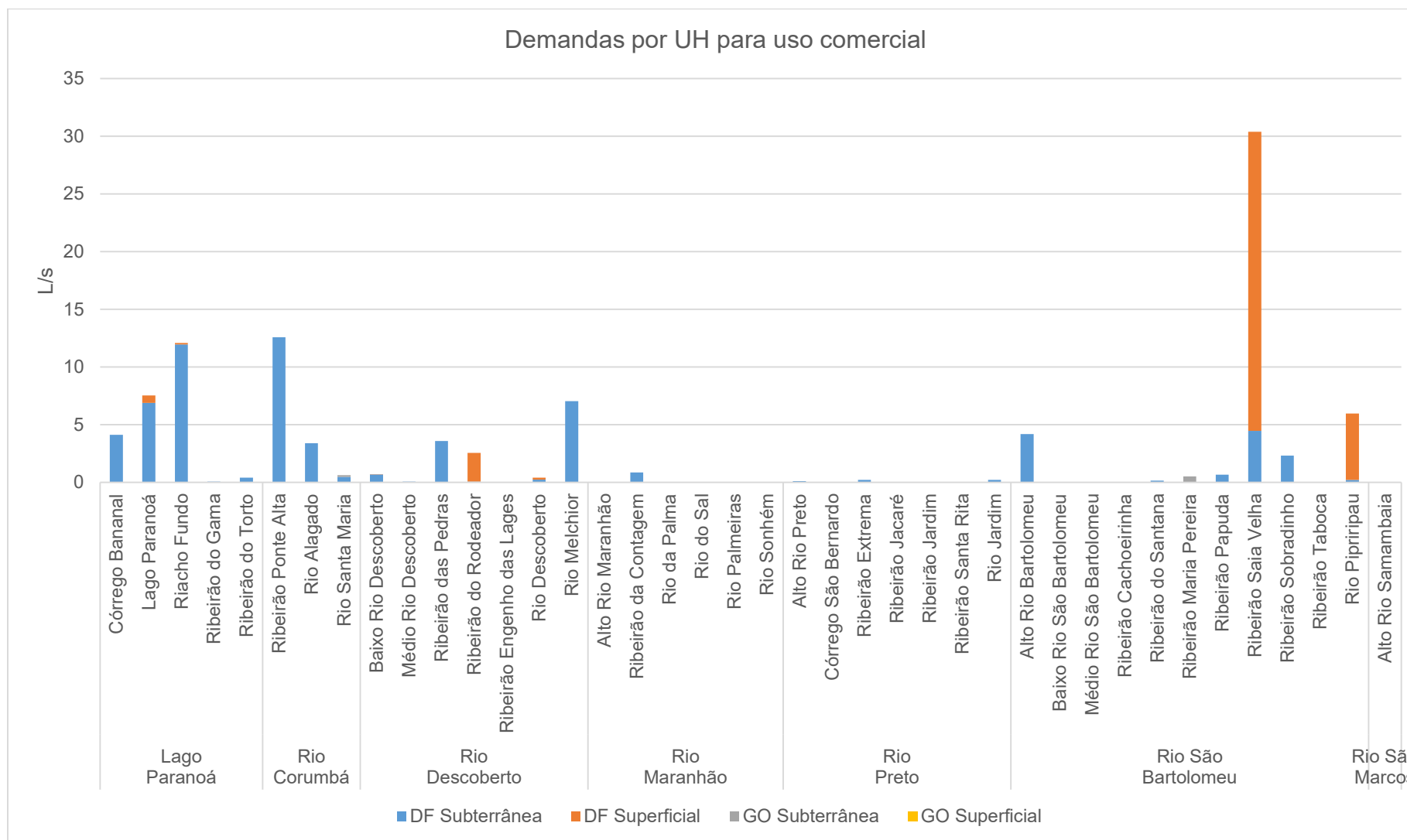


Figura 10.14 - Demandas (L/s) para uso comercial por UH.

Fonte: Adasa (2024), SEMAD (2024).

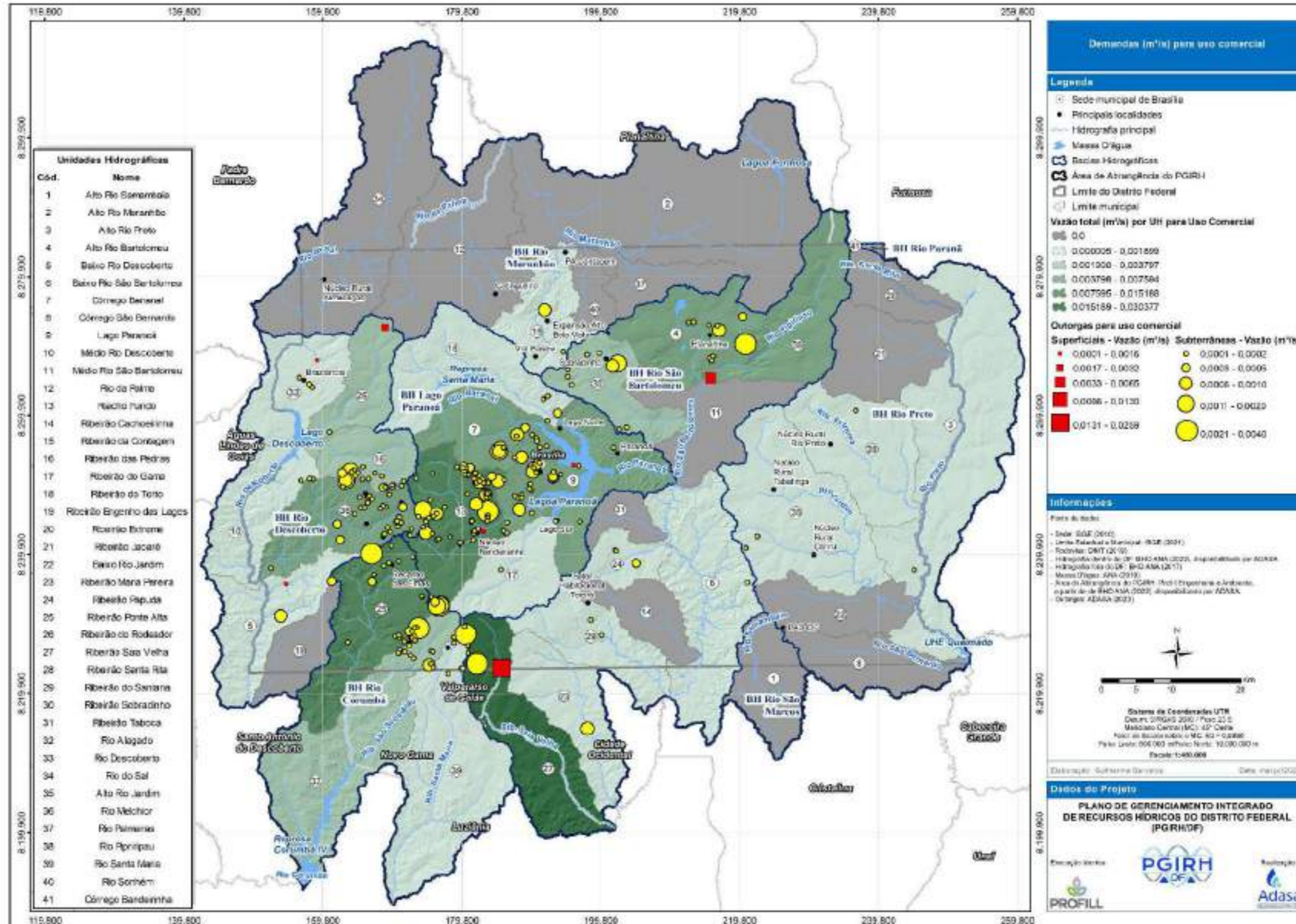


Figura 10.15 - Mapa de demandas (L/s) para uso comercial

10.5 Mineração

10.5.1 Dados de outorga

As demandas para mineração são muito pouco expressivas, com baixos valores totais. Existem apenas três registros de outorga para mineração, dois em Goiás e um no DF, totalizando uma demanda de 1,742 L/s.

Foi considerado um coeficiente de consumo de 0,3 para a mineração. As vazões retiradas e consumidas estão apresentadas no Quadro 10.22 por bacia e UH, e no Quadro 10.23 por bacia. Posteriormente, na Figura 10.16 estão apresentadas as vazões totais por bacia, e na Figura 10.17 por UH.

Quadro 10.22 - Demandas (L/s) para mineração por bacia e UH.

Bacia/UH	DF			GO			Retirada	Consumo
	Subterrânea	Superficial	Total	Subterrânea	Superficial	Total		
Rio Corumbá					0,7	0,7	0,7	0,2
Rio Santa Maria					0,7	0,7	0,7	0,2
Rio Descoberto	0,4		0,4				0,4	0,1
Ribeirão do Rodeador	0,4		0,4				0,4	0,1
Rio São Bartolomeu				0,7		0,7	0,7	0,2
Ribeirão Saia Velha				0,7		0,7	0,7	0,2
Total Geral	0,4		0,4	0,7	0,7	1,4	1,7	0,5

Fonte: Adasa (2024), SEMAD (2024).

Quadro 10.23 - Demandas (L/s) para mineração por bacia.

Bacia/UH	DF			GO			Retirada	Consumo
	Subterrânea	Superficial	Total	Subterrânea	Superficial	Total		
Lago Paranoá	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Rio Corumbá	0,0	0,0	0,0	0,0	0,7	0,7	0,7	0,2
Rio Descoberto	0,4	0,0	0,4	0,0	0,0	0,0	0,4	0,1
Rio Maranhão	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Rio Preto	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Rio São Bartolomeu	0,0	0,0	0,0	0,7	0,0	0,7	0,7	0,2
Rio São Marcos	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Total	0,4	0,0	0,4	0,7	0,7	1,4	1,7	0,5

Fonte: Adasa (2024), SEMAD (2024).

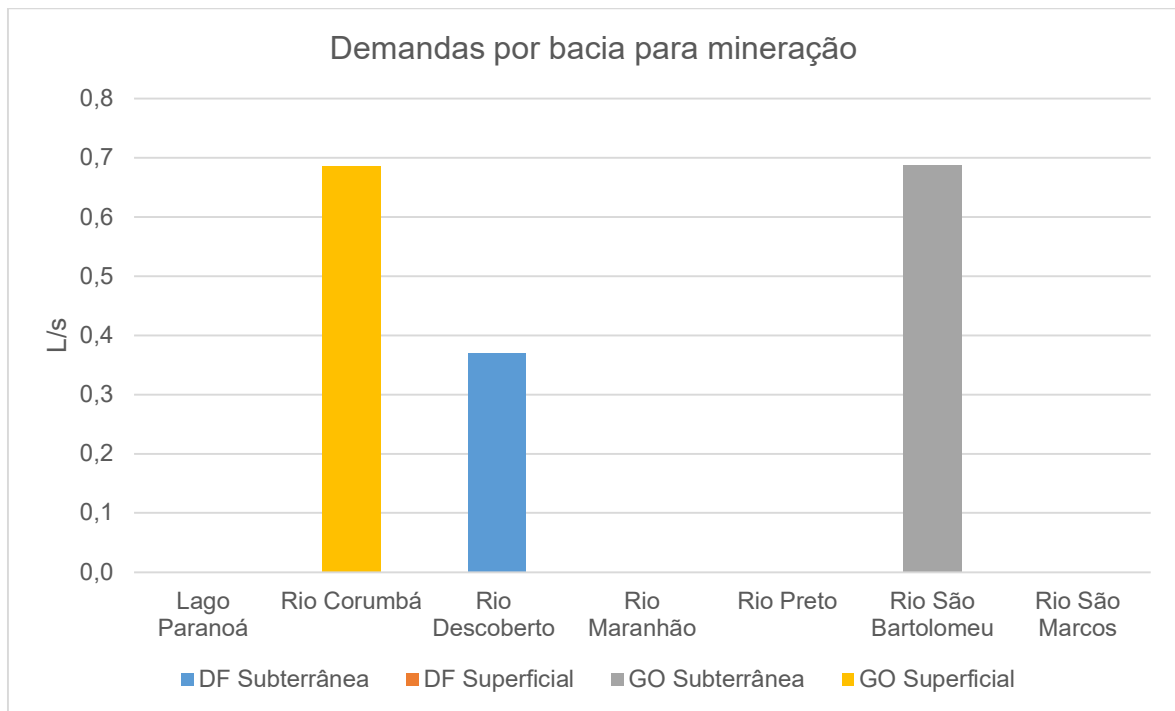


Figura 10.16 - Demandas (L/s) para mineração por bacia.
Fonte: Adasa (2024), SEMAD (2024).

As demandas são muito pouco expressivas, divididas entre as bacias do Rio Corumbá, Rio São Bartolomeu e Rio Descoberto, com um registro de outorga em cada uma delas.

Na Figura 10.18 estão apresentadas as demandas especializadas para mineração.

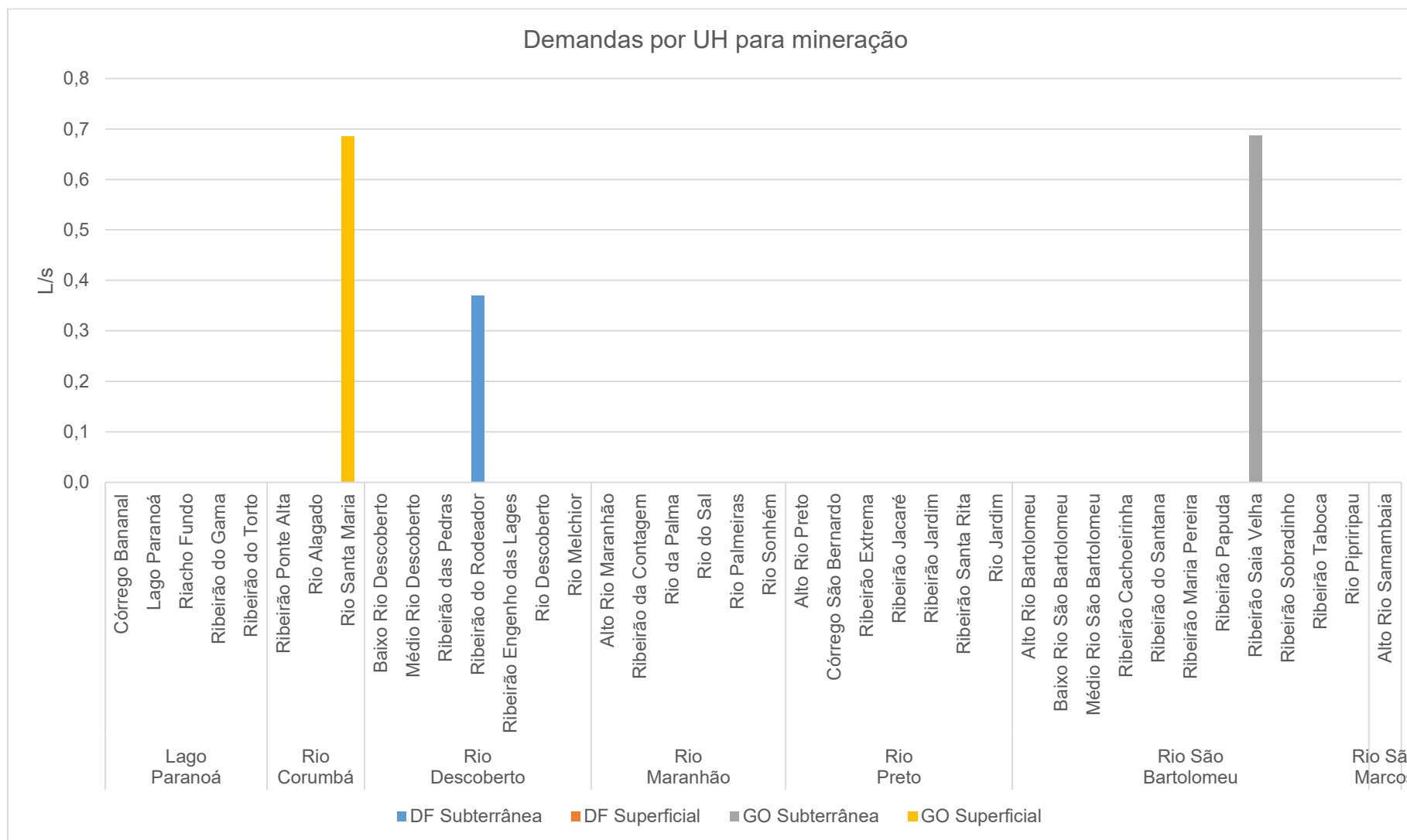


Figura 10.17 - Demandas (L/s) para mineração por UH.
Fonte: Adasa (2024), SEMAD (2024).

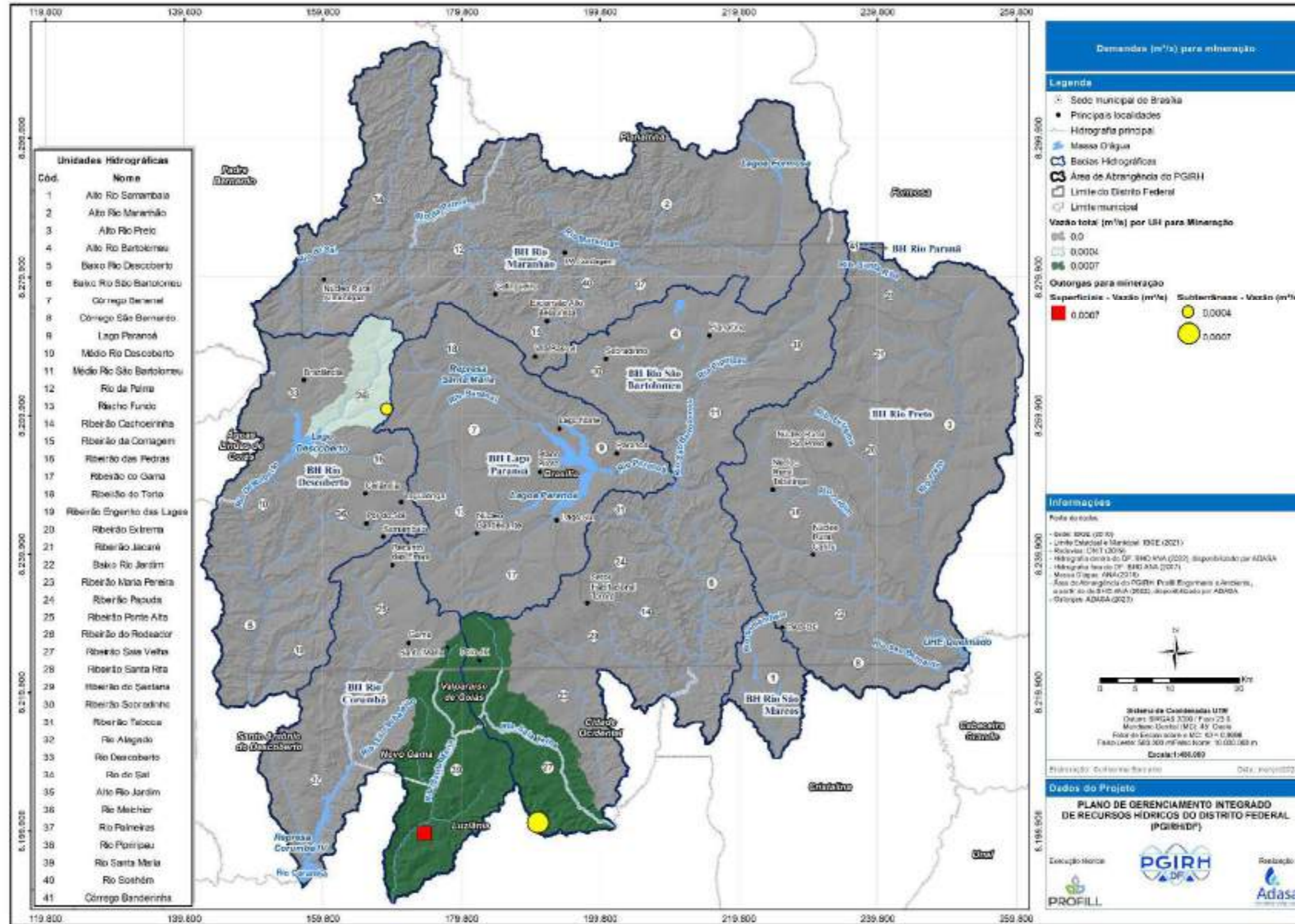


Figura 10.18 - Mapa de demandas (L/s) para mineração.

10.5.2 Comparação com dados da Base Nacional de Usos da Água (BD-Usos)

A Base Nacional de Referência de Usos Consuntivos de Água no Brasil apresenta as demandas hídricas para mineração com valores bastante superiores às demandas outorgadas, embora também ainda baixos considerando valores absolutos.

O método de cálculo da estimativa da ANA (2021) associa a produção mineral (toneladas/ano), por tipo ou grupo de substância, com coeficientes técnicos (volume de água médio necessário para a produção de cada tonelada). Dada a importância e representatividade, foram definidos quatro agrupamentos de minérios: carvão mineral, minério de ferro, minerais metálicos não-ferrosos e minerais não-metálicos. A maior parte da demanda atual de metálicos não ferrosos concentra-se na produção de alumínio e seus concentrados (bauxita); e da de minerais não-metálicos na extração de minerais para fabricação de adubos, fertilizantes e outros produtos químicos.

O volume da produção mineral está disponível apenas no agregado nacional. Para a desagregação da produção da escala nacional para a municipal, foram utilizadas as séries auxiliares de dados da atividade mineral da CFEM - Compensação Financeira pela Exploração de Recursos Minerais. A desagregação das demandas em base municipal também considera a análise de dados georreferenciados de lavras, disponibilizados pelo Departamento Nacional de Produção Mineral (DNPM), atualmente Agência Nacional de Mineração (ANM).

No Quadro 10.24, Quadro 10.25 e na Figura 10.22 estão apresentados os valores por UH e por bacia comparando as duas bases de dados.

Quadro 10.24 - Comparação das demandas pelas outorgas e BD-Usos por UH.

Bacia/UH	Demanda (L/s)	
	Outorgada	Estimada (BD-Usos)
Lago Paranoá	0,00	0,53
Lago Paranoá	0,00	0,31
Riacho Fundo	0,00	0,22
Rio Corumbá	0,69	1,15
Ribeirão Ponte Alta	0,00	0,52
Rio Alagado	0,00	0,01
Rio Santa Maria	0,69	0,62
Rio Descoberto	0,37	2,93
Baixo Rio Descoberto	0,00	0,80
Médio Rio Descoberto	0,00	0,06
Ribeirão do Rodeador	0,37	0,32
Ribeirão Engenho das Lages	0,00	0,49
Rio Descoberto	0,00	0,03
Rio Melchior	0,00	1,24

Bacia/UH	Demanda (L/s)	
	Outorgada	Estimada (BD-Usos)
Rio Maranhão	0,00	13,35
Alto Rio Maranhão	0,00	2,89
Ribeirão da Contagem	0,00	8,46
Rio da Palma	0,00	0,02
Rio do Sal	0,00	0,46
Rio Sonhém	0,00	1,52
Rio Preto	0,00	0,22
Ribeirão Santa Rita	0,00	0,22
Rio São Bartolomeu	0,69	3,01
Alto Rio Bartolomeu	0,00	0,08
Baixo Rio São Bartolomeu	0,00	0,47
Médio Rio São Bartolomeu	0,00	0,51
Ribeirão do Santana	0,00	0,46
Ribeirão Maria Pereira	0,00	0,09
Ribeirão Saia Velha	0,69	0,65
Ribeirão Sobradinho	0,00	0,45
Ribeirão Taboca	0,00	0,15
Rio Pipriripau	0,00	0,14
Rio Paranã	0,00	0,03
Córrego Bandeirinha	0,00	0,03
Total Geral	1,74	21,22

Fonte: Adasa (2024), SEMAD (2024), ANA (2021a).

Quadro 10.25 - Comparação das demandas pelas outorgas e BD-Usos por bacia.

Bacia	Demanda (L/s)	
	Outorga	Estimada (BD-Usos)
Lago Paranoá	0	0,53
Rio Corumbá	0,69	1,15
Rio Descoberto	0,37	2,93
Rio Maranhão	0	13,35
Rio Preto	0	0,22
Rio São Bartolomeu	0,69	3,01
Rio São Marcos	0	0
Rio Paranã	0	0,03
Total	1,74	21,22

Fonte: Adasa (2024), SEMAD (2024), ANA (2021a).

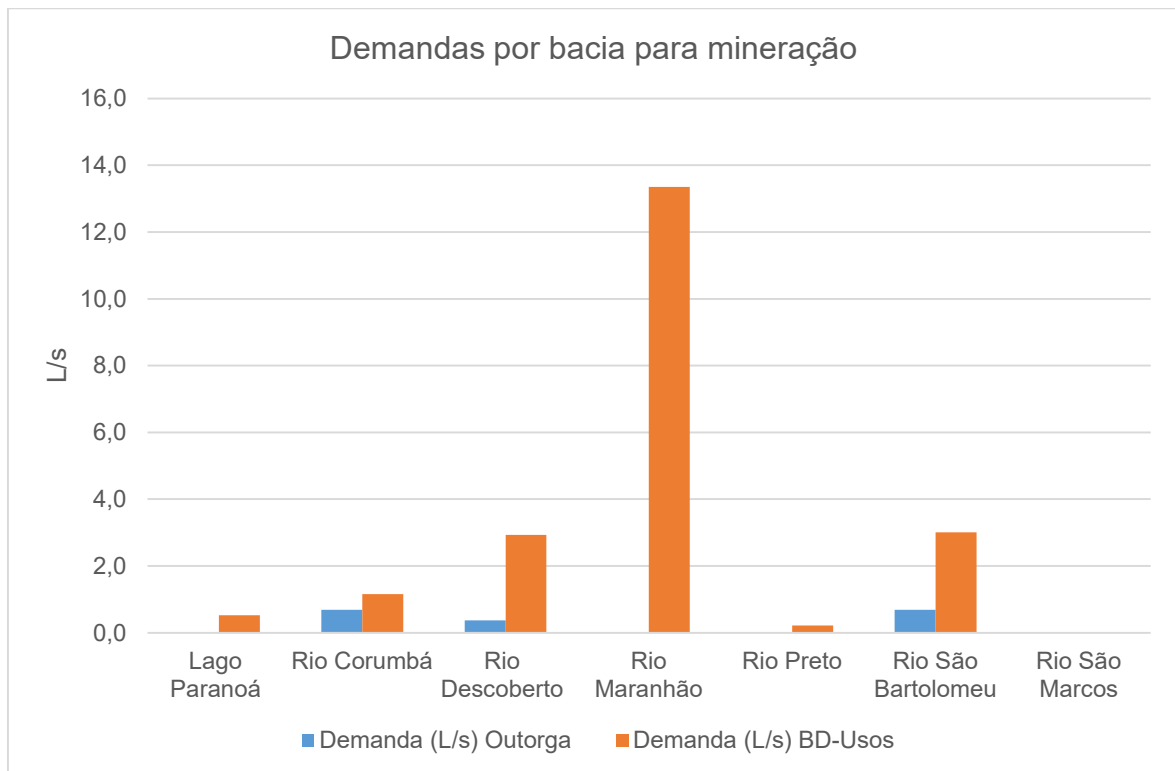


Figura 10.19 - Comparação das demandas pelas outorgas e BD-Usos.
Fonte: Adasa (2024), SEMAD (2024), ANA (2021a).

Dada a grande discrepância das duas bases de dados para esta tipologia de uso, recomenda-se cautela ao utilizar as outorgas da mineração como referência para os usos da água. No entanto, dados os baixos volumes de água envolvidos na atividade, mesmo diferenças de grande magnitude relativa (as demandas estimadas são 12 vezes maiores que as outorgadas) tem pouco impacto enquanto demandas absolutas, dados os baixos volumes envolvidos. A demanda estimada total é de 21,22 L/s para toda a área de estudo.

10.5.3 Comparação com dados de processos minerários

Apesar das demandas hídricas para atividades de mineração serem inexpressivas, totalizando 0,01% do universo de demandas da área de estudo, os impactos das atividades minerárias não necessariamente estão ligados à demanda hídrica, pois setores que não exigem grandes volumes de água para operar podem, ainda assim, gerar impactos ambientais relacionados aos recursos hídricos.

A Agência Nacional de Mineração (ANM) disponibiliza as informações dos processos minerários ativos no Distrito Federal e porção goiana da área de estudos (ANM, 2023), apresentados no Quadro 10.26.

Quadro 10.26 - Processos minerários ativos.

Uso	Nº de processos minerários							Total
	Lago Paranoá	Rio Corumbá	Rio Descoberto	Rio Maranhão	Rio Preto	Rio São Bartolomeu	Rio São Marcos	
Água mineral	8	5	14	4	3	22	-	56
Água potável de mesa	2	1	2	1	-	1	-	7
Areia	2	24	18	62	11	51	-	168
Argila	-	2	5	59	7	3	4	80
Argila refratária	-	-	1	-	-	-	-	1
Calcário	-	-	1	65	-	2	-	68
Calcário calcítico	-	-	-	3	-	-	-	3
Calcário dolomítico	-	-	-	2	-	-	-	2
Canga	-	-	-	1	-	-	-	1
Cascalho	1	26	13	2	17	31	-	90
Conglomerado	-	-	-	1	-	-	-	1
Dado não cadastrado	-	3	-	4	-	1	-	8
Ferro	-	-	1	-	-	-	-	1
Fosfato	-	-	-	2	-	-	-	2
Ilmenita	-	-	-	1	1	6	-	8
Laterita	-	-	-	-	-	1	-	1
Manganês	-	-	2	-	-	-	-	2
Minério de ferro	-	-	6	-	-	-	-	6
Minério de manganês	-	1	6	7	-	5	-	19
Minério de ouro	3	23	21	15	12	21	-	95
Quartzito	1	2	5	6	-	-	-	14
Saibro	3	-	-	-	-	-	-	3
Siltito	-	-	-	1	-	-	-	1
Turfa	-	-	-	2	-	-	-	2
Total	20	87	95	238	51	144	4	639

Fonte: ANM (2023).

As atividades relacionadas à extração de água mineral, areia, argila, calcário, cascalho e minério de ouro correspondem a quase 90% do número de atividades registradas, concentradas principalmente nas bacias do Rio Descoberto e Rio São Bartolomeu.

Dentre os registros minerários identificados, do total de 639 registros nas diferentes fases de requerimento (apto para disponibilidade, autorização de pesquisa, concessão de lavra, direito de requerer a lavra, disponibilidade, licenciamento, registro de extração, requerimento de lavra, requerimento de lavra garimpeira, requerimento de licenciamento e requerimento de pesquisa), a fase de concessão de lavra é fase mais crítica do ponto de vista dos impactos ambientais, pois é a última fase em que a atividades minerárias estão efetivamente em operação. Dos 639, 93 estão em fase de concessão de lavra.

Os processos minerários em fase de concessão de lavra e a demanda estimada na BD-Usos estão apresentados no Quadro 10.27.

Quadro 10.27 - Processos minerários em fase de concessão de lavra e demanda estimada na BD-Usos.

Uso	Nº de processos minerários						Total
	Lago Paranoá	Rio Corumbá	Rio Descoberto	Rio Maranhão	Rio Preto	Rio São Bartolomeu	
Água Mineral	2	3	3	-	2	10	20
Água Potável De Mesa	2	1	2	-	-	1	6
Areia	-	3	1	3	1	16	24
Argila	-	-	3	10	-	1	14
Calcário	-	-	-	19	-	-	19
Calcário Dolomítico	-	-	-	2	-	-	2
Canga	-	-	-	1	-	-	1
Cascalho	-	1	1	-	-	-	2
Ferro	-	-	1	-	-	-	1
Manganês	-	-	2	-	-	-	2
Minério De Ouro	-	1	-	-	-	-	1
Quartzito	-	-	1	-	-	-	1
Total	4	9	14	35	3	28	93
Demanda BD-Usos (L/s)	0,53	1,15	2,93	13,35	0,22	3,01	21,2

Fonte: ANA (2021a), ANM (2023).

Na Figura 10.20 está apresentada a comparação entre o número de processos e a demanda estimada.

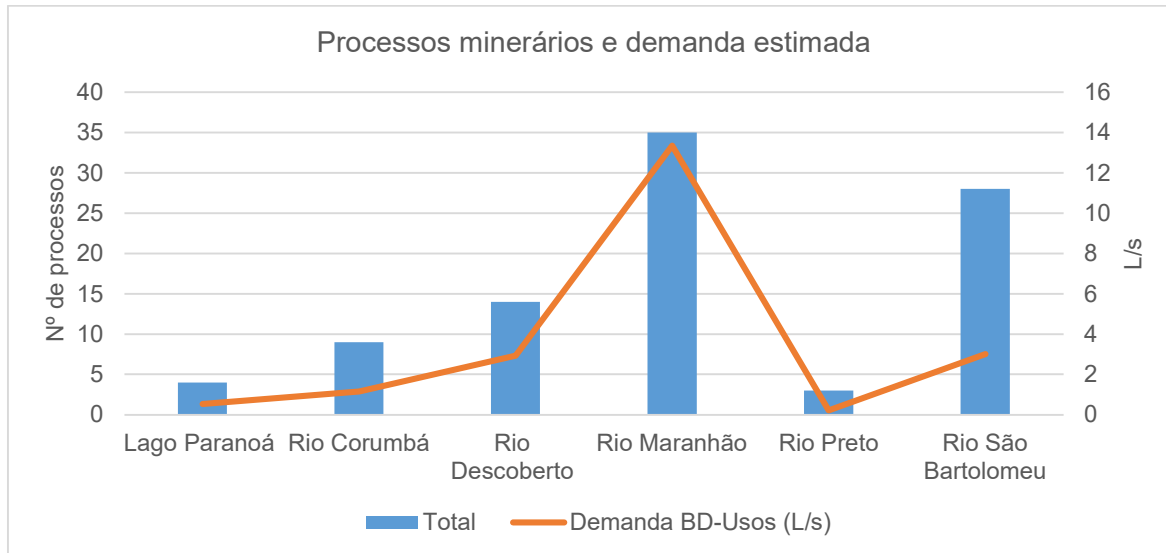


Figura 10.20 - Comparação dos processos minerários e estimativas de demandas na BD-Usos.
Fonte: ANA (2021a), ANM (2023).

Os dados estão proporcionais, sendo possível constatar uma compatibilidade entre as demandas estimadas e os processos. A única bacia em que a proporção não se mantém é a do rio São Bartolomeu.

Uma provável explicação para a divergência entre dados de outorga e demanda estimada é que os processos em fase de concessão de lavra, não necessariamente

significam que existe um empreendimento operacional exercendo a atividade minerária. A mina pode ainda não ter sido construída, não ter iniciado a operação, ou ainda não ter solicitado a outorga. Como as estimativas da BD-Usos são baseadas nos dados da ANM, a demanda é calculada com base nos processos existentes.

Dos processos identificados, os mais numerosos são relacionados às atividades de extração de água mineral, areia, argila e calcário. No Quadro 10.28 estão listados os principais impactos relacionados às atividades minerárias mais numerosas identificadas na área.

Quadro 10.28 - Impactos ambientais potenciais relacionados a recursos hídricos.

Substância	Impactos ambientais potenciais relacionados a recursos hídricos
Água Mineral	<ul style="list-style-type: none"> • Sobre-exploração dos recursos hídricos subterrâneos • Diminuição dos níveis de água em aquíferos • Potencial contaminação da água • Alteração de ecossistemas dependentes de fontes naturais
Areia	<ul style="list-style-type: none"> • Alteração do leito dos rios e zonas costeiras • Erosão de margens e bancos • Impacto na biodiversidade aquática e aumento da turbidez da água • Mudança na dinâmica hidrológica e sedimentar
Argila	<ul style="list-style-type: none"> • Alteração dos cursos de água e drenagem inadequada de áreas úmidas • Sedimentação e poluição de corpos d'água próximos • Redução dos níveis de água em áreas próximas • Impactos em zonas úmidas e habitats aquáticos
Calcário	<ul style="list-style-type: none"> • Remoção da cobertura vegetal e escavação abaixo do lençol freático • Rebaixamento dos níveis de água subterrânea e alteração do fluxo de aquíferos • Poluição de corpos d'água com sedimentos e substâncias químicas • Alteração do pH da água, afetando ecossistemas aquáticos
Cascalho	<ul style="list-style-type: none"> • Modificação do leito do rio e alteração do fluxo de água • Erosão das margens • Aumento da turbidez da água, afetando a qualidade da água • Perturbação de habitats de espécies aquáticas
Minério de Ouro	<ul style="list-style-type: none"> • Contaminação de corpos d'água com cianeto e outros químicos • Grandes quantidades de sedimentos nos rios, prejudicando habitats • Redução da qualidade da água para uso humano e vida aquática • Acidificação de corpos d'água devido a drenagem ácida de minas

Fonte: Elaboração Própria (2024).

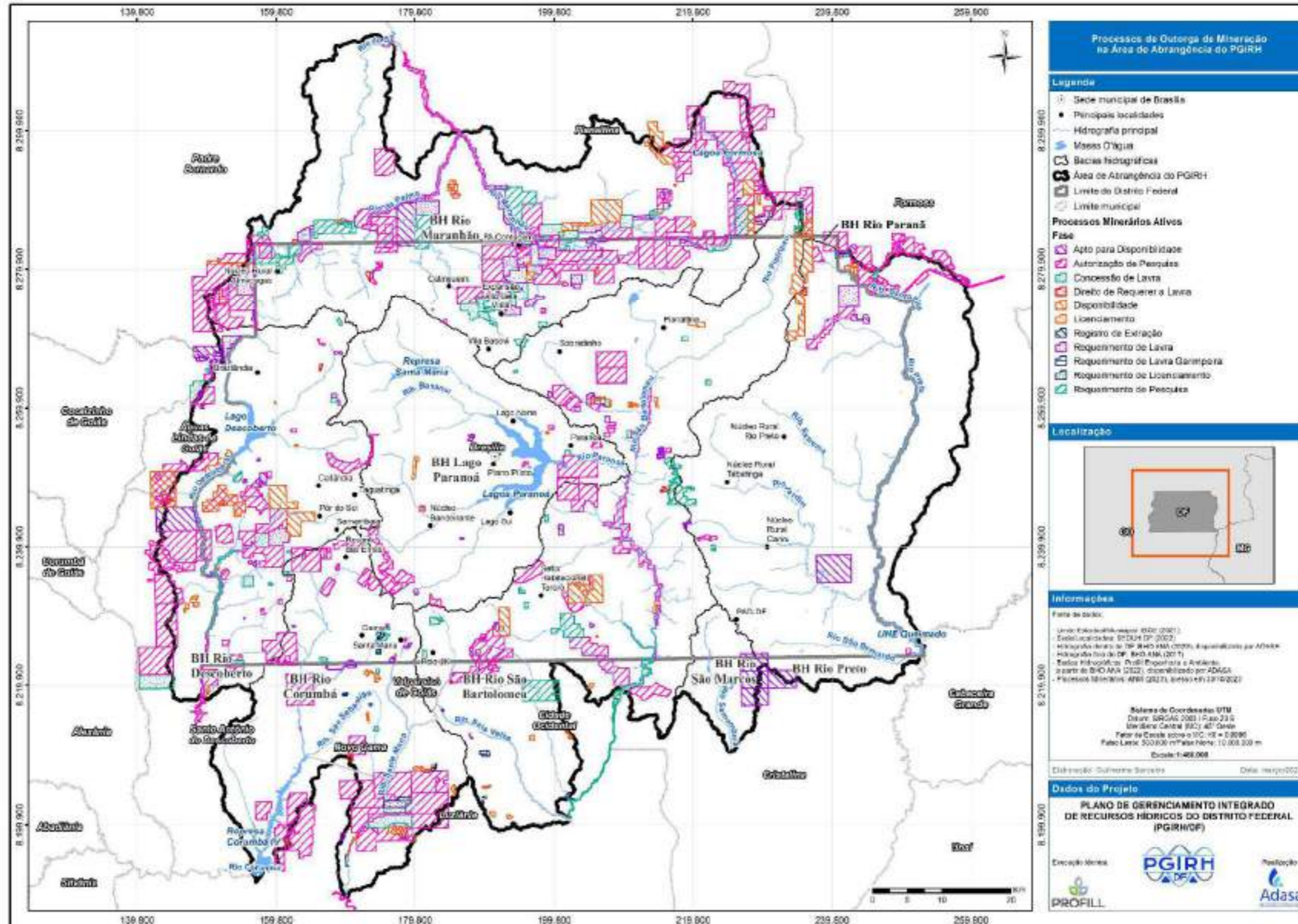


Figura 10.21 - Mapa dos processos minerários ativos.

10.6 Criação animal

10.6.1 Dados de outorga

As demandas para criação animal representam as demandas hídricas utilizadas na dessedentação animal e nos processos de criação e engorda de animais bovinos, suínos, bubalinos, equinos, asininos, ovinos, caprinos e galináceos.

Foi considerado um coeficiente de consumo de 0,8 para a criação animal. As vazões retiradas e consumidas estão apresentadas no Quadro 10.29 por bacia e UH, e no Quadro 10.30 por bacia. Posteriormente, na Figura 10.22 estão apresentadas as vazões totais por bacia, e na Figura 10.23 por UH.

Quadro 10.29 - Demandas (L/s) para criação animal por bacia e UH.

Bacia/UH	DF			GO			Retirada	Consumo
	Subterrânea	Superficial	Total	Subterrânea	Superficial	Total		
Lago Paranoá	7,0	0,2	7,2	-	-	-	7,2	5,7
Lago Paranoá	0,0	0,0	0,0	-	-	-	0,0	0,0
Riacho Fundo	6,5	0,2	6,7	-	-	-	6,7	5,4
Ribeirão do Gama	0,0	0,0	0,0	-	-	-	0,0	0,0
Ribeirão do Torto	0,4	-	0,4	-	-	-	0,4	0,3
Rio Corumbá	4,4	0,3	4,7	-	-	-	4,7	3,7
Ribeirão Ponte Alta	3,5	0,3	3,7	-	-	-	3,7	3,0
Rio Alagado	0,9	0,0	0,9	-	-	-	0,9	0,7
Rio Descoberto	29,6	1,3	30,8	-	-	-	30,8	24,7
Baixo Rio Descoberto	6,6	0,8	7,4	-	-	-	7,4	5,9
Médio Rio Descoberto	2,0	0,0	2,0	-	-	-	2,0	1,6
Ribeirão das Pedras	2,5	0,3	2,7	-	-	-	2,7	2,2
Ribeirão do Rodeador	3,5	0,1	3,6	-	-	-	3,6	2,9
Ribeirão Engenho das Lages	3,1	0,0	3,1	-	-	-	3,1	2,5
Rio Descoberto	0,2	0,0	0,2	-	-	-	0,2	0,2
Rio Melchior	11,8	0,0	11,8	-	-	-	11,8	9,4
Rio Maranhão	4,5	0,3	4,8	-	-	-	4,8	3,8
Alto Rio Maranhão	0,2	-	0,2	-	-	-	0,2	0,1
Ribeirão da Contagem	0,0	0,1	0,1	-	-	-	0,1	0,1
Rio da Palma	0,1	0,2	0,4	-	-	-	0,4	0,3
Rio do Sal	2,4	-	2,4	-	-	-	2,4	1,9
Rio Palmeiras	1,7	0,0	1,7	-	-	-	1,7	1,4
Rio Sonhém	-	0,0	0,0	-	-	-	0,0	0,0
Rio Preto	41,1	35,4	76,5	-	-	-	76,5	61,2
Alto Rio Preto	7,8	0,2	8,0	-	-	-	8,0	6,4
Córrego São Bernardo	0,3	6,8	7,1	-	-	-	7,1	5,7
Ribeirão Extrema	7,3	19,8	27,1	-	-	-	27,1	21,7
Ribeirão Jacaré	3,1	0,8	3,9	-	-	-	3,9	3,1
Ribeirão Jardim	7,3	1,3	8,6	-	-	-	8,6	6,9

Bacia/UH	DF			GO			Retirada	Consumo
	Subterrânea	Superficial	Total	Subterrânea	Superficial	Total		
Ribeirão Santa Rita	0,1	2,7	2,7	-	-	-	2,7	2,2
Rio Jardim	15,3	3,8	19,1	-	-	-	19,1	15,3
Rio São Bartolomeu	24,7	13,4	38,0	-	-	-	38,0	30,4
Alto Rio Bartolomeu	1,6	-	1,6	-	-	-	1,6	1,3
Baixo Rio São Bartolomeu	0,4	6,7	7,1	-	-	-	7,1	5,7
Médio Rio São Bartolomeu	2,0	1,1	3,0	-	-	-	3,0	2,4
Ribeirão Cachoeirinha	2,6	0,0	2,6	-	-	-	2,6	2,1
Ribeirão do Santana	1,8	-	1,8	-	-	-	1,8	1,4
Ribeirão Maria Pereira	2,6	-	2,6	-	-	-	2,6	2,1
Ribeirão Papuda	0,1	0,5	0,6	-	-	-	0,6	0,5
Ribeirão Sobradinho	1,8	1,0	2,8	-	-	-	2,8	2,2
Rio Pipiripau	11,7	4,1	15,8	-	-	-	15,8	12,7
Total Geral	111,3	50,8	162,1	-	-	-	162,1	129,7

Fonte: Adasa (2024), SEMAD (2024).

Quadro 10.30 - Demandas (L/s) para criação animal por bacia.

Bacia/UH	DF			GO			Retirada	Consumo
	Subterrânea	Superficial	Total	Subterrânea	Superficial	Total		
Lago Paranoá	7,0	0,2	7,2	0,0	0,0	0,0	7,2	5,7
Rio Corumbá	4,4	0,3	4,7	0,0	0,0	0,0	4,7	3,7
Rio Descoberto	29,6	1,3	30,8	0,0	0,0	0,0	30,8	24,7
Rio Maranhão	4,5	0,3	4,8	0,0	0,0	0,0	4,8	3,8
Rio Preto	41,1	35,4	76,5	0,0	0,0	0,0	76,5	61,2
Rio São Bartolomeu	24,7	13,4	38,0	0,0	0,0	0,0	38,0	30,4
Rio São Marcos	-	-	0,0	-	-	0,0	0,0	0,0
Total	111,3	50,8	162,1	0,0	0,0	0,0	162,1	129,7

Fonte: Adasa (2024), SEMAD (2024).

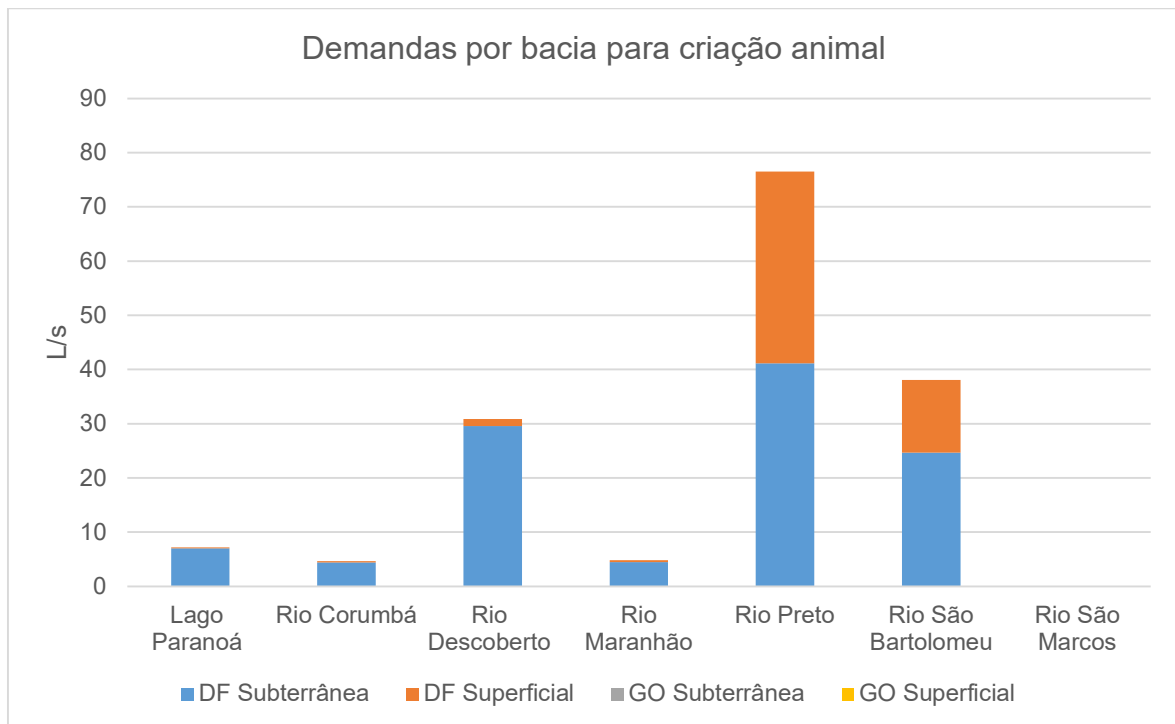


Figura 10.22 - Demandas (L/s) para criação animal por bacia.

Fonte: Adasa (2024), SEMAD (2024).

Na Figura 10.24 estão apresentadas as demandas especializadas para criação animal. O mapa das demandas para criação animal mostra que a maior concentração de pecuária se dá nas porções a oeste e a leste do DF, próximo ao limite com Goiás, naturalmente por serem as áreas mais rurais e pouco urbanizadas, nas bacias do rio Preto, São Bartolomeu (principalmente sua porção norte) e Descoberto.

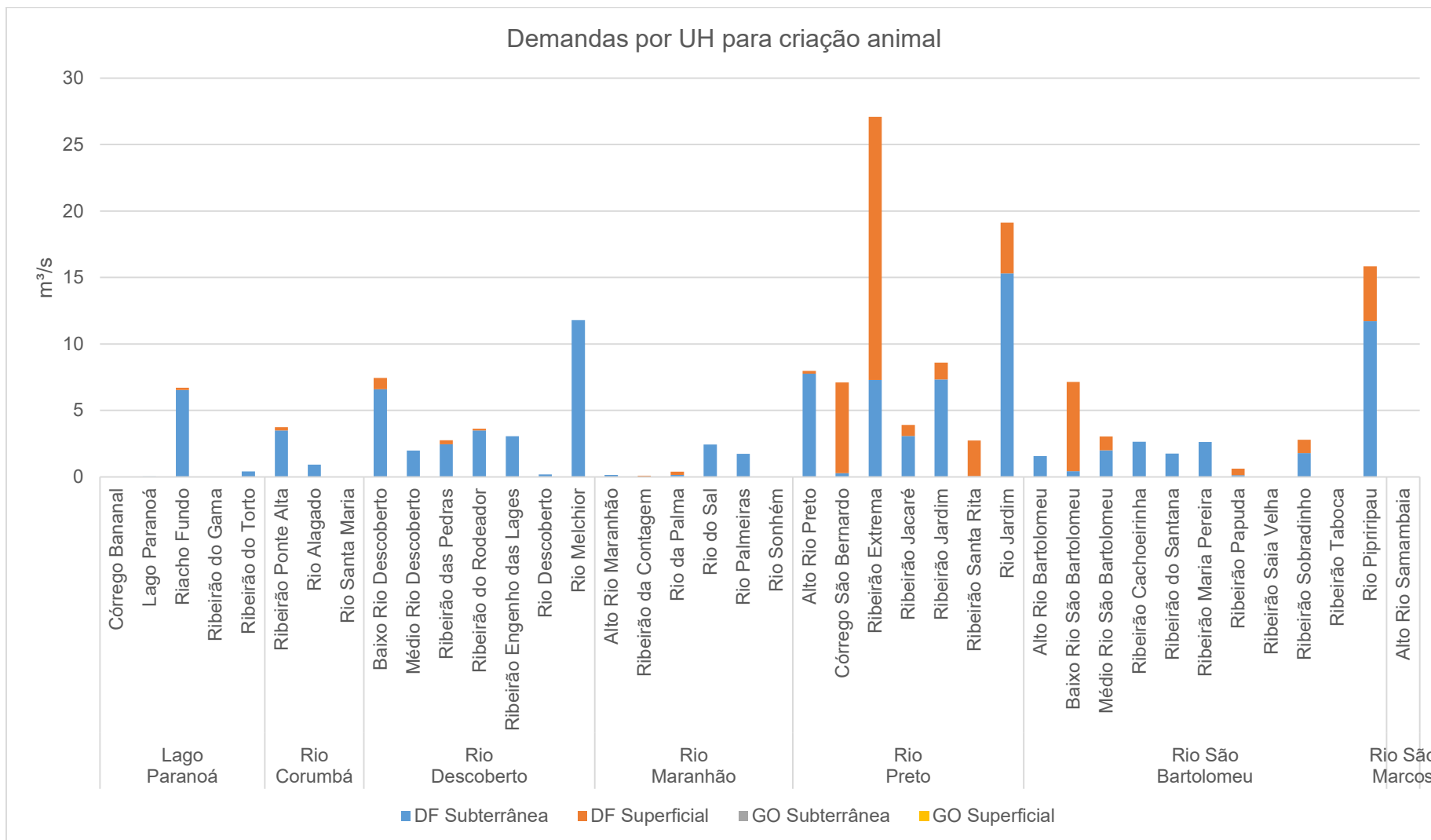


Figura 10.23 - Demandas (L/s) para criação animal por UH.

Fonte: Adasa (2024), SEMAD (2024).

10.6.2 Comparação com dados da Base Nacional de Usos da Água (BD-Usos)

A Base Nacional de Referência de Usos Consuntivos de Água no Brasil apresenta as demandas hídricas para mineração com valores bastante superiores às demandas outorgadas, embora também ainda baixos considerando valores absolutos.

O método adotado é similar ao de estudos nacionais e internacionais de referência. Consiste na aplicação de coeficientes técnicos per capita (litros por dia por cabeça), por tipo de rebanho, ao número de cabeças registrado ou estimado no ano de referência. A conceituação dos rebanhos e o coeficiente utilizado está apresentado no Quadro 10.31 os números dos rebanhos foram obtidos da Pesquisa Pecuária Municipal (PPM) do IBGE.

Quadro 10.31 - Tipos de rebanhos e coeficientes técnicos utilizados.

Espécie	Coeficiente (L/cabeça.dia)	Consumo (%)
Bovino	80	80
Vacas ordenhadas	127,5	60
Suíno	18,7	60
Bubalino	50	80
Equino	40	80
Ovino	10	80
Caprino	10	80
Galináceo	0,22	69
Galinhas	0,27	60
Codornas	0,18	80

Fonte: ANA (2021a).

A comparação entre as demandas outorgadas e estimadas estão apresentadas no Quadro 10.32, Quadro 10.33 e Figura 10.27.

Quadro 10.32 - Comparação das demandas pelas outorgas e BD-Usos por UH.

Bacia/UH	Demanda (L/s)	
	Outorgada	Estimada (BD-Usos)
Lago Paranoá	7,2	7,2
Córrego Bananal	0,0	0,5
Lago Paranoá	0,0	2,5
Riacho Fundo	6,7	2,1
Ribeirão do Gama	0,0	0,9
Ribeirão do Torto	0,4	1,1
Rio Corumbá	4,7	29,7
Ribeirão Ponte Alta	3,7	7,9
Rio Alagado	0,9	7,6
Rio Santa Maria	0,0	14,1
Rio Descoberto	30,8	29,4
Baixo Rio Descoberto	7,4	4,5
Médio Rio Descoberto	2,0	4,7
Ribeirão das Pedras	2,7	3,4

Bacia/UH	Demanda (L/s)	
	Outorgada	Estimada (BD-Usos)
Ribeirão do Rodeador	3,6	4,7
Ribeirão Engenho das Lages	3,1	2,4
Rio Descoberto	0,2	3,5
Rio Melchior	11,8	6,2
Rio Maranhão	4,8	30,9
Alto Rio Maranhão	0,2	10,2
Ribeirão da Contagem	0,1	2,6
Rio da Palma	0,4	6,0
Rio do Sal	2,4	8,5
Rio Palmeiras	1,7	2,1
Rio Sonhém	0,0	1,5
Rio Preto	76,5	33,1
Alto Rio Preto	8,0	6,2
Córrego São Bernardo	7,1	1,9
Ribeirão Extrema	27,1	4,0
Ribeirão Jacaré	3,9	3,7
Ribeirão Jardim	8,6	3,0
Ribeirão Santa Rita	2,7	3,1
Rio Jardim	19,1	11,1
Rio São Bartolomeu	38,0	66,3
Alto Rio Bartolomeu	1,6	5,4
Baixo Rio São Bartolomeu	7,1	9,8
Médio Rio São Bartolomeu	3,0	8,6
Ribeirão Cachoeirinha	2,6	4,9
Ribeirão do Santana	1,8	5,5
Ribeirão Maria Pereira	2,6	6,8
Ribeirão Papuda	0,6	2,8
Ribeirão Saia Velha	0,0	8,8
Ribeirão Sobradinho	2,8	5,4
Ribeirão Taboca	0,0	0,8
Rio Pipiripau	15,8	7,6
Rio São Marcos	0,0	1,5
Alto Rio Samambaia	0,0	1,5
Rio Paranã	0,0	4,2
Córrego Bandeirinha	0,0	4,2
Total Geral	162,1	202,3

Fonte: Adasa (2024), SEMAD (2024).

Quadro 10.33 - Comparação das demandas pelas outorgas e BD-Usos por bacia.

Bacia/UH	Demanda (L/s)	
	Outorgada	Estimada (BD-Usos)
Lago Paranoá	7,2	7,2
Rio Corumbá	4,7	29,7
Rio Descoberto	30,8	29,4

Bacia/UH	Demanda (L/s)	
	Outorgada	Estimada (BD-Usos)
Rio Maranhão	4,8	30,9
Rio Preto	76,5	33,1
Rio São Bartolomeu	38,0	66,3
Rio São Marcos	0,0	1,5
Rio Paranã	0,0	4,2
Total	162,1	202,3

Fonte: Adasa (2024), SEMAD (2024).

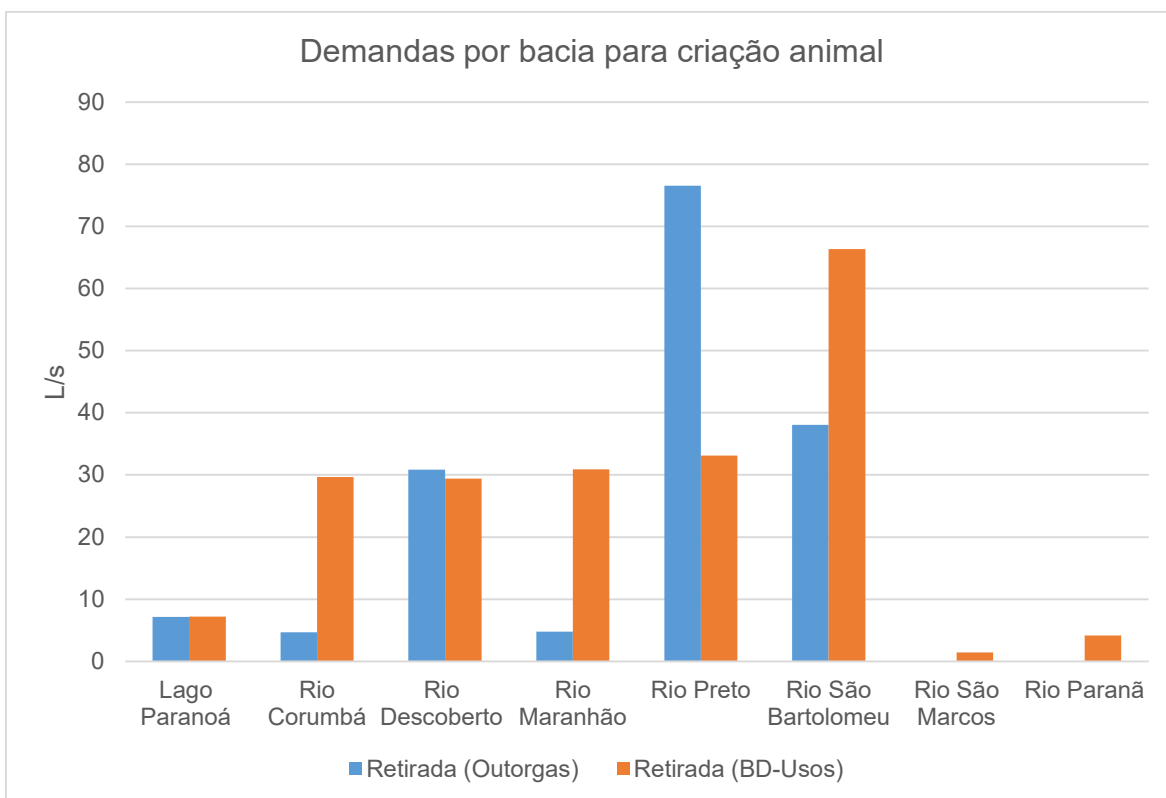


Figura 10.25 - Comparação das demandas pelas outorgas e BD-Usos.

Fonte: Adasa (2024), SEMAD (2024).

São esperados valores superiores das demandas estimadas, dado que pequenos usuários com pequenos rebanhos são dispensados de outorgas, e a Pesquisa Pecuária Municipal (PPM) considera os rebanhos totais para realizar a estimativa de demanda. Como os dados da PPM são a nível municipal, provavelmente há um erro considerável na distribuição das demandas a nível de ottobacia, e consequentemente, na sua agregação por UH e bacia. Os valores totais para a área e estudo estão compatíveis, considerando os pequenos usuários.

Os dados de rebanhos da PPM para o DF estão apresentados no Quadro 10.34, bem como o cálculo utilizando os coeficientes específicos de demanda por espécie.

Quadro 10.34 - Quantidade de rebanhos no DF.

Espécie	Cabeças	Coefficiente (L/cabeça.dia)	Demanda (L/s)
Bovino	85.544	80	79,2
Bubalino	807	50	0,5
Equino	18.294	40	8,5
Suíno	172.965	18,7	37,4
Caprino	3.522	10	0,4
Ovino	21.708	10	2,5
Galináceos	7.717.822	0,22	19,7
Codornas	73.264	0,18	0,2
Total	8.093.926	-	148,3

Fonte: IBGE (2022).

Em números totais, a maior parte dos rebanhos no DF são compostos por suínos e galináceos, porém, proporcionalmente à demanda, os bovinos são responsáveis por mais da metade da demanda distrital. Os valores totais estão diferentes dos 202,2 L/s estimados na BD-Usos porque o ano-base é diferente, e porque no levantamento apresentado foram considerados apenas os dados do DF, e não os de Goiás, visto que a PPM é apresentada em base municipal e não seria possível especializar as informações apenas para a área de estudo. Os 54 L/s de divergência se devem a variações na quantidade dos rebanhos de um ano para o outro, e aos rebanhos na porção goiana da área de estudo.

Isso demonstra que, apesar de não constarem outorgas para criação animal na porção goiana, há criação animal nesta área, provavelmente de usuários com pequenos rebanhos, utilizando individualmente volumes de água que não requerem outorga.

10.7 Aquicultura e piscicultura

Aquicultura e piscicultura são termos relacionados à criação e cultivo de organismos aquáticos, como peixes, crustáceos, moluscos e algas, tanto em ambientes naturais quanto em sistemas controlados. A aquicultura refere-se à produção de organismos aquáticos em cativeiro para fins comerciais ou de subsistência. Já a piscicultura é uma forma específica de aquicultura que se dedica à criação e reprodução de peixes.

Foi considerado um coeficiente de consumo de 1 para a aquicultura, ou seja, a vazão captada é a necessária para a manutenção do nível dos tanques considerando as perdas por infiltração e evaporação. As vazões retiradas e consumidas para este uso estão apresentadas no Quadro 10.35 por bacia e UH, e no Quadro 10.36 por bacia. Posteriormente, na Figura 10.26 estão apresentadas as vazões totais por bacia, e na Figura 10.27 por UH.

Quadro 10.35 - Demandas (L/s) para aquicultura e piscicultura por bacia e UH.

Bacia/UH	DF			GO			Retirada	Consumo
	Subterrânea	Superficial	Total	Subterrânea	Superficial	Total		
Lago Paranoá	0,9	33,5	34,4	-	-	-	34,4	34,4
Lago Paranoá	0,3	1,0	1,3	-	-	-	1,3	1,3
Riacho Fundo	0,6	32,5	33,1	-	-	-	33,1	33,1
Ribeirão do Gama	-	0,0	0,0	-	-	-	0,0	0,0
Ribeirão do Torto	0,0	0,0	0,0	-	-	-	0,0	0,0
Rio Corumbá	1,6	15,9	17,5	-	-	-	17,5	17,5
Ribeirão Ponte Alta	1,6	10,8	12,4	-	-	-	12,4	12,4
Rio Alagado	-	5,1	5,1	-	-	-	5,1	5,1
Rio Descoberto	3,3	12,2	15,5	-	0,0	0,0	15,5	15,5
Baixo Rio Descoberto	-	0,0	0,0	-	-	-	0,0	0,0
Médio Rio Descoberto	0,4	1,0	1,4	-	-	-	1,4	1,4
Ribeirão das Pedras	1,4	3,1	4,5	-	-	-	4,5	4,5
Ribeirão do Rodeador	0,7	2,0	2,7	-	-	-	2,7	2,7
Ribeirão Engenho das Lages	-	1,0	1,0	-	-	-	1,0	1,0
Rio Descoberto	0,5	1,0	1,5	-	0,0	0,0	1,5	1,5
Rio Melchior	0,2	4,1	4,3	-	-	-	4,3	4,3
Rio Maranhão	2,5	15,6	18,2	-	0,1	0,1	18,3	18,3
Alto Rio Maranhão	2,2	0,7	2,9	-	0,1	0,1	3,0	3,0
Ribeirão da Contagem	0,1	2,0	2,1	-	-	-	2,1	2,1
Rio da Palma	-	1,0	1,0	-	-	-	1,0	1,0
Rio do Sal	-	12,0	12,0	-	-	-	12,0	12,0
Rio Palmeiras	0,2	0,0	0,2	-	-	-	0,2	0,2
Rio Sonhém	-	0,0	0,0	-	-	-	0,0	0,0
Rio Preto	0,3	21,2	21,5	-	-	-	21,5	21,5
Alto Rio Preto	-	0,1	0,1	-	-	-	0,1	0,1
Ribeirão Extrema	0,1	12,0	12,2	-	-	-	12,2	12,2
Ribeirão Jardim	0,2	-	0,2	-	-	-	0,2	0,2

Bacia/UH	DF			GO			Retirada	Consumo
	Subterrânea	Superficial	Total	Subterrânea	Superficial	Total		
Rio Jardim		9,1	9,1	-	-	-	9,1	9,1
Rio São Bartolomeu	2,8	66,4	69,2	-	-	-	69,2	69,2
Alto Rio Bartolomeu	0,8	5,1	5,9	-	-	-	5,9	5,9
Baixo Rio São Bartolomeu	0,1	4,0	4,1	-	-	-	4,1	4,1
Médio Rio São Bartolomeu	0,2	8,8	8,9	-	-	-	8,9	8,9
Ribeirão Cachoeirinha	0,4	0,3	0,7	-	-	-	0,7	0,7
Ribeirão do Santana	0,1	0,0	0,1	-	-	-	0,1	0,1
Ribeirão Papuda	-	6,2	6,2	-	-	-	6,2	6,2
Ribeirão Saia Velha	0,0	30,0	30,0	-	-	-	30,0	30,0
Ribeirão Sobradinho	0,2	3,1	3,3	-	-	-	3,3	3,3
Rio Pípriripau	1,0	9,0	10,1	-	-	-	10,1	10,1
Total Geral	11,5	164,8	176,3	-	0,1	0,1	176,5	176,5

Fonte: Adasa (2024), SEMAD (2024).

Quadro 10.36 - Demandas (L/s) para aquicultura e piscicultura por bacia.

Bacia/UH	DF			GO			Retirada	Consumo
	Subterrânea	Superficial	Total	Subterrânea	Superficial	Total		
Lago Paranoá	0,9	33,5	34,4	0,0	0,0	0,0	34,4	0,0
Rio Corumbá	1,6	15,9	17,5	0,0	0,0	0,0	17,5	0,0
Rio Descoberto	3,3	12,2	15,5	0,0	0,0	0,0	15,5	0,0
Rio Maranhão	2,5	15,6	18,2	0,0	0,1	0,1	18,3	0,0
Rio Preto	0,3	21,2	21,5	0,0	0,0	0,0	21,5	0,0
Rio São Bartolomeu	2,8	66,4	69,2	0,0	0,0	0,0	69,2	0,0
Rio São Marcos	-	-	0,0	-	-	0,0	0,0	0,0
Total	11,5	164,8	176,3	0,0	0,1	0,1	176,5	0,0

Fonte: Adasa (2024), SEMAD (2024).

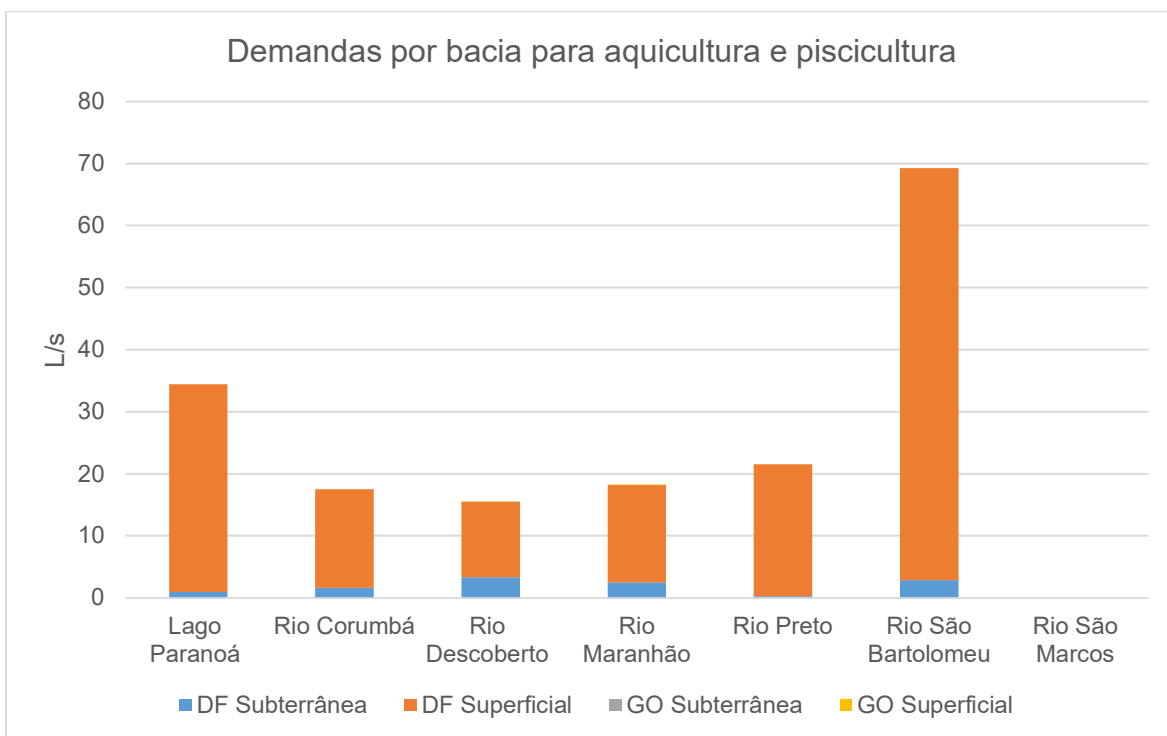


Figura 10.26 - Demandas (L/s) para aquicultura e piscicultura por bacia.
Fonte: Adasa (2024), SEMAD (2024).

Na Figura 10.28 estão apresentadas as demandas especializadas para aquicultura e piscicultura. A Base Nacional de Usos Consuntivos não apresenta essa tipologia, motivo pelo qual a demanda outorgada não foi comparada com nenhuma estimativa de estudos secundários.

Dados da Produção Pecuária Municipal (IBGE, 2023) para o DF estão apresentados no Quadro 10.37.

Quadro 10.37 - Dados da PPM de aquicultura e piscicultura no DF.

Cultura	Quantidade produzida (kg)	Valor da produção (R\$)
Alevinos (qt.)	1.175.000	282.000
Curimatã, curimbatá	1.130	11.300
Lambari	1.130	11.300
Matrinxã	17.185	171.850
Pacu e patinga	10.515	104.099
Piau, piapara, piau-Àçu, piava	6.155	55.395
Pintado, cachara, cachapira e pintachara, surubim	83.100	1.204.950
Pirapitinga	1.130	11.187
Tambacu, tambatinga	14.365	142.214
Tambaqui	35.906	355.469
Tilápia	1.692.721	15.234.489
Outros peixes	17.440	172.656

Fonte: IBGE (2023).

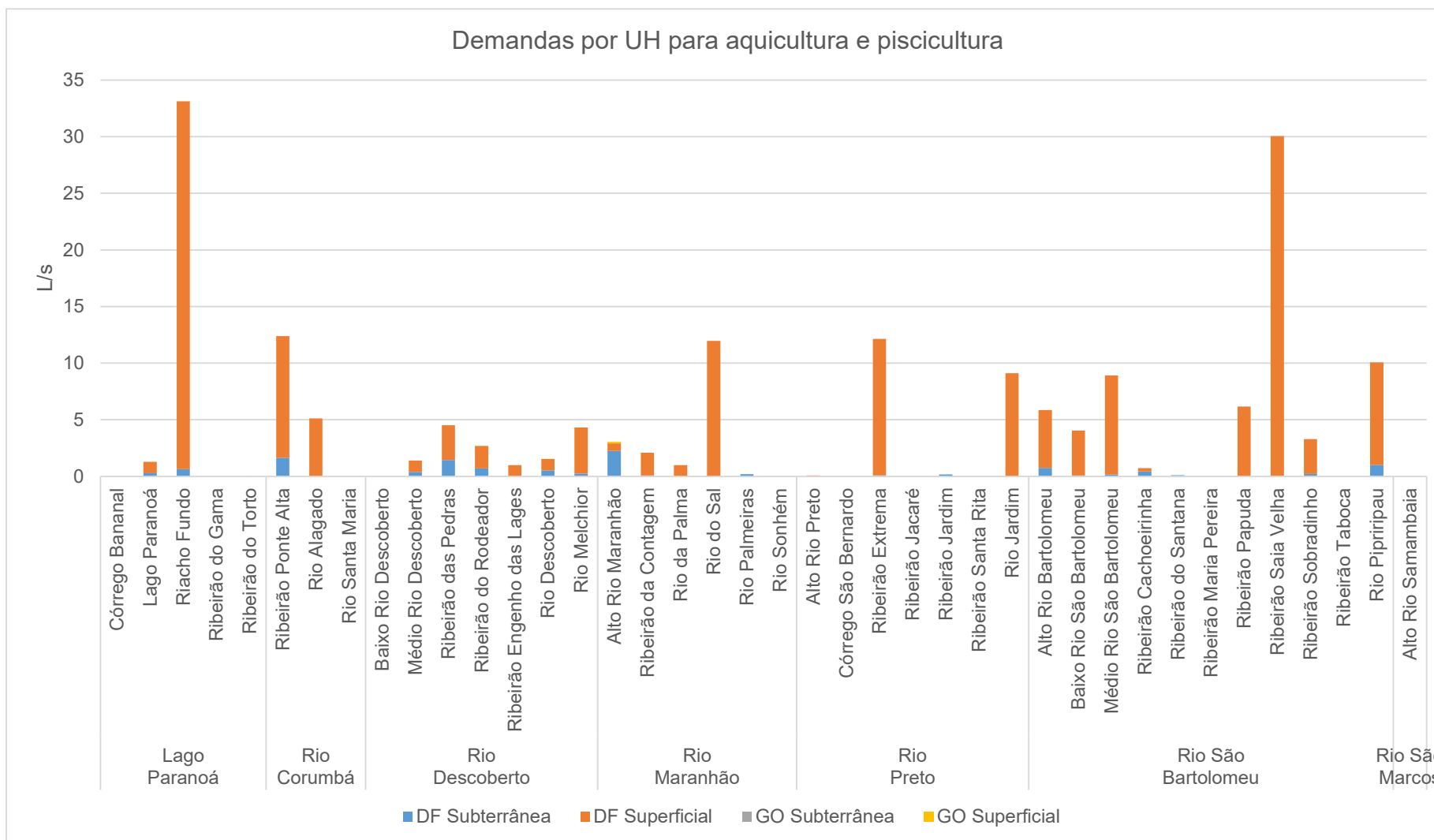


Figura 10.27 - Demandas (L/s) para aquicultura e piscicultura por UH.

Fonte: Adasa (2024), SEMAD (2024).

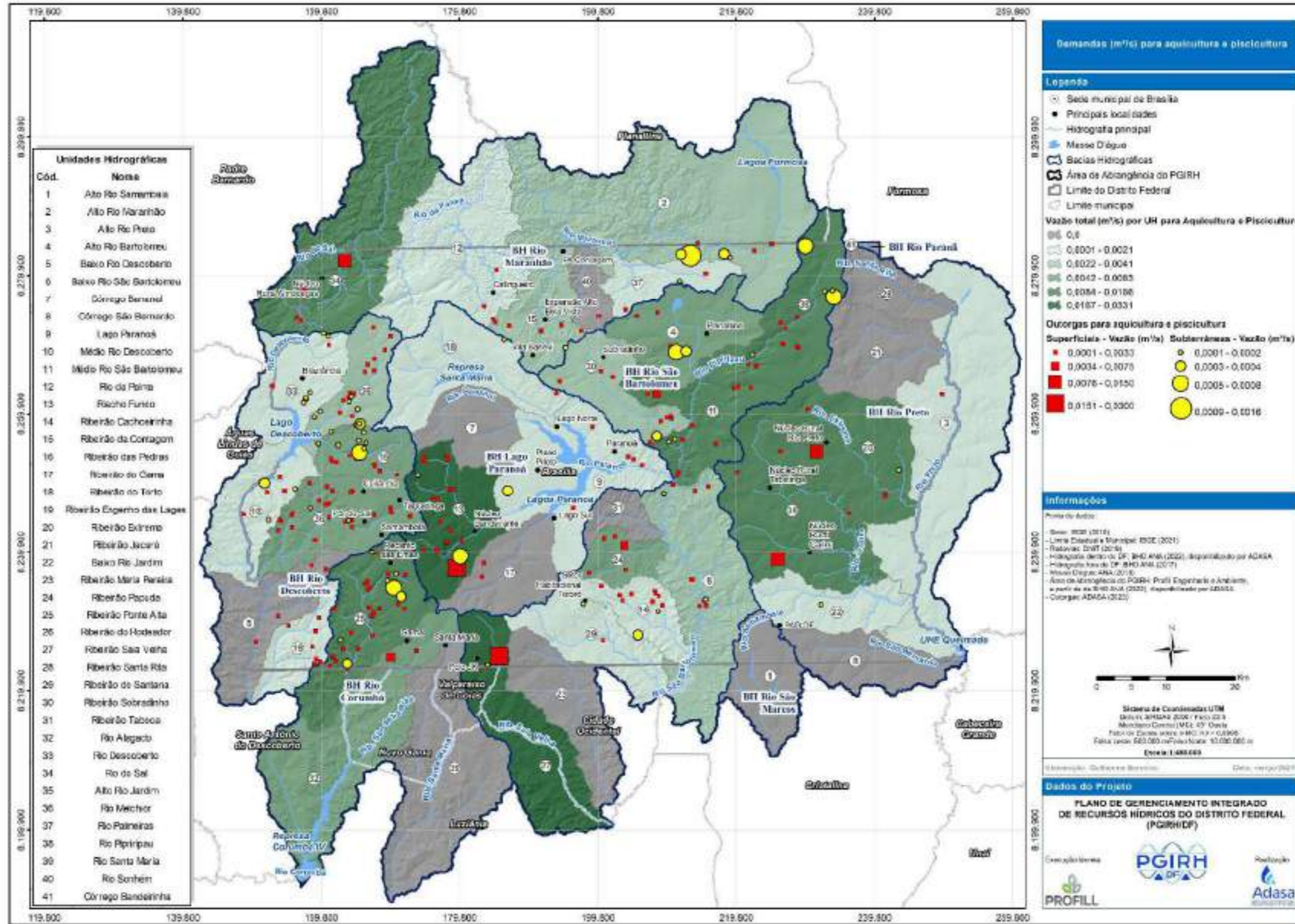


Figura 10.28 - Mapa de demandas (L/s) para aquicultura e piscicultura.

10.8 Outros usos

Além dos usos já mencionados, as bases de outorgas analisadas também possuem uma série de outros registros classificados como “outros usos”, que incluem: regularização para usos múltiplos, monitoramento água subterrânea, obras hidráulicas, manutenção de nível de água e pulverização de defensivos agrícolas.

Foi considerado um coeficiente de consumo de 0,2 para os outros usos. As vazões retiradas e consumidas para estes usos estão apresentadas no Quadro 10.38 por bacia e UH, e no Quadro 10.39 por bacia. Posteriormente, na Figura 10.29 estão apresentadas as vazões totais por bacia, e na Figura 10.30 por UH.

Quadro 10.38 - Demandas (L/s) para outros usos por bacia e UH.

Bacia/UH	DF			GO			Retirada	Consumo
	Subterrânea	Superficial	Total	Subterrânea	Superficial	Total		
Lago Paranoá	4,2	70,7	74,9	-	-	-	74,9	15,0
Córrego Bananal	0,6	40,0	40,6	-	-	-	40,6	8,1
Lago Paranoá	1,8	0,0	1,8	-	-	-	1,8	0,4
Riacho Fundo	1,0	24,0	25,0	-	-	-	25,0	5,0
Ribeirão do Gama	0,8	6,7	7,5	-	-	-	7,5	1,5
Ribeirão do Torto	0,0	0,0	0,0	-	-	-	0,0	0,0
Rio Corumbá	0,1	15,4	15,5	7,2	2,1	9,3	24,8	5,0
Ribeirão Ponte Alta	0,1	15,4	15,5	-	0,0	0,0	15,5	3,1
Rio Alagado	0,0	-	0,0	-	-	-	0,0	0,0
Rio Santa Maria	0,0	0,0	0,0	7,2	2,1	9,3	9,3	1,9
Rio Descoberto	0,0	3,6	3,6	0,7	0,0	0,7	4,3	0,9
Baixo Rio Descoberto	0,0	0,0	0,0	-	-	-	0,0	0,0
Médio Rio Descoberto	0,0	0,0	0,0	0,7	-	0,7	0,7	0,1
Ribeirão das Pedras	0,0	3,0	3,0	-	-	-	3,0	0,6
Ribeirão do Rodeador	0,0	0,0	0,0	-	-	-	0,0	0,0
Ribeirão Engenho das Lages	0,0	0,4	0,4	-	-	-	0,4	0,1
Rio Descoberto	0,0	0,0	0,0	-	0,0	0,0	0,0	0,0
Rio Melchior	0,0	0,2	0,2	-	-	-	0,2	0,0
Rio Maranhão	1,9	1,2	3,0	14,4	3,9	18,4	21,4	4,3
Alto Rio Maranhão	0,0	0,0	0,0	11,4	-	11,4	11,4	2,3
Ribeirão da Contagem	0,0	0,0	0,0	-	-	-	0,0	0,0
Rio da Palma	0,0	-	0,0	1,7	-	1,7	1,7	0,3
Rio do Sal	1,9	1,0	2,9	1,4	3,9	5,3	8,2	1,6
Rio Palmeiras	0,0	0,2	0,2	-	-	-	0,2	0,0
Rio Preto	0,5	50,4	51,0	10,7	0,0	10,7	61,6	12,3
Alto Rio Preto	0,3	0,0	0,3	9,8	0,0	9,8	10,0	2,0
Córrego São Bernardo	-	1,7	1,7	0,6	0,0	0,6	2,3	0,5

Bacia/UH	DF			GO			Retirada	Consumo
	Subterrânea	Superficial	Total	Subterrânea	Superficial	Total		
Ribeirão Extrema	0,1	1,5	1,6	-	-	-	1,6	0,3
Ribeirão Jacaré	-	8,0	8,0	-	-	-	8,0	1,6
Ribeirão Jardim	0,0	33,9	33,9	-	-	-	33,9	6,8
Ribeirão Santa Rita	-	0,8	0,8	0,3	0,0	0,3	1,2	0,2
Rio Jardim	0,2	4,4	4,7	-	-	-	4,7	0,9
Rio São Bartolomeu	3,7	28,0	31,6	9,6	0,5	10,1	41,8	8,4
Alto Rio Bartolomeu	0,0	0,0	0,0	-	-	-	0,0	0,0
Baixo Rio São Bartolomeu	0,0	0,0	0,0	-	0,0	0,0	0,0	0,0
Médio Rio São Bartolomeu	0,0	0,2	0,2	-	-	-	0,2	0,0
Ribeirão Cachoeirinha	0,0	0,0	0,0	-	-	-	0,0	0,0
Ribeirão do Santana	0,0	0,0	0,0	-	-	-	0,0	0,0
Ribeirão Maria Pereira	0,0	-	0,0	1,0	0,5	1,5	1,5	0,3
Ribeirão Papuda	0,0	27,8	27,8	-	-	-	27,8	5,6
Ribeirão Saia Velha	0,0	-	0,0	8,6	0,0	8,6	8,6	1,7
Ribeirão Sobradinho	0,3	0,0	0,3	-	-	-	0,3	0,1
Ribeirão Taboca	0,0	0,0	0,0	-	-	-	0,0	0,0
Rio Pipiripau	3,3	0,0	3,3	-	-	-	3,3	0,7
Rio São Marcos	-	0,0	0,0	2,7	0,0	2,7	2,7	0,5
Alto Rio Samambaia	-	0,0	0,0	2,7	0,0	2,7	2,7	0,5
Total Geral	10,3	169,3	179,6	45,4	6,6	51,9	231,5	46,3

Fonte: Adasa (2024), SEMAD (2024).

Quadro 10.39 - Demandas (L/s) para outros usos por bacia.

Bacia/UH	DF			GO			Retirada	Consumo
	Subterrânea	Superficial	Total	Subterrânea	Superficial	Total		
Lago Paranoá	4,2	70,7	74,9	0,0	0,0	0,0	74,9	15,0
Rio Corumbá	0,1	15,4	15,5	7,2	2,1	9,3	24,8	5,0
Rio Descoberto	0,0	3,6	3,6	0,7	0,0	0,7	4,3	0,9
Rio Maranhão	1,9	1,2	3,0	14,4	3,9	18,4	21,4	4,3
Rio Preto	0,5	50,4	51,0	10,7	0,0	10,7	61,6	12,3
Rio São Bartolomeu	3,7	28,0	31,6	9,6	0,5	10,1	41,8	8,4
Rio São Marcos	0,0	0,0	0,0	2,7	0,0	2,7	2,7	0,5
Total	10,3	169,3	179,6	45,4	6,6	51,9	231,5	46,3

Fonte: Adasa (2024), SEMAD (2024).

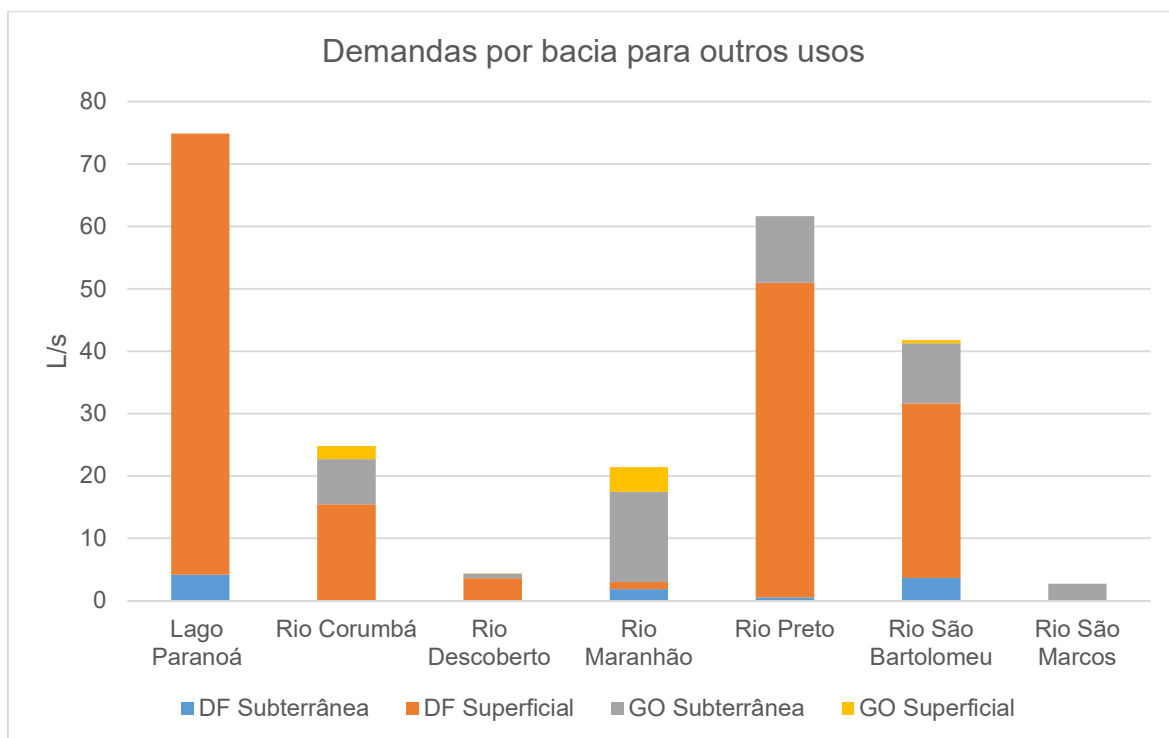


Figura 10.29 - Demandas (L/s) para outros usos por bacia.

Fonte: Adasa (2024), SEMAD (2024).

Estas demandas são principalmente de fontes superficiais no DF, e secundariamente de demandas subterrâneas em Goiás, concentradas principalmente nas bacias do Lago Paranoá, Rio Preto e Rio São Bartolomeu.

No Quadro 10.40 estão apresentadas as informações complementares disponíveis no cadastro de outorgas para os outros usos.

Quadro 10.40 - Tipos de uso das demandas para “outros usos”

Uso	Demanda (L/s)
Manutenção de nível	23,89
Monitoramento água subterrânea	0,35
Outras	1,85
Outros	52,07
Pulverização de defensivos agrícolas	2,45
Sem informação	150,91
Total	231,53

Fonte: Adasa (2024), SEMAD (2024).

A maior parte dos registros de outros usos estão identificados como “sem informação”. Na Figura 10.31 estão apresentadas as demandas especializadas para outros usos.

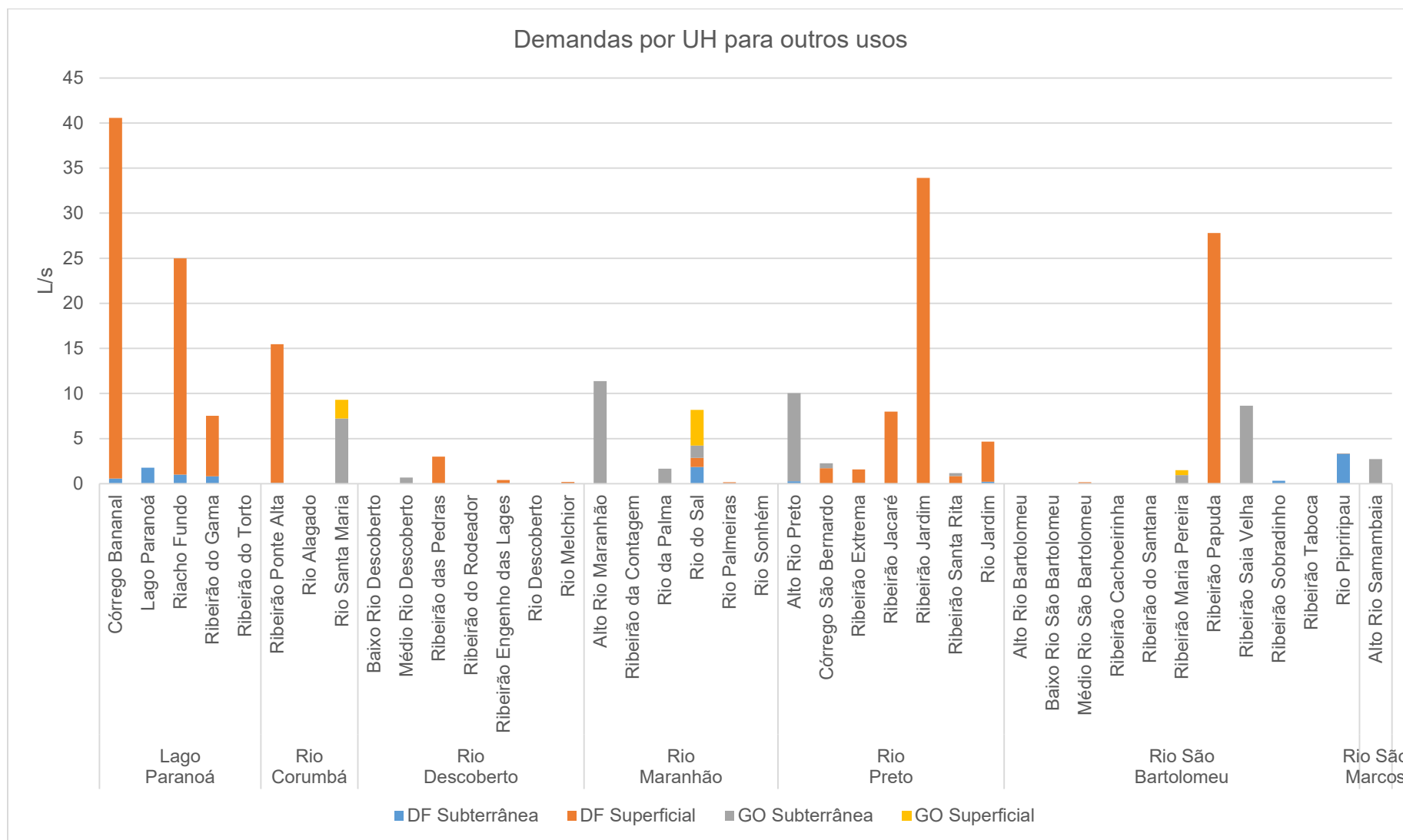


Figura 10.30 - Demandas (L/s) para outros usos por bacia.

Fonte: Adasa (2024), SEMAD (2024).

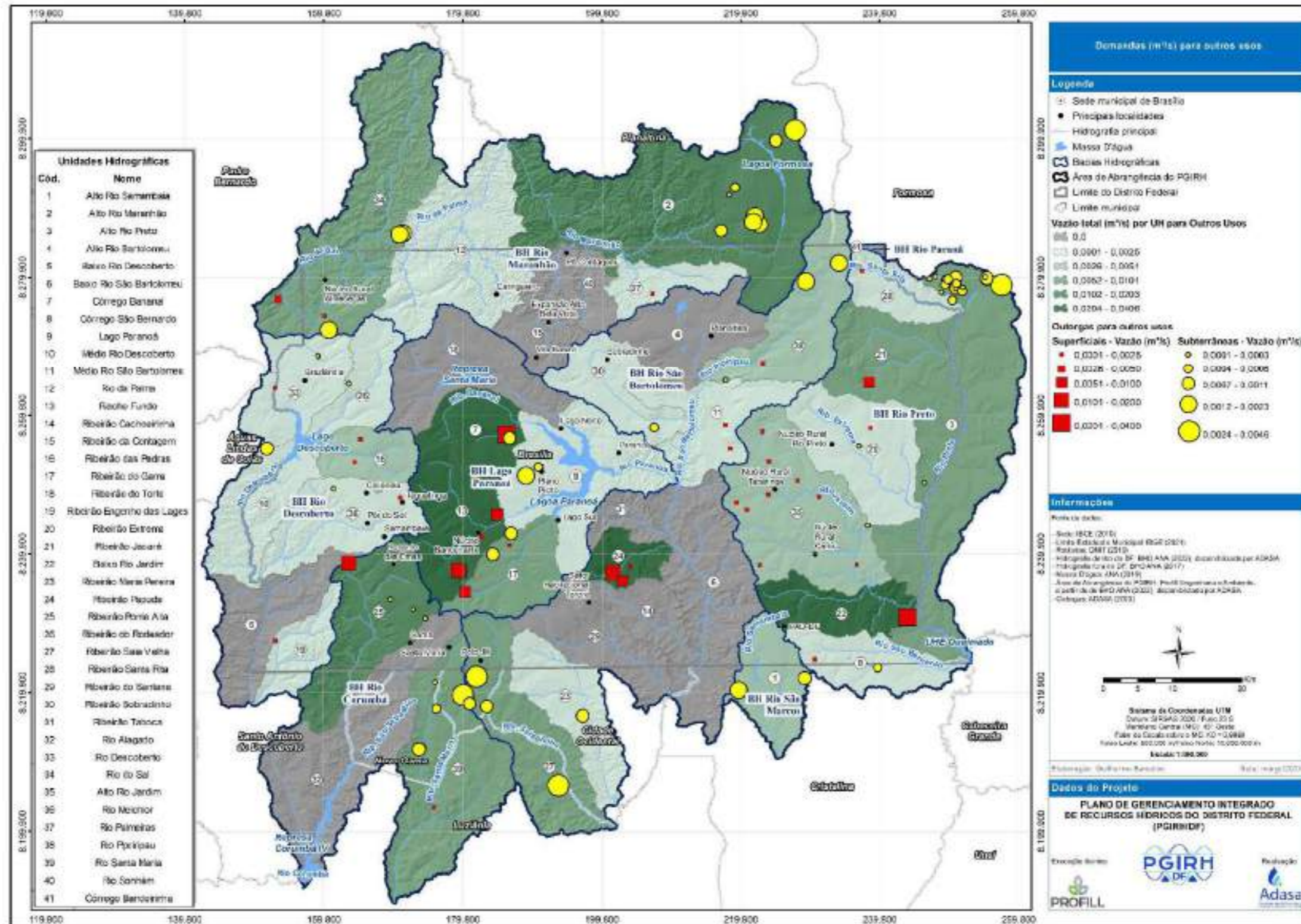


Figura 10.31 - Demandas (L/s) para outros usos.

10.9 Total

Por fim estão apresentadas as demandas retiradas e consumidas totais para a área de estudo, no Quadro 10.42 por bacia e UH, e no Quadro 10.41 por bacia. Posteriormente, na Figura 10.32 estão apresentadas as vazões totais por bacia, e na Figura 10.33 por UH.

Quadro 10.41 - Demandas (L/s) totais por bacia e UH.

Bacia/UH	DF			GO			Retirada	Consumo
	Subterrânea	Superficial	Total	Subterrânea	Superficial	Total		
Lago Paranoá	508,7	5.364,0	5.872,7				5.872,7	4.615,9
Córrego Bananal	26,3	50,0	76,3				76,3	30,1
Lago Paranoá	246,6	1.734,5	1.981,1				1.981,1	1.574,4
Riacho Fundo	137,4	242,4	379,8				379,8	270,2
Ribeirão do Gama	29,4	155,6	185,0				185,0	141,4
Ribeirão do Torto	68,9	3.181,6	3.250,5				3.250,5	2.599,8
Rio Corumbá	190,7	533,9	724,6	278,4	52,9	331,4	1.056,0	812,5
Ribeirão Ponte Alta	124,0	320,1	444,1		0,0	0,0	444,1	335,7
Rio Alagado	17,7	211,0	228,8	63,5	2,8	66,3	295,1	233,5
Rio Santa Maria	48,9	2,8	51,7	214,9	50,2	265,1	316,8	243,3
Rio Descoberto	638,7	6.322,2	6.961,0	177,6	2,8	180,4	7.141,4	5.633,9
Baixo Rio Descoberto	94,5	68,1	162,6	23,0		23,0	185,6	94,3
Médio Rio Descoberto	53,0	4.320,9	4.373,9	69,1		69,1	4.443,0	3.553,3
Ribeirão das Pedras	87,7	883,3	971,1				971,1	770,0
Ribeirão do Rodeador	170,0	597,5	767,5				767,5	612,2
Ribeirão Engenho das Lages	18,1	18,0	36,1				36,1	26,9
Rio Descoberto	137,6	324,6	462,2	85,5	2,8	88,3	550,5	440,0
Rio Melchior	77,8	109,7	187,5				187,5	137,2
Rio Maranhão	423,0	567,5	990,6	33,1	58,0	91,2	1.081,7	813,7
Alto Rio Maranhão	80,7	302,4	383,1	23,0	48,1	71,1	454,2	354,9
Ribeirão da Contagem	114,3	170,4	284,7		6,0	6,0	290,7	200,1
Rio da Palma	90,0	7,7	97,7	1,7		1,7	99,4	77,2
Rio do Sal	49,9	36,3	86,3	8,5	3,9	12,4	98,7	70,8
Rio Palmeiras	55,3	45,8	101,1				101,1	80,8
Rio Sonhém	32,8	4,9	37,7				37,7	29,9
Rio Preto	158,8	4.324,5	4.483,3	42,8	116,8	159,6	4.642,9	3.673,6

Bacia/UH	DF			GO			Retirada	Consumo
	Subterrânea	Superficial	Total	Subterrânea	Superficial	Total		
Alto Rio Preto	36,1	1.520,5	1.556,6	37,8	57,5	95,4	1.652,0	1.314,9
Córrego São Bernardo	8,6	379,7	388,3	1,2	0,0	1,2	389,5	310,3
Ribeirão Extrema	25,0	491,6	516,6				516,6	410,0
Ribeirão Jacaré	4,1	339,3	343,5				343,5	270,0
Ribeirão Jardim	18,8	492,2	511,0				511,0	387,6
Ribeirão Santa Rita	32,8	173,9	206,8	3,8	59,2	63,0	269,8	215,2
Rio Jardim	33,4	927,2	960,5				960,5	765,8
Rio São Bartolomeu	1.389,8	2.207,0	3.596,8	239,9	69,0	308,9	3.905,8	3.039,7
Alto Rio Bartolomeu	122,5	690,6	813,1				813,1	649,1
Baixo Rio São Bartolomeu	31,6	54,0	85,6		0,0	0,0	85,6	60,0
Médio Rio São Bartolomeu	131,4	229,8	361,1				361,1	277,8
Ribeirão Cachoeirinha	106,4	50,4	156,8				156,8	124,9
Ribeirão do Santana	88,8	121,1	209,9				209,9	165,7
Ribeirão Maria Pereira	13,1	4,2	17,3	73,2	69,0	142,2	159,5	123,5
Ribeirão Papuda	383,0	84,7	467,7				467,7	358,3
Ribeirão Saia Velha	31,0	57,9	88,9	166,7	0,0	166,7	255,6	175,8
Ribeirão Sobradinho	236,9	133,0	369,9				369,9	291,3
Ribeirão Taboca	114,9	0,3	115,2				115,2	91,9
Rio Pipriripau	130,4	781,0	911,4				911,4	721,4
Rio São Marcos	0,1	308,4	308,5	9,8	111,6	121,4	429,9	342,3
Alto Rio Samambaia	0,1	308,4	308,5	9,8	111,6	121,4	429,9	342,3
Total Geral	3.309,9	19.627,7	22.937,6	781,7	411,1	1.192,8	24.130,4	18.931,4

Fonte: Adasa (2024), SEMAD (2024).

Quadro 10.42 - Demandas (L/s) totais por bacia e UH.

Bacia/UH	DF			GO			Total	Consumo
	Subterrânea	Superficial	Total	Subterrânea	Superficial	Total		
Lago Paranoá	508,7	5.364,0	5.872,7	0,0	0,0	0,0	5.872,7	4.615,9
Rio Corumbá	190,7	533,9	724,6	278,4	52,9	331,4	1.056,0	812,5
Rio Descoberto	638,7	6.322,2	6.961,0	177,6	2,8	180,4	7.141,4	5.633,9
Rio Maranhão	423,0	567,5	990,6	33,1	58,0	91,2	1.081,7	813,7
Rio Preto	158,8	4.324,5	4.483,3	42,8	116,8	159,6	4.642,9	3.673,6
Rio São Bartolomeu	1.389,8	2.207,0	3.596,8	239,9	69,0	308,9	3.905,8	3.039,7
Rio São Marcos	0,1	308,4	308,5	9,8	111,6	121,4	429,9	342,3
Total	3.309,9	19.627,7	22.937,6	781,7	411,1	1.192,8	24.130,4	18.931,4

Fonte: Adasa (2024), SEMAD (2024).

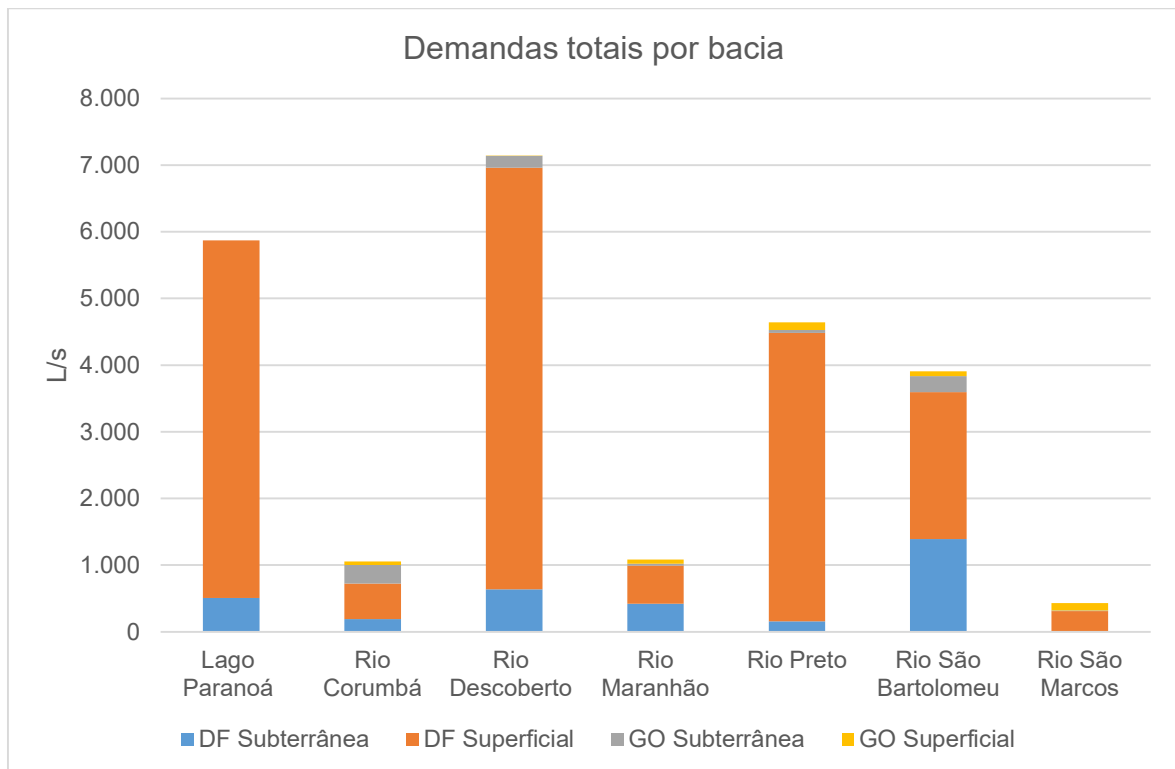


Figura 10.32 - Demandas (L/s) totais por bacia.
Fonte: Adasa (2024), SEMAD (2024).

A área de estudo possui uma demanda hídrica total de 24.130,4 L/s, dos quais 19.627,7 L/s (81,3%) são de fontes superficiais no DF, 3.309,9 L/s (13,7%) de fontes subterrâneas no DF, 411 L/s (1,7%) de fontes superficiais em Goiás, e 0,781,7 L/s (3,2%) de fontes subterrâneas em Goiás.

A maior parte do abastecimento da região vem de mananciais superficiais, com as maiores demandas concentradas nas bacias do Rio Descoberto, Lago Paranoá, Rio Preto e Rio São Bartolomeu. As bacias do Rio Corumbá, Rio Maranhão e Rio São Marcos concentram demandas menores. As UHs com maior concentração de demandas são a do Médio Rio Descoberto, do Ribeirão do Torto, do Lago Paranoá e do Alto Rio Maranhão.

Na Figura 10.34 estão apresentadas as demandas totais especializadas.

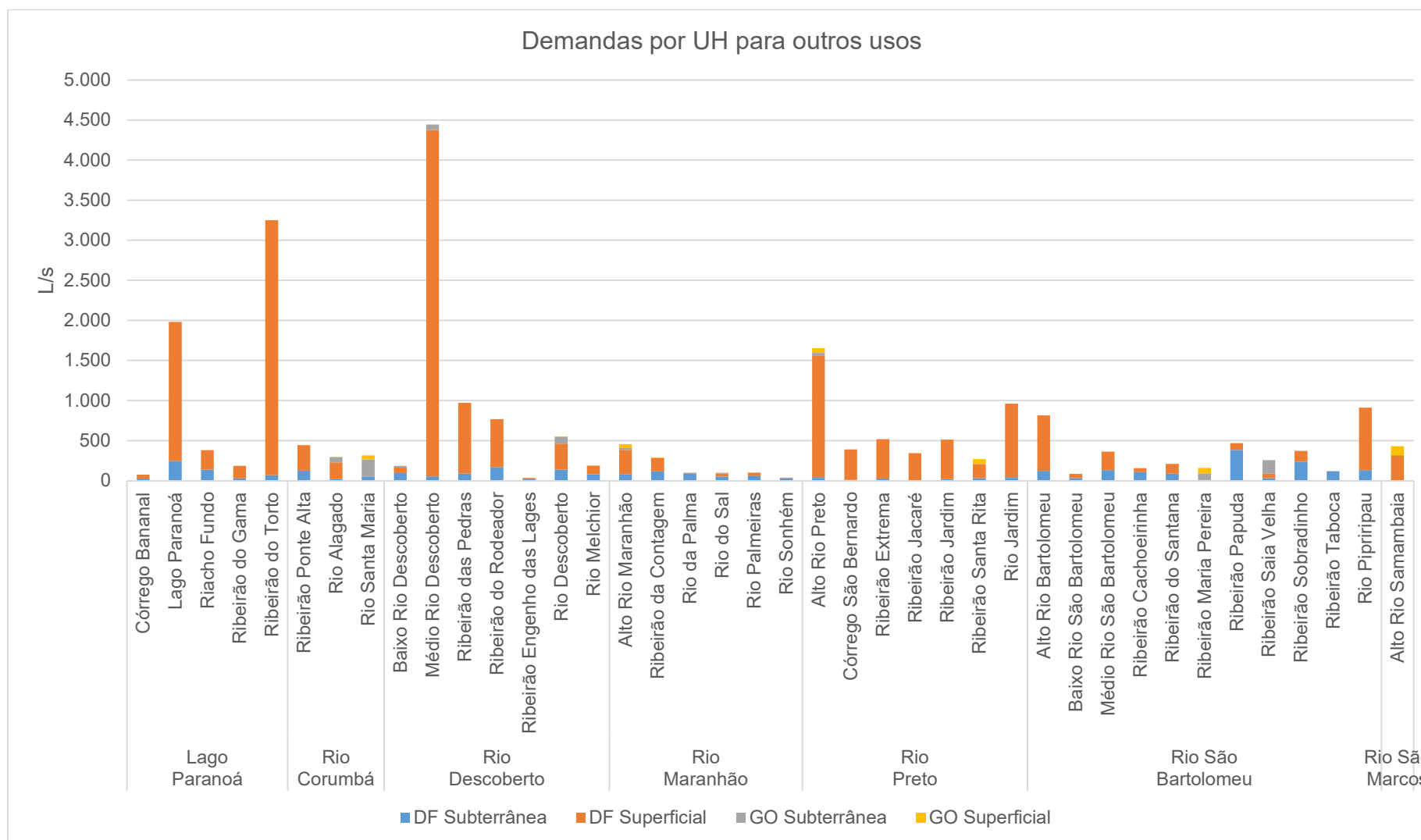


Figura 10.33 - Demandas (L/s) totais por UH.
Fonte: Adasa (2024), SEMAD (2024).

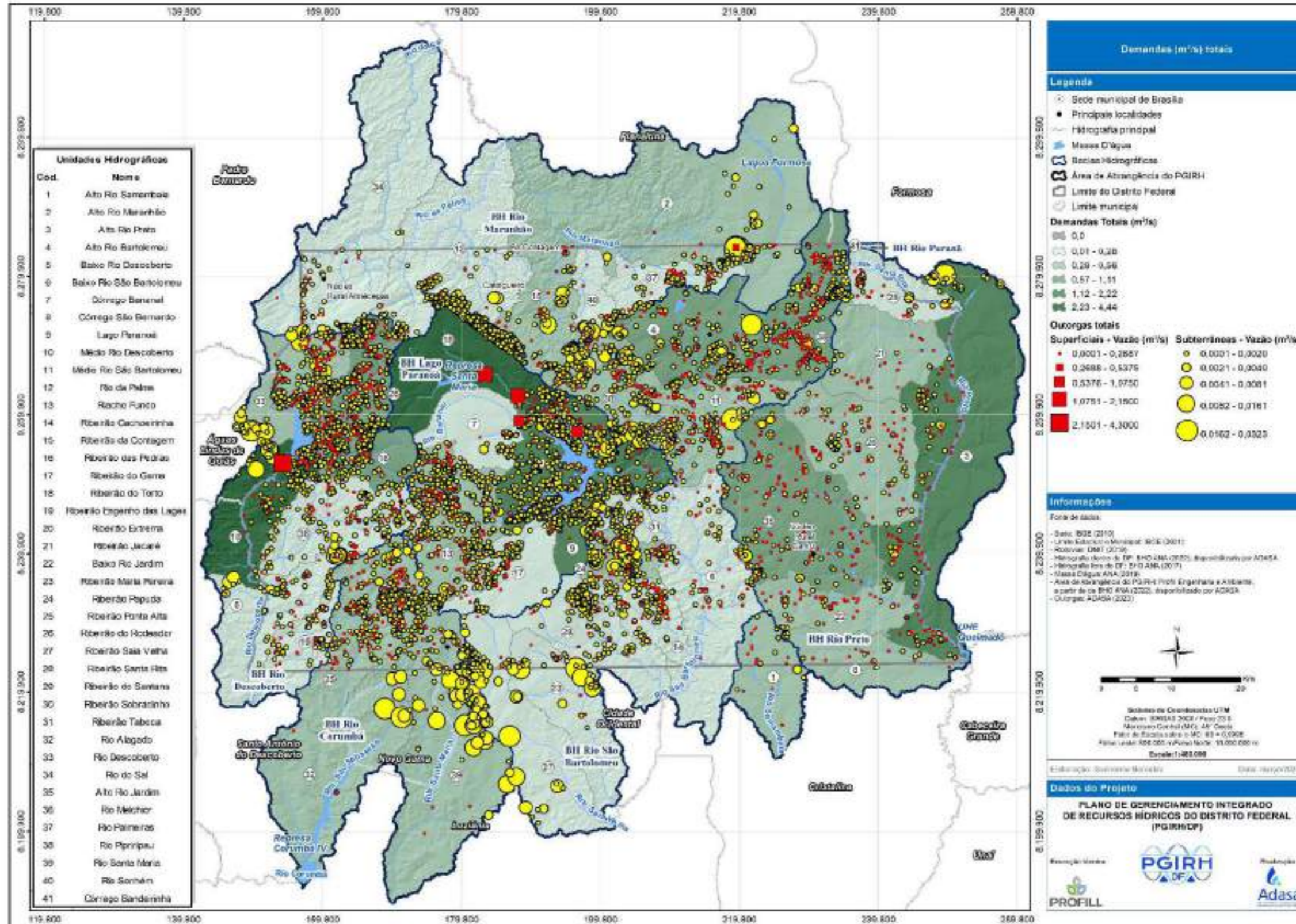


Figura 10.34 - Demandas (L/s) totais.

10.10 Síntese

As demandas de abastecimento humano e irrigação correspondem à quase totalidade das demandas hídricas no DF e nas porções afluentes goianas que drenam para as bacias distritais. Da vazão total demandada, de 24.130,4 L/s, 95,5% das demandas, ou 23.042 L/s, vem desses dois usos, sendo 14.530 L/s para abastecimento humano e 8.511,2 L/s para irrigação.

No Quadro 10.43, Figura 10.35 e na Figura 10.36 estão apresentadas as demandas por tipologia e distribuídas nas bacias. Na Figura 10.37 está apresentada a distribuição por bacias.

Quadro 10.43 - Distribuição das demandas hídricas por tipologia e por bacia na área de estudo.

Bacia/UH	Abastecimento humano	Aquicultura e piscicultura	Criação de animais	Industrial	Irrigação	Mineração	Outros usos	Uso comercial	Total
Lago Paranoá	5.207,9	34,4	7,2	59,5	464,7	0,0	74,9	24,2	5.872,7
Córrego Bananal	10,4	0,0	0,0	8,4	12,9	0,0	40,6	4,1	76,3
Lago Paranoá	1.834,7	1,3	0,0	10,3	125,5	0,0	1,8	7,5	1.981,1
Riacho Fundo	135,8	33,1	6,7	36,0	131,0	0,0	25,0	12,1	379,8
Ribeirão do Gama	51,8	0,0	0,0	4,1	121,5	0,0	7,5	0,1	185,0
Ribeirão do Torto	3.175,3	0,0	0,4	0,7	73,7	0,0	0,0	0,4	3.250,5
Rio Corumbá	801,7	17,5	4,7	21,3	168,8	0,7	24,8	16,6	1.056,0
Ribeirão Ponte Alta	244,5	12,4	3,7	10,5	145,0	0,0	15,5	12,6	444,1
Rio Alagado	264,9	5,1	0,9	3,2	17,6	0,0	0,0	3,4	295,1
Rio Santa Maria	292,3	0,0	0,0	7,7	6,2	0,7	9,3	0,6	316,8
Rio Descoberto	5.356,6	15,5	30,8	141,9	1.577,5	0,4	4,3	14,4	7.141,4
Baixo Rio Descoberto	51,5	0,0	7,4	107,4	18,5	0,0	0,0	0,7	185,6
Médio Rio Descoberto	4.387,8	1,4	2,0	1,9	49,2	0,0	0,7	0,1	4.443,0
Ribeirão das Pedras	495,5	4,5	2,7	7,7	454,1	0,0	3,0	3,6	971,1
Ribeirão do Rodeador	38,0	2,7	3,6	1,4	718,9	0,4	0,0	2,6	767,5
Ribeirão Engenho das Lages	7,6	1,0	3,1	3,9	20,1	0,0	0,4	0,0	36,1
Rio Descoberto	330,9	1,5	0,2	1,0	216,5	0,0	0,0	0,4	550,5
Rio Melchior	45,4	4,3	11,8	18,7	100,1	0,0	0,2	7,0	187,5
Rio Maranhão	668,6	18,3	4,8	84,0	283,8	0,0	21,4	0,9	1.081,7
Alto Rio Maranhão	418,5	3,0	0,2	4,4	16,7	0,0	11,4	0,0	454,2
Ribeirão da Contagem	195,8	2,1	0,1	64,7	27,1	0,0	0,0	0,9	290,7
Rio da Palma	19,5	1,0	0,4	3,0	73,8	0,0	1,7	0,0	99,4
Rio do Sal	12,7	12,0	2,4	11,2	52,1	0,0	8,2	0,0	98,7
Rio Palmeiras	4,1	0,2	1,7	0,0	94,8	0,0	0,2	0,0	101,1
Rio Sonhém	17,9	0,0	0,0	0,5	19,3	0,0	0,0	0,0	37,7
Rio Preto	75,4	21,5	76,5	15,5	4.391,8	0,0	61,6	0,5	4.642,9
Alto Rio Preto	36,7	0,1	8,0	1,3	1.595,7	0,0	10,0	0,1	1.652,0
Córrego São Bernardo	4,1	0,0	7,1	0,0	376,0	0,0	2,3	0,0	389,5
Ribeirão Extrema	4,9	12,2	27,1	9,3	461,3	0,0	1,6	0,2	516,6
Ribeirão Jacaré	1,1	0,0	3,9	0,0	330,5	0,0	8,0	0,0	343,5
Ribeirão Jardim	6,6	0,2	8,6	1,8	459,9	0,0	33,9	0,0	511,0

Bacia/UH	Abastecimento humano	Aquicultura e piscicultura	Criação de animais	Industrial	Irrigação	Mineração	Outros usos	Uso comercial	Total
Ribeirão Santa Rita	14,4	0,0	2,7	0,0	251,5	0,0	1,2	0,0	269,8
Rio Jardim	7,6	9,1	19,1	3,1	916,8	0,0	4,7	0,2	960,5
Rio São Bartolomeu	2.413,4	69,2	38,0	93,7	1.204,7	0,7	41,8	44,2	3.905,8
Alto Rio Bartolomeu	661,4	5,9	1,6	0,1	140,0	0,0	0,0	4,2	813,1
Baixo Rio São Bartolomeu	7,5	4,1	7,1	18,6	48,3	0,0	0,0	0,0	85,6
Médio Rio São Bartolomeu	94,1	8,9	3,0	25,5	229,3	0,0	0,2	0,0	361,1
Ribeirão Cachoeirinha	75,1	0,7	2,6	1,4	76,9	0,0	0,0	0,0	156,8
Ribeirão do Santana	103,4	0,1	1,8	4,3	100,2	0,0	0,0	0,1	209,9
Ribeirão Maria Pereira	144,0	0,0	2,6	5,9	5,0	0,0	1,5	0,5	159,5
Ribeirão Papuda	371,0	6,2	0,6	0,0	61,4	0,0	27,8	0,7	467,7
Ribeirão Saia Velha	155,9	30,0	0,0	21,9	8,1	0,7	8,6	30,4	255,6
Ribeirão Sobradinho	290,0	3,3	2,8	7,4	63,7	0,0	0,3	2,3	369,9
Ribeirão Taboca	104,0	0,0	0,0	0,4	10,8	0,0	0,0	0,0	115,2
Rio Pipiripau	407,0	10,1	15,8	8,1	461,0	0,0	3,3	6,0	911,4
Rio São Marcos	7,2	0,0	0,0	0,0	420,0	0,0	2,7	0,0	429,9
Alto Rio Samambaia	7,2	0,0	0,0	0,0	420,0	0,0	2,7	0,0	429,9
Total Geral	14.530,8	176,5	162,1	415,9	8.511,2	1,7	231,5	100,7	24.130,4

Fonte: Adasa (2024), SEMAD (2024).

Quadro 10.44 - Distribuição das demandas hídricas por tipologia e por bacia na área de estudo.

Bacia/UH	Un.	Abastecimento humano	Aquicultura e piscicultura	Criação de animais	Industrial	Irrigação	Mineração	Outros usos	Uso comercial	Total
Lago Paranoá	m³/s	5.207,9	34,4	7,2	59,5	464,7	0,0	74,9	24,2	5.872,7
Rio Corumbá		801,7	17,5	4,7	21,3	168,8	0,7	24,8	16,6	1.056,0
Rio Descoberto		5.356,6	15,5	30,8	141,9	1.577,5	0,4	4,3	14,4	7.141,4
Rio Maranhão		668,6	18,3	4,8	84,0	283,8	0,0	21,4	0,9	1.081,7
Rio Preto		75,4	21,5	76,5	15,5	4.391,8	0,0	61,6	0,5	4.642,9
Rio São Bartolomeu		2.413,4	69,2	38,0	93,7	1.204,7	0,7	41,8	44,2	3.905,8
Rio São Marcos		7,2	0,0	0,0	0,0	420,0	0,0	2,7	0,0	429,9
Total			14.530,8	176,5	162,1	415,9	8.511,2	1,7	231,5	100,7
Lago Paranoá	%	88,68%	0,59%	0,12%	1,01%	7,91%	0,00%	1,27%	0,41%	100%
Rio Corumbá		75,92%	1,66%	0,44%	2,02%	15,98%	0,06%	2,35%	1,57%	100%
Rio Descoberto		75,01%	0,22%	0,43%	1,99%	22,09%	0,01%	0,06%	0,20%	100%
Rio Maranhão		61,81%	1,69%	0,44%	7,76%	26,24%	0,00%	1,98%	0,08%	100%
Rio Preto		1,62%	0,46%	1,65%	0,33%	94,59%	0,00%	1,33%	0,01%	100%
Rio São Bartolomeu		61,79%	1,77%	0,97%	2,40%	30,84%	0,02%	1,07%	1,13%	100%
Rio São Marcos		1,67%	0,00%	0,00%	0,00%	97,69%	0,00%	0,63%	0,00%	100%
Total			60,22%	0,73%	0,67%	1,72%	35,27%	0,01%	0,96%	0,42%

Fonte: Adasa (2024), SEMAD (2024).

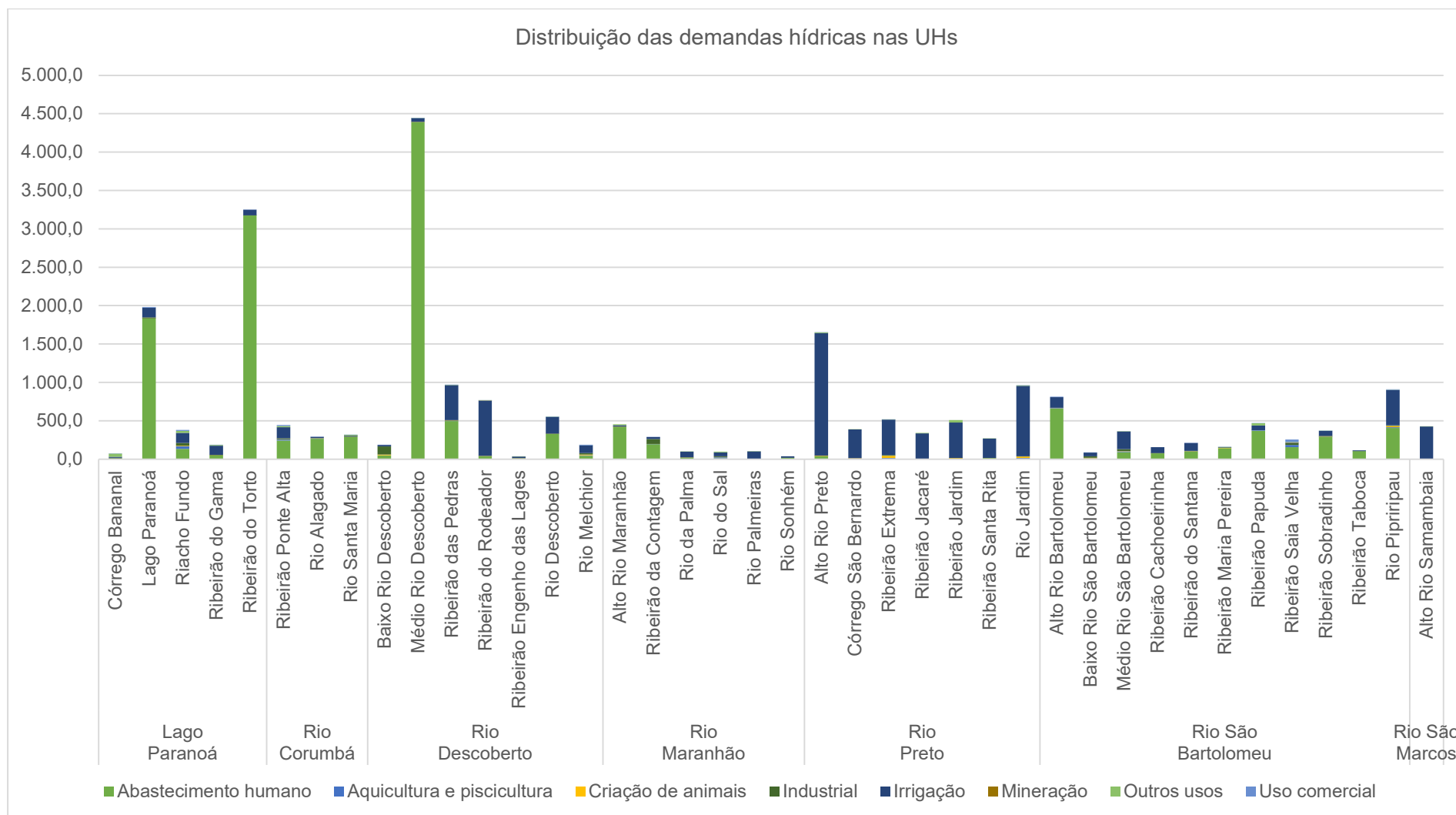


Figura 10.35 - Distribuição das demandas hídras nas UHs por tipo de uso.
Fonte: Adasa (2024), SEMAD (2024).

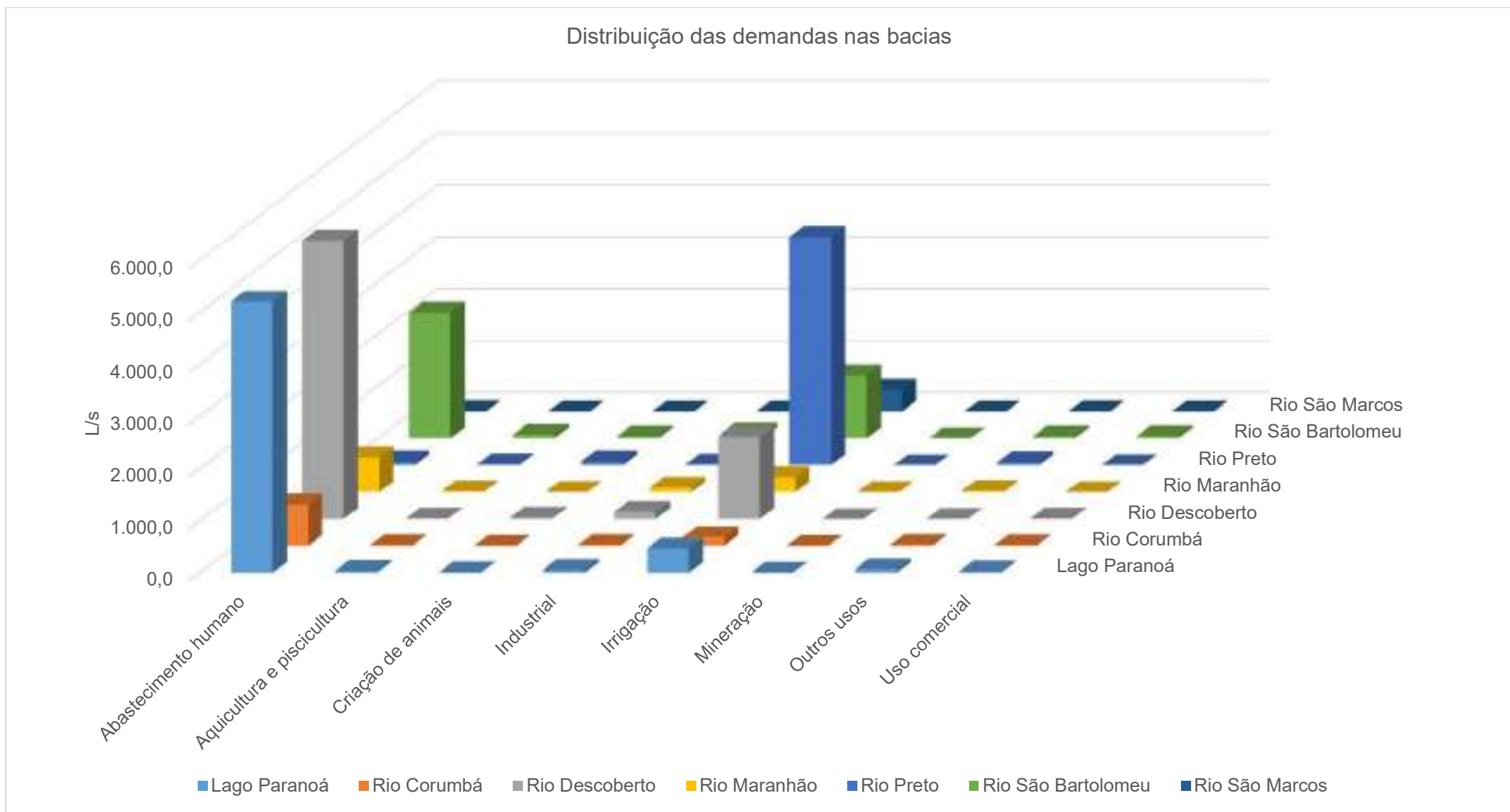


Figura 10.36 - Distribuição das demandas hídricas nas bacias por tipo de uso.
Fonte: Adasa (2024), SEMAD (2024).

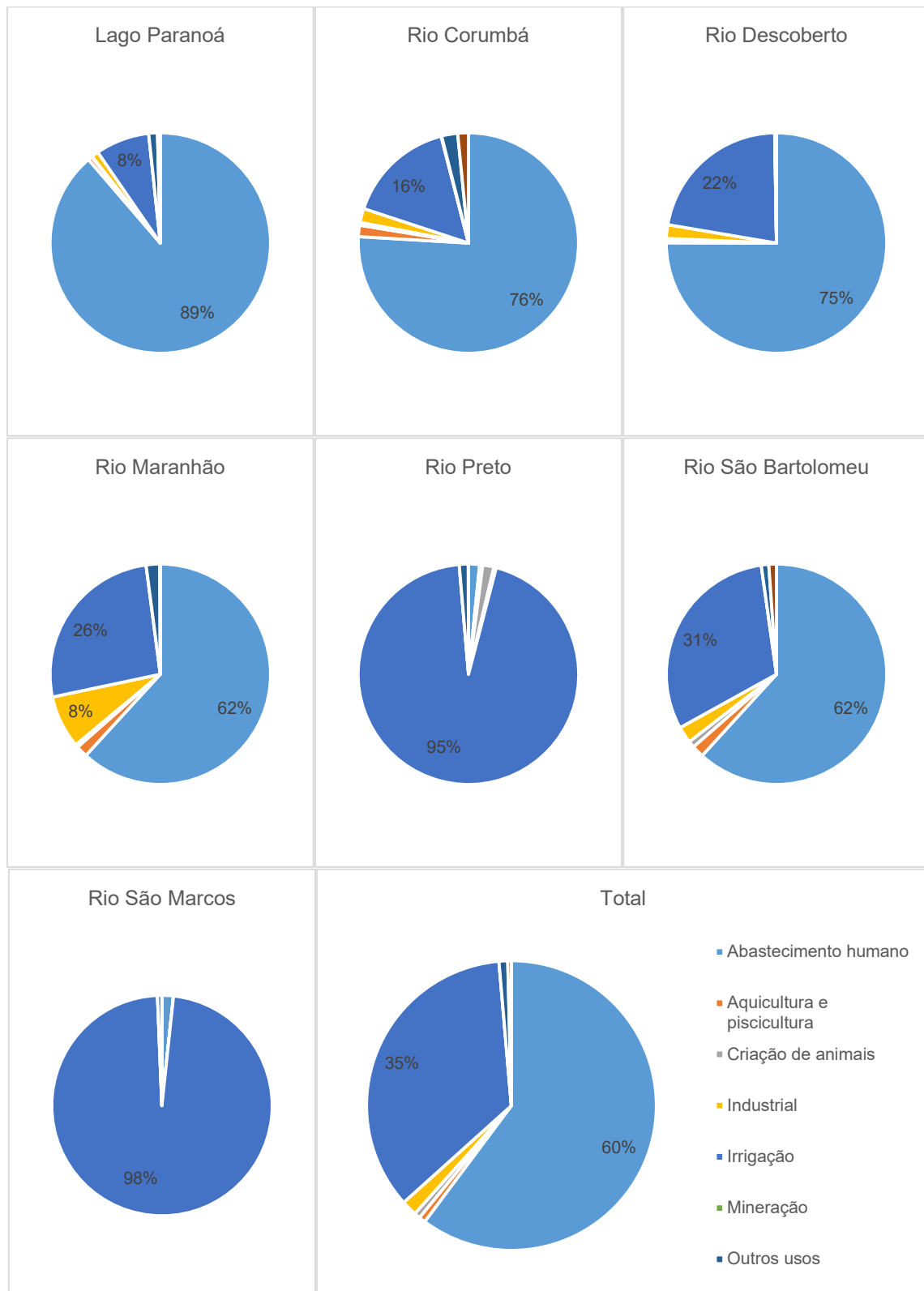


Figura 10.37 - Distribuição dos usos nas bacias da área de estudo.
Fonte: Adasa (2024), SEMAD (2024).

Considerando os totais, a bacia do Rio Descoberto concentra a maior demanda hídrica, seguido pelo Lago Paranoá, Rio Preto, Rio São Bartolomeu, Rio Corumbá, Rio Maranhão e Rio São Marcos, nessa ordem (Figura 10.38).

A irrigação e o abastecimento humano são os maiores usos da bacia. A porção oeste do DF é mais urbanizada, com o abastecimento sendo a principal demanda nas bacias do Lago Paranoá, rio Corumbá, rio Maranhão, rio Descoberto e rio São Bartolomeu. Especificamente as bacias do Lago Paranoá, rio Descoberto e rio Corumbá são as mais urbanizadas, e que possuem as maiores porções da sua demanda no abastecimento humano.

A bacia do rio Descoberto, apesar de menos área urbana que a do Lago Paranoá, é onde se localizam as RAs Ceilândia, Taguatinga e Samambaia, bastante populosas, e onde se localiza a captação do Rio Descoberto CAP.RDE.001, com 4.300 L/s, a maior captação do DF. Por isso sua demanda é a maior dentre as bacias.

A bacia do Lago Paranoá é a mais urbanizada, e possui diversas captações no próprio lago, sendo também a bacia com maior proporção da sua demanda para abastecimento humano. Possui a segunda e terceira maiores captações do DF, uma na Barragem Santa Maria, de 1.647,0 L/s, e uma na Represa do Torto, e 1.478,0 L/s, ambas para abastecimento.

As bacias do rio Corumbá e rio Maranhão são pouco urbanizadas e possuem geografia que dificulta a agricultura, motivo pelo qual tem pequenas demandas absolutas. E a bacia o rio São Marcos é muito pequena em área, embora sua demanda relativa (em L/s.km²) seja bastante alta.

As bacias mais a leste do DF, do rio Preto e do rio São Marcos, são caracterizadas por intensa atividade agrícola irrigada, com um grande número de pivôs centrais de irrigação. Como mencionado no item de irrigação, é nessas bacias que se encontram dois dos maiores polos de irrigação no país, e possuem uma demanda intensiva relacionada a esta atividade.

Em relação à distribuição dentro de cada bacia, todas possuem o abastecimento humano ou a irrigação como os maiores usos, sendo que o abastecimento predomina nas bacias do Lago Paranoá, Rio Corumbá, Rio Descoberto, Rio Maranhão e Rio São Bartolomeu, e a irrigação nas bacias do Rio Preto e Rio São Marcos, sendo que, nessas duas últimas, praticamente não há demandas para abastecimento, nem outros usos, caracterizando-as como bacias de caráter bastante agrícola. Em contraposição, a do Lago Paranoá é a mais urbana, com 89% da demanda para abastecimento público, 10% dividido entre irrigação e consumo humano, e 1% para os demais usos.

Fora estes dois usos principais, a única demanda que se destaca é a de uso industrial na bacia do rio Maranhão. A bacia do rio Maranhão possui uma porção de demanda industrial maior que a tendência no restante da área de estudo, devido às captações da Votorantim para produção de cimento, e do fato dessa bacia ser pouco urbanizada e ter pouca atividade agrícola.

A bacia do São Bartolomeu é a mais equilibrada, com cerca de 31% de demanda para irrigação e 62% para abastecimento público. A porção norte desta bacia é mais urbanizada, nas UHs Alto Rio São Bartolomeu, Ribeirão Sobradinho, Ribeirão Taboca e Ribeirão Papuda. As UHs Médio Rio São Bartolomeu e Rio Pipiripau tem uma maior concentração de área agrícola. Na Figura 10.35 é possível observar a distribuição específica das demandas nas bacias.

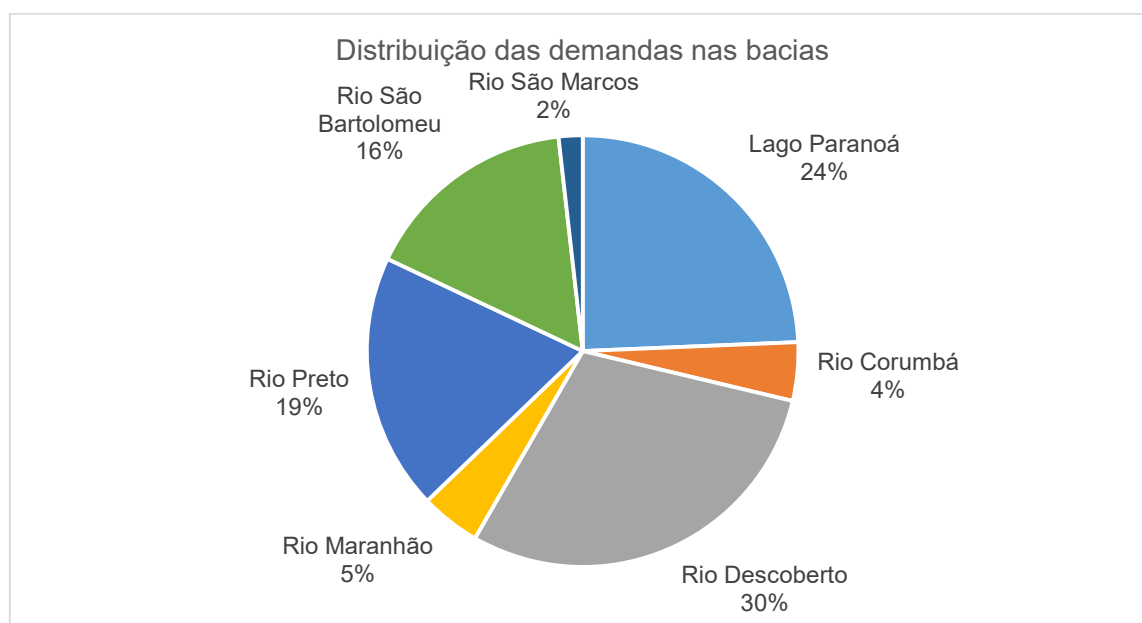


Figura 10.38 - Distribuição das demandas hídricas nas bacias.
Fonte: Adasa (2024), SEMAD (2024).

10.11 Lançamento de efluentes

10.11.1 Dados de outorga

A Adasa possui um cadastro de outorga de lançamento de efluentes, com todos os lançamentos cadastrados do Distrito Federal. O cadastro está apresentado no Quadro 10.45 e possui uma vazão de lançamento total de 8.524,9 L/s. O cadastro também possui informações de concentração de parâmetros nos efluentes, incluindo DBO, coliformes termotolerantes, coliformes fecais, sólidos totais, fósforo total, óleos e graxas, nitrato, nitrito, nitrogênio amoniacal e pH, além da vazão. Com as concentrações e a vazão é possível calcular a carga total lançada. No Quadro 10.46, Figura 10.39 e Figura 10.40 está apresentada a vazão e carga total lançada nas Bacias e UHs.

Quadro 10.45 - Cadastro de lançamento de efluentes.

UH	Bacia	Processo	Nº ato	Manancial	Classe do manancial	DBO (mg/L)	Coliformes Termotolerantes (NMP/100mL)	Coliformes Fecais (NMP/100mL)	Sólidos totais (mg/L)	Fósforo total (mg/L)	Óleos e graxas	Nitrato (mg/L)	Nitrito (mg/L)	Nitrogênio amoniacal (mg/L)	pH	Vazão (m³/s)	Lat.	Long.	
Lago Paranoá	Lago Paranoá	197000688/2006	011/2016	LAGO PARANOÁ	0	28	0	50000	0	0	0	0	0	9	0	1.500,0	-15,8424	-47,9080	
		197000686/2006	410/2020	RIO PARANOÁ	3	120	0	0	0	0	0	0	0	0	0	180,0	-15,7909	-47,7614	
		197000687/2006	012/2016	LAGO PARANOÁ	0	11	0	220000	0	0	0	0	0	0	0	0,0	-15,7412	-47,8787	
		197001368/2015	279/2018	LAGO PARANOÁ	2	3	127	0	70	0	0	0	0	0	0	7	1,0	-15,7355	-47,8813
	Riacho Fundo	197000240/2014	124/2014	RIBEIRÃO DO GAMA	0	2	1500	0	22	0	0	0	0	0	0	6	15,0	-15,9052	-47,9867
		197000420/2006	398/2015	RIBEIRÃO RIACHO FUNDO	0	9	0	13000	0	0	0	0	0	0	8	0	94,0	-15,8914	-48,0274
		197000716/2014	S/N	RIBEIRÃO RIACHO FUNDO	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,0	-15,8844	-47,9873
		197000569/2014	468/2014	RIBEIRÃO RIACHO FUNDO	0	400	0	0	21	0	0	0	0	4	1	7	0,0	-15,8510	-47,9371
		197000569/2014	468/2014	RIBEIRÃO RIACHO FUNDO	0	59	0	0	16	0	0	0	0	0	1	7	1,0	-15,8506	-47,9358
Rio Corumbá	Ribeirão Ponte Alta	197000422/2006	648/2015	RIBEIRÃO PONTE ALTA	0	7	0	15000	0	1	0	0	0	5	0	544,0	-16,0117	-48,1178	
		197000424/2006	397/2015	CÓRREGO VARGEM DA BENÇÃO	0	41	0	1600000	0	2	0	0	0	80	0	1.000,0	-15,9242	-48,1142	
	Rio Alagado	19700000609/2018	719/2015	RIO ALAGADO	0	23	0	62000	0	1	0	0	0	48	0	544,0	-16,0325	-48,0510	
		19700000609/2018	719/2015	RIO ALAGADO	0	26	0	88000	0	1	0	0	0	50	0	544,0	-16,0321	-48,0509	
Rio Descoberto	Rio Melchior	197000839/2013	258/2015	RIO MELCHIOR	0	25	2600	0	506	1	0	0	0	22	7	83,0	-15,8577	-48,1749	
		197000423/2006	256/2015	RIO MELCHIOR	4	15	0	2500	0	1	0	0	0	44	0	284,0	-15,8562	-48,1487	
		197000421/2006	257/2015	RIO MELCHIOR	4	35	0	950000	0	5	0	0	0	25	0	2.495,0	-15,8558	-48,1502	
		19700003849/2019	412/2020	RIO MELCHIOR	4	380	0	0	100	0	50	0	0	0	0	5,0	-15,8551	-48,1542	
		19700002968/2019	0330/2020	RIBEIRÃO TAGUATINGA	2	15	0	0	210	0	64	0	0	0	2	7	4,6	-15,8468	-48,0827
Rio São Bartolomeu	Alto Rio Bartolomeu	197000689/2006	404/2020	RIBEIRÃO MESTRE DARMAS	0	45	0	9600	0	6	0	0	0	49	0	230,0	-15,6462	-47,6724	
	Baixo Rio São Bartolomeu	19700000135/2020	259/2020	RIO SÃO BARTOLOMEU	2	1200	3000	0	600	4	0	0	0	26	7	68,0	-15,9573	-47,6619	
	Médio Rio São Bartolomeu	197000063/2017		CÓRREGO FAZENDINHA	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,0	-15,7612	-47,7083	
		19700000662/2020			0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,0	-15,7544	-47,6983	
		197000359/2007	010/2013	CÓRREGO DO MEIO	0	1	70	0	0	0	0	0	0	0	0	4,0	-15,6969	-47,7212	
		197000693/2006	002/2015	RIO SÃO BARTOLOMEU	0	27	0	80000	0	6	0	0	0	0	53	0	35,0	-15,6834	-47,6632
	Ribeirão Cachoeirinha	197001485/2010	493/2018	RIBEIRÃO CACHOEIRINHA	2	10	1000	0	30	0	0	0	0	0	0	30,0	-15,9721	-47,7619	
	Ribeirão do Santana	19700001066/2020	088/2020	CÓRREGO ANTÔNIO ROFRIGUES	2	7	100	100	8	4	0	0	0	0	0	3,0	-16,0044	-47,8111	
	Ribeirão Papuda	197000677/2006	794/2015	RIBEIRÃO SANTO ANTÔNIO DA PAPUDA	0	41	0	5500	0	5	0	0	0	34	0	532,3	-15,9012	-47,7478	
	Ribeirão Sobradinho	197000630/2017	342/2020	RIBEIRÃO SOBRADINHO	3	5	200	200	500	1	0	10	1	37	9	76,0	-15,6675	-47,8068	
		197000678/2006	018/2014	RIBEIRÃO SOBRADINHO	0	64	0	430000	0	0	0	0	0	45	0	196,0	-15,6606	-47,8127	
	Ribeirão Taboca	19700001601/2021			0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,0	-15,8654	-47,7849	
		19700004067/2019	078/2020	RIBEIRÃO TABOCA	2	9	200	200	10	0	20	10	0	0	0	7	11,0	-15,8572	-47,7915
		197001767/2016	S/N	ROBEIRÃO TABOCA	1	9	0	0	0	0	0	10	0	0	0	7	45,0	-15,8561	-47,7802
		19700001464/2020			0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,0	-15,8321	-47,7592	
		19700001464/2020			0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,0	-15,8306	-47,7578	
19700001464/2020			0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,0	-15,8265	-47,7546			

Fonte: Adasa (2024).

Quadro 10.46 - Vazão e carga total lançada nas Bacias e UHs.

Bacia/UH	Vazão (L/s)	DBO (kg/dia)	Coliformes Termotolerantes (NMP/dia)	Coliformes Fecais (NMP/dia)	Sólidos totais (kg/dia)	Fósforo total (kg/dia)	Nitrato (kg/dia)	Nitrito (kg/dia)	Nitrogênio amoniacal (kg/dia)
Lago Paranoá	1.791,00	5.576,08	1,95E+10	6,59E+13	35,94	0,00	0,00	0,00	1.231,46

Bacia/UH	Vazão (L/s)	DBO (kg/dia)	Coliformes Termotolerantes (NMP/dia)	Coliformes Fecais (NMP/dia)	Sólidos totais (kg/dia)	Fósforo total (kg/dia)	Nitrato (kg/dia)	Nitrito (kg/dia)	Nitrogênio amoniacal (kg/dia)
Lago Paranoá	1.681,00	5.495,30	1,10E+08	6,48E+13	6,05	0,00	0,00	0,00	1.166,40
Riacho Fundo	110,00	80,78	1,94E+10	1,06E+12	29,89	0,00	0,00	0,00	65,06
Rio Corumbá	2.632,00	6.174,49	0,00E+00	1,46E+15	0,00	313,80	0,00	0,00	11.753,16
Ribeirão Ponte Alta	1.544,00	3.871,41	0,00E+00	1,39E+15	0,00	219,80	0,00	0,00	7.147,01
Rio Alagado	1.088,00	2.303,08	0,00E+00	7,05E+13	0,00	94,00	0,00	0,00	4.606,16
Rio Descoberto	2.871,58	8.262,31	1,86E+11	2,05E+15	3.754,84	1.109,55	0,00	0,00	6.627,41
Rio Melchior	2.871,58	8.262,31	1,86E+11	2,05E+15	3.754,84	1.109,55	0,00	0,00	6.627,41
Rio São Bartolomeu	1.230,33	11.105,05	2,18E+11	7,97E+13	6.900,21	398,44	114,05	6,57	3.855,49
Alto Rio Bartolomeu	230,00	894,24	0,00E+00	1,91E+12	0,00	119,23	0,00	0,00	973,73
Baixo Rio São Bartolomeu	68,05	7.055,35	1,76E+11	0,00E+00	3.527,68	23,52	0,00	0,00	152,87
Médio Rio São Bartolomeu	39,00	81,99	2,42E+08	2,42E+12	0,00	18,14	0,00	0,00	160,27
Ribeirão Cachoeirinha	30,00	25,92	2,59E+10	0,00E+00	77,76	0,00	0,00	0,00	0,00
Ribeirão do Santana	3,00	1,81	2,59E+08	2,59E+08	2,07	1,04	0,00	0,00	0,00
Ribeirão Papuda	532,28	1.885,55	0,00E+00	2,53E+12	0,00	229,94	0,00	0,00	1.563,62
Ribeirão Sobradinho	272,00	1.116,63	1,31E+10	7,28E+13	3.283,20	6,57	65,66	6,57	1.005,00
Ribeirão Taboca	56,00	43,55	1,90E+09	1,90E+09	9,50	0,00	48,38	0,00	0,00
Total	8.524,90	31.117,93	4,24E+11	3,65E+15	10.690,99	1.821,80	114,05	6,57	23.467,53

Fonte: Adasa (2024).

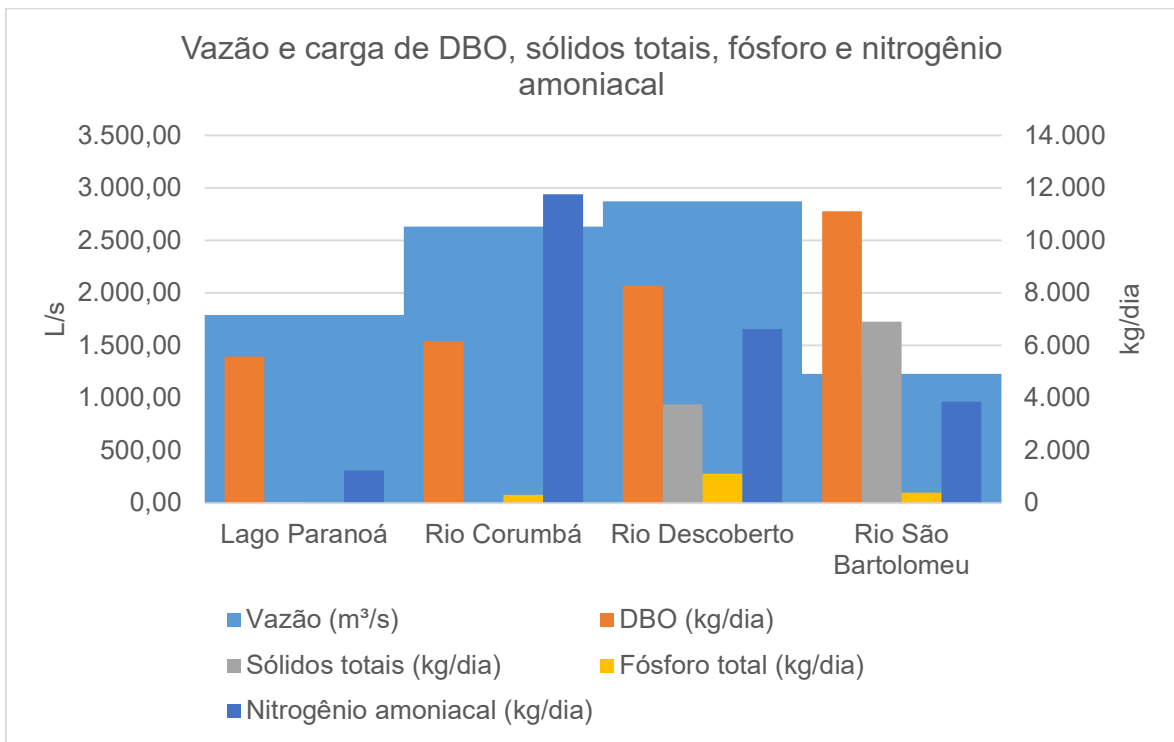


Figura 10.39 - Vazão e carga de DBO, sólidos totais, fósforo e nitrogênio amoniacal.
Fonte: Adasa (2024).

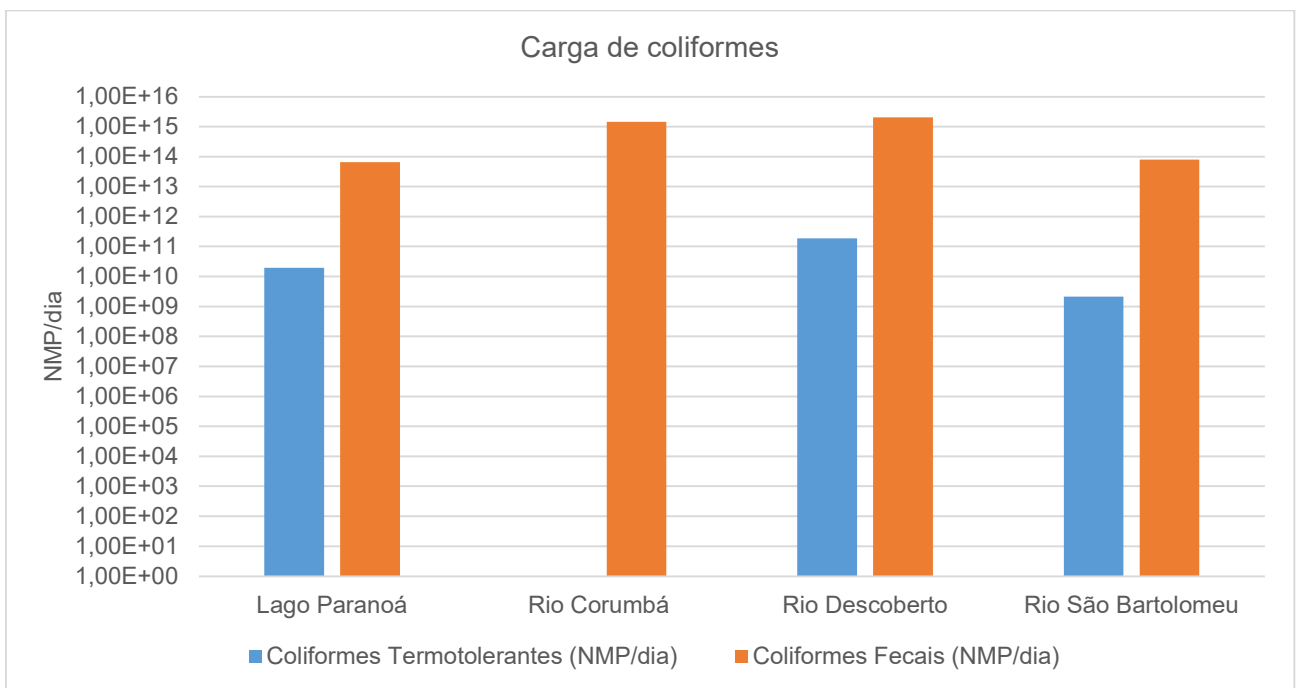


Figura 10.40 - Carga de coliformes.
Fonte: Adasa (2024).

10.11.2 Comparação com as informações dos sistemas de esgotamento sanitário

No Quadro 10.47 estão apresentadas as informações extraídas do item de esgotamento sanitário do capítulo de saneamento.

Quadro 10.47 - Efluentes das ETEs.

Bacia Hidrográfica	Corpo Hídrico Receptor	ETE	Vazão de Projeto (L/s)
Lago Paranoá	Lago Paranoá	Brasília Norte	920
	Lago Paranoá	Paranoá	112
	Lago Paranoá	Brasília Sul	1.500
	Riacho Fundo	Riacho Fundo	94
Rio Corumbá	Córrego Vargem da Benção	Recanto das Emas	246
	Ribeirão Ponte Alta	Gama	328
	Rio Alagado	Alagado	154
	Rio Alagado	Santa Maria	154
Rio Descoberto	Córrego Gatumé / Rio Melchior	Samambaia	284
Rio São Bartolomeu	Ribeirão Sobradinho	Sobradinho	196
	Ribeirão Mestre D'armas	Planaltina	255
	Rio São Sebastião	Vale do Amanhecer	35
	Ribeirão Santo Antônio da Papuda	São Sebastião	226
Rio Melchior	Rio Melchior	Melchior	1.469
Rio Maranhão	Rio Verde-GO (efluentes são exportados)	Brazlândia	87
Total			6.060

Fonte: Elaboração Propria (2024).

Existem 17 ETEs no DF, sendo que uma delas (Brazlândia) exporta seus efluentes. As outras 16 lançam seus efluentes em cursos hídricos dentro da área de estudo.

As outorgas de lançamento de efluentes estão apresentadas no Quadro 10.48 com a respectiva ETE ao qual pertencem. Estão apresentadas também as vazões de projeto que constam no pedido de outorga, algumas das quais possuem erros, por isso foram substituídas pelas vazões calculadas no item anterior. Porém, algumas das vazões declaradas das ETEs batem com as vazões de projeto, e outras com as calculadas. Para todas as estações foi encontrada a outorga respectiva.

Quadro 10.48 - Outorgas de lançamento de efluentes.

Bacia	UH	Manancial	Vazão de projeto (L/s)	Vazão (L/s)	Correspondência ETE	
Lago Paranoá	Lago Paranoá	Lago Paranoá	0,0	1.500	Brasília Sul	
		Rio Paranoá	180,0	180,0	Paranoá	
		Lago Paranoá	0,0	0,0	Brasília Norte	
		Lago Paranoá	0,0	1,0	-	
	Riacho Fundo	Ribeirão Do Gama	0,0	15,0	-	
		Ribeirão Riacho Fundo	94,0	94,0	Riacho Fundo	
		Ribeirão Riacho Fundo	0,0	0,0	-	
		Ribeirão Riacho Fundo	0,0	0,0	-	
Rio Corumbá	Ribeirão Ponte Alta	Ribeirão Ponte Alta	328,0	544,0	Gama	
		Córrego Vargem Da Benção	246,0	1.000	Recanto das Emas	
	Rio Alagado	Rio Alagado	154,0	544,0	Alagado	
		Rio Alagado	154,0	544,0	Santa Maria	
Rio Descoberto	Rio Melchior	Rio Melchior	0,0	83,0	-	
		Rio Melchior	284,0	284,0	Samambaia	
		Rio Melchior	1,0	2.495,0	Melchior	
		Rio Melchior	0,0	5,0	-	
		Ribeirão Taguatinga	6,0	4,6	-	
Rio São Bartolomeu	Alto Rio Bartolomeu	Ribeirão Mestre Darmas	0,0	230,0	Planaltina	
	Baixo Rio São Bartolomeu	Rio São Bartolomeu	720.000,0	68,0	-	
	Médio Rio São Bartolomeu	Córrego Fazendinha	0,0	0,0	-	
		-	0,0	0,0	-	
		Córrego Do Meio	0,0	4,0	-	
		Rio São Bartolomeu	255,0	35,0	Vale do Amanhecer	
	Ribeirão Cachoeirinha	Ribeirão Cachoeirinha	0,0	30,0	-	
	Ribeirão do Santana	Córrego Antônio Rofrigues	280.800,0	3,0	-	
	Ribeirão Papuda	Ribeirão Santo Antônio Da Papuda	226,0	532,3	São Sebastião	
	Ribeirão Sobradinho	Ribeirão Sobradinho	0,0	76,0	-	
		Ribeirão Sobradinho	196,0	196,0	Sobradinho	
	Ribeirão Taboca	-	-	0,0	0,0	-
		Ribeirão Taboca	989.280,0	11,0	-	
		Ribeirão Taboca	2.305.152,0	45,0	-	
-		-	0,0	0,0	-	
-		-	0,0	0,0	-	
-		-	0,0	0,0	-	

Fonte: Adasa (2024).

10.12 Usos não consuntivos

Usos não consuntivos são aqueles que não retiram água dos cursos hídricos ou reservatórios, ou, quando o fazem, retornam toda água derivada ao corpo hídrico, não alterando os volumes de água disponíveis. Os principais usos não consuntivos atuais identificados na área de estudo tudo foram a geração de energia hidrelétrica, lazer, turismo e desfrute paisagístico.

10.12.1 Geração de energia hidrelétrica

A avaliação da situação atual da produção de energia hidrelétrica na área de estudo foi obtida da base de dados de Aproveitamentos Hidrelétricos no território brasileiro, disponibilizado pela ANA (2021).

Existe apenas dois aproveitamentos hidrelétricos na área de estudo, a CGH Saia Velha, e a PCH Paranoá, respectivamente com 360 kW e 30 MW de potência instalada, localizadas nas bacias do Rio São Bartolomeu e Lago Paranoá, respectivamente.

A maior delas, a PCH Paranoá, utiliza água represada no Lago Paranoá para geração de energia. Com uma área inundada máxima de 38 km², a PCH se liga ao lago por meio de uma estrutura de adução com cerca de 2 km de extensão, o que permite um desnível para geração de energia de 105 metros, em operação desde 1962.

10.12.2 Recreação, turismo e lazer

A utilização das águas para atividades de lazer, turismo e recreação representa outro aspecto importante do uso não consuntivo na área de estudo. Essa região se destaca pela ampla gama de locais voltados ao entretenimento, recreação e turismo, todos ligados aos recursos hídricos disponíveis, incluindo balneários, áreas de camping e locais de visitação. Entre as várias opções de lazer aquático, algumas são dedicadas exclusivamente à observação, enquanto outras permitem que os visitantes entrem em contato direto com a água.

No PRH Paranaíba-DF (ADASA, 2020), os detalhes sobre o uso das águas para fins recreativos, turísticos e de contemplação da paisagem foram coletados a partir das licenças fornecidas pela Adasa. As informações relacionadas ao uso não consuntivo das águas, especificamente para as áreas de lazer, turismo e desfrute paisagístico, foram obtidas por meio das outorgas disponibilizadas pela Adasa. Os registros estão apresentados no Quadro 10.49.

Quadro 10.49 - Atividades de recreação e lazer.

Bacia Hidrográfica	UH	Corpo hídrico	Finalidade
BH Rio Descoberto	Rio Descoberto	Córrego Capão da Onça	Recreação

Bacia Hidrográfica	UH	Corpo hídrico	Finalidade
BH Rio Corumbá	Rio Alagado	Córrego Crispim	Lazer
BH Rio Paranoá	Lago Paranoá	Córrego Taquari	Lazer
	Lago Paranoá	Córrego Taquari	Lazer
	Ribeirão do Gama	Córrego do Cedro	Manutenção de reservatório para fins paisagísticos
	Médio Rio São Bartolomeu	Córrego Quinze	Lazer
BH Rio São Bartolomeu	Ribeirão Saia Velha	Ribeirão Saia Velha	Lazer
	Rio Pipiripau	Tributário do Rio Pipiripau	Tanque paisagístico

Fonte: Adasa (2020).

Percebe-se que nesta região das bacias em estudo, o uso de águas para o lazer é de grande relevância, dado a grande variedade de atividades envolvendo esse tipo de uso. Estas por sua vez, se subdividem em duas categorias, as de uso primário e as de uso secundário.

No banco de outorgas da Adasa, foram identificadas as outorgas sem vazão, e sua finalidade, apresentadas no Quadro 10.50.

Quadro 10.50 - Número de outorgas por finalidade de uso sem vazão.

Bacia	Manutenção de nível	Monitoramento água subterrânea	Obras Hidráulicas	Regularização para Usos Múltiplos	Sem informação	Total
Lago Paranoá		67			71	138
Rio Corumbá		19		2	20	41
Rio Descoberto		26		1	87	115
Rio Maranhão		27			37	64
Rio Preto			1	2	118	121
Rio São Bartolomeu	1	27		5	88	123
Rio São Marcos				4	1	5
Total	1	166	1	14	422	607

Fonte: Adasa (2024).

O maior uso não consuntivo com identificação do seu uso é o monitoramento de água subterrânea. Porém, os registros sem informação compõem a maior quantidade de registros.

11 AVALIAÇÃO QUANTITATIVA DAS ÁGUAS SUPERFICIAIS

11.1 Diagnóstico das Disponibilidades Hídricas Superficiais

Esse capítulo apresenta a metodologia que foi empregada a fim de determinar a disponibilidade hídrica superficial das bacias hidrográficas dos afluentes distritais dos rios Paranaíba, Preto e Maranhão. Além disso, é feita uma estimativa também para a região da Bacia Hidrográfica do rio Paranã que contempla uma pequena área do DF (~4km²). Na primeira seção, são apresentados os dados hidrológicos, referentes às estações pluviométricas e fluviométricas instaladas na área dessas bacias hidrográficas, o método aplicado para realizar a consistência desses dados, além de apresentar o número e a distribuição espacial das estações por bacia hidrográfica.

Na sequência, estão apresentados outros dados de entrada que são necessários para determinar as disponibilidades hídricas em cada uma das UHs. Esses dados em sua maioria são espacializados e foram tratados em ambiente de Sistema de Informações Geográficas (SIG), incluindo: i) Modelo Digital de Terreno (MDT); ii) conjunto de dados (*shapefile*) referente à hidrografia das UHs; iii) uso do solo, entre outros. Esses dados foram utilizados como base para determinar as características morfológicas de cada UH como, por exemplo, declividade, comprimento do rio principal e índice de compacidade.

Em seguida é apresentado o método que foi utilizado para determinar as vazões de referência mínimas e médias em cada uma das UHs. Primeiramente as séries históricas de vazões consistidas foram naturalizadas e, posteriormente, foi aplicado um método de regionalização de vazões considerando duas variáveis independentes. A partir das vazões regionalizadas, foram determinadas as disponibilidades hídricas para cada uma das 41 Unidades Hidrográficas (UHs). A fim de facilitar o entendimento, os dados referentes às disponibilidades de cada uma das bacias hidrográficas (lago Paranoá, rio Corumbá, rio Descoberto, rio Preto, rio Maranhão, rio São Bartolomeu, rio São Marcos e rio Paranã) estão apresentados em seções distintas. No caso das UHs em que os dados existentes foram insuficientes e/ou os ajustes estatísticos resultantes do processo de regionalização ficaram aquém da qualidade desejada, aplicou-se um modelo hidrológico para determinação das vazões de referência.

Por fim, na seção “11.9 Considerações Finais sobre a Disponibilidade e Balanço Hídrico Superficial” são feitas algumas considerações acerca da metodologia aplicada e dos resultados obtidos resumindo assim, nessa seção, o diagnóstico das disponibilidades hídricas e do balanço hídrico superficial. A Figura 11.1 apresenta de forma resumida a sequência de etapas que foram seguidas para determinar as disponibilidades hídricas em cada UH.

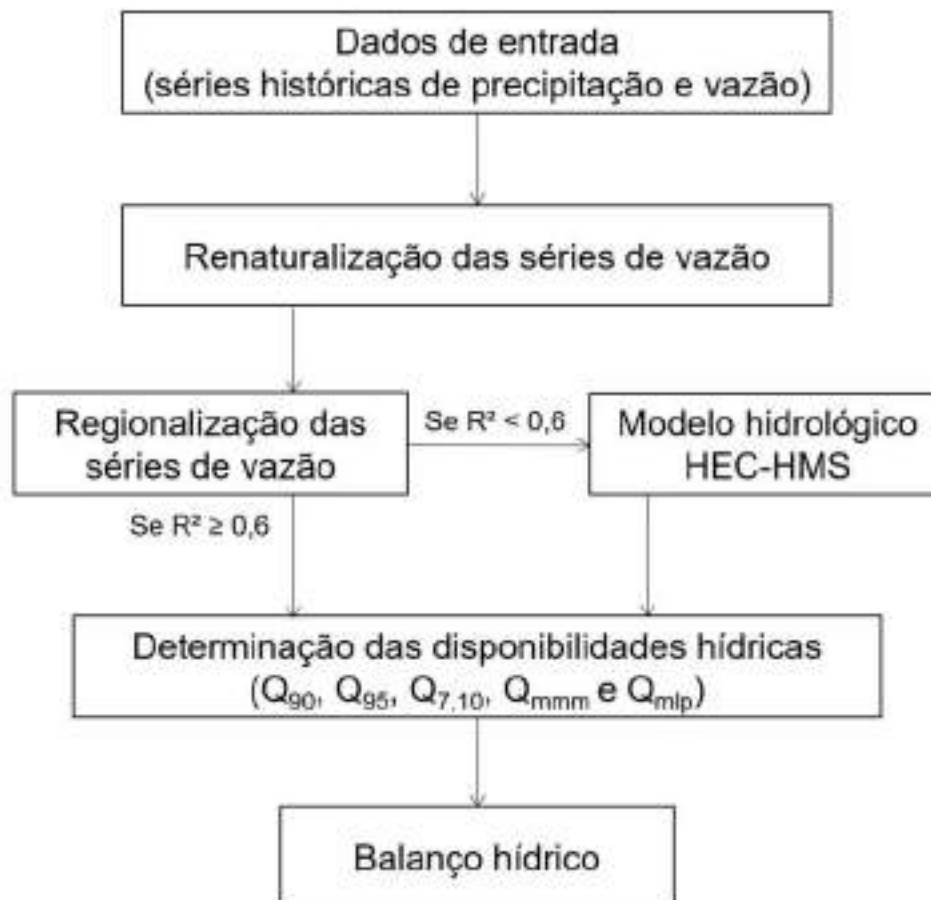


Figura 11.1 - Etapas que foram seguidas para determinação das disponibilidades hídricas nas bacias hidrográficas distritais. Fonte: Elaboração própria, 2024.

11.2 Dados Hidrológicos

Para determinar as vazões de referência das Unidades Hidrográficas do Distrito Federal foram utilizadas como base séries históricas de precipitação e vazão referentes às estações pluviométricas e fluviométricas que estão instaladas na área das bacias hidrográficas distritais. Para o caso das estações pluviométricas, além das estações inseridas na área das bacias, também foram consideradas as estações localizadas nas adjacências da área de estudo. Para obtenção dessas informações foi utilizado o plug-in do QGIS ANA Data Aquisition, o qual permite realizar o download de forma facilitada das séries históricas de todas as estações pluviométricas e fluviométricas que estão cadastradas no Portal Hidroweb da Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico (ANA).

Após o download das séries históricas de precipitação e vazão, a análise de sua consistência foi realizada em uma sequência de etapas. Primeiramente, foi feita uma avaliação das séries históricas de cada uma das estações, verificando a

presença de *outliers* (valores extremos positivos, negativos e vazões nulas) e possíveis erros de digitação dos valores. Após realizar essa avaliação inicial, foram também analisadas as magnitudes das séries a fim de verificar possíveis tendências de aumento ou redução nos valores de precipitação e vazão ao longo dos anos. Por fim, foram analisadas as falhas presentes nas séries históricas de cada uma das estações. Nos casos em que as falhas não eram tão extensas, as séries foram preenchidas. Entretanto, nos casos em que dentro de um mesmo ano hidrológico existia uma falha muito longa ou várias pequenas falhas em sequência (mais de 10% de falhas), optou-se por descartar aquele ano devido à possibilidade de geração de viés oriundo da metodologia de preenchimento de falhas, os quais impactariam a análise de disponibilidade hídrica.

Optou-se por realizar a consistência das séries históricas dessa forma, pois, nos casos em que o ano possuía grande quantidade de falhas, o preenchimento de dados criaria uma série consideravelmente sintética. Como a finalidade do uso das informações de chuva era para extração de tendências centrais, mínimas e máximas, preferiu-se por manter as séries com maior quantidade de dados factualmente observados. É válido ressaltar que o mesmo método de consistência foi aplicado tanto para as estações pluviométricas quanto para as estações fluviométricas.

Nas próximas subseções do texto, estão apresentadas as estações pluviométricas e fluviométricas que foram utilizadas como base para determinar as disponibilidades hídricas das bacias hidrográficas do rio Paranaíba, do rio Preto, do rio Maranhão e do rio Paranã.

Ao realizar a análise das séries históricas, tanto de precipitação quanto de vazão, foi considerado o ano hidrológico como tendo início em setembro e finalizando em agosto. Dessa forma, os totais precipitados e as médias anuais de precipitação e vazão apresentadas ao longo do texto são referentes ao ano hidrológico e não ao ano civil.

11.2.1 Dados Pluviométricos

Ao todo estão registrados no portal Hidroweb 201 estações pluviométricas na área das bacias hidrográficas rio Paranaíba, rio Preto e rio Maranhão e em seu entorno. Já na parte da BH do rio Paranã que está inserida no DF, não existem estações pluviométricas instaladas. Dentre as 201 estações, 156 estão inseridas dentro das bacias hidrográficas em estudo. Desse total, 139 estações estão operando de acordo com seu cadastro no Portal Hidroweb referente ao mês de janeiro de 2024.

O primeiro registro observado de precipitação é referente ao mês de novembro de 1947 na estação 1648007, localizada no município de Silvânia. Os dados mais atuais obtidos a partir do Portal Hidroweb são referentes ao mês de setembro de 2023. De forma resumida, o Quadro 11.1 apresenta o número de estações

pluviométricas que estão instaladas na área de cada uma das bacias hidrográficas em estudo e o Anexo 2 apresenta o nome de cada uma das estações que estão em operação e sua localização. Já a Figura 11.2 apresenta de forma espacializada a localização das estações pluviométricas utilizadas na análise. É válido ressaltar que algumas estações ditas como operantes estão há anos sem atualização de dados. Desta forma, não é possível saber se: (a) os dados não estão disponíveis por falta de repasse de informações; ou (b) a estação não está efetivamente operante.

Quadro 11.1 - Número de estações pluviométricas que estão instaladas na área de cada uma das bacias hidrográficas em estudo.

Bacia hidrográfica	Número total de estações pluviométricas	Número total de estações pluviométricas com pelo menos um dado
Rio Maranhão	13	10
Rio Preto	35	27
Rio São Marcos	1	1
Rio Descoberto	30	13
Rio Corumbá	13	7
Lago Paranoá	36	20
Rio São Bartolomeu	28	19
Rio Paranã	0	0

Fonte: Elaboração própria, 2024.

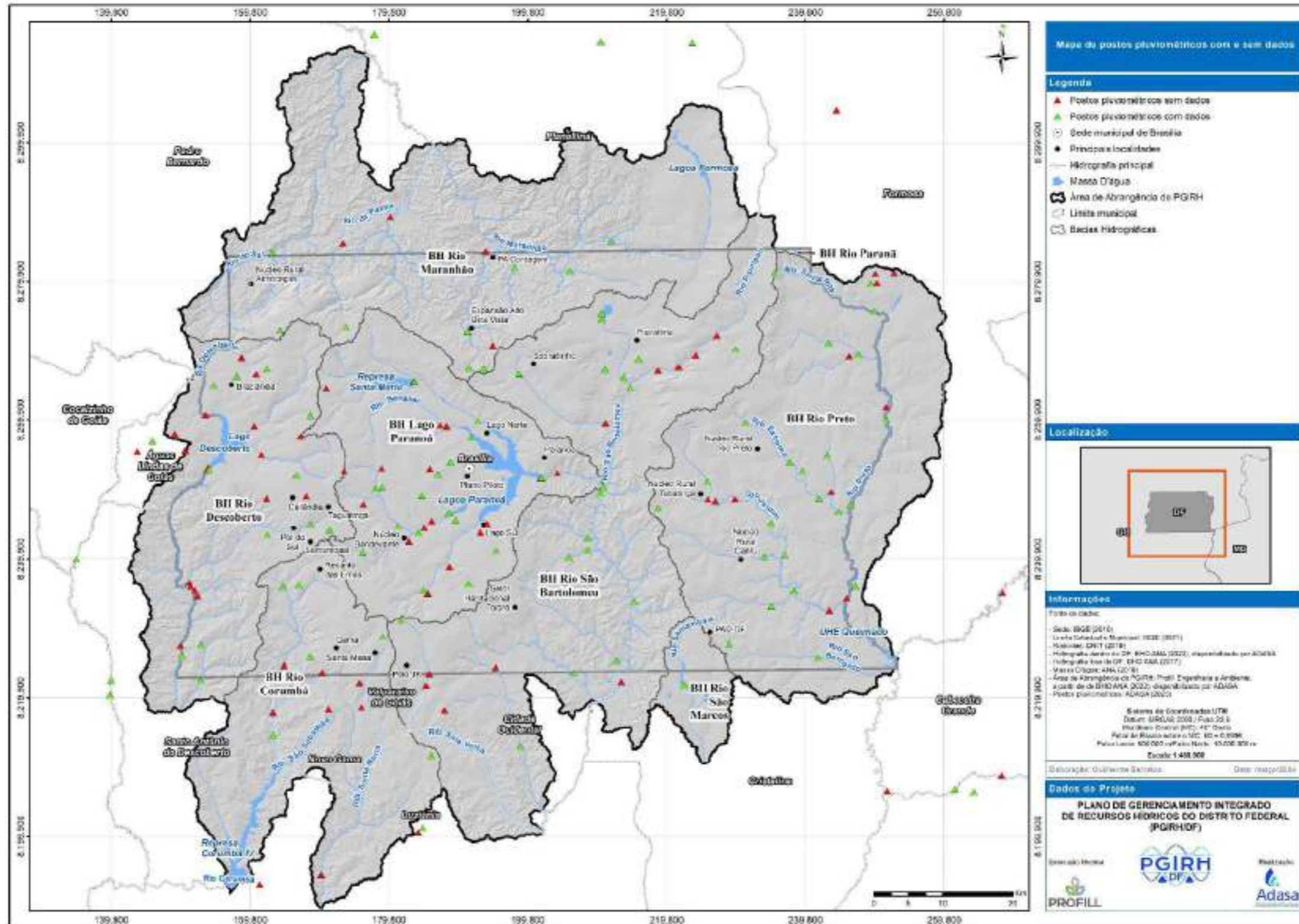


Figura 11.2 - Postos pluviométricos com e sem dados inseridos na área de estudo.

Para a regionalização de vazões com duas variáveis independentes, foram utilizados dados de precipitação média anual e as vazões de referência. Como comentado anteriormente, a metodologia de consistência aplicada aos dados de precipitação foi realizada em uma sequência de etapas, contando com verificando da presença de *outliers*, de possíveis erros de digitação dos valores e da análise dos valores máximos e da presença de tendências nas séries. Nesse caso, as séries históricas em que as falhas não eram longas ou que não possuíam muitas falhas em sequência foram preenchidas.

Como o preenchimento de falhas de dados pluviométricos utiliza informações de variação de chuvas de estações próximas, um grau de incerteza acaba sendo adicionado na avaliação estatística de médias anuais. Dessa forma, os anos hidrológicos em que havia muitas falhas ou falhas muito longas nas séries históricas foram descartados devido ao fato de que eles poderiam apresentar tendências que afetassem o valor da chuva média anual no local.

Para a estimativa precipitação anual média da UH, utilizou-se da interpolação por Krigagem (Journel e Huijbregts, 1978). O método de Krigagem é uma técnica de interpolação, empregada para estimar valores em locais não amostrados com base em observações em pontos conhecidos. Este método leva em consideração a correlação espacial entre os pontos, modelando a dependência espacial por meio de um variograma. Ao ajustar um modelo de variograma, são calculados pesos para cada ponto amostrado, levando em conta a distância e a estrutura de correlação. Assim, a partir dos postos pluviométricos se estimou a chuva média distribuída em toda a área de contribuição das UHs. A Figura 11.3 apresenta a precipitação média anual nas bacias hidrográficas distritais.

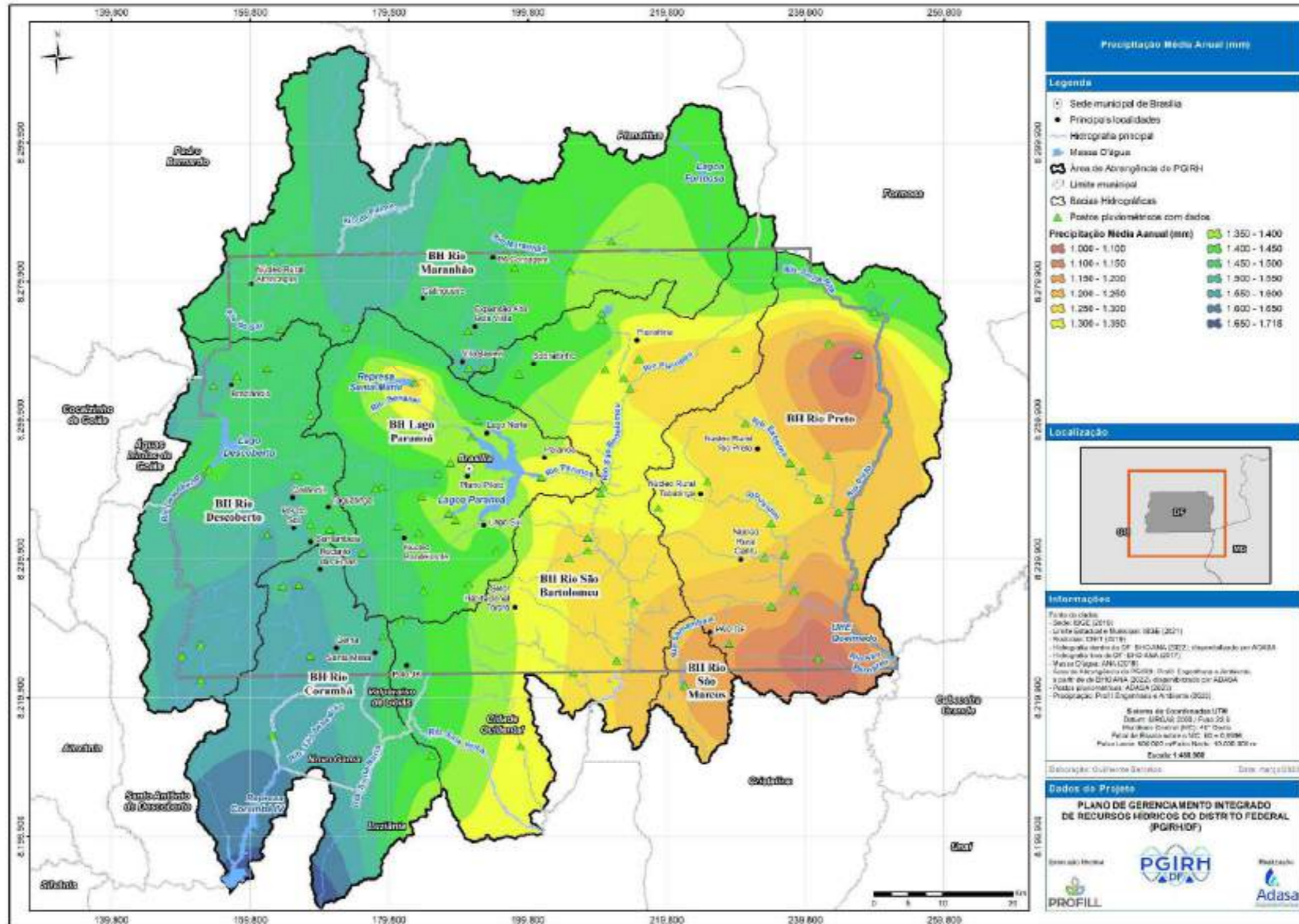


Figura 11.3 - Precipitação média anual nas bacias hidrográficas distritais.

11.2.2 Dados Fluviométricos

Foram identificadas ao todo 323 estações fluviométricas na área das bacias hidrográficas distritais do rio Paranaíba, rio Preto e rio Maranhão. Desse total, 263 estão em operação de acordo com informações relativas a cada uma dessas estações que foram extraídas do Portal Hidroweb. Entretanto, assim como para o caso das estações pluviométricas, muitas estações que são consideradas como operantes não possuem dados disponíveis para download no Hidroweb.

O Quadro 11.2 apresenta o número total de estações fluviométricas instaladas em cada uma das bacias hidrográficas em estudo e o Anexo 2 apresenta a localização e o nome de cada uma das estações que estão em operação. Já a Figura 11.4 apresenta as estações de forma espacializada.

Quadro 11.2 - Número total de estações fluviométricas instaladas nas bacias do DF.

Bacia Hidrográfica	Número de Estações Fluviométricas	Número de Estações Fluviométricas com pelo menos um dado
Rio Maranhão	22	11
Rio Preto	40	24
Rio São Marcos	1	1
Rio Descoberto	55	22
Rio Corumbá	36	6
Lago Paranoá	86	28
Rio São Bartolomeu	83	34

Fonte: Elaboração Própria (2024).

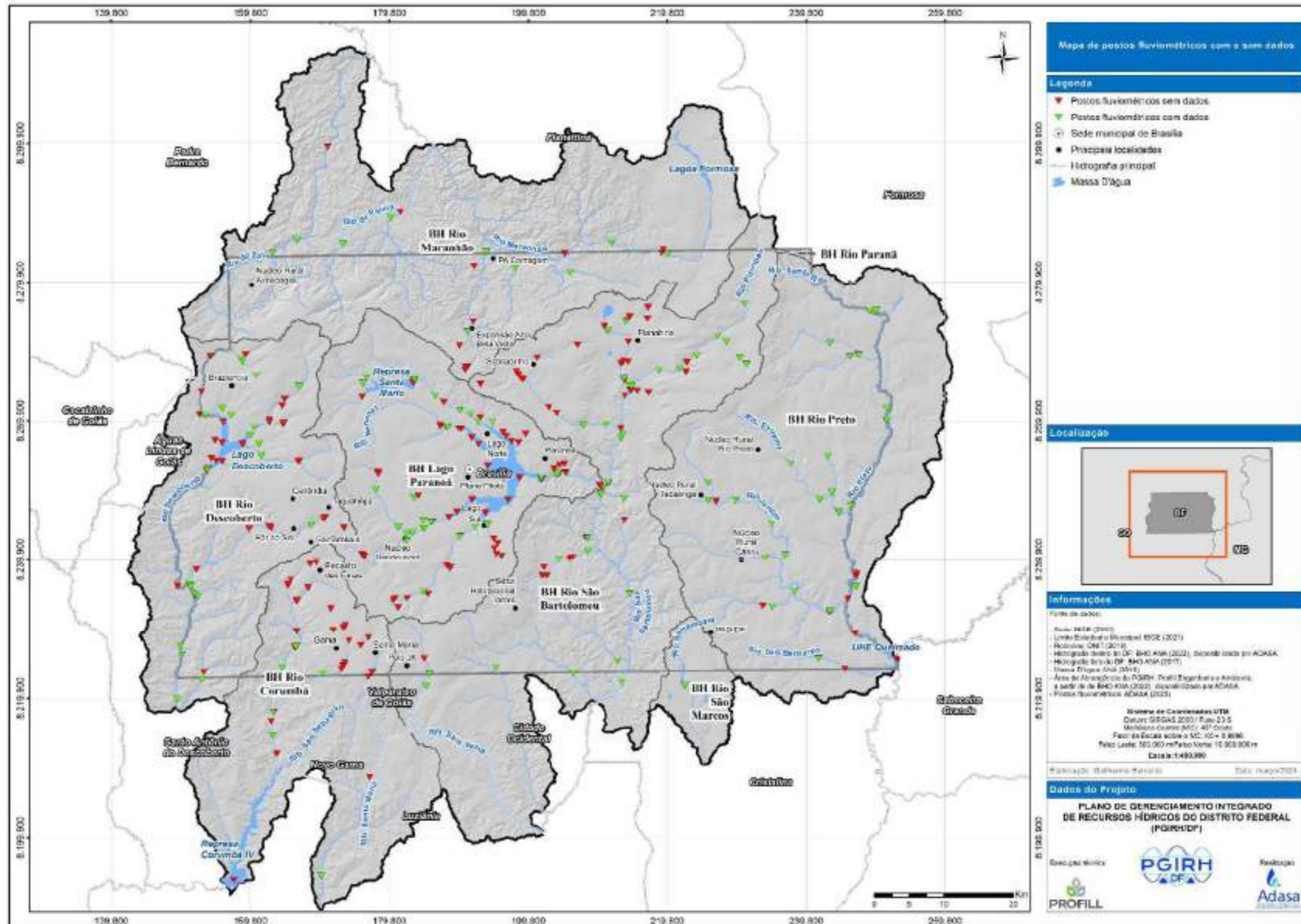


Figura 11.4 - Postos fluviométricos com e sem dados inseridos na área de estudo.

11.2.3 Avaliação do Monitoramento nas Bacias Distritais

A avaliação do monitoramento das bacias distritais foi realizada a partir da análise do número de estações que se encontram em operação em cada uma das UHs, contabilizando sua área de abrangência e a extensão de sua série histórica. Além disso, foi verificada a existência de estações em locais considerados importantes do ponto de vista da gestão dos recursos hídricos. Nos parágrafos subsequentes o monitoramento de cada bacia hidrográfica distrital é brevemente discutido.

Na bacia hidrográfica do rio Corumbá, 11 estações pluviométricas e 33 estações fluviométricas estão em operação. Para as estações pluviométricas, foram obtidos dados até setembro de 2023, momento de início da elaboração desse relatório. Entretanto, apesar de ter 33 estações fluviométricas em operação, foi somente possível obter dados de vazões até o ano de 2021. Muito provavelmente algumas dessas estações possuem dados, mas as informações não têm sido atualizadas no Portal Hidroweb. Com relação à área da abrangência das estações, percebe-se que a parte norte dessa bacia hidrográfica possui várias estações em operação, mas no sul da bacia, área já inserida fora dos limites do DF, existem menos estações instaladas por km² e, conseqüentemente, menos dados disponíveis. O mesmo vale para as estações fluviométricas, mas, nesse caso, os principais rios possuem um sistema de monitoramento instalado em pontos importantes, o que permite realizar a análise das disponibilidades hídricas nessa bacia hidrográfica.

Na bacia hidrográfica do rio Maranhão, 11 estações pluviométricas e 15 estações fluviométricas estão em operação de acordo com dados do Hidroweb. Nesse caso, foi possível obter tanto dados de precipitação quanto dados de vazão até setembro de 2023, o que indica que as séries históricas das estações estão sendo atualizadas no sistema. Com relação à distribuição espacial das estações, novamente percebe-se que, dentro da área do Distrito Federal, há um maior número de estações pluviométricas instaladas e que se encontram em operação, ou seja, há uma maior quantidade de dados disponíveis na parte sul dessa bacia hidrográfica. Apesar disso, existe pelo menos uma estação pluviométrica e uma estação fluviométrica instalada em cada UH da bacia hidrográfica do rio Maranhão.

Na bacia hidrográfica do rio Preto, 34 estações pluviométricas e 29 estações fluviométricas se encontram em operação. Vale ressaltar que algumas estações pluviométricas estão cadastradas duplamente, como é o caso da estação pluviométrica Ribeirão do Jardim - DF100 que aparece no Hidroweb com dois códigos (1547094 e 1547101). O conflito de nomenclatura e sobreposição de informações pode prejudicar as análises (especialmente quando semiautomáticas), criando redundância de informações que enviesam métodos matemáticos e estatísticos como o de regionalização de vazões. Apesar de ter sido dado o exemplo da estação Ribeirão do Jardim - DF100, outras estações estão na mesma

situação. Ao realizar uma análise espacial da distribuição das estações, percebe-se que existe um número adequado tanto de estações pluviométricas quanto fluviométricas com dados. Apesar disso, é importante que seja realizada manutenção periódica dessas estações e atualização dos dados no sistema.

Na bacia hidrográfica do rio Descoberto, estão em operação, segundo dados do Portal Hidroweb, 23 estações pluviométricas e 51 estações fluviométricas. A bacia possui muitas informações e destaca-se pela longa extensão temporal dos dados, com três estações pluviométricas e sete estações fluviométricas com mais de 40 anos de registros e quase sem falhas. As estações também estão bem distribuídas nessa bacia hidrográfica. Nesse caso, sugere-se manter as estações existentes, para e que seja dada continuidade no monitoramento.

Na bacia hidrográfica do lago Paranoá, estão em operação 33 estações pluviométricas e 74 estações fluviométricas. Assim como a bacia do rio Descoberto, a bacia hidrográfica do Lago Paranoá destaca-se por possuir muitas estações pluviométricas e fluviométricas em operação que possuem séries relativamente longas e bem distribuídas no território. Ressalta-se a estação pluviométrica denominada Brasília (1547004) que possui 61 anos de dados monitorados e sem falhas.

Na bacia hidrográfica do rio São Bartolomeu, estão em operação 26 estações pluviométricas e 60 estações fluviométricas. Diversas estações pluviométricas possuem séries históricas longas nessa bacia hidrográfica e há quatro estações fluviométricas com mais de 30 anos de dados. Aqui ressalta-se que existem menos estações instaladas na parte sul dessa bacia hidrográfica, com uma concentração maior na parte central e norte.

Na área da bacia hidrográfica do rio São Marcos apenas uma estação pluviométrica e uma estação fluviométrica estão instaladas. Ao consultar o site Hidroweb da ANA, percebeu-se que ambas as estações se encontram em operação. Entretanto, foi possível obter dados somente para o período compreendido entre 2010 e 2011 para a estação pluviométrica (Rio Samambaia - código 1647012) e de 2009 e 2014, para a estação fluviométrica (Rio Samambaia - código 60019000). Ao analisar especificamente as estações pluviométricas, percebe-se que na área do entorno da bacia hidrográfica do rio São Marcos, também são poucas as estações que estão em operação. Dessa forma, sugere-se que as estações que estão instaladas nessa bacia hidrográfica e em seu entorno e que não se encontram como operantes sejam reativadas e que seus dados sejam consistentes periodicamente. Além disso, ressalta-se a importância de atualizar com maior frequência os dados das estações que se encontram em operação.

Por fim, destaca-se que é importante não somente ter as estações instaladas, mas que as mesmas se mantenham em operação e tendo manutenções periódicas.

Além disso, é recomenda-se que a análise dos dados provenientes dessas estações seja realizada com frequência de modo a verificar a ocorrência de possíveis problemas na estação e também para assegurar que a continuidade do monitoramento. Ademais, a disponibilização e atualização frequente dos dados dessas estações nas plataformas oficiais, como é o caso do Portal Hidroweb, auxilia a verificar a qualidade do monitoramento. Também sugere-se que seja realizada uma análise de quais estações estão apresentadas de forma duplicada no Portal Hidroweb, para que os dados das mesmas sejam apresentados de forma única.

Ressalta-se que, a existência de séries históricas consistentes e longas permite que a disponibilidade hídrica seja mais bem fundamentada, além de possibilitar que sejam realizadas análises de cenários futuros a partir do uso de modelos hidrológicos com maior verossimilhança.

11.2.4 Características Físicas das Unidades Hidrográficas

A fim de obter uma melhor representação e identificação das características morfológicas das UHs das bacias hidrográficas distritais, foi realizada uma análise das características físicas de cada uma delas. Essas informações são importantes e auxiliam na determinação das disponibilidades hídricas do local. Nesse caso, as características físicas que foram determinadas para cada UH foram: i) área e perímetro; ii) altitude máxima e altitude no exutório; iii) comprimento do rio principal; iv) fator de forma; v) coeficiente de compacidade; e vi) densidade de drenagem.

Para determinação da área, do perímetro e da altitude máxima e mínima de cada UH foi utilizado como base o Modelo Digital de Terreno (MDT) da ALOS Palsar, que possui resolução espacial de 12,5 m x 12,5 m. Esse produto foi obtido pela Plataforma Earth Data da NASA (<https://www.earthdata.nasa.gov/>) e foi processado em *softwares* de Sistemas de Informações Geográficas. Já para determinação do comprimento do curso de água principal de cada uma das UHs foi utilizada a Base Hidrográfica Ottocodificada (BHO) da Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico (ANA).

A partir dessas informações, determinaram-se o fator de forma (Horton, 1932) (Equação 1), o coeficiente de compacidade (Horton, 1932) (Equação 2) e a densidade de drenagem (Strahler, 1962) (Equação 3) de cada uma das UHs a partir das fórmulas abaixo:

$$\text{Fator de forma} = \frac{A}{Lb^2} \quad (\text{Equação 1})$$

$$\text{Coeficiente de compacidade} = 0,282 \cdot \frac{P}{\sqrt{A}} \quad (\text{Equação 2})$$

$$\text{Densidade de drenagem} = \frac{\sum_{i=0}^n L_i}{A} \quad (\text{Equação 3})$$

Onde: Fator de forma é adimensional; Coeficiente de compacidade é adimensional; Densidade de drenagem está expressa em km/km²; A é a área da unidade hidrográfica (km²); P é o perímetro da unidade hidrográfica (km); L é o comprimento do rio principal (km); L_i é o comprimento do trecho do rio *i*; *n* é o número de rios e *b* é a largura média da unidade hidrográfica (m).

Os resultados obtidos referentes a essas características físicas de cada uma das unidades hidrográficas estão apresentados no Quadro 11.3.

Quadro 11.3 - Características fisiográficas de cada uma das UHs.

Bacia	Nome	Área (km ²)	Perímetro (km)	Comprimento do rio principal (km)	Fator de forma	Coefficiente de compacidade	Densidade de drenagem	Altitude máxima na bacia (m)	Altitude no exutório (m)
B1	Alto Rio Preto	596,63	204,87	58,544	0,19	2,38	7,52	1022	799
B2	Córrego São Bernardo	152,63	80,95	26,542	0,26	1,86	3,00	1045	803
B3	Rio Jardim	388,05	112,89	32,163	0,43	1,63	11,93	1169	830
B4	Ribeirão Jacaré	180,01	70,97	16,646	0,66	1,50	8,28	1181	847
B5	Ribeirão Santa Rita	102,93	55,45	17,135	0,38	1,55	5,93	1177	855
B6	Médio Rio São Bartolomeu	189,76	108,51	23,243	0,77	2,24	16,07	1205	856
B7	Ribeirão Cachoeirinha	102,09	65,29	13,586	0,26	1,84	16,65	1156	821
B8	Ribeirão Maria Pereira	191,52	85,24	26,755	0,24	1,75	8,83	1207	805
B9	Ribeirão do Santana	179,84	89,70	21,876	0,40	1,90	15,60	1206	813
B10	Rio Pipiripau	235,30	98,02	28,096	0,36	1,82	6,47	1220	897
B11	Lago Paranoá	322,07	116,50	23,431	0,49	1,84	10,87	1210	856
B12	Médio Rio Descoberto	184,55	76,62	18,473	0,43	1,60	22,44	1187	872
B13	Rio Descoberto	176,46	69,68	20,569	0,59	1,49	6,96	1323	1016
B14	Ribeirão do Rodeador	126,93	75,55	27,545	0,26	1,91	9,01	1345	1016
B15	Rio da Palma	382,70	125,16	21,575	0,38	1,82	37,01	1330	657
B16	Ribeirão Extrema	251,70	82,74	22,538	0,42	1,48	8,49	1182	832
B17	Ribeirão Jardim	142,17	76,28	20,139	0,28	1,82	7,24	1048	817
B18	Riacho Fundo	211,69	91,42	16,76	0,40	1,79	5,41	1265	992
B19	Alto Rio Maranhão	750,60	205,16	42,691	0,42	2,13	20,30	1223	661
B20	Rio Alagado	387,49	139,98	35,352	0,21	2,02	18,99	1266	765
B21	Ribeirão Saia Velha	280,44	109,63	41,705	0,23	1,86	8,01	1252	799
B22	Rio do Sal	511,17	155,78	45,381	0,24	1,96	32,56	1343	620
B23	Rio Santa Maria	386,12	119,98	40,547	0,25	1,73	11,00	1242	760
B24	Rio Palmeiras	92,27	68,20	14,698	0,23	2,02	9,54	1196	748
B25	Ribeirão Sobradinho	146,80	76,96	22,516	0,40	1,80	6,41	1271	879
B26	Rio Melchior	208,02	86,62	24,687	0,32	1,71	19,59	1284	874
B27	Ribeirão Ponte Alta	260,54	99,73	26,987	0,27	1,76	22,09	1268	853
B28	Rio Sonhém	56,47	45,38	14,056	0,38	1,72	13,56	1236	725
B29	Alto Rio Bartolomeu	200,91	83,10	18,805	0,39	1,67	4,39	1251	898

Bacia	Nome	Área (km ²)	Perímetro (km)	Comprimento do rio principal (km)	Fator de forma	Coefficiente de compacidade	Densidade de drenagem	Altitude máxima na bacia (m)	Altitude no exutório (m)
B30	Baixo Rio Descoberto	194,94	100,08	28,566	0,38	2,04	35,59	1159	831
B31	Ribeirão da Contagem	144,99	79,58	19,667	0,43	1,88	24,22	1300	714
B32	Alto Rio Samambaia	149,79	72,97	17,722	0,33	1,69	2,56	1043	892
B33	Ribeirão do Torto	245,71	104,62	26,604	0,37	1,90	7,84	1294	988
B34	Ribeirão Engenho das Lages	98,02	62,63	22,573	0,22	1,80	29,71	1097	833
B35	Ribeirão das Pedras	103,43	51,16	15,611	0,51	1,43	4,35	1283	1014
B36	Ribeirão Papuda	72,03	47,14	11,19	0,43	1,58	5,34	1163	846
B37	Ribeirão Taboca	55,44	45,05	11,177	0,72	1,72	15,45	1161	846
B38	Baixo Rio São Bartolomeu	350,44	139,35	40,257	0,25	2,11	35,69	1071	812
B39	Ribeirão do Gama	150,41	66,22	18,675	0,35	1,53	5,42	1265	987
B40	Córrego Bananal	127,42	62,22	17,753	0,86	1,57	1,50	1245	993

Fonte: Elaboração Própria (2024).

11.3 Infraestrutura Hídrica

A infraestrutura hídrica pode ser caracterizada por ser um conjunto de estruturas que tem como objetivo principal garantir o uso múltiplo dos recursos hídricos e auxiliar na gestão de eventos extremos, ou seja, é o conjunto de serviços essenciais relacionados ao abastecimento e à distribuição de água.

Nas bacias hidrográficas distritais a infraestrutura hídrica existente é composta por reservatórios, lagos e canais que buscam garantir o abastecimento de água para a população e fornecem água para irrigação, além de outros serviços.

11.3.1 Reservatórios

De acordo com a base Hidrográfica Ottocodificada da Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico (ANA), foram identificados 62 reservatórios de menor capacidade de reservação. Reservatórios de dimensões reduzidas podem ser caracterizados como aqueles destinados a garantir o fornecimento de água durante a estação seca dentro de um ano hidrológico, sendo menos eficazes em situações de secas prolongadas, apresentando, portanto, um caráter intra-anual. Embora haja consciência da presença abundante de pequenos reservatórios nas áreas em estudo, a administração desses sistemas locais de recursos hídricos é um desafio significativo para as entidades responsáveis. Entre os fatores que contribuem para esse cenário, destacam-se a capacidade de armazenamento limitada e a presença numerosa e dispersa em todo o território, o que dificulta o monitoramento e, por conseguinte, a gestão adequada. O número de reservatórios identificados em cada uma das bacias hidrográficas distritais está apresentado no Quadro 11.4.

Quadro 11.4 - Número de reservatórios em cada bacia hidrográfica de estudo de acordo com base oficial da ANA.

Bacia hidrográfica	Número de reservatórios
Lago Paranoá	15
Rio Corumbá	6
Rio Descoberto	13
Rio São Marcos	5
Rio Maranhão	0
Rio Preto	0
Rio São Bartolomeu	23
Rio Paranã	0

Fonte: Elaboração Própria (2024).

Além da base de dados da ANA, outra fonte de informação a respeito da existência de reservatórios e/ou barramentos são as outorgas. O Quadro 11.5 apresenta o número de outorgas com presença de alguma estrutura de represamento por bacia hidrográfica, sem o rio Paranã pois não há nenhuma estrutura outorgada nesta UH. Diferentemente da base oficial da ANA, percebe-se que existem infraestruturas no rio Maranhão, para abastecimento humano e para piscicultura. Para o rio Preto, há 20 reservatórios, sendo a maior parte para irrigação e os demais para atividades

agrícolas. Ressalta-se que as informações são referentes aos reservatórios presentes dentro dos limites do Distrito Federal.

Quadro 11.5 - Outorgas com presença de reservatório e respectivo tipo de uso por bacia hidrográfica.

Tipo de Uso Declarado	Rio Corumbá	Rio Descoberto	Rio Maranhão	Rio Paranoá	Rio Preto	Rio São Bartolomeu	Rio São Marcos
Abastecimento	3	9	2	7	-	7	-
Aquicultura	-	0	-	-	1	-	-
Criação de animais	-	1	-	-	1	-	-
Irrigação	2	16	-	3	16	17	4
Piscicultura	1	1	1	-	1	1	-
Outros	1	-	-	2	1	-	-
Total	7	27	3	12	20	25	4

Fonte: Elaboração Própria (2024).

Dentre os 62 reservatórios contidos na base da ANA, os maiores são: Lago Paranoá (38,51 km²), Represa Corumbá IV (13,85 km²), Lago Descoberto (12,62 km²), Lago Santa Maria (7,64 km²), Lagoa Bonita do ribeirão Mestre D'Armas (1,85 km²). As áreas referem-se ao mapeamento do espelho d'água presente nas informações de massas d'água da ANA.

De maneira geral, apresenta-se o inventário dos cinco principais reservatórios da região de estudo bem como informações de outras infraestruturas hídricas chave no manejo e gestão de águas superficiais, como apresentado no Plano de Recursos Hídricos das bacias hidrográficas dos afluentes distritais do rio Paranaíba - PRH Paranaíba (2020).

O Reservatório do Descoberto (Figura 11.5) é o maior corpo de água na bacia hidrográfica do rio Paranaíba (DF). Representando uma barragem de concreto do tipo gravidade, sua construção foi concluída em 1974 e é propriedade da Companhia de Saneamento Ambiental do Distrito Federal (Caesb). Esse reservatório desempenha um papel fundamental no abastecimento de água para uma grande parte do Distrito Federal. Localizado aproximadamente a 50 km a oeste de Brasília, o lago Descoberto é acessível por uma rodovia asfaltada, pela BR-070.

O Reservatório Santa Maria (Figura 11.6) é uma reserva de água localizada no Parque Nacional de Brasília. O acesso a ele é restrito, sendo permitido apenas com a autorização do ICMBio e exclusivamente para fins de pesquisa. Este reservatório desempenha um papel crucial como fonte essencial de abastecimento para as regiões de Brasília/Plano Piloto.



Figura 11.5 - Lago Descoberto. Fonte: Jornal de Brasília, 2022.



Figura 11.6 - Reservatório de Santa Maria. Fonte: G1, 2019.

O Lago Paranoá (Figura 11.7) é uma extensão de água artificial formada pelo represamento das águas do Rio Paranoá. Sua construção remonta a 1961, inundando áreas localizadas a menos de 1.000 metros de altitude em relação ao nível do mar. A criação desse lago teve múltiplos propósitos, incluindo a mitigação das condições climáticas na região do Distrito Federal, a geração de energia elétrica e a oferta de opções de lazer para a população. Além disso, o lago

desempenha um papel crucial na diluição de efluentes sanitários, no manejo de águas pluviais e no suporte à pesca profissional (CBHRP, 2016).



Figura 11.7 - Reservatório do Lago Paranoá. Fonte: Correio Braziliense, 2021.

A Usina Hidrelétrica (UHE) do Paranoá, uma fonte significativa de geração de energia, utiliza a variação de altitude do lago Paranoá, que possui uma profundidade máxima de 40 metros e uma média de 13 metros, para abastecer parte de Brasília, especialmente durante os períodos de demanda mais elevada (CBHRP, 2016).

O reservatório da UHE Corumbá IV é mantido por uma barragem de terra com até 76 m de altura (Figura 11.8). A barragem inunda 173 km² e possui capacidade de 3,7 trilhões de litros d'água. Este reservatório fica a 130 km de Brasília e contempla os municípios de Luziânia, Santo Antônio do Descoberto, Alexânia, Abadiânia, Silvânia, Novo Gama e Corumbá de Goiás. De acordo com as informações técnicas de Corumbá Concessões⁴, atualmente a usina é responsável por fornecer cerca de 15% da energia elétrica do DF.



Figura 11.8 - Reservatório da UHE Corumbá IV. Fonte: Corumbá Concessões.

A Lagoa Bonita (Figura 11.9) é um reservatório natural localizado na unidade de conservação de Águas Emendadas. É a nascente do ribeirão d'Armas. Atualmente seu uso é destinado exclusivamente à conservação. De acordo com a Estação Ecológica de Águas Emendadas - ESEC-AE é permitida apenas a permanência de pesquisadores e atividades de cunho educacional.



Figura 11.9 - Lagoa Bonita, nascente do ribeirão Mestre d'Armas. Fonte: Gov.br.

O Quadro 11.6 resume as características físicas dos reservatórios de acordo com o Plano de Recursos Hídricos das bacias hidrográficas dos afluentes distritais do rio Paranaíba - PRH Paranaíba (2020).

Quadro 11.6 - Resumo das características físicas dos principais reservatórios artificiais da área de interesse.

¹ Reservatório / Característica	Lago Descoberto	Lago Santa Maria	Lago Paranoá	UHE Corumbá IV ²
Volume Total	-	84,33 hm ³	-	-
Volume Útil	91,1 hm ³	62,7 hm ³	495 hm ³	3700 hm ³
Volume Morto	11,2 km ³	21,63 hm ³	-	-
Área inundada	14,8 km ²	7,65 km ²	38,7 km ²	173 km ²
Área de drenagem	437 km ²	101 km ²	1.015 km ²	-
Profundidade média	6,9 m	9,7 m	2,8 m	-
Cota do vertedor	1.030 m	1.072 m	-	-
Nível min. Oper.	1.020 m	1.060,6 m	-	-
Cota do eixo da tomada d'água inferior	1.018 m	1.059,3 m	-	-
Cota do eixo da tomada d'água superior	1.025 m	1.065,3 m	-	-

¹A Lagoa Bonita não possui informações técnicas suficientes para ser incluída na tabela, possivelmente por ser uma formação natural.

²Com base em Informações Técnicas de Corumbá Concessões.

Fonte: Elaboração Própria (2024).

11.3.2 Elementos de Infraestrutura Hídrica

Nessa seção são destacados elementos de infraestrutura hídrica como os canais de transposição e as adutoras, como apresentado no Plano de Recursos Hídricos das bacias hidrográficas dos afluentes distritais do rio Paranaíba (2020).

Enquanto os reservatórios operam como pontos nodais para o armazenamento estratégico de água, os canais de transposição emergem como vias direcionadas a facilitar a interconexão entre distintos corpos d'água, promovendo, assim, uma distribuição equitativa e eficaz dos recursos. Paralelamente, as adutoras assumem o papel crítico de conduzir esse recurso por extensas distâncias, interligando fontes hídricas a áreas de demanda crescente.

O Canal do Santos Dumont, concebido em 1984 e em operação desde 1989, estende-se por 18 km ao longo da via principal do núcleo rural. Paralelamente, seus canais secundários direcionam a água para cada uma das oito ruas adjacentes. Este sistema hídrico é alimentado pelo ribeirão Pipiripau e desempenha um papel crucial no fornecimento de água para as propriedades rurais circundantes, dedicadas principalmente à produção de hortaliças.

Destaca-se ainda o canal do Roteador, o qual encontra-se atualmente em fase de revitalização, conforme reportagem local da Agência Brasília. Essa iniciativa visa fortalecer o abastecimento de água na área da Bacia do Descoberto. A otimização do sistema inclui a substituição do leito de terra por tubos, uma medida que resultará em uma redução de 50% na taxa de captação do Ribeirão Rodeador, de acordo com as diretrizes estabelecidas pelo Plano Diretor de Aproveitamento de

Recursos Hídricos do Distrito Federal (PDAI-DF, GDF, 2017). O plano prevê a instalação de tubos fabricados em PVC e polietileno ao longo dos 13,7 quilômetros do canal principal e dos 15,7 quilômetros distribuídos entre os dez ramais secundários. De forma geral, o canal atende 102 propriedades rurais, responde por 900 hectares de área irrigada e retira 480 L/s do ribeirão Roteador.

Por fim, destaca-se a infraestrutura localizada em Luziânia (GO). A adutora Corumbá, com capacidade para transportar 5,6 mil L/s, está atualmente em fase de implementação, conforme relato da Agência Brasília. Esta iniciativa representa uma colaboração entre o Distrito Federal e o estado de Goiás. O ponto de captação está situado no Reservatório de Corumbá IV, localizado no município de Luziânia (GO). Nesse local, a água bruta é coletada e conduzida até a Estação de Tratamento de Água em Valparaíso. Em Valparaíso, encontra-se também a Elevatória de Água Tratada, responsável por bombear o recurso tratado para a distribuição no sul do Distrito Federal. As obras, a cargo da Caesb, compreendem uma adutora conectando o sistema a Santa Maria e outra até o Gama.

11.4 Vazões Naturais

As vazões naturais são caracterizadas por serem as vazões que ocorreriam em uma determinada seção de um rio se não houvesse ações antrópicas a montante na bacia como, por exemplo, regularização pelos reservatórios, a transposição de água e as captações para usos consuntivos. A vazão natural proveniente de toda a bacia a montante é denominada vazão natural total.

Existem inúmeros fatores que promovem modificações antrópicas nos cursos de água, dentre esses fatores cabe destacar: i) a implantação dos reservatórios e sua operação, que modificam o regime dos rios pelo armazenamento e regularização de água; ii) o abastecimento humano e de animais que acaba tendo algum retorno na forma de efluente; iii) o consumo para irrigação, que possui retiradas em locais específicos, mas que possui um retorno dessa parcela aos cursos de água; e iv) a parcela retirada pela indústria e pelo comércio, que as vezes acaba tendo retorno em diferentes localidades.

A estimativa dessas vazões de usos múltiplos é feita através de dados relativos à outorgas registradas nos órgãos responsáveis de cada local, sendo que para as UHs distritais esses dados foram obtidos da Adasa. Dessa forma, a reconstituição das vazões naturais é fundamental para que se tenha noção do comportamento natural das vazões dos rios ao longo de todo histórico, mesmo antes de haver a implantação de reservatórios e retiradas de água, não havendo interferências exógenas como os usos consuntivos e a operação dos reservatórios.

Para o caso das UHs distritais, as séries históricas de vazões provenientes das estações fluviométricas anteriormente citadas, após passarem por um processo de consistência dos dados, foram naturalizadas. Para isso, a sequência de etapas que

foram seguidas foi a seguinte: i) obtenção das séries históricas de vazões do Portal Hidroweb; ii) análise de consistência das séries históricas; e iii) naturalização das vazões.

A metodologia que foi aplicada a fim de naturalizar as vazões é a mesma que é aplicada pelo Operador Nacional do Sistema Elétrico (ONS, 2020). Nesse método, as vazões naturais podem ser estimadas a partir da soma das vazões observadas com as vazões de consumo. Entretanto, considerando que nem todas as demandas outorgadas estão sendo totalmente consumidas, foi aplicado um fator de redução de 70% na vazão de consumo, ou seja, considerou-se que apenas está sendo consumida 70% da vazão total outorgada. Sendo assim, o cálculo da vazão natural para as bacias hidrográficas distritais foi feito de acordo com a (Equação 4):

$$Q_{nat} = Q_{obs} + 0,7 * Q_{consumo} \quad \text{(Equação 4)}$$

Onde: Q_{nat} é a vazão natural (m^3/s); Q_{obs} é a vazão observada (m^3/s) e $Q_{consumo}$ é a vazão de consumo (m^3/s)

Para a obtenção da vazão de consumo foi utilizada a metodologia apresentada por Rodriguez et al. (2006), na qual sua estimativa foi definida para quatro segmentos de uso: irrigação, abastecimento animal e abastecimento humano urbano e rural. O balanço dos padrões de consumo e retorno dos usos consuntivos de água foi realizado considerando os coeficientes apresentados pelo Manual de Usos Consuntivos da água no Brasil (ANA, 2019), sendo que o consumo de água de cada área foi determinado a partir do somatório dos cadastros de outorga localizados a montante da área de contribuição do posto fluviométrico utilizado para regionalização. Todas as informações referentes às vazões outorgadas e em operação foram obtidas a partir do banco de dados de outorga da Adasa e SEMAD. Os valores dos coeficientes de retorno utilizados para cada atividade consuntiva adotados por esse estudo são demonstrados no Quadro 11.7.

Quadro 11.7 - Coeficientes de retorno dos principais usos consuntivos da água.

Uso Consuntivo de Água	Coefficiente de Retorno
Abastecimento Público	0,80
Aquicultura	0,30
Agroindústria	0,64
Industrial	0,23
Irrigação	0,11
Tratamento de Efluentes	0,80
Outros	0,80

Fonte: Manual de Usos Consuntivo de Águas no Brasil (ANA, 2019).

Como comentado anteriormente, a implantação dos reservatórios e sua operação, modificam o regime de vazões, alterando a vazão natural dos rios. Contudo, devido à escassez de informações acerca das características estruturais e de operação dessas estruturas, compreender o impacto desses reservatórios na alteração da

vazão natural possui incertezas inerentes significativas, bem como é custoso obter tais informações. Assim, nesse trabalho foram verificados os ajustes da regionalização para cada UH considerando todos os postos fluviométricos e também considerando apenas os postos sem influência a montante de reservatórios. Fez-se essa abordagem para estimar a influência que os postos que sofrem influência dos reservatórios possuem nos ajustes da regionalização. Quando comparados os ajustes com todos os postos e os ajustes apenas com postos que não possuem influência a montante dos reservatórios, verificou-se pouca ou nenhuma alteração no ajuste das equações de regionalização. Ainda, na maioria dos casos, os ajustes tiveram um desempenho levemente superior quando considerados todos os postos fluviométricos. Portanto, todos os postos fluviométricos foram considerados para o desenvolvimento da etapa de regionalização. Destaca-se que nesse caso, apenas reservatórios com área superficial maior que 1 km² foram considerados, sendo assim os reservatórios que foram considerados foram Lago Paranoá (38,51 km²), Represa Corumbá IV (13,85 km²), Lago Descoberto (12,62 km²), Lago Santa Maria (7,64 km²), Lagoa Bonita do ribeirão Mestre d'Armas (1,85 km²).

11.5 Regionalização de Vazões

11.5.1 Conceito, Etapas e Limitações

Nessa seção do texto, primeiramente será feita uma breve apresentação do método de regionalização de vazões, apresentando seu conceito, as etapas que devem ser seguidas para efetuar o processo de regionalização de vazões em uma bacia hidrográfica, os dados de entrada necessários à realização dessas análises e as limitações do método. Após, é apresentada a metodologia que foi utilizada para regionalização das vazões mínimas (Q_{90} , Q_{95} , Q_{mmm} e $Q_{7,10}$) e média (Q_{mlp}).

Nesse sentido, a regionalização de vazões é uma técnica que se caracteriza por buscar explorar ao máximo os dados hidrológicos disponíveis em determinada área, transferindo essas informações para outros locais que possuem comportamento hidrológico semelhante e que não possuem dados (Parraga, 1999).

Ao realizar a regionalização de qualquer dado hidrológico, Tucci (2002) aponta que as seguintes etapas devem ser seguidas:

- Definição dos limites da área a ser estudada. No caso em estudo serão as 41 UHs das bacias hidrográficas dos rios Paranaíba, Preto e Maranhão;
- Determinação das variáveis dependentes e possíveis variáveis explicativas da regionalização;
- Seleção dos dados e cálculo das variáveis;

- Definição das áreas com comportamento hidrológico semelhante e estimativa das relações regionais.

Dentre as características fisiográficas que podem ser utilizadas no processo de regionalização de vazões destacam-se a área de drenagem, o comprimento do rio, a densidade de drenagem e a declividade média do rio principal. Dentre características climáticas as variáveis explicativas mais utilizadas são: a taxa de evaporação, a precipitação anual média e a precipitação máxima diária.

Entre os diversos métodos que podem ser utilizados para realizar a regionalização de vazões em uma bacia hidrográfica, destaca-se o Método Tradicional que faz uso de equações de regressão regionais, que usam variáveis fisiográficas e climáticas das bacias, aplicadas dentro de regiões hidrológicamente homogêneas.

De acordo com Eletrobrás (1985), Tucci (2002) e Rodriguez (2008), para aplicação desse método, é necessário que exista um número mínimo de estações para a utilização dos modelos de regressão, de maneira que o ajuste estatístico não seja significativamente tendencioso. Diversas pesquisas têm sido desenvolvidas com o intuito de superar as limitações das bases de dados, com a busca de métodos que exijam menos informações que o método de equações de regressão múltiplas.

A regionalização de vazões busca fornecer dados relativos à quantidade de água que está disponível em determinada seção de um curso de água que não possui dados, não sendo recomendada a utilização da regionalização em locais que possuem medições (SILVA JÚNIOR et. al., 2003).

11.5.2 Regionalização das Vazões Mínimas

As vazões mínimas determinadas para cada uma das UHs foram a Q_{90} , a Q_{95} , a $Q_{7,10}$ e a Q_{mmm} . Para obtenção das vazões mínimas da Q_{90} e da Q_{95} para determinado local é utilizada a curva de permanência, que é a curva equivalente a um histograma de frequências acumuladas relativas das vazões de um rio em determinado local (Collischonn e Dornelles, 2013). Sendo assim, a Q_{90} e a Q_{95} são caracterizadas por serem as vazões que são igualadas ou superadas em 90% e 95% do tempo, respectivamente.

Sendo assim, a determinação da Q_{90} e da Q_{95} para cada uma das UHs seguiu o seguinte procedimento: i) foi determinada a curva de permanência para cada estação fluviométrica que possuía uma série histórica longa e com dados consistentes; ii) determinou-se a Q_{90} e a Q_{95} para cada estação; iii) as vazões foram utilizadas em conjunto com os dados de precipitação média anual para cada área de contribuição de cada estação fluviométrica a fim de estabelecer uma equação de regressão.

A determinação da $Q_{7,10}$ foi feita de modo similar. Essa é uma vazão mínima que é definida por possuir duração de sete dias e tempo de retorno (TR) de 10 anos, determinando, dessa forma, a vazão que ocorre na maior parte do tempo em um curso de água independente do período ser seco ou chuvoso.

De acordo com Collischonn & Dornelles (2013) as distribuições que têm sido utilizadas para este fim são as de Weibull, Log-Normal e Log-Pearson tipo III. Neste estudo adotou-se a distribuição Log-Normal para determinar a $Q_{7,10}$, pois esta foi a distribuição que mais se ajustou aos dados observados.

Por fim, a Q_{mmm} foi calculada a partir das séries históricas das estações fluviométricas inseridas em cada UH. Como a Q_{mmm} é caracterizada por representar a vazão média das mínimas mensais, para cada estação foi identificada a menor vazão de cada mês para cada ano hidrológico. A partir desses dados, foi calculada a média das mínimas mensais para cada estação fluviométrica, resultando em uma Q_{mmm} para cada mês do ano.

11.5.3 Regionalização das Vazões Médias

A regionalização da vazão média auxilia na compreensão da disponibilidade hídrica em uma bacia hidrográfica. A vazão média, ou Q_{mlp} , é caracterizada por ser a vazão média de longo período de determinado curso de água, podendo ser calculada a partir dos valores médios da série histórica de determinado local. Também é um indicador fundamental que representa a capacidade máxima de regularização de vazões em determinada bacia, sendo obtida por meio da média histórica de vazões da bacia.

11.5.4 Regionalização das vazões das Unidades Hidrográficas

Nessa seção é apresentada a regionalização de todas as vazões de referência para cada unidade hidrográfica (Quadro 11.8). Ressalta-se que os postos pluviométricos e fluviométricos utilizados para obtenção das equações de regressão de cada unidade hidrográfica foram apenas aqueles que atenderam os critérios supracitados na seção que consta a consistência e verificação dos dados hidrológicos. Além disso, as vazões de referência de cada posto fluviométrico utilizadas para o ajuste foram as vazões de referência naturalizadas. Ressalta-se ainda que foram realizados testes dos ajustes com e sem os postos fluviométricos a jusante dos reservatórios, e devido à baixa densidade de postos nesse cenário, não foram observadas alterações significativas nos ajustes, portanto, os postos a jusante dos reservatórios também foram incorporados no ajuste.

Quadro 11.8 - Resumo das equações de regionalização para cada vazão de referência em cada UH.

Bacia	Vazão de referência	Equação	R ²
Rio Preto	Q90	$Q = 2,678 \times 10^{-6} A \cdot P + 0,122$	0,948
	Q95	$Q = 2,162 \times 10^{-6} A \cdot P + 0,107$	0,937

Bacia	Vazão de referência	Equação	R ²
	Qmlp	$Q = 7,661 \times 10^{-6} A \cdot P + 0,226$	0,987
	Qmmm - Janeiro	$Q = 5,234 \times 10^{-6} A \cdot P + 0,299$	0,957
	Qmmm - Fevereiro	$Q = 4,308 \times 10^{-6} A \cdot P + 0,232$	0,955
	Qmmm - Março	$Q = 3,001 \times 10^{-6} A \cdot P + 0,278$	0,869
	Qmmm - Abril	$Q = 3,025 \times 10^{-6} A \cdot P + 0,152$	0,927
	Qmmm - Maio	$Q = 3,451 \times 10^{-6} A \cdot P + 0,129$	0,960
	Qmmm - Junho	$Q = 3,249 \times 10^{-6} A \cdot P + 0,104$	0,964
	Qmmm - Julho	$Q = 4,610 \times 10^{-6} A \cdot P + 0,109$	0,976
	Qmmm - Agosto	$Q = 6,510 \times 10^{-6} A \cdot P + 0,189$	0,963
	Qmmm - Setembro	$Q = 7,811 \times 10^{-6} A \cdot P + 0,232$	0,962
	Qmmm - Outubro	$Q = 6,685 \times 10^{-6} A \cdot P + 0,328$	0,967
	Qmmm - Novembro	$Q = 7,671 \times 10^{-6} A \cdot P + 0,299$	0,969
	Qmmm - Dezembro	$Q = 7,101 \times 10^{-6} A \cdot P + 0,349$	0,948
	Q7,10	$Q = 1,633 \times 10^{-6} A \cdot P + 0,061$	0,929
Corumbá	Q90	$Q = 3,072 \times 10^{-6} A \cdot P + 0,605$	0,972
	Q95	$Q = 2,460 \times 10^{-6} A \cdot P + 0,587$	0,957
	Qmlp	$Q = 1,135 \times 10^{-5} A \cdot P + 0,514$	0,809
	Qmmm - Janeiro	$Q = 6,006 \times 10^{-6} A \cdot P + 0,833$	0,976
	Qmmm - Fevereiro	$Q = 4,123 \times 10^{-6} A \cdot P + 0,985$	0,927
	Qmmm - Março	$Q = 3,436 \times 10^{-6} A \cdot P + 0,873$	0,971
	Qmmm - Abril	$Q = 2,658 \times 10^{-6} A \cdot P + 0,514$	0,989
	Qmmm - Maio	$Q = 3,256 \times 10^{-6} A \cdot P + 0,452$	0,981
	Qmmm - Junho	$Q = 2,827 \times 10^{-6} A \cdot P + 0,702$	0,925
	Qmmm - Julho	$Q = 3,821 \times 10^{-6} A \cdot P + 0,746$	0,848
	Qmmm - Agosto	$Q = 6,097 \times 10^{-6} A \cdot P + 0,684$	0,983
	Qmmm - Setembro	$Q = 6,090 \times 10^{-6} A \cdot P + 0,922$	0,921
	Qmmm - Outubro	$Q = 5,591 \times 10^{-6} A \cdot P + 1,010$	0,855
	Qmmm - Novembro	$Q = 6,727 \times 10^{-6} A \cdot P + 1,163$	0,918
Qmmm - Dezembro	$Q = 7,520 \times 10^{-6} A \cdot P + 0,922$	0,884	
Descoberto	Q7,10	$Q = 2,423 \times 10^{-6} A \cdot P + 0,227$	0,904
	Q90	$Q = 4,032 \times 10^{-6} A \cdot P + 0,032$	0,908
	Q95	$Q = 3,670 \times 10^{-6} A \cdot P + 0,012$	0,897
	Qmlp	$Q = 9,879 \times 10^{-6} A \cdot P + 0,287$	0,932
	Qmmm - Janeiro	$Q = 4,873 \times 10^{-6} A \cdot P + 0,740$	0,853
	Qmmm - Fevereiro	$Q = 4,314 \times 10^{-6} A \cdot P + 0,635$	0,820
	Qmmm - Março	$Q = 3,482 \times 10^{-6} A \cdot P + 0,627$	0,789
	Qmmm - Abril	$Q = 3,052 \times 10^{-6} A \cdot P + 0,492$	0,793
	Qmmm - Maio	$Q = 2,790 \times 10^{-6} A \cdot P + 0,627$	0,672
	Qmmm - Junho	$Q = 2,850 \times 10^{-6} A \cdot P + 0,602$	0,683
	Qmmm - Julho	$Q = 3,772 \times 10^{-6} A \cdot P + 0,610$	0,772
	Qmmm - Agosto	$Q = 5,043 \times 10^{-6} A \cdot P + 0,681$	0,820
	Qmmm - Setembro	$Q = 7,795 \times 10^{-6} A \cdot P + 0,570$	0,768
	Qmmm - Outubro	$Q = 7,893 \times 10^{-6} A \cdot P + 0,699$	0,826
Qmmm - Novembro	$Q = 1,122 \times 10^{-5} A \cdot P + 0,430$	0,755	
Qmmm - Dezembro	$Q = 8,334 \times 10^{-6} A \cdot P + 0,631$	0,922	
Lago Paranoá	Q7,10	$Q = 2,725 \times 10^{-6} A \cdot P + 0,060$	0,863
	Q90	$Q = 2,74 \times 10^{-6} A \cdot P$	0,813
	Q95	$Q = 1,94 \times 10^{-6} A \cdot P$	0,638
	Qmlp	$Q = 1,167 \times 10^{-5} A \cdot P + 0,181$	0,943
	Qmmm - Janeiro	$Q = 4,567 \times 10^{-6} A \cdot P + 0,540$	0,855
	Qmmm - Fevereiro	$Q = 5,046 \times 10^{-6} A \cdot P + 0,574$	0,807
	Qmmm - Março	$Q = 3,43 \times 10^{-6} A \cdot P$	0,745
	Qmmm - Abril	$Q = 3,42 \times 10^{-6} A \cdot P$	0,758
	Qmmm - Maio	$Q = 2,79 \times 10^{-6} A \cdot P$	0,790
	Qmmm - Junho	$Q = 3,28 \times 10^{-6} A \cdot P$	0,773
	Qmmm - Julho	$Q = 3,66 \times 10^{-6} A \cdot P$	0,790

Bacia	Vazão de referência	Equação	R ²
	Qmmm - Agosto	$Q = 4,21 \times 10^{-6} A \cdot P$	0,801
	Qmmm - Setembro	$Q = 7,335 \times 10^{-6} A \cdot P + 0,207$	0,916
	Qmmm - Outubro	$Q = 6,73 \times 10^{-6} A \cdot P$	0,850
	Qmmm - Novembro	$Q = 6,372 \times 10^{-6} A \cdot P + 0,748$	0,854
	Qmmm - Dezembro	$Q = 6,504 \times 10^{-6} A \cdot P + 0,701$	0,862
	Q7,10	$Q = 1,63 \times 10^{-6} A \cdot P$	0,648
São Bartolomeu	Q90	$Q = 3,607 \times 10^{-6} A \cdot P + 0,152$	0,830
	Q95	$Q = 2,664 \times 10^{-6} A \cdot P + 0,210$	0,854
	Qmlp	$Q = 1,040 \times 10^{-5} A \cdot P$	0,911
	Qmmm - Janeiro	$Q = 5,087 \times 10^{-6} A \cdot P + 0,580$	0,889
	Qmmm - Fevereiro	$Q = 4,031 \times 10^{-6} A \cdot P + 0,590$	0,871
	Qmmm - Março	$Q = 3,445 \times 10^{-6} A \cdot P + 0,528$	0,847
	Qmmm - Abril	$Q = 2,897 \times 10^{-6} A \cdot P + 0,497$	0,761
	Qmmm - Maio	$Q = 3,118 \times 10^{-6} A \cdot P + 0,266$	0,923
	Qmmm - Junho	$Q = 3,107 \times 10^{-6} A \cdot P + 0,273$	0,899
	Qmmm - Julho	$Q = 4,948 \times 10^{-6} A \cdot P + 0,209$	0,903
	Qmmm - Agosto	$Q = 6,591 \times 10^{-6} A \cdot P + 0,115$	0,934
	Qmmm - Setembro	$Q = 8,62 \times 10^{-6} A \cdot P$	0,916
	Qmmm - Outubro	$Q = 8,389 \times 10^{-6} A \cdot P + 0,015$	0,936
	Qmmm - Novembro	$Q = 7,996 \times 10^{-6} A \cdot P + 0,122$	0,905
	Qmmm - Dezembro	$Q = 8,048 \times 10^{-6} A \cdot P + 0,203$	0,937
	Q7,10	$Q = 1,574 \times 10^{-6} A \cdot P + 0,238$	0,746
Maranhão	Q90	$Q = 1,98 \times 10^{-6} A \cdot P$	0,867
	Q95	$Q = 1,705 \times 10^{-6} A \cdot P$	0,841
	Qmlp	$Q = 5,79 \times 10^{-6} A \cdot P$	0,856
	Qmmm - Janeiro	$Q = 5,79 \times 10^{-6} A \cdot P$	0,856
	Qmmm - Fevereiro	$Q = 3,42 \times 10^{-6} A \cdot P$	0,859
	Qmmm - Março	$Q = 2,82 \times 10^{-6} A \cdot P$	0,858
	Qmmm - Abril	$Q = 2,52 \times 10^{-6} A \cdot P$	0,872
	Qmmm - Maio	$Q = 2,23 \times 10^{-6} A \cdot P$	0,893
	Qmmm - Junho	$Q = 2,27 \times 10^{-6} A \cdot P$	0,747
	Qmmm - Julho	$Q = 2,17 \times 10^{-6} A \cdot P$	0,933
	Qmmm - Agosto	$Q = 2,47 \times 10^{-6} A \cdot P$	0,901
	Qmmm - Setembro	$Q = 3,15 \times 10^{-6} A \cdot P$	0,873
	Qmmm - Outubro	$Q = 4,63 \times 10^{-6} A \cdot P$	0,859
	Qmmm - Novembro	$Q = 4,59 \times 10^{-6} A \cdot P$	0,883
	Qmmm - Dezembro	$Q = 4,93 \times 10^{-6} A \cdot P$	0,875
	Q7,10	$Q = 1,19 \times 10^{-6} A \cdot P$	0,774

Fonte: Elaboração Própria (2024).

Abaixo está apresentada a distribuição e os ajustes para cada uma das vazões de referência em cada uma das UH.

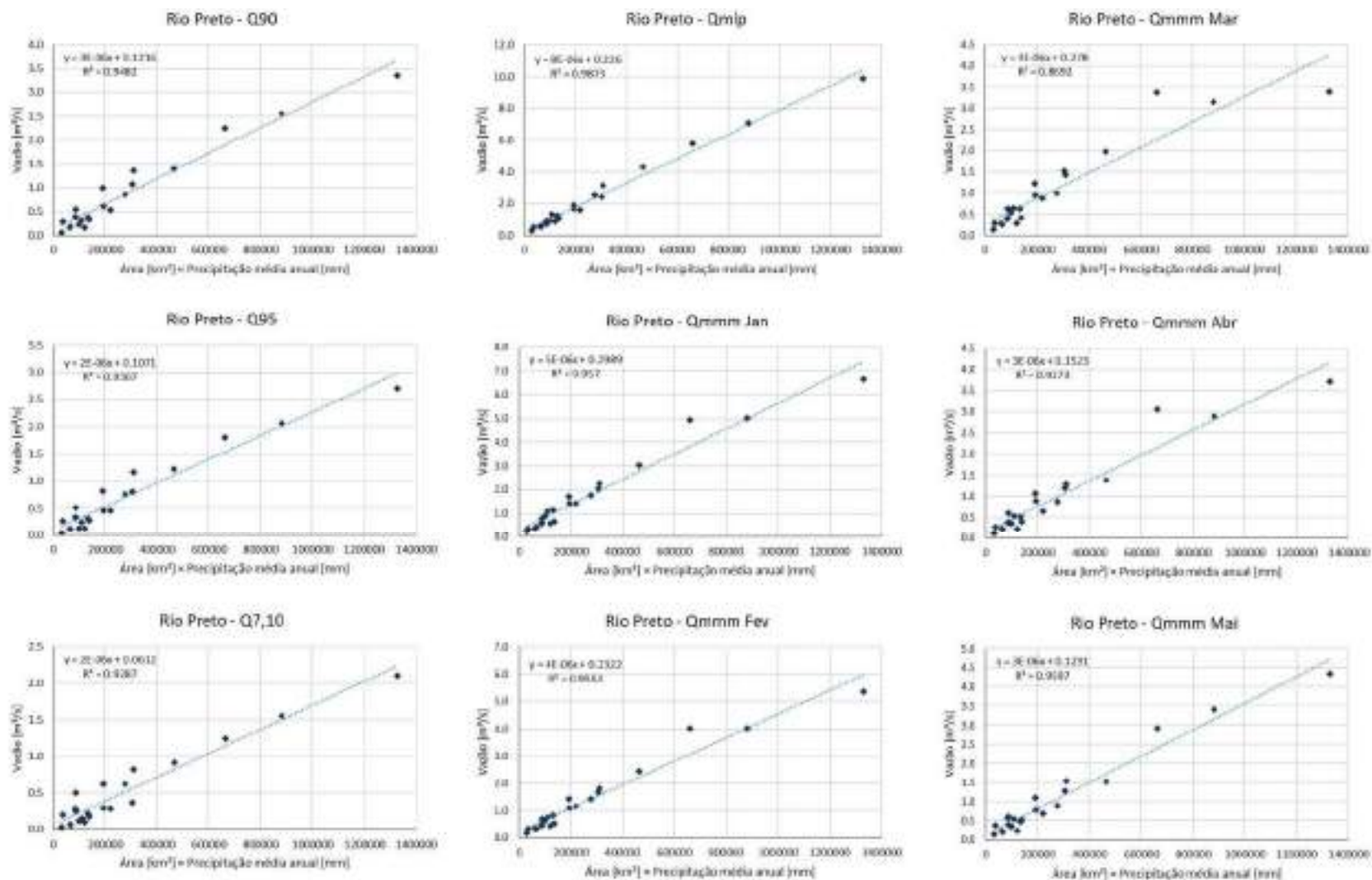


Figura 11.10 - Regionalização vazões de referência Rio Preto - A. Fonte: Elaboração própria, 2024.

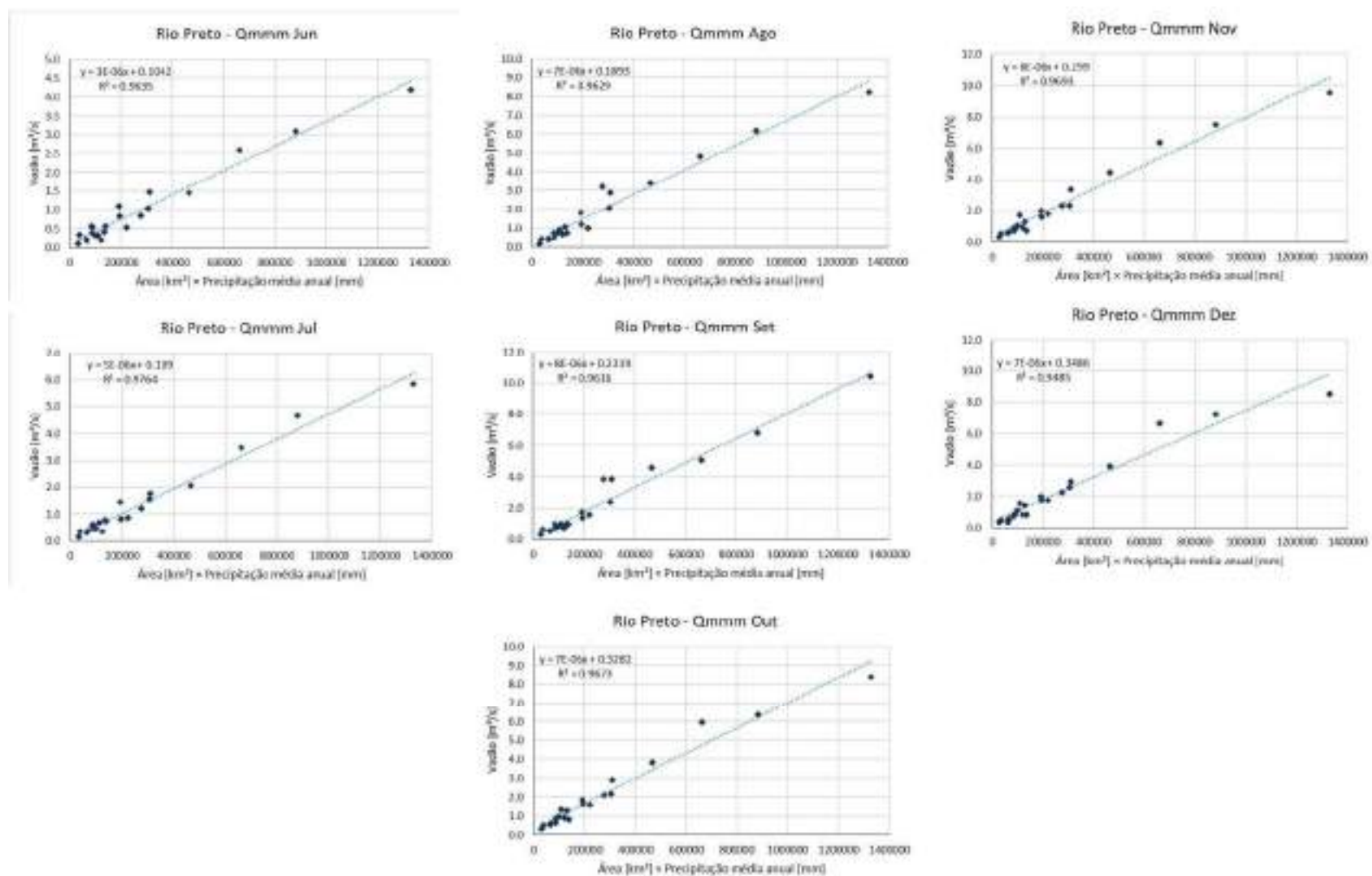


Figura 11.11 - Regionalização vazões de referência Rio Preto - B. Fonte: Elaboração própria, 2024.

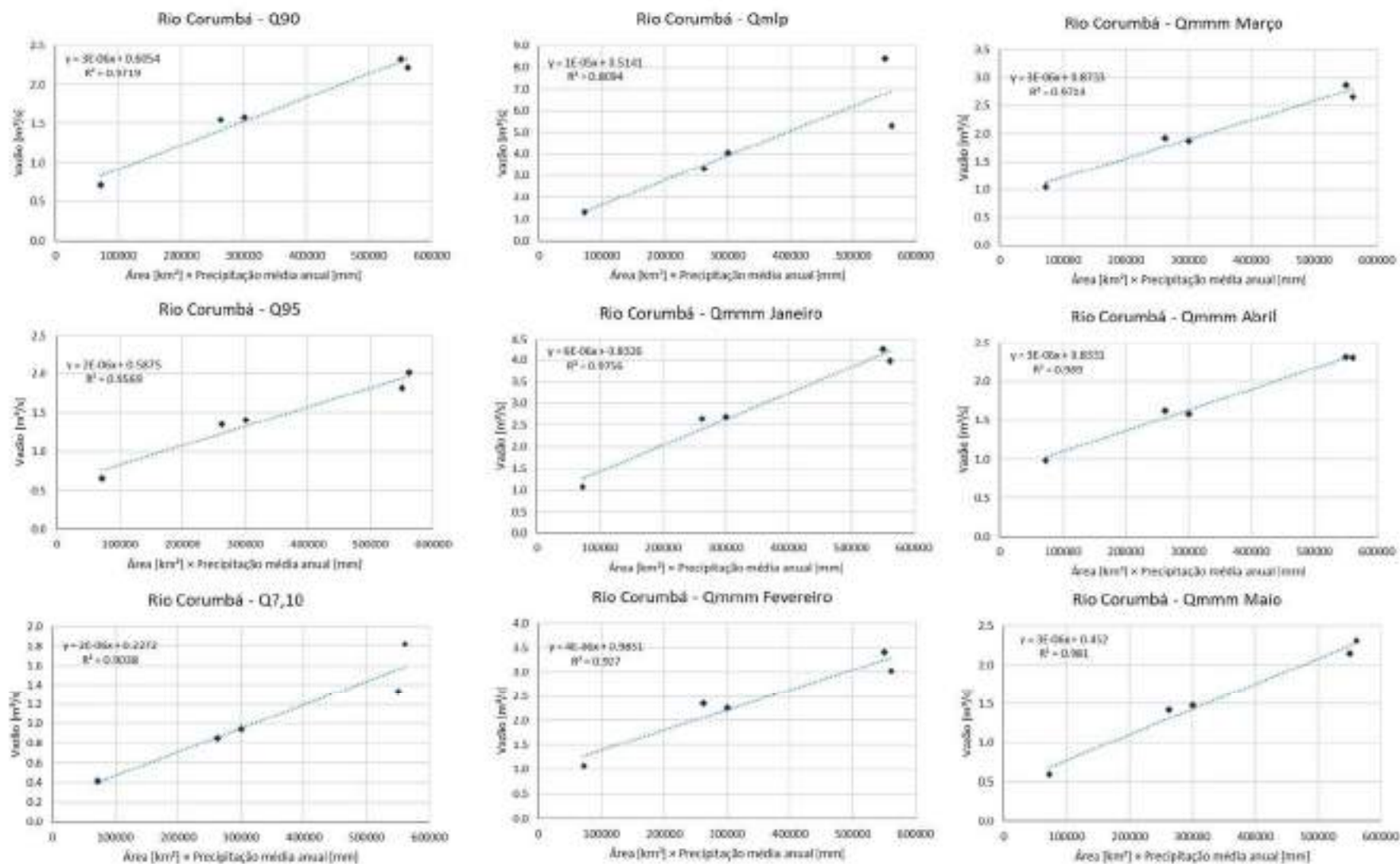


Figura 11.12. Regionalização vazões de referência Rio Corumbá - A. Fonte: Elaboração própria, 2024.

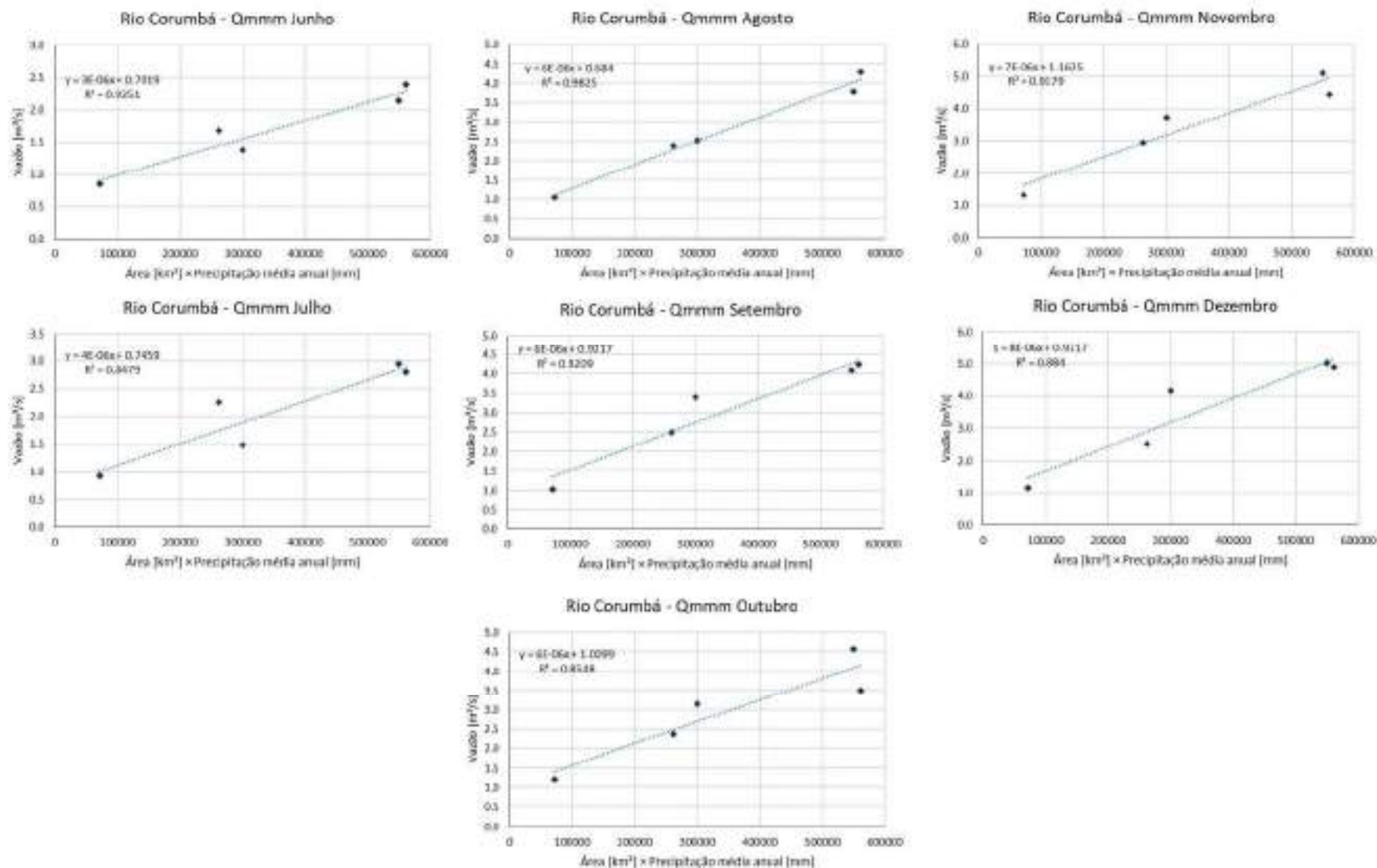


Figura 11.13 - Regionalização vazões de referência Rio Corumbá - B. Fonte: Elaboração própria, 2024.

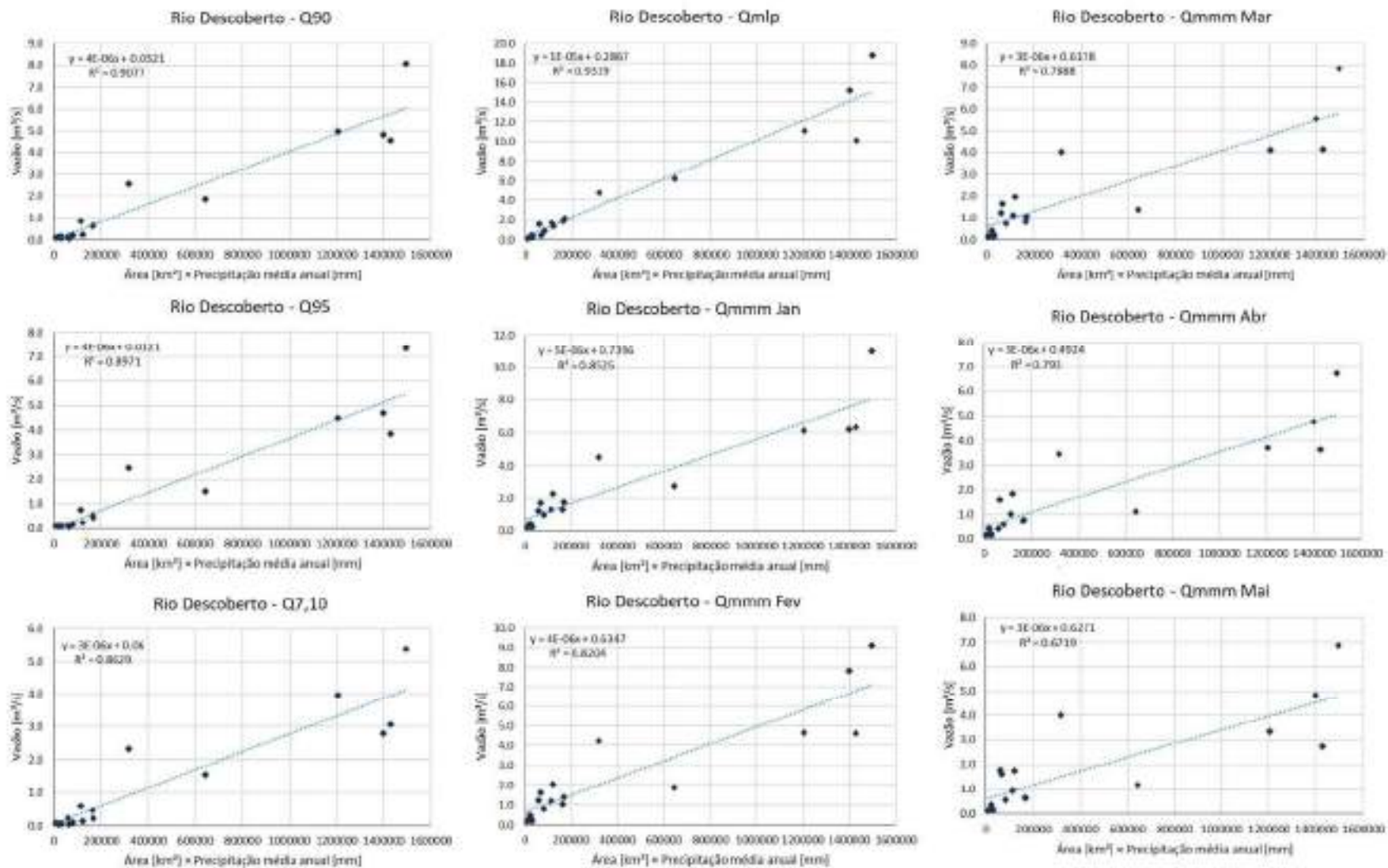


Figura 11.14 - Regionalização vazões de referência Rio Descoberto - A. Fonte: Elaboração própria, 2024.

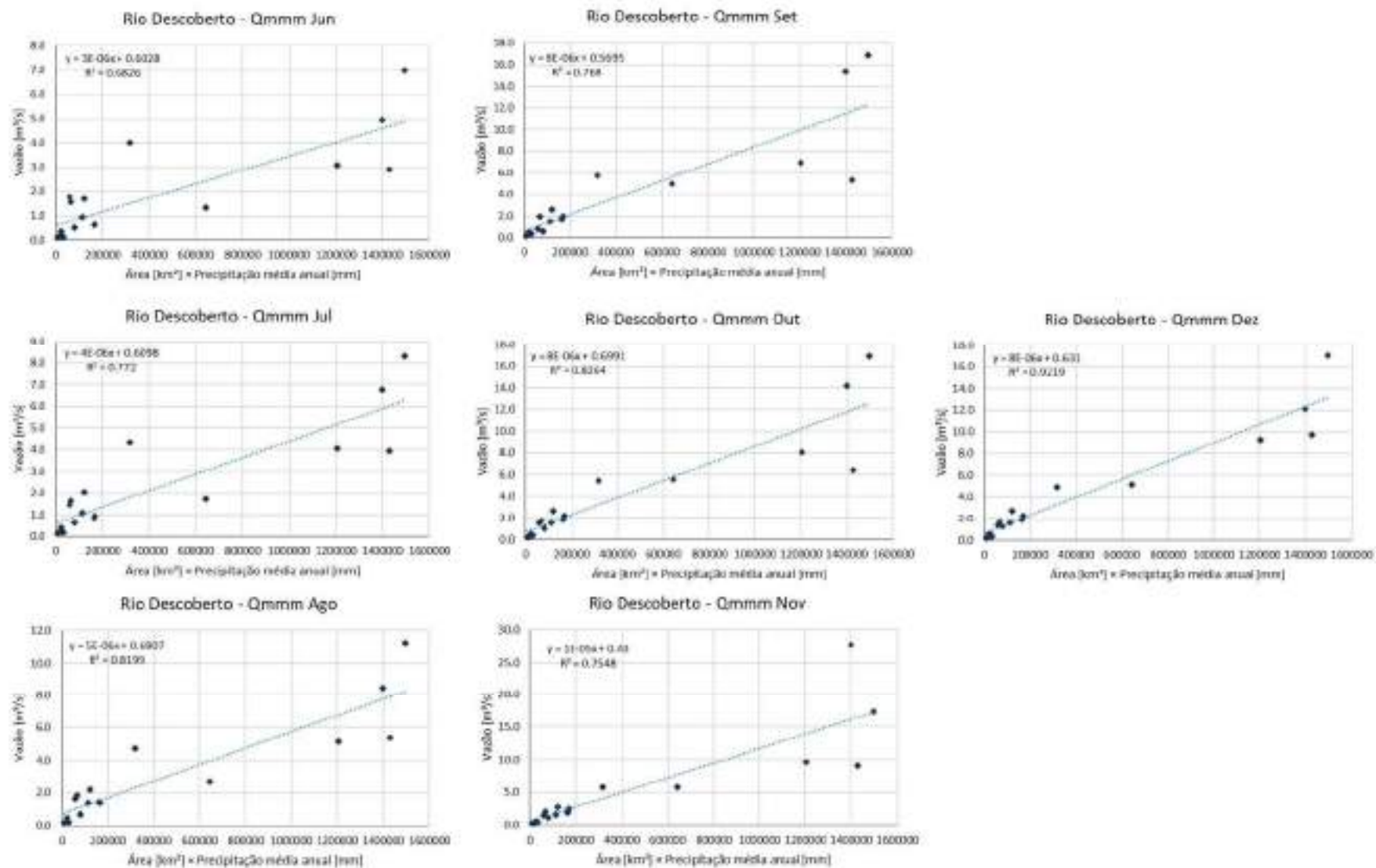


Figura 11.15 - Regionalização vazões de referência Rio Descoberto - B. Fonte: Elaboração própria, 2024.

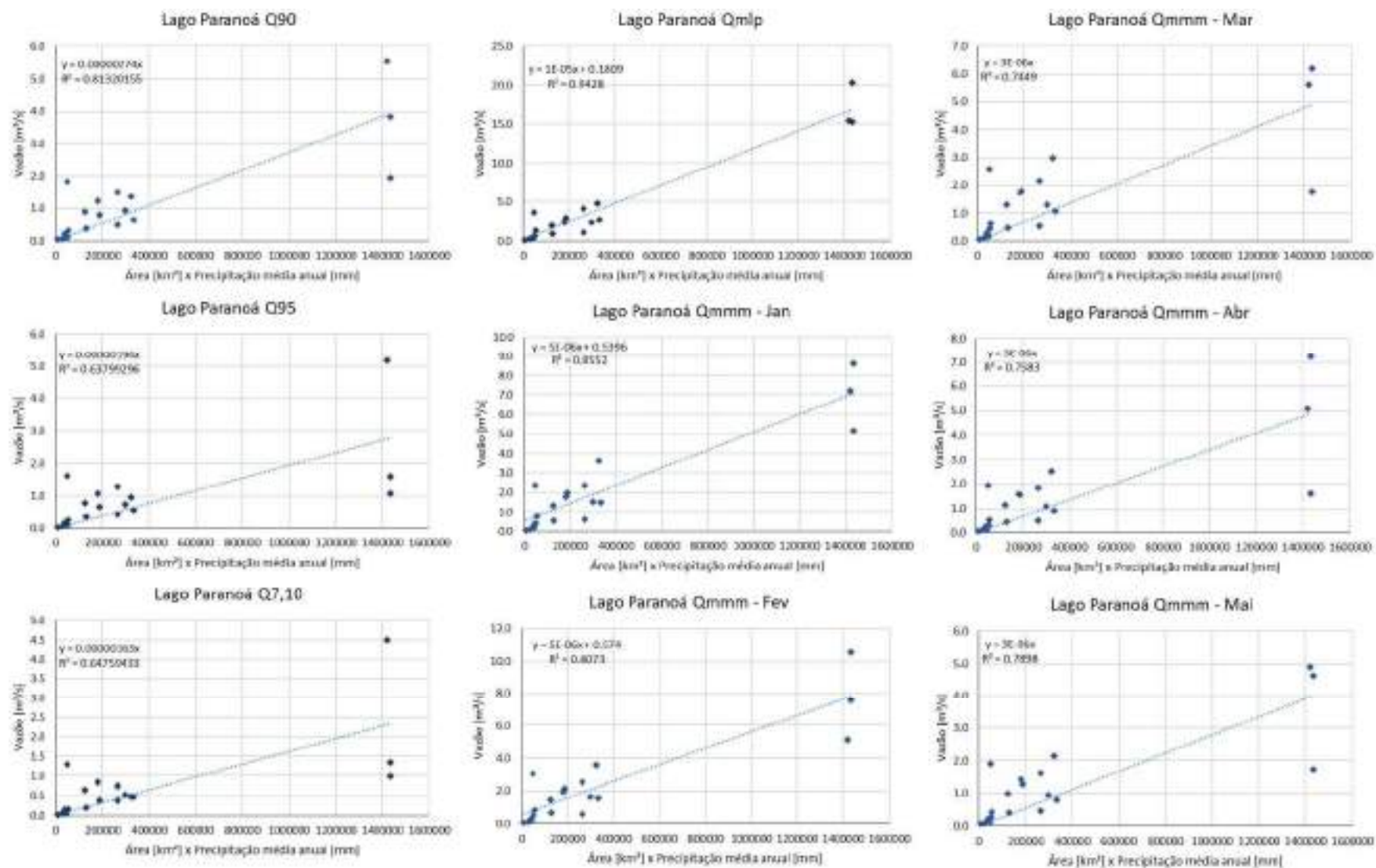


Figura 11.16 - Regionalização vazões de referência Rio Paranoá - A. Fonte: Elaboração própria, 2024.

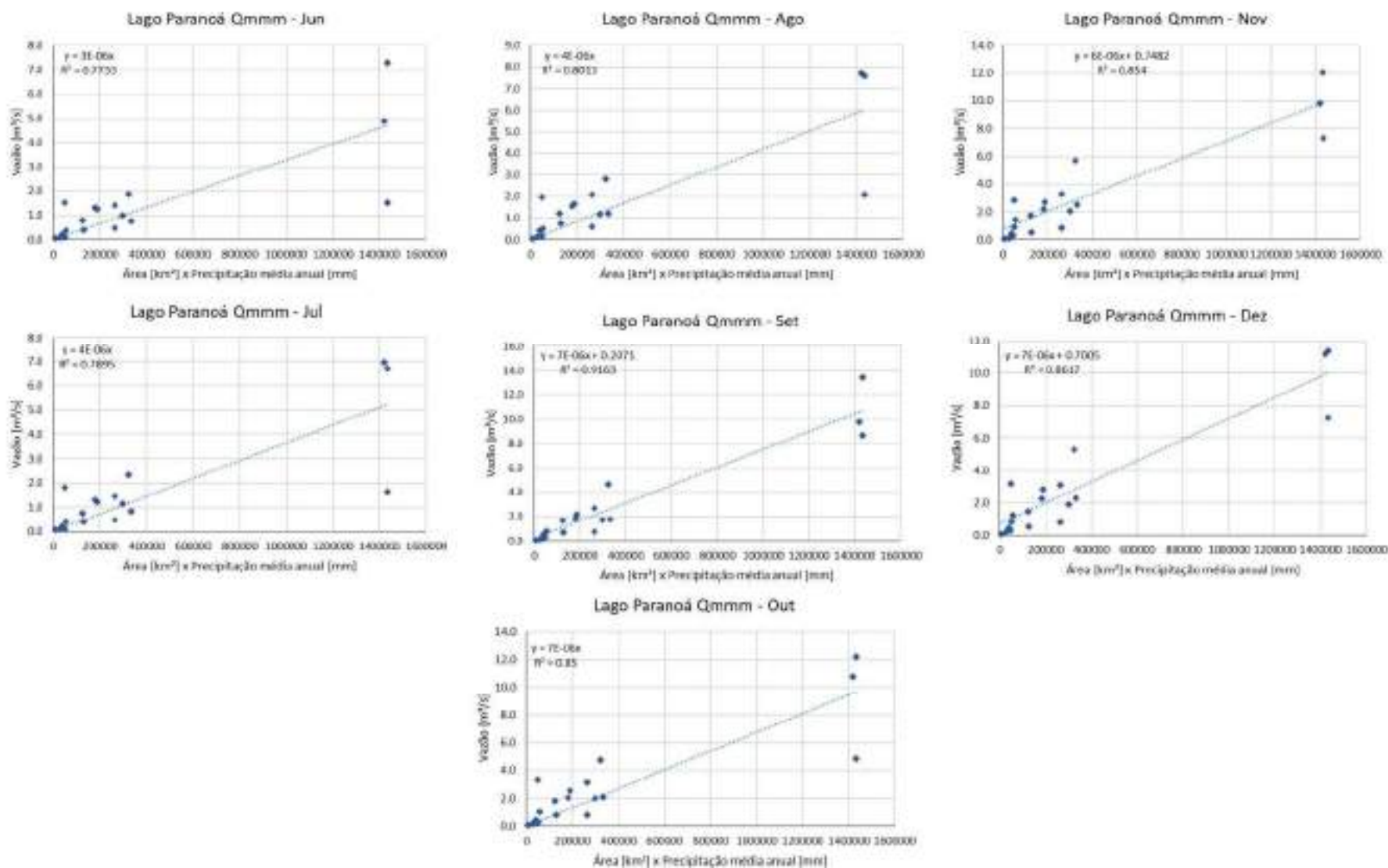


Figura 11.17 - Regionalização vazões de referência Rio Paranoá - B. Fonte: Elaboração própria, 2024.

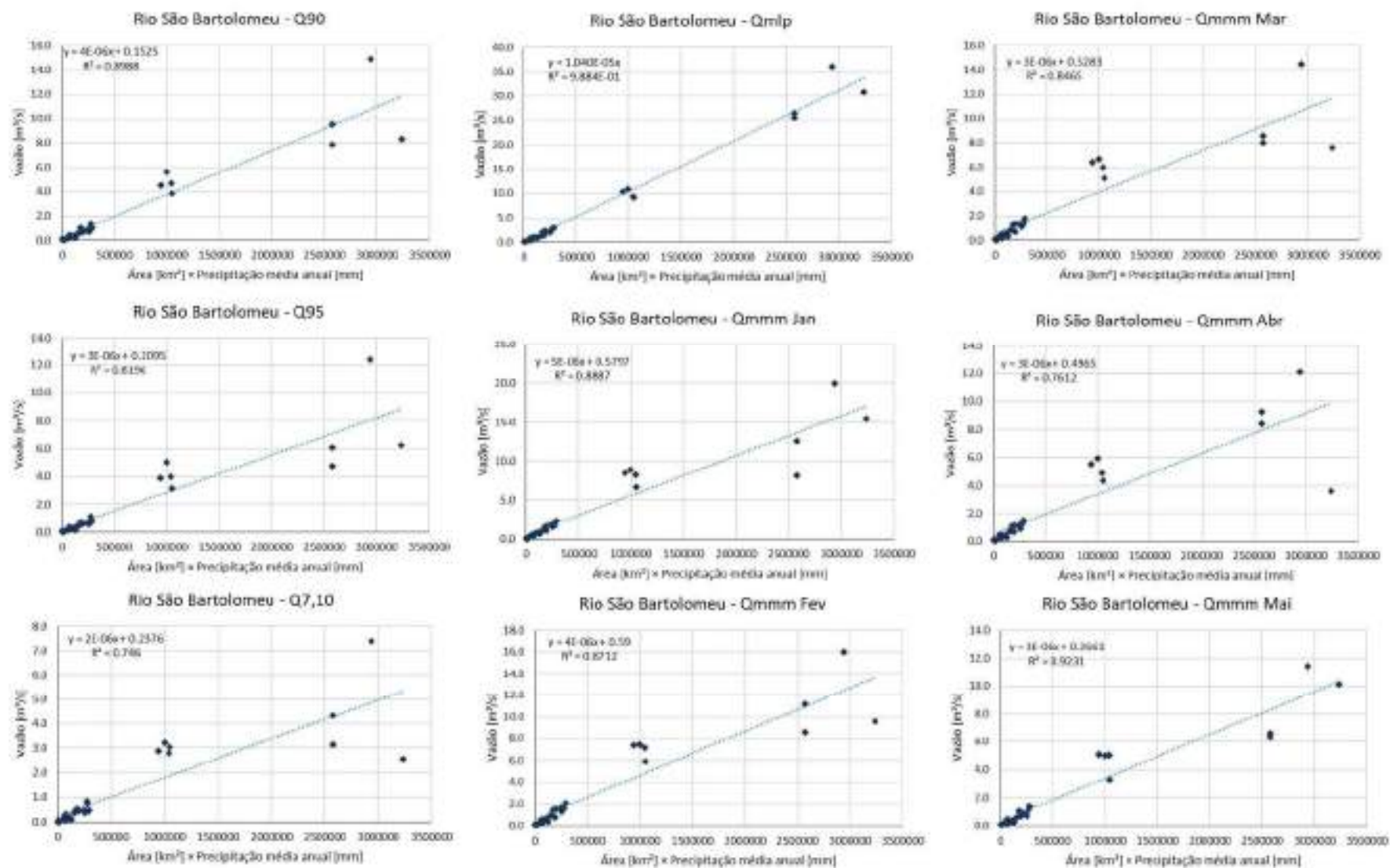


Figura 11.18 - Regionalização vazões de referência Rio São Bartolomeu - A. Fonte: Elaboração própria, 2024.

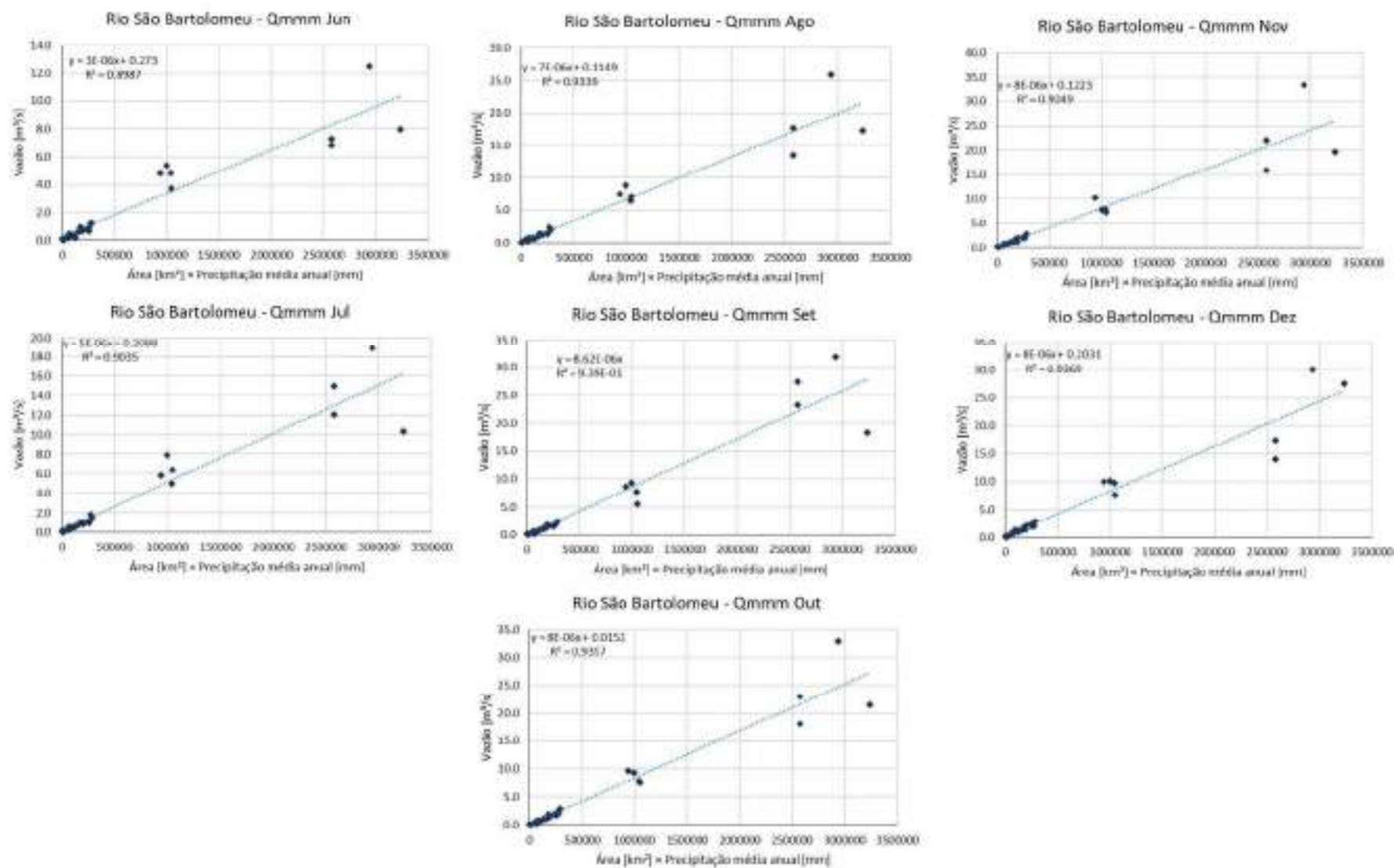


Figura 11.19 - Regionalização vazões de referência Rio São Bartolomeu - B. Fonte: Elaboração própria, 2024.

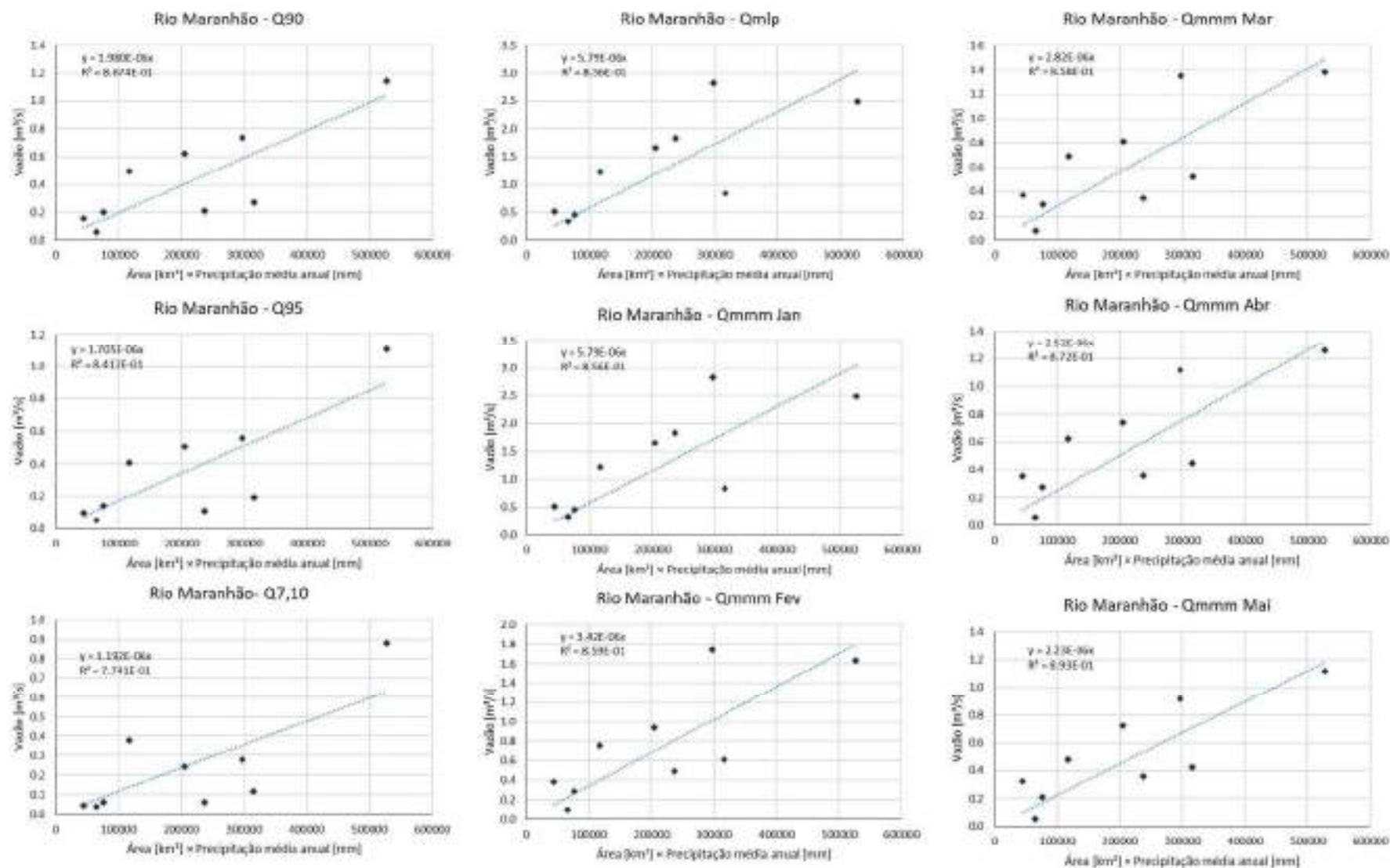


Figura 11.20 - Regionalização vazões de referência Rio Maranhão - A. Fonte: Elaboração própria, 2024.

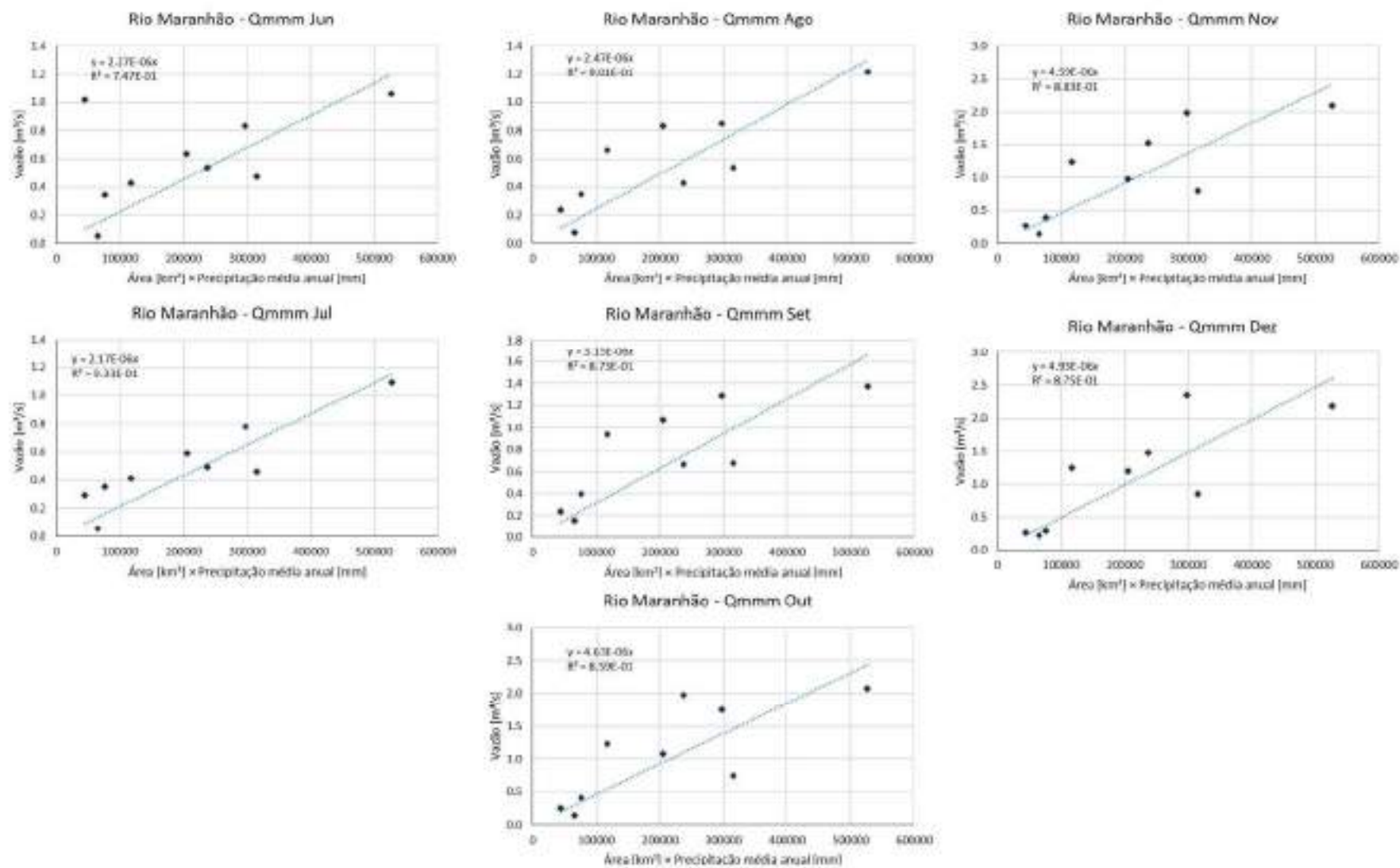


Figura 11.21 - Regionalização vazões de referência Rio Maranhão - B. Fonte: Elaboração própria, 2024.

11.6 Modelo Hidrológico

Nas UHs em que os dados existentes foram insuficientes e/ou os ajustes estatísticos resultantes do processo de regionalização ficaram aquém da qualidade desejada, a modelagem hidrológica foi aplicada a fim de determinar as vazões de interesse. O limiar considerado para determinar se iria ser realizada modelagem hidrológica ou regionalização das vazões foi de $R^2 < 0,6$, sendo que nenhuma UH apresentou valores de R^2 menores do que esse limiar. Apenas três equações resultaram em valores de $R^2 < 0,7$ e apenas 13 tiveram limiar entre $0,7 < R^2 < 0,8$, de um total de 96 equações geradas para regionalizar as vazões de referência. Apesar de não ser a melhor correlação, foram poucos casos em que isso ocorreu, e somente para algumas vazões de referência.

Para determinar as disponibilidades nas UHs distritais, foi utilizada a versão HEC-HMS 4.2.1 (*Hydrologic Engineering Center - Hydrologic Modelling System*) (USACE-HEC, 2016), mesma versão aplicada na elaboração do Plano de Recursos Hídricos das bacias hidrográficas dos afluentes distritais do rio Paranaíba elaborado pela Engeplus em 2020. Esse modelo é adequado para realizar simulações dos processos de transformação da chuva em vazão em bacias hidrográficas dendríticas, possibilitando que sejam analisados, entre outros parâmetros, o volume de deflúvio, a vazão de pico, o tempo de escoamento e os períodos de escassez de água (USACE, 2016). Como resultados da aplicação desse modelo em uma área, é possível estimar a resposta de um rio a determinado evento de precipitação, com intensidade e frequência conhecidas, ou avaliar os períodos de estiagem.

Para a realização da modelagem nesse programa, é necessário primeiramente realizar uma divisão da bacia hidrográfica em sub-bacias considerando características de similaridade hidrológica. Nesse ponto, é importante levar em consideração que normalmente as bacias hidrográficas não são regiões homogêneas e possuem em sua área de abrangência paisagens distintas que conferem diferentes propriedades de escoamento e infiltração ao solo, o que pode influenciar nos resultados do modelo. Quanto maior for o nível de detalhamento e precisão esperado, em mais partes a divisão deverá ser realizada, entretanto, haverá também a necessidade de uma maior quantidade de dados de entrada.

Sendo assim, é comum efetuar a divisão da bacia hidrográfica agrupando em uma mesma sub-bacia os locais que possuem características de geração de escoamento e infiltração similares, ou seja, locais com classes pedológicas semelhantes ou com o mesmo uso do solo. Também, é frequente realizar a separação conforme os principais trechos de drenagem presentes.

Depois de dividir a bacia hidrográfica em sub-bacias, são determinados os métodos para representar cada uma das etapas do ciclo hidrológico. No caso em estudo, a

escolha dos métodos que foram aplicados foi realizada com base nos dados disponíveis para os parâmetros físicos das bacias hidrográficas e que fossem adequados para a modelagem contínua, já que o objetivo desse relatório é estimar as vazões de referência Q_{90} , Q_{95} , $Q_{7,10}$, Q_{mmm} e Q_{mlp} . O Quadro 11.9 apresenta os métodos que foram aplicados para representar cada uma das etapas do ciclo hidrológico.

Quadro 11.9 - Métodos utilizados para representar as etapas do ciclo hidrológico.

Etapas do ciclo hidrológico	Método aplicado
Infiltração	Contabilidade de umidade no solo
Interceptação	Cobertura simples
Transformação da chuva em vazão	Hidrograma unitário de Clark
Acúmulo em superfície	Acúmulo simples
Fluxo de base	Reservatório linear
Propagação do escoamento	Muskingum-Cunge

Fonte: Elaboração Própria (2024).

Além dos dados de entrada referentes aos parâmetros dos métodos aplicados, outro dado de entrada necessário à execução do modelo no HEC-HMS são as séries históricas de precipitação para a região em estudo. No caso da determinação das disponibilidades nas UHs distritais que foram determinadas com o uso do HEC-HMS, foram utilizadas as séries históricas consistidas de precipitação de todas as estações pluviométricas que possuíam dados na bacia e em seu arredor mais próximo. A partir desses dados, o método escolhido a fim de determinar a precipitação média dentro de cada sub-bacia foi o do "Inverso da distância".

Após a inserção de todos os parâmetros referentes aos métodos aplicados, o modelo foi calibrado considerando como métricas de eficiência o NSlog, o erro médio absoluto e o erro médio quadrado. Optou-se por utilizar como métrica de eficiência o NSLog ao invés do NS, pois aquele é mais sensível à variações de vazões baixas e este é mais sensível à variações em vazões de pico. Como o objetivo do estudo é determinar as vazões de referência Q_{90} , Q_{95} , $Q_{7,10}$, Q_{mmm} e Q_{mlp} , a utilização do NSLog é considerada como adequada. Seu valor varia de $-\infty$ a 1, sendo que quanto mais próximo de 1, maior é o ajuste dos dados simulados com os dados observados.

Já o viés mede a tendência média das vazões calculadas em serem maiores ou menores do que as vazões observadas. Valores positivos para essa métrica de desempenho indicam uma tendência do modelo em subestimar os dados observados, enquanto valores negativos indicam uma tendência de superestimar (GUPTA et al., 1999).

O erro médio absoluto representa a média das diferenças absolutas entre os valores observados e os valores simulados. Enquanto, o erro médio quadrado representa a média das diferenças quadráticas entre os valores observados e os simulados.

11.7 Disponibilidade por Unidade Hidrográfica

A partir da aplicação da sequência metodológica apresentada nas seções anteriores, foi possível determinar a disponibilidade hídrica em cada uma das BH das bacias distritais. Para facilitar o entendimento das informações, as disponibilidades de cada uma das bacias hidrográficas estão apresentadas em subseções do texto de forma separada, identificando se foi utilizado o método de regionalização de vazões ou o modelo hidrológico a fim de determinar as disponibilidades.

11.7.1 Rio Corumbá

11.7.1.1 Dados Hidrológicos para a Bacia do rio Corumbá

Na área da bacia hidrográfica do rio Corumbá existe um total de 13 estações pluviométricas e 36 estações fluviométricas instaladas.

Das 13 estações pluviométricas que se encontram na área dessa bacia hidrográfica, apenas sete possuem dados e apenas quatro estão atualmente em operação. Do total das sete estações com dados, duas possuem séries mais longas e com poucas falhas como pode ser visto na Figura 11.23 que apresenta a disponibilidade temporal dos dados de cada uma das estações pluviométricas. Os primeiros registros são referentes ao ano de 1947 na estação Usina Silvânia (código 1648007). Entretanto, essa estação parou de funcionar no ano de 1954 e a precipitação só voltou a ser monitorada nessa bacia hidrográfica em 1970, na estação Gama ETE Alagado (código 1548005).

Entretanto, ao analisar a consistência dos dados das sete estações pluviométricas com dados, foi percebido que apenas seis delas (Figura 11.38) possuem séries históricas que podem ser utilizadas a fim de servir como base para a regionalização das vazões nessa bacia. A outra estação foi removida da análise, pois os dados registrados foram considerados como incoerentes e/ou não possuíam dados suficientes, ou seja, tinham mais de 35 falhas dentro de um ano hidrológico. O Quadro 11.10 apresenta as estações que foram utilizadas a fim de determinar as disponibilidades hídricas nessa bacia hidrográfica, o número de anos que foram utilizados em cada uma das estações, bem como a precipitação média anual de cada posto pluviométrico.

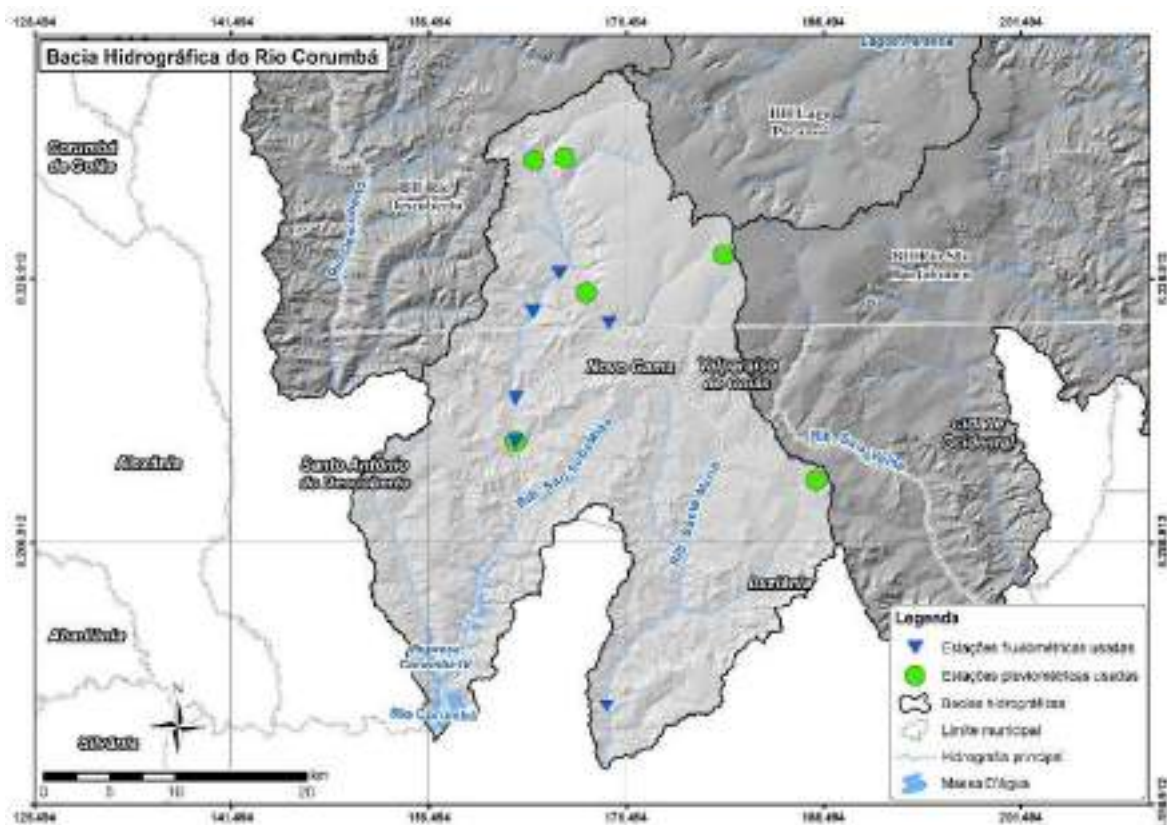


Figura 11.22 - Estações pluviométricas e fluviométricas utilizadas no estudo de disponibilidade na bacia hidrográfica do rio Corumbá. Fonte: Elaboração própria, 2024.

Quadro 11.10 - Estações pluviométricas com dados consistentes instaladas dentro da área de drenagem da bacia hidrográfica do rio Corumbá.

Código	Latitude	Longitude	Nome	Número anos utilizados	Precipitação média anual (mm)
1548005*	-16,0247	-48,0978	Gama ETE Alagado	44	1573,2
1548014*	-15,9333	-48,1333	UEPAE	19	1534,9
1548033*	-15,9319	-48,1117	ETE - Recanto Das Emas	14	1564,6
1647003	-16,1558	-47,9367	Mingone	28	1449,4
1648007	-16,0000	-48,0000	Usina Silvânia	5	2515,4
1648028*	-16,1264	-48,1494	UHE Corumbá IV Alagado	3	962,2

*Estações em operação.

Fonte: Elaboração Própria (2024).

Com relação às estações fluviométricas, dos 36 postos instalados, 33 estão em operação de acordo com dados do Portal Hidroweb. Apesar disso, apenas foram obtidas informações referentes à seis estações fluviométricas e os dados que foram obtidos não são atuais. A Figura 11.24 apresenta a disponibilidade de dados em cada uma das estações fluviométricas na bacia do rio Corumbá, sendo que o primeiro registro nessa bacia hidrográfica é referente à estação Ribeirão Ponte Alta (código 60443850) no ano de 1970.

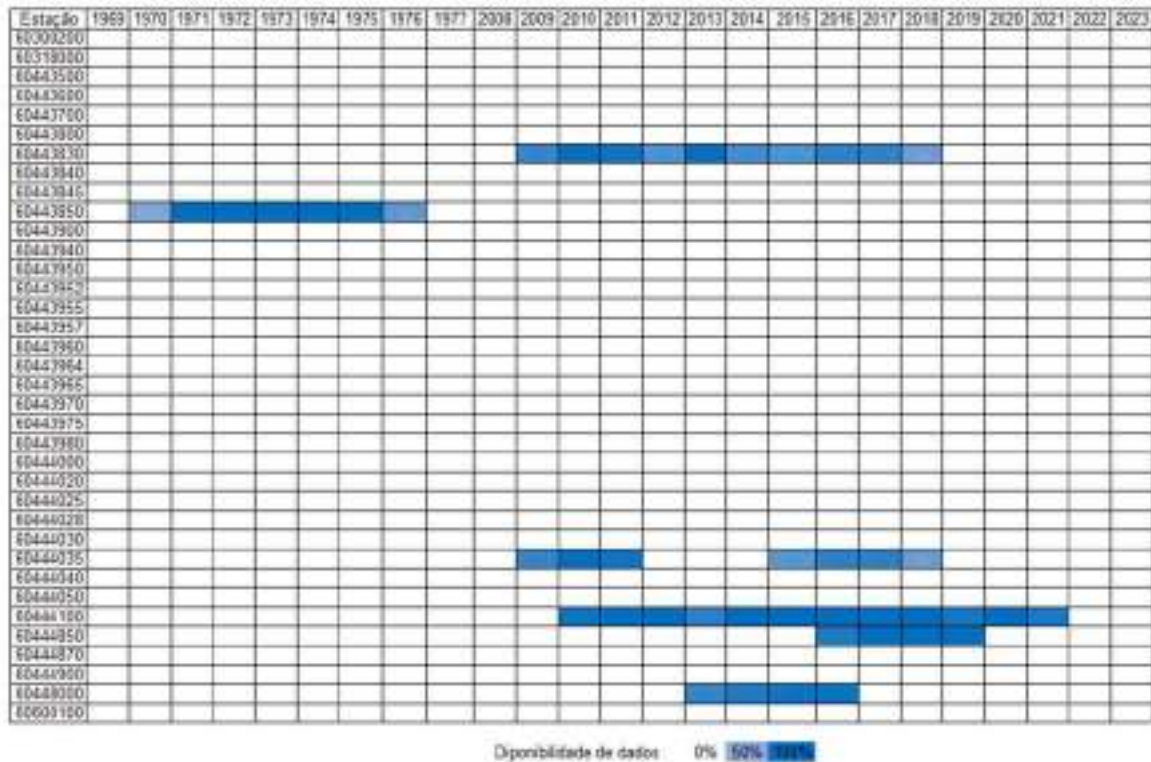


Figura 11.24 - Disponibilidade de dados de vazão na bacia hidrográfica do rio Corumbá. Fonte: Elaboração própria, 2024.

Sendo assim, após realizar uma análise das séries históricas das vazões observadas, optou-se por utilizar os dados referentes às seis estações fluviométricas (Figura 11.38) que possuíam dados para regionalizar as vazões na bacia hidrográfica do rio Corumbá. As estações que foram utilizadas, sua localização, sua área de drenagem, o número de anos considerados e as vazões de referência em m³/s estão apresentados no Quadro 11.11. É válido ressaltar que a estação 60443850 possui dados somente para a década de 1970.

Quadro 11.11 - Estações fluviométricas com séries históricas consistentes instaladas na bacia do rio Corumbá.

Código Posto	Latitude	Longitude	N° de anos utilizados	Área de drenagem (km ²)	Q ₉₀ (m ³ /s)	Q ₉₅ (m ³ /s)	Q _{mip} (m ³ /s)	Q _{7,10} (m ³ /s)	Q _{mmm} (m ³ /s)											
									Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
60443830*	-16,0372	-48,1361	4	193,846	1,584	1,403	4,059	0,944	2,696	2,261	1,874	1,585	1,478	1,381	1,480	2,537	3,388	3,146	3,732	4,170
60443850	-16,0114	-48,1167	4	169,545	1,547	1,347	3,328	0,855	2,648	2,356	1,923	1,627	1,421	1,680	2,249	2,391	2,485	2,384	2,954	2,520
60444035*	-16,0467	-48,0822	3	47,080	0,712	0,656	1,322	0,417	1,084	1,081	1,043	0,990	0,592	0,854	0,933	1,051	1,045	1,213	1,332	1,165
60444100*	-16,0969	-48,1489	10	353,512	2,326	1,820	8,398	1,331	4,247	3,413	2,867	2,308	2,144	2,141	2,955	3,794	4,086	4,574	5,101	5,018
60444850*	-16,1264	-48,1494	3	360,565	2,224	2,008	5,301	1,822	3,982	3,017	2,661	2,300	2,313	2,392	2,788	4,299	4,243	3,499	4,447	4,874
60448000*	-16,3089	-48,0878	1	349,913	1,516	1,195	4,115	-	4,079	3,529	1,583	0,962	4,516	11,714	3,358	3,824	1,754	0,257	1,257	1,850

*Estações em operação.

Fonte: Elaboração Própria (2024).

11.7.1.2 Disponibilidade Rio Corumbá

A disponibilidade hídrica calculada para cada UH inserida na área de contribuição do rio Corumbá é apresentada no Quadro 11.12 em m^3/s e no Quadro 11.13 em $L/s.km^2$. Esses dados foram obtidos a partir do uso das equações de regionalização apresentadas no Quadro 11.8.

Quadro 11.12 - Disponibilidade hídrica para as vazões de referências da BH do rio Corumbá (m³/s).

Nome UH	Área drenagem (km ²)	Q ₉₀ (m ³ /s)	Q ₉₅ (m ³ /s)	Q _{mip} (m ³ /s)	Q _{7,10} (m ³ /s)	Q _{mmm} (m ³ /s)											
						Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
Rio Alagado	650,22	3,79	3,14	12,27	2,74	7,05	5,26	4,43	3,27	3,82	3,63	4,70	7,00	7,23	6,80	8,13	8,71
Rio Santa Maria	387,09	2,41	2,03	7,17	1,65	4,36	3,40	2,89	2,07	2,36	2,36	2,99	4,26	4,49	4,29	5,11	5,33
Ribeirão Ponte Alta	261,43	1,86	1,59	5,14	1,22	3,28	2,67	2,27	1,60	1,78	1,86	2,30	3,17	3,41	3,29	3,91	3,99

Fonte: Elaboração Própria (2024).

Quadro 11.13 - Disponibilidade hídrica para as vazões de referências da BH do rio Corumbá (L/s.km²).

Nome UH	Área drenagem (km ²)	Q ₉₀ (L/s.km ²)	Q ₉₅ (L/s.km ²)	Q _{mip} (L/s.km ²)	Q _{7,10} (L/s.km ²)	Q _{mmm} (L/s.km ²)											
						Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
Rio Alagado	650,22	5,83	4,82	18,87	4,21	10,85	8,08	6,82	5,03	5,88	5,58	7,23	10,77	11,12	10,46	12,50	13,40
Rio Santa Maria	387,09	6,22	5,25	18,53	4,26	11,25	8,79	7,46	5,36	6,10	6,10	7,72	11,01	11,61	11,08	13,20	13,78
Ribeirão Ponte Alta	261,43	7,11	6,09	19,68	4,65	12,56	10,20	8,70	6,11	6,81	7,10	8,82	12,13	13,03	12,59	14,94	15,26

Fonte: Elaboração Própria (2024).

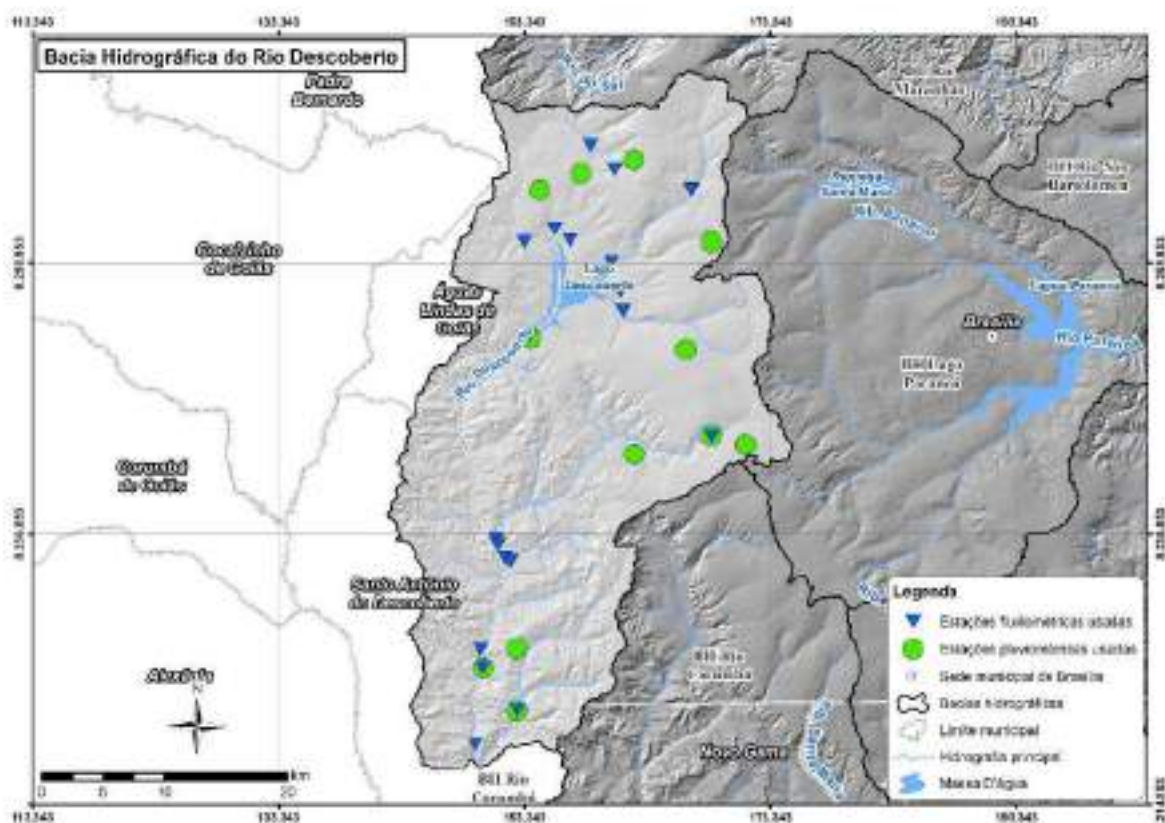


Figura 11.26 - Estações pluviométricas e fluviométricas utilizadas no estudo de disponibilidade na bacia hidrográfica do rio Descoberto. Fonte: Elaboração própria, 2024.

Quadro 11.14 - Estações pluviométricas com séries históricas consistentes instaladas na bacia do rio Descoberto.

Código	Latitude	Longitude	Nome	Nº de anos utilizados	Precipitação média anual (mm)
1547024	-15,8606	-48,0689	Brasília Sul - Se	13	1467,3
1548000	-15,6711	-48,2219	Brazilândia (Quadra 18)	36	1519,9
1548006*	-15,7897	-48,1128	Taguatinga - ETA RD	49	1498,2
1548007*	-15,6592	-48,1906	ETA - Brazilândia	43	1495,2
1548008*	-15,7794	-48,2303	Descoberto	41	1429,0
1548009	-15,7111	-48,0925	Jatobazinho	29	1480,5
1548015	-15,6500	-48,1500	Capão da Onça	2	980,7
1548034*	-15,8658	-48,1531	ETE - Melchior	11	1561,0
1548037*	-15,8528	-48,0947	Taguatinga	5	1453,2
1648017*	-16,0531	-48,2453	Engenho Das Lajes	8	1356,6
1648020*	-16,0069	-48,2447	Sítio Das Neves	10	1596,8
1648024*	-16,0211	-48,2703	UHE Corumbá IV Fazenda Bela Vista	3	1660,5

*Estações em operação e que foram obtidos dados.
Fonte: Elaboração Própria (2024).

Com relação às estações fluviométricas, dos 55 postos instalados, 51 encontram-se em operação de acordo com informações do Portal Hidroweb. Desse total de estações, foi possível obter dados apenas para 22 delas, sendo que as primeiras observações são referentes ao ano de 1978. A Figura 11.37 apresenta a

disponibilidade de dados em cada uma das estações fluviométricas na bacia do rio Descoberto.

Assim como no caso das estações pluviométricas, diversas estações fluviométricas instaladas na área da bacia hidrográfica do rio Descoberto são longas e possuem poucas falhas, sendo assim consideradas como ideais para serem utilizadas no processo de regionalização de vazões. Dessa forma, após realizar uma avaliação dos dados das estações fluviométricas, foi percebido que somente 18 estações (Figura 11.26) possuem dados considerados como adequados para serem utilizados no processo de regionalização das vazões na bacia hidrográfica do rio Descoberto. As estações (código e nome) que foram utilizadas, sua localização, sua área de drenagem, o número de anos considerados e as vazões de referência estão apresentados pelo Quadro 11.15.

Quadro 11.15 - Estações fluviométricas com séries históricas consistentes instaladas na bacia do rio Descoberto.

Código Posto	Latitude	Longitude	Nº de anos utilizados	Área de drenagem (km ²)	Q ₉₀ (m ³ /s)	Q ₉₅ (m ³ /s)	Q _{mlp} (m ³ /s)	Q _{7,10} (m ³ /s)	Q _{mmm} (m ³ /s)											
									Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
60434000*	-15,6572	-48,1647	2	6,17	0,11	0,10	0,18	0,08	0,23	0,21	0,16	0,14	0,13	0,12	0,14	0,17	0,16	0,19	0,20	0,21
60434500*	-15,6392	-48,1828	13	20,41	0,11	0,09	0,35	0,07	0,23	0,20	0,16	0,13	0,13	0,13	0,15	0,20	0,33	0,36	0,42	0,32
60435000*	-15,7089	-48,2339	42	110,96	0,65	0,45	2,17	0,22	1,74	1,40	1,05	0,80	0,66	0,62	0,94	1,38	1,96	2,19	2,35	2,24
60435100*	-15,6997	-48,2106	43	20,24	0,15	0,12	0,46	0,06	0,41	0,32	0,24	0,19	0,15	0,14	0,17	0,27	0,39	0,46	0,49	0,51
60435150*	-15,7086	-48,1994	33	13,28	0,13	0,10	0,28	0,05	0,30	0,27	0,22	0,20	0,19	0,18	0,21	0,27	0,33	0,34	0,35	0,36
60435180*	-15,6728	-48,1069	4	54,15	0,22	0,17	0,94	0,10	1,04	0,79	0,75	0,58	0,57	0,51	0,63	0,66	0,57	1,03	1,16	1,24
60435200*	-15,725	-48,1683	43	109,85	0,61	0,56	1,89	0,46	1,33	1,06	0,83	0,71	0,65	0,62	0,83	1,41	1,66	1,83	1,89	1,89
60435250*	-15,7356	-48,1742	0	115,20	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
60435300*	-15,7467	-48,1617	40	15,49	0,13	0,10	0,29	0,06	0,50	0,46	0,42	0,40	0,37	0,36	0,38	0,47	0,50	0,50	0,52	0,55
60435400*	-15,7608	-48,16	42	75,64	0,87	0,76	1,68	0,58	1,35	1,21	1,11	1,02	0,94	0,94	1,08	1,37	1,47	1,54	1,63	1,58
60436000*	-15,7789	-48,2322	40	431,46	1,84	1,54	6,22	1,54	2,75	1,90	1,36	1,13	1,18	1,33	1,72	2,68	4,94	5,56	5,75	5,11
60436145*	-15,8539	-48,0942	3	39,67	0,16	0,11	1,57	0,23	1,24	1,23	1,24	0,39	1,75	1,77	1,48	1,63	0,79	1,55	1,55	1,34
60436185*	-15,9267	-48,2589	3	209,96	2,56	2,49	4,79	2,32	4,51	4,24	4,02	3,43	4,02	4,00	4,33	4,71	5,72	5,41	5,80	4,88
60436186*	-15,9311	-48,2575	0	801,07	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
60436190*	-15,9411	-48,2522	14	804,15	4,97	4,49	11,15	3,97	6,12	4,65	4,10	3,70	3,33	3,07	4,04	5,14	6,92	8,01	9,67	9,26
60436195*	-15,9436	-48,2478	2	42,61	0,09	0,08	0,49	0,05	1,70	1,64	1,64	1,59	1,60	1,57	1,63	1,84	1,92	1,70	1,96	1,74
60436300*	-16,0081	-48,2719	3	927,85	4,83	4,70	15,23	2,79	6,19	7,84	5,54	4,77	4,83	4,95	6,78	8,47	15,33	14,16	27,69	12,12
60436350*	-16,0211	-48,2703	3	947,94	4,56	3,86	10,14	3,06	6,32	4,63	4,14	3,63	2,73	2,90	3,93	5,36	5,32	6,39	9,07	9,74
60436400*	-16,0528	-48,2444	4	76,64	0,25	0,23	1,36	0,14	2,31	2,06	1,96	1,84	1,75	1,69	2,04	2,20	2,57	2,63	2,68	2,70
60443000	-16,0778	-48,2772	15	990,84	8,07	7,33	18,81	5,39	10,96	9,14	7,86	6,73	6,87	6,98	8,32	11,22	16,85	16,92	17,32	17,02

*Estações em operação

Fonte: Elaboração Própria (2024).

11.7.2.2 Disponibilidade Rio Descoberto

A disponibilidade para cada UH inserida na área de contribuição do rio Descoberto é apresentada no Quadro 11.16 em m^3/s e no Quadro 11.17 em $L/s.km^2$. Destaca-se que todas as vazões de referência foram estimadas a partir dos ajustes da regionalização de vazão, apresentado no Quadro 11.8.

Quadro 11.16 - Disponibilidade hídrica para as vazões de referências da BH do rio Descoberto (m³/s).

Nome UH	Área drenagem (km ²)	Q ₉₀ (m ³ /s)	Q ₉₅ (m ³ /s)	Q _{mlp} (m ³ /s)	Q _{7,10} (m ³ /s)	Q _{mmm} (m ³ /s)											
						Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
Médio Rio Descoberto	593,92	3,61	3,27	9,05	2,48	5,06	4,46	3,72	3,20	3,10	3,13	3,96	5,16	7,49	7,70	10,39	8,03
Rio Descoberto	177,14	1,10	0,99	2,92	0,79	2,04	1,78	1,55	1,30	1,37	1,36	1,61	2,02	2,64	2,80	3,42	2,85
Ribeirão do Rodeador	231,46	1,42	1,27	3,69	1,00	2,42	2,12	1,82	1,54	1,59	1,58	1,91	2,42	3,25	3,41	4,29	3,50
Rio Melchior	208,80	1,31	1,17	3,41	0,92	2,28	2,00	1,73	1,46	1,51	1,50	1,80	2,28	3,04	3,20	3,98	3,27
Baixo Rio Descoberto	1097,17	6,92	6,28	17,17	4,72	9,07	8,01	6,58	5,71	5,39	5,47	7,06	9,30	13,89	14,19	19,60	14,87
Ribeirão Engenho das Lages	98,57	0,66	0,58	1,83	0,48	1,50	1,31	1,17	0,97	1,06	1,05	1,20	1,47	1,78	1,93	2,18	1,93
Ribeirão das Pedras	103,88	0,65	0,58	1,81	0,48	1,49	1,30	1,16	0,96	1,06	1,04	1,19	1,46	1,77	1,92	2,16	1,92

Fonte: Elaboração Própria (2024).

 Quadro 11.17 - Disponibilidade hídrica para as vazões de referências da BH do rio Descoberto (L/s.km²).

Nome UH	Área drenagem (km ²)	Q ₉₀ (L/s.km ²)	Q ₉₅ (L/s.km ²)	Q _{mlp} (L/s.km ²)	Q _{7,10} (L/s.km ²)	Q _{mmm} (L/s.km ²)											
						Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
Médio Rio Descoberto	593,92	6,08	5,50	15,24	4,17	8,53	7,51	6,26	5,39	5,22	5,27	6,66	8,68	12,61	12,97	17,49	13,51
Rio Descoberto	177,14	6,24	5,58	16,46	4,43	11,49	10,06	8,77	7,36	7,73	7,68	9,11	11,42	14,92	15,80	19,28	16,08
Ribeirão do Rodeador	231,46	6,13	5,51	15,92	4,31	10,44	9,16	7,88	6,66	6,86	6,84	8,24	10,44	14,05	14,75	18,53	15,11
Rio Melchior	208,80	6,26	5,62	16,34	4,42	10,92	9,58	8,28	6,98	7,23	7,20	8,63	10,90	14,54	15,31	19,06	15,65
Baixo Rio Descoberto	1097,17	6,31	5,73	15,65	4,30	8,26	7,30	5,99	5,20	4,92	4,99	6,43	8,48	12,66	12,93	17,87	13,56
Ribeirão Engenho das Lages	98,57	6,70	5,92	18,52	4,92	15,21	13,26	11,86	9,82	10,77	10,62	12,15	14,88	18,10	19,57	22,10	19,58
Ribeirão das Pedras	103,88	6,30	5,57	17,43	4,62	14,36	12,52	11,21	9,27	10,18	10,03	11,47	14,04	17,06	18,45	20,80	18,45

Fonte: Elaboração Própria (2024).

11.7.3 Lago Paranoá

11.7.3.1 Dados Hidrológicos para a Bacia do Lago Paranoá

Na área da bacia hidrográfica do lago Paranoá existem 36 estações pluviométricas e 86 estações fluviométricas instaladas. Das 36 estações pluviométricas, 20 possuem pelo menos um dado. O início dos registros é referente ao começo da década de 60, nas estações Brasília (código 1547004) e Brasília Aeroporto (código 1547006). A Figura 11.29 apresenta a disponibilidade de dados de cada uma das estações pluviométricas.

Dentre as 20 estações com dados, apenas 17 (Figura 11.28) possuem séries históricas consistentes e longas o suficiente para serem utilizadas no processo de regionalização das vazões. É válido ressaltar que as séries históricas das estações pluviométricas inseridas na área da bacia hidrográfica do lago Paranoá são extremamente longas, sendo que uma delas possui 61 anos de dados. Sendo assim, as estações que foram utilizadas (Figura 11.28), bem como sua precipitação média anual estão apresentadas pelo Quadro 11.18.

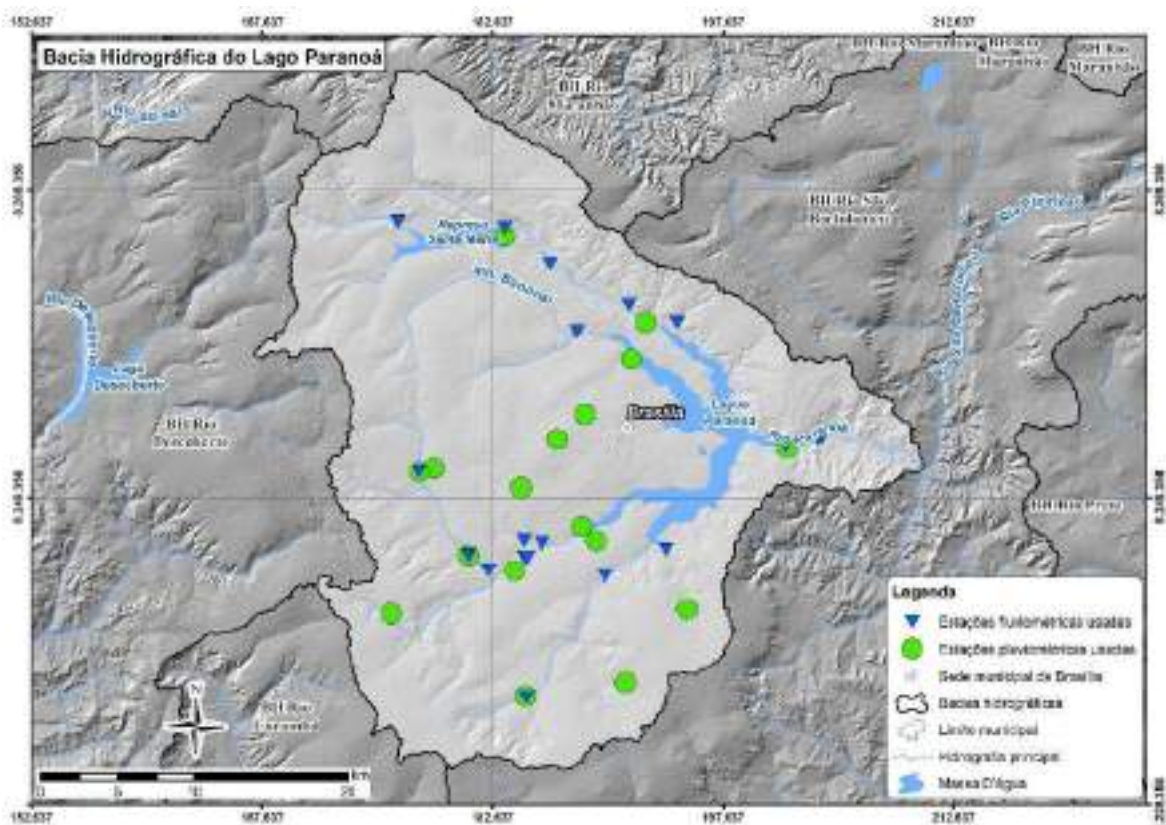


Figura 11.28 - Estações pluviométricas e fluviométricas utilizadas no estudo de disponibilidade na bacia hidrográfica do lago Paranoá. Fonte: Elaboração própria, 2024.

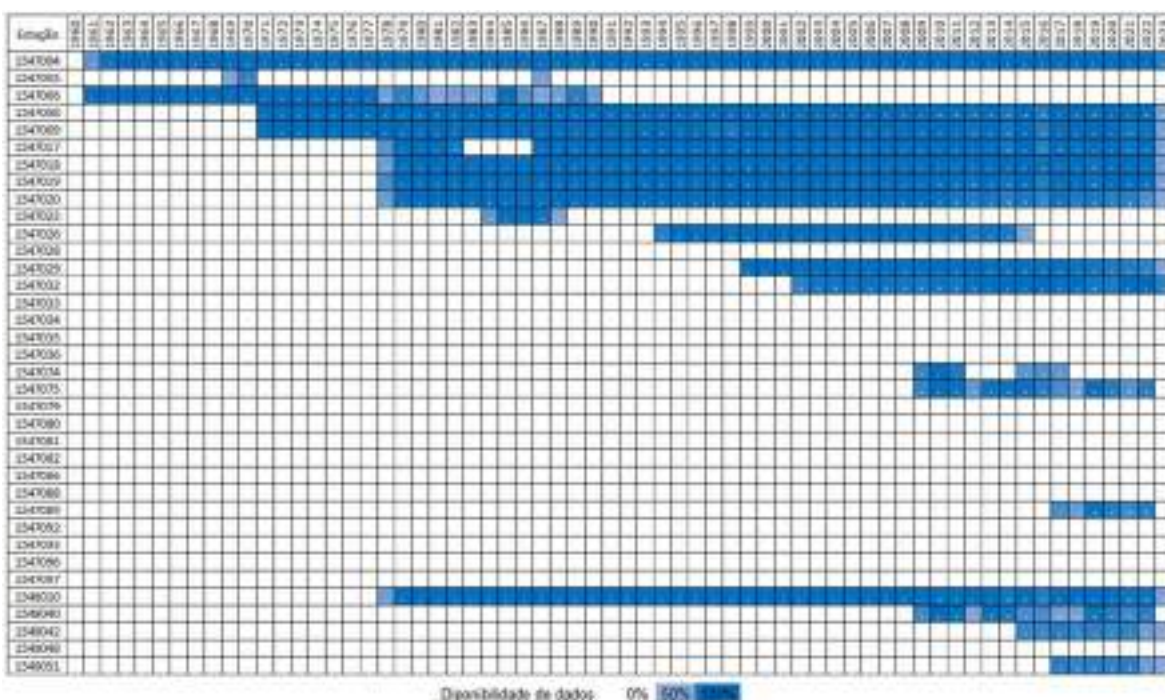


Figura 11.29 - Disponibilidade de dados de precipitação na bacia hidrográfica do Lago Paranoá.
Fonte: Elaboração própria, 2024.

Quadro 11.18 - Estações pluviométricas com séries históricas consistentes instaladas na bacia do Lago Paranoá.

Código	Latitude	Longitude	Nome	Número de anos utilizados	Precipitação média anual (mm)
1547004*	-15,7900	-47,9228	Brasília	61	1513,7
1547006*	-15,8500	-47,9000	Brasília - Aeroporto	16	1379,3
1547008*	-15,8414	-47,9086	ETE Sul	49	1354,3
1547009*	-15,7433	-47,8772	ETE Norte	47	1361,3
1547017*	-15,6700	-47,9525	Santa Maria	36	1257,8
1547018*	-15,8058	-47,9981	Jockey Club	43	1490,0
1547019*	-15,8908	-47,8456	ETA Cabeça De Veado	41	1436,7
1547020*	-15,7967	-47,7836	ETE Paranoá	33	1335,5
1547023*	-15,8667	-47,9500	Brasília - Faz. Sucupira	3	1266,1
1547026*	-15,9333	-47,8833	Roncador	17	1403,6
1547029*	-15,7756	-47,9056	Caesb-hidrologia	19	1348,8
1547032*	-15,8181	-47,9450	Ana Sede	11	1387,7
1547074*	-15,8575	-47,9775	Vicente Pires - Jusante	1	1478,1
1547075*	-15,9406	-47,9442	Gama - Montante Capetinga	7	1319,8
1547089*	-15,7219	-47,8681	Ribeirão Torto Jusante Córrego Urubá	2	1365,1
1548010*	-15,8906	-48,0250	ETE Riacho Fundo	40	1512,1
1548040*	-15,8078	-48,0067	Vicente Pires - Montante	4	1418,6

*Estações em operação

Fonte: Elaboração Própria (2024).

Com relação às estações fluviométricas, das 86 estações instaladas, 74 estão em operação de acordo com informações do Portal Hidroweb. Apesar disso, apenas foi possível obter dados referentes à 28 estações, sendo que os primeiros registros são referentes à década de 1970. Também, foi percebido que os dados disponíveis

para download no Portal Hidroweb podem estar desatualizados, tendo sido obtidas informações referentes às séries históricas até o ano de 2021.

A Figura 11.30 e a Figura 11.31 apresentam a disponibilidade de dados em cada uma das estações fluviométricas na bacia do lago Paranoá. Ressalta-se que cinco estações possuem séries longas e quase sem falhas, sendo consideradas ideais para serem utilizadas no processo de regionalização de vazões.

Ao todo, foram utilizadas 19 estações fluviométricas (Figura 11.28) para regionalizar as vazões na bacia hidrográfica do lago Paranoá. As outras estações, não possuem dados consistentes ou a série possui muitas falhas o que impossibilita a sua utilização. As estações (código e nome) que foram utilizadas, sua localização, sua área de drenagem, o número de anos considerados e as vazões de referência estão apresentados pelo Quadro 11.19.

Quadro 11.19 - Estações fluviométricas com séries históricas consistentes instaladas na bacia do Lago Paranoá.

Código Posto	Latitude	Longitude	Nº de anos utilizados	Área de drenagem (km ²)	Q ₉₀ (m ³ /s)	Q ₉₅ (m ³ /s)	Q _{mlp} (m ³ /s)	Q _{7,10} (m ³ /s)	Q _{mmm} (m ³ /s)											
									Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
60477030*	-15,6611	-48,0175	1	34,73	0,127	0,116	0,652	0,000	0,419	0,531	0,443	0,323	0,271	0,112	0,100	0,147	0,331	0,302	0,886	0,819
60477200*	-15,6658	-47,9528	22	38,67	0,315	0,255	1,358	0,163	0,800	0,814	0,613	0,521	0,429	0,379	0,406	0,502	0,779	0,999	1,400	1,269
60477300*	-15,6867	-47,9256	29	208,82	0,938	0,750	2,344	0,517	1,520	1,657	1,300	1,086	0,962	0,994	1,136	1,177	1,741	1,988	2,040	1,933
60477400*	-15,7119	-47,8783	40	233,47	0,647	0,578	2,674	0,475	1,500	1,555	1,063	0,903	0,795	0,757	0,842	1,199	1,780	2,100	2,496	2,313
60477500*	-15,7222	-47,8489	2	5,89	0,048	0,035	0,099	0,026	0,060	0,056	0,051	0,053	0,064	0,067	0,059	0,051	0,071	0,074	0,061	0,073
60477600*	-15,7272	-47,91	37	130,43	1,222	1,077	2,383	0,853	1,781	1,957	1,727	1,579	1,418	1,304	1,312	1,560	1,834	2,035	2,176	2,270
60477700*	-15,8078	-48,0067	3	26,31	0,219	0,184	0,474	0,150	0,343	0,320	0,282	0,252	0,222	0,212	0,222	0,418	0,520	0,433	0,438	0,454
60477800*	-15,8575	-47,9775	3	83,83	0,905	0,786	1,962	0,649	1,343	1,468	1,307	1,154	0,988	0,783	0,767	1,196	1,701	1,819	1,719	1,505
60478100	-15,8664	-47,9656	7	87,06	0,371	0,354	0,898	0,197	0,554	0,693	0,464	0,454	0,421	0,393	0,410	0,751	0,690	0,802	0,534	0,524
60478150	-15,8597	-47,9431	4	177,24	0,499	0,439	1,094	0,375	0,634	0,589	0,534	0,513	0,483	0,489	0,472	0,597	0,763	0,770	0,838	0,784
60478200*	-15,8594	-47,9419	30	177,27	1,492	1,279	4,153	0,754	2,375	2,550	2,156	1,855	1,608	1,413	1,461	2,063	2,731	3,157	3,256	3,129
60478300	-15,8492	-47,9436	3	33,74	1,831	1,611	3,657	1,301	2,364	3,034	2,584	1,954	1,901	1,514	1,821	1,962	0,589	3,324	2,818	3,188
60478400*	-15,8511	-47,9328	19	219,36	1,357	0,959	4,790	0,468	3,625	3,582	2,996	2,502	2,133	1,866	2,322	2,791	4,671	4,713	5,693	5,270
60478485*	-15,9414	-47,9439	4	17,73	0,074	0,073	0,285	0,060	0,123	0,111	0,111	0,109	0,102	0,094	0,086	0,118	0,154	0,171	0,122	0,172
60478500*	-15,8708	-47,895	39	131,63	0,807	0,667	2,904	0,383	1,997	2,153	1,804	1,553	1,282	1,253	1,231	1,630	2,217	2,542	2,689	2,861
60478600*	-15,8561	-47,8578	47	32,19	0,115	0,090	0,399	0,057	0,214	0,203	0,161	0,143	0,126	0,120	0,116	0,184	0,284	0,300	0,308	0,309
60479200*	-15,7956	-47,7844	6	999,46	5,547	5,180	15,421	4,498	7,211	5,119	5,632	5,083	4,894	4,891	6,960	7,695	9,791	10,781	9,830	11,156
60480000*	-15,7925	-47,7647	7	1009,34	3,825	1,068	20,320	0,989	8,635	10,559	6,192	7,223	4,609	7,292	6,691	7,598	13,452	12,193	12,035	7,254
60480045*	-15,7911	-47,7622	5	1010,46	1,949	1,601	15,306	1,348	5,183	7,575	1,776	1,613	1,725	1,509	1,628	2,083	8,706	4,815	7,335	11,364

*Estações em operação

Fonte: Elaboração Própria (2024).

11.7.3.2 Disponibilidade Lago Paranoá

A disponibilidade para cada UH inserida na área de contribuição do Lago Paranoá está apresentada no Quadro 11.20 em m^3/s e no Quadro 11.21 em $L/s.km^2$. Destaca-se que todas as vazões de referência foram estimadas a partir dos ajustes da regionalização de vazão, apresentado no Quadro 11.8.

Quadro 11.20 - Disponibilidade hídrica para as vazões de referências da BH do rio Paranoá (m³/s).

Nome UH	Área drenagem (km²)	Q ₉₀ (m³/s)	Q ₉₅ (m³/s)	Q _{mlp} (m³/s)	Q _{7,10} (m³/s)	Q _{mmm} (m³/s)											
						Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
Lago Paranoá	1060,55	3,98	2,82	17,14	2,37	7,18	7,91	4,98	4,97	4,05	4,77	5,32	6,12	10,87	9,78	10,01	10,15
Riacho Fundo	212,42	0,86	0,61	3,84	0,51	1,97	2,16	1,07	1,07	0,87	1,03	1,15	1,32	2,51	2,11	2,74	2,74
Ribeirão do Torto	246,52	0,96	0,68	4,29	0,57	2,15	2,35	1,21	1,20	0,98	1,15	1,29	1,48	2,79	2,37	2,99	2,99
Ribeirão do Gama	150,90	0,59	0,42	2,70	0,35	1,53	1,66	0,74	0,74	0,60	0,71	0,79	0,91	1,79	1,45	2,12	2,10
Córrego Bananal	127,90	0,49	0,35	2,26	0,29	1,35	1,47	0,61	0,61	0,50	0,58	0,65	0,75	1,51	1,20	1,88	1,86

Fonte: Elaboração Própria (2024).

Quadro 11.21 - Disponibilidade hídrica para as vazões de referências da BH do rio Paranoá (L/s.km²).

Nome UH	Área drenagem (km²)	Q ₉₀ (L/s.km²)	Q ₉₅ (L/s.km²)	Q _{mlp} (L/s.km²)	Q _{7,10} (L/s.km²)	Q _{mmm} (L/s.km²)											
						Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
Lago Paranoá	1060,55	3,75	2,66	16,16	2,23	6,77	7,45	4,70	4,69	3,82	4,49	5,01	5,77	10,24	9,22	9,44	9,57
Riacho Fundo	212,42	4,04	2,86	18,07	2,40	9,28	10,15	5,06	5,05	4,12	4,84	5,40	6,21	11,80	9,93	12,92	12,89
Ribeirão do Torto	246,52	3,91	2,77	17,39	2,33	8,71	9,53	4,90	4,88	3,98	4,68	5,22	6,01	11,31	9,60	12,13	12,13
Ribeirão do Gama	150,90	3,92	2,77	17,89	2,33	10,11	11,02	4,91	4,89	3,99	4,69	5,23	6,02	11,86	9,62	14,07	13,95
Córrego Bananal	127,90	3,82	2,70	17,68	2,27	10,59	11,52	4,78	4,77	3,89	4,57	5,10	5,87	11,84	9,38	14,73	14,54

Fonte: Elaboração Própria (2024).

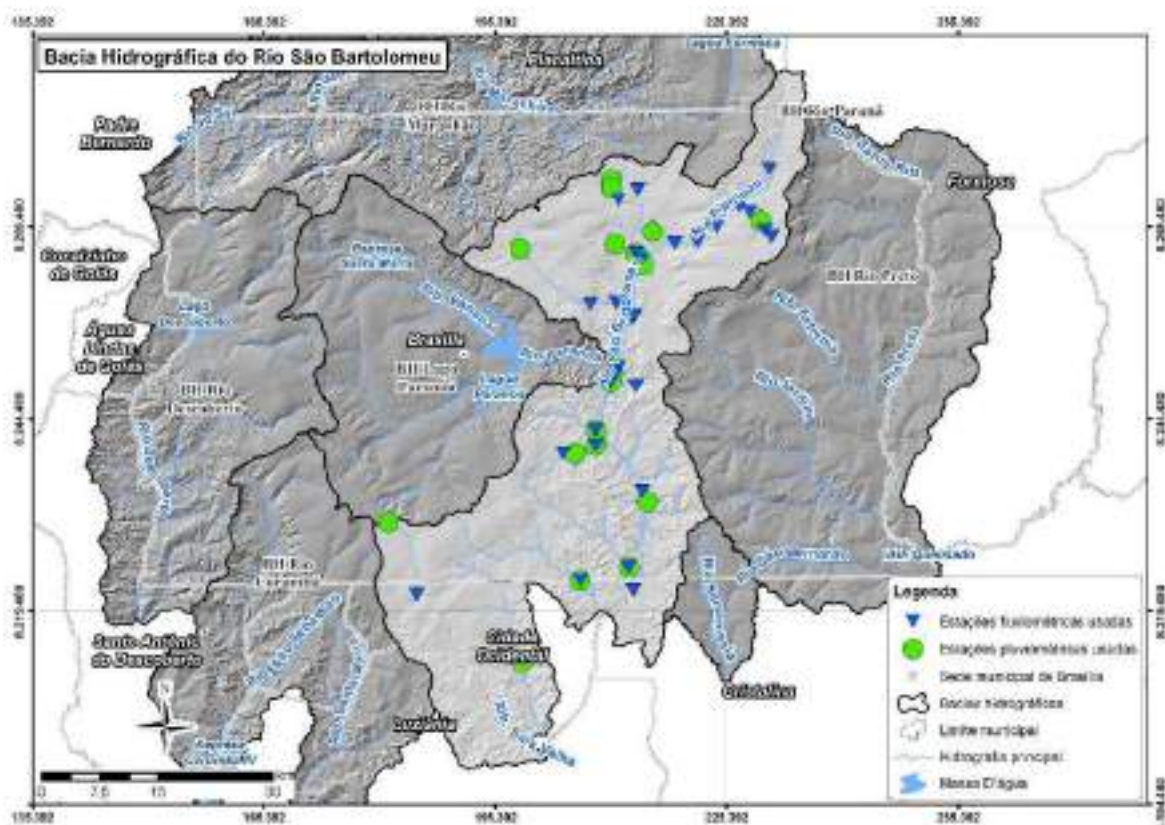


Figura 11.33 - Estações pluviométricas e fluviométricas utilizadas no estudo de disponibilidade na bacia hidrográfica do rio São Bartolomeu. Fonte: Elaboração própria, 2024.

Quadro 11.22 - Estações pluviométricas com séries históricas consistentes instaladas na bacia do rio São Bartolomeu.

Código	Latitude	Longitude	Nome	Número de anos utilizados	Precipitação média anual (mm)
1547002*	-15,6431	-47,6508	Planaltina	37	1271,0
1547011	-15,6572	-47,6964	Colégio Agrícola	38	1353,9
1547012	-15,9592	-47,6611	Papuda DF 18	38	1352,0
1547013*	-15,6322	-47,5203	Taquara	48	1270,5
1547014*	-15,9792	-47,9750	Área Alfa	47	1478,0
1547015*	-15,6611	-47,8117	ETE - Sobradinho	41	1417,94
1547016*	-15,5833	-47,7000	CPAC - Principal	42	1351,81
1547025*	-15,5917	-47,7000	CPAC - Chapada	37	1475,98
1547048*	-15,9014	-47,7481	ETE - São Sebastião	14	1267,60
1547071*	-15,6686	-47,6714	Mestre D'armas	6	1192,50
1547072*	-15,8094	-47,7006	Bartolomeu - Montante Paranoá	6	1148,52
1547073*	-15,8186	-47,7047	Bartolomeu - Jusante Paranoá	4	1197,60
1547076*	-15,8753	-47,7228	Taboca	8	1141,55
1547077*	-15,8925	-47,7228	Papuda	5	1129,14
1547078*	-15,6822	-47,6631	ETE - Vale do Amanhecer	6	1400,25
1647011*	-16,1453	-47,8161	Fazenda Campo Grande	8	1502,29
1647013*	-16,0356	-47,6853	Cachoeirinha	7	1267,41
1647014*	-16,0508	-47,7442	Santana	3	812,17

*Estações em operação

Fonte: Elaboração Própria (2024).

Com relação às estações fluviométricas, das 81 estações instaladas, 60 encontram-se em operação de acordo com informações obtidas a partir do Portal Hidroweb. Apesar disso, somente 33 possuem dados, sendo que os primeiros registros são referentes ao início da década de 1970. A Figura 11.34 e a Figura 11.35 apresentam a disponibilidade de dados em cada uma das estações fluviométricas na bacia do rio São Bartolomeu.

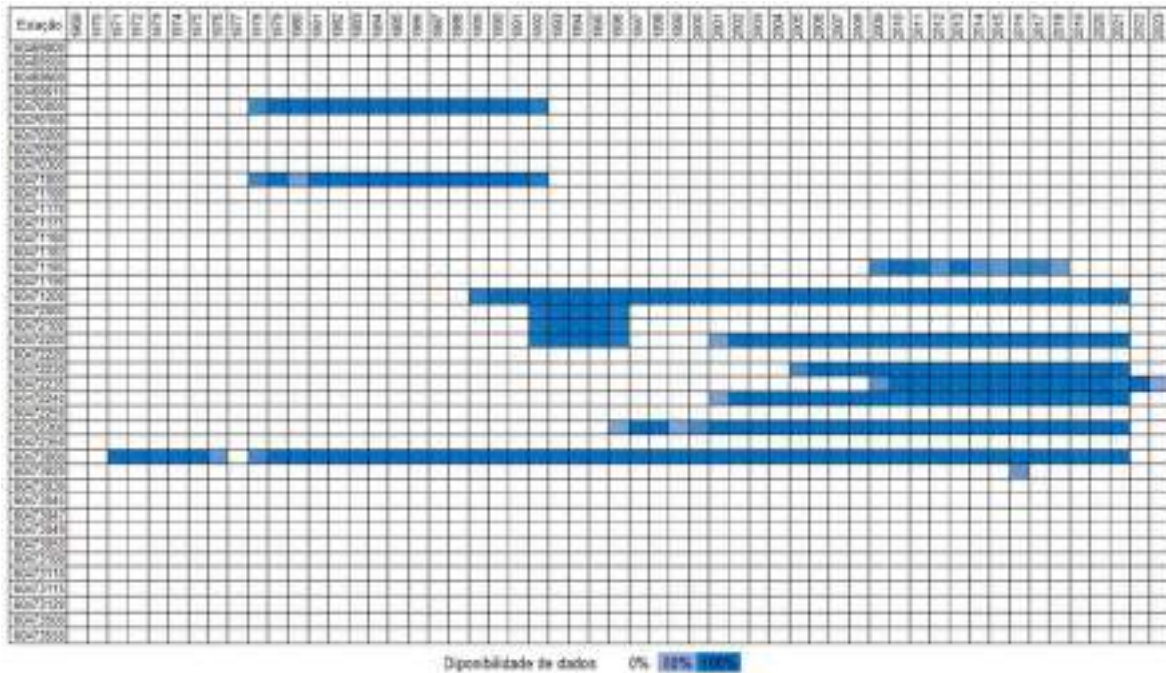


Figura 11.34 - Disponibilidade de dados de vazão na bacia hidrográfica do rio São Bartolomeu (A).
Fonte: Elaboração própria, 2024.

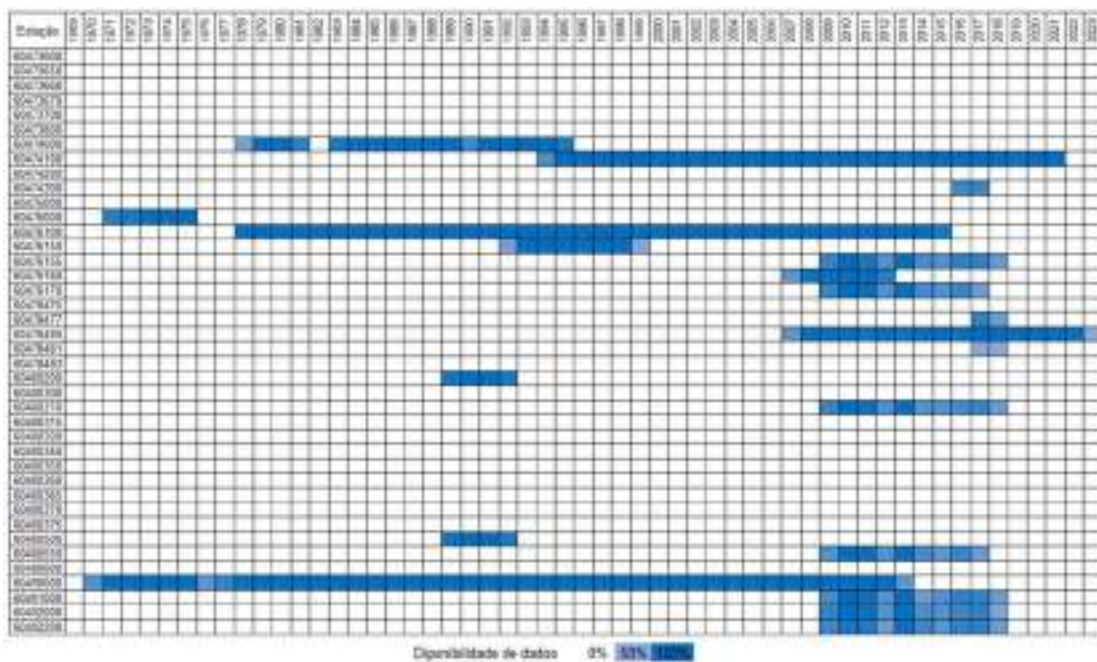


Figura 11.35 - Disponibilidade de dados de vazão na bacia hidrográfica do rio São Bartolomeu (B).
Fonte: Elaboração própria, 2024.

Depois de realizar uma análise das séries históricas das estações, foram selecionadas 29 estações fluviométricas (Figura 11.33) para regionalizar as vazões na bacia hidrográfica do rio São Bartolomeu. As estações que foram utilizadas, sua localização, sua área de drenagem, o número de anos considerados e as vazões de referência estão apresentados pelo Quadro 11.23. Destaca-se que três estações possuem mais de 30 anos de séries de dados quase sem falhas.

Quadro 11.23 - Estações fluviométricas com séries históricas consistentes instaladas na bacia do rio São Bartolomeu.

Código Posto	Latitude	Longitude	Nº de anos utilizados	Área de drenagem (km ²)	Q ₉₀ (m ³ /s)	Q ₉₅ (m ³ /s)	Q _{mlp} (m ³ /s)	Q _{7,10} (m ³ /s)	Q _{mmm} (m ³ /s)											
									Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
60470000	-15,5939	-47,6683	14	43,32	0,310	0,287	0,578	0,241	0,495	0,477	0,449	0,425	0,391	0,389	0,406	0,430	0,475	0,522	0,550	0,523
60471000	-15,6056	-47,6922	12	51,19	0,417	0,370	0,837	0,285	0,619	0,523	0,487	0,477	0,457	0,481	0,532	0,598	0,663	0,703	0,751	0,659
60471185*	-15,6686	-47,6714	4	200,57	1,312	1,157	2,582	0,839	1,695	1,523	1,355	1,229	1,391	1,240	1,867	2,327	1,947	2,177	2,235	1,978
60471200*	-15,6758	-47,6647	32	202,93	1,106	0,926	2,489	0,712	2,072	1,564	1,414	1,282	1,166	1,111	1,397	1,800	1,868	2,023	2,163	2,127
60472000	-15,6428	-47,5156	4	12,09	0,032	0,029	0,060	0,018	0,050	0,038	0,033	0,028	0,041	0,041	0,045	0,059	0,050	0,038	0,051	0,052
60472100	-15,6514	-47,5075	4	3,78	0,113	0,100	0,172	0,067	0,155	0,134	0,121	0,114	0,123	0,120	0,139	0,162	0,165	0,173	0,176	0,159
60472200*	-15,6217	-47,5336	23	36,96	0,195	0,154	0,467	0,101	0,408	0,347	0,315	0,270	0,268	0,243	0,334	0,417	0,400	0,432	0,460	0,461
60472230*	-15,5717	-47,5094	16	83,39	0,392	0,315	0,915	0,204	0,809	0,692	0,567	0,448	0,391	0,356	0,520	0,727	0,811	0,927	0,980	1,010
60472235*	-15,6144	-47,5456	13	115,88	0,581	0,468	1,266	0,368	1,129	0,981	0,845	0,712	0,601	0,599	0,810	1,013	1,055	1,127	1,245	1,332
60472240*	-15,6397	-47,5742	18	182,56	0,832	0,676	2,075	0,446	1,880	1,613	1,320	1,100	0,870	0,787	1,135	1,468	1,589	1,927	2,139	2,270
60472300*	-15,6558	-47,5967	22	189,01	0,682	0,569	1,977	0,385	1,573	1,318	1,098	0,881	0,715	0,654	0,935	1,300	1,531	1,774	2,054	1,986
60473000*	-15,6572	-47,6247	47	214,36	0,999	0,773	2,879	0,455	2,366	2,062	1,774	1,517	1,336	1,251	1,607	2,116	2,476	2,758	2,858	2,910
60474000	-15,7278	-47,7272	13	124,61	1,001	0,766	2,058	0,492	1,602	1,413	1,261	1,075	1,010	0,908	1,037	1,392	1,595	1,806	1,789	1,887
60474100*	-15,7267	-47,6964	27	143,69	0,859	0,693	2,244	0,451	1,633	1,503	1,340	1,111	0,909	0,798	1,070	1,310	1,456	1,605	1,982	2,064
60476000	-15,7453	-47,6767	4	738,86	5,603	5,023	10,922	3,203	8,926	7,395	6,664	5,917	4,999	5,398	7,904	8,801	9,266	9,350	7,771	10,112
60476100*	-15,7414	-47,6744	37	694,26	4,490	3,886	10,336	2,870	8,500	7,353	6,421	5,546	5,058	4,803	5,832	7,447	8,610	9,658	10,253	10,028
60476150	-15,8028	-47,6942	5	771,18	4,648	4,006	9,295	2,790	8,262	7,125	6,002	4,885	5,048	4,787	4,989	6,398	7,688	7,788	7,927	9,711
60476155*	-15,8094	-47,7006	4	777,51	3,851	3,182	9,135	3,022	6,764	5,901	5,098	4,343	3,272	3,728	6,432	7,118	5,591	7,558	7,344	7,638
60476160	-15,8186	-47,705	4	1857,59	9,510	6,053	25,532	4,349	12,606	8,566	8,612	9,284	6,289	7,299	12,104	17,630	27,518	18,010	22,129	14,100
60476170*	-15,8186	-47,7047	4	1857,58	7,880	4,741	26,548	3,143	8,208	11,156	8,001	8,438	6,556	6,838	14,963	13,534	23,269	22,906	15,894	17,479
60478480*	-16,0647	-47,9425	15	49,55	0,323	0,235	0,849	0,065	0,577	0,496	0,525	0,380	0,300	0,319	0,534	0,689	0,657	0,707	0,721	0,743
60480200	-15,8242	-47,6733	3	1,60	0,052	0,036	0,220	0,016	0,115	0,106	0,093	0,082	0,055	0,063	0,052	0,095	0,139	0,200	0,169	0,138

Código Posto	Latitude	Longitude	Nº de anos utilizados	Área de drenagem (km ²)	Q ₉₀ (m ³ /s)	Q ₉₅ (m ³ /s)	Q _{mlp} (m ³ /s)	Q _{7,10} (m ³ /s)	Q _{mmm} (m ³ /s)											
									Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
60480310*	-15,8753	-47,7228	3	54,34	0,158	0,158	0,503	0,109	0,386	0,278	0,203	0,178	0,126	0,266	0,196	0,274	0,189	0,318	0,388	0,580
60480500	-15,9014	-47,7625	3	51,18	0,247	0,247	0,717	0,191	0,596	0,584	0,447	0,405	0,229	0,211	0,225	0,403	0,537	0,785	0,743	0,743
60480550*	-15,8925	-47,7228	3	69,40	0,329	0,264	1,005	0,139	0,740	0,541	0,464	0,325	0,313	0,362	0,410	0,584	0,491	0,763	0,724	1,275
60490000*	-15,9478	-47,6678	40	2135,27	14,887	12,395	36,000	7,408	19,930	15,960	14,450	12,109	11,435	12,531	18,862	25,914	31,887	32,982	33,480	30,112
60491000*	-16,0356	-47,6853	4	99,27	0,222	0,164	1,017	0,097	0,697	0,402	0,324	0,253	0,235	0,196	0,525	0,664	0,912	1,105	1,113	1,173
60492000*	-16,0508	-47,7442	4	145,76	0,666	0,586	1,494	0,474	1,072	0,810	0,679	0,649	0,689	0,670	0,789	1,233	1,834	1,399	1,180	1,426
60492200*	-16,0633	-47,6797	2	2369,91	8,311	6,251	30,843	2,572	15,440	9,543	7,604	3,619	10,134	7,956	10,365	17,271	18,324	21,449	19,670	27,540

*Estações em operação

Fonte: Elaboração Própria (2024).

11.7.4.2 Disponibilidade do Rio São Bartolomeu

A disponibilidade para cada UH inserida na área de contribuição do rio São Bartolomeu está apresentada no Quadro 11.24 em m^3/s e no Quadro 11.25 em $L/s.km^2$. Destaca-se que todas as vazões de referência foram estimadas a partir dos ajustes da regionalização de vazão, apresentado no Quadro 11.8.

Quadro 11.24 - Disponibilidade Hídrica para as vazões de referências da BH do rio São Bartolomeu (m³/s).

Nome UH	Área drenagem (km ²)	Q ₉₀ (m ³ /s)	Q ₉₅ (m ³ /s)	Q _{mlp} (m ³ /s)	Q _{7,10} (m ³ /s)	Q _{mmm} (m ³ /s)											
						Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
Médio Rio São Bartolomeu	1835,29	8,86	6,64	25,09	4,04	12,85	10,32	8,84	7,49	7,79	7,77	12,15	16,02	20,80	20,26	19,42	19,62
Ribeirão Cachoeirinha	102,49	0,63	0,56	1,38	0,45	1,25	1,12	0,99	0,88	0,68	0,69	0,87	0,99	1,14	1,13	1,18	1,27
Ribeirão Maria Pereira	192,09	1,10	0,91	2,72	0,65	1,91	1,64	1,43	1,25	1,08	1,09	1,50	1,84	2,26	2,21	2,21	2,31
Ribeirão do Santana	180,43	1,02	0,85	2,52	0,62	1,81	1,56	1,36	1,20	1,02	1,02	1,41	1,71	2,08	2,04	2,06	2,15
Rio Pipripau	235,70	1,29	1,05	3,28	0,73	2,18	1,86	1,62	1,41	1,25	1,25	1,77	2,19	2,72	2,66	2,64	2,74
Ribeirão Saia Velha	281,22	1,57	1,26	4,10	0,86	2,58	2,18	1,89	1,64	1,49	1,50	2,16	2,71	3,40	3,32	3,27	3,37
Ribeirão Sobradinho	147,30	0,90	0,76	2,15	0,56	1,63	1,42	1,24	1,09	0,91	0,91	1,23	1,48	1,78	1,75	1,77	1,86
Alto Rio Bartolomeu	201,35	1,14	0,94	2,85	0,67	1,97	1,69	1,47	1,29	1,12	1,12	1,56	1,92	2,36	2,31	2,31	2,41
Ribeirão Papuda	72,34	0,49	0,46	0,98	0,39	1,06	0,97	0,85	0,77	0,56	0,57	0,68	0,74	0,82	0,81	0,88	0,96
Ribeirão Taboca	55,74	0,42	0,41	0,77	0,35	0,96	0,89	0,78	0,71	0,50	0,50	0,57	0,60	0,64	0,63	0,71	0,80
Baixo Rio São Bartolomeu	2597,42	12,03	8,98	34,24	5,42	17,33	13,86	11,87	10,04	10,53	10,50	16,50	21,82	28,38	27,64	26,45	26,70

Fonte: Elaboração Própria (2024).

Quadro 11.25 - Disponibilidade Hídrica para as vazões de referências da BH do rio São Bartolomeu (L/s.km²).

Nome UH	Área drenagem (km ²)	Q ₉₀ (L/s.km ²)	Q ₉₅ (L/s.km ²)	Q _{mlp} (L/s.km ²)	Q _{7,10} (L/s.km ²)	Q _{mmm} (L/s.km ²)											
						Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
Médio Rio São Bartolomeu	1835,29	4,83	3,62	13,67	2,20	7,00	5,62	4,82	4,08	4,24	4,23	6,62	8,73	11,33	11,04	10,58	10,69
Ribeirão Cachoeirinha	102,49	6,16	5,49	13,47	4,36	12,24	10,98	9,61	8,60	6,63	6,69	8,44	9,65	11,16	11,01	11,55	12,40
Ribeirão Maria Pereira	192,09	5,71	4,72	14,17	3,38	9,95	8,56	7,44	6,53	5,63	5,65	7,83	9,58	11,74	11,51	11,53	12,02
Ribeirão do Santana	180,43	5,68	4,73	13,94	3,43	10,03	8,67	7,55	6,63	5,65	5,68	7,79	9,47	11,55	11,33	11,40	11,91
Rio Píprripau	235,70	5,47	4,45	13,92	3,11	9,27	7,90	6,85	5,98	5,30	5,32	7,51	9,31	11,54	11,29	11,22	11,63
Ribeirão Saia Velha	281,22	5,60	4,48	14,57	3,05	9,19	7,75	6,71	5,83	5,32	5,32	7,68	9,65	12,08	11,81	11,64	12,00
Ribeirão Sobradinho	147,30	6,09	5,16	14,57	3,82	11,06	9,65	8,41	7,43	6,18	6,21	8,35	10,02	12,08	11,86	12,03	12,66
Alto Rio Bartolomeu	201,35	5,66	4,66	14,14	3,32	9,80	8,41	7,31	6,40	5,56	5,58	7,76	9,53	11,72	11,48	11,48	11,95
Ribeirão Papuda	72,34	6,83	6,38	13,60	5,34	14,67	13,43	11,81	10,65	7,76	7,84	9,36	10,21	11,27	11,18	12,15	13,33
Ribeirão Taboca	55,74	7,51	7,28	13,77	6,35	17,13	15,92	14,04	12,74	8,90	9,01	10,30	10,79	11,41	11,38	12,78	14,30
Baixo Rio São Bartolomeu	2597,42	4,63	3,46	13,18	2,09	6,67	5,34	4,57	3,86	4,05	4,04	6,35	8,40	10,93	10,64	10,18	10,28

Fonte: Elaboração Própria (2024).

11.7.5 Rio São Marcos

11.7.5.1 Dados Hidrológicos para a Bacia São Marcos

Na área da bacia hidrográfica do rio São Marcos, estão instaladas apenas uma estação pluviométrica e uma estação fluviométrica, sendo:

- Estação pluviométrica rio Samambaia (código 01647012), contendo dados de agosto de 2010 a dezembro de 2011 (Figura 11.36). O Quadro 11.26 apresenta a estação pluviométrica que está instalada, sua localização, nome, número de anos que foram considerados como adequados para utilizar na análise e a precipitação média anual;

Estação	2008	2009	2010	2011	2012	2013
1647012						

Disponibilidade de dados 0% 50% 100%

Figura 11.36 - Disponibilidade de dados de precipitação na bacia hidrográfica do rio São Marcos.

Fonte: Elaboração própria, 2024.

Quadro 11.26 - Estação pluviométrica com série histórica consistente instalada na bacia do rio São Marcos.

Código	Longitude	Latitude	Nome	Número de anos utilizados	Precipitação média anual (mm)
1647012	-47,5950	-16,0686	Rio Samambaia	1	1485,6

Fonte: Elaboração própria, 2024.

- Estação fluviométrica rio Samambaia (código 60019000), contendo dados de maio de 2009 a junho de 2014 (Figura 11.37). O Quadro 11.27 apresenta a estação fluviométrica que está instalada, sua localização, nome, número de anos que foram considerados como adequados para utilizar na análise e suas vazões de referência.

Estação	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023
60019000																	

Disponibilidade de dados 0% 50% 100%

Figura 11.37 - Disponibilidade de dados de vazão na bacia hidrográfica do rio São Marcos. Fonte:

Elaboração própria, 2024.

Quadro 11.27 - Estação fluviométrica com série histórica consistente instalada na bacia do rio São Marcos.

Código Posto	Latitude	Longitude	Nº de anos utilizados	Área de drenagem (km ²)	Q ₉₀ (m ³ /s)	Q ₉₅ (m ³ /s)	Q _{mlp} (m ³ /s)	Q _{7,10} (m ³ /s)				
60019000	-16,0686	-47,5950	2	45,34	0,084	0,053	0,503	-				
Código Posto	Qmmm (m ³ /s)											
	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
60019000	0,140	0,141	0,292	0,457	0,666	0,517	0,626	0,541	0,339	0,220	0,129	0,056

Fonte: Elaboração Própria (2024).

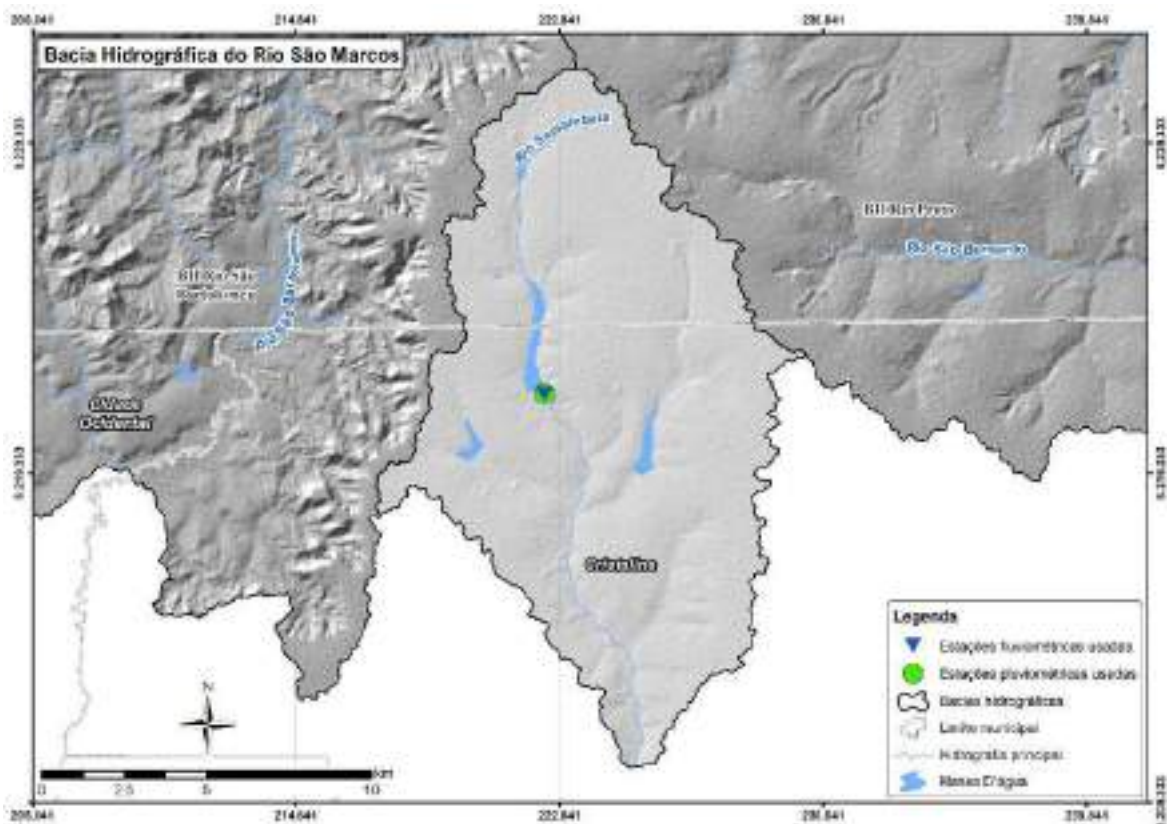


Figura 11.38 - Estações pluviométricas e fluviométricas utilizadas no estudo de disponibilidade na bacia hidrográfica do rio São Marcos. Fonte: Elaboração própria, 2024.

É válido destacar que, segundo o Portal Hidroweb, tanto a estação pluviométrica quanto a estação fluviométrica estão em operação. Entretanto, só foram encontrados dados para essa bacia hidrográfica até o ano de 2001, no caso da precipitação, e até o ano de 2014, no caso da vazão. Sendo assim, sugere-se que os dados das estações sejam periodicamente revisados e que os mesmos sejam atualizados no site.

11.7.5.2 Disponibilidade da bacia São Marcos

Devido ao fato de existir somente uma estação fluviométrica na bacia hidrográfica do rio São Marcos contendo uma série histórica relativamente curta, a

determinação das disponibilidades hídricas nessa bacia hidrográfica foi realizada por meio do uso do modelo HEC-HMS, uma vez que não havia dados suficientes para aplicar o método de regionalização das vazões.

Sendo assim, foi aplicada a metodologia apresentada no item “11.6. *Modelo Hidrológico*” a fim de estimar as vazões de referência na bacia hidrográfica São Marcos. Para realizar a calibração do modelo dessa bacia hidrográfica, foram utilizados os dados da estação fluviométrica Rio Samambaia (código 60019000) a fim de comparar os hidrogramas gerados pelo modelo com os hidrogramas simulados. De toda a série histórica disponível para essa estação, foi selecionado o período compreendido entre os dias 01 de setembro de 2009 e 31 de agosto de 2011 para realizar a calibração dos parâmetros. Foi escolhido esse período, pois entre essas datas não existem falhas na série histórica e também são contemplados dois anos hidrológicos completos.

Sendo assim, após calibrar o modelo hidrológico, considerando os métodos apresentados na seção “11.6. *Modelo Hidrológico*”, os resultados referentes às métricas de desempenho empregadas foram: i) NSlog possuindo um valor de 0,738; ii) erro médio quadrático de 0,71 m³/s; e iii) erro médio absoluto 0,45 m³/s. O valor de NSLog indica que houve uma boa eficiência do modelo em representar as vazões baixas, o que se caracteriza por ser importante na determinação das disponibilidades hídricas da bacia.

Tendo posse do modelo calibrado, foi utilizado o período compreendido entre 1970 e 2018 a fim de determinar as disponibilidades hídricas dessa bacia hidrográfica. As vazões de referência obtidas estão apresentadas no Quadro 11.28.

Quadro 11.28 - Disponibilidade hídrica superficial para a UH da BH do rio São Marcos.

UH	Área acumulada (km ²)	Q ₉₀ (m ³ /s)	Q ₉₅ (m ³ /s)	Q _{7,10} (m ³ /s)	Q _{mlp} (m ³ /s)								
Alto Rio Samambaia	150,14	0,422	0,352	0,289	3,672								
UH	Área acumulada (km ²)	Qmmm (m ³ /s)											
		Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
Alto Rio Samambaia	150,14	4,027	3,912	3,514	2,794	1,481	0,841	0,796	1,035	0,967	1,091	2,248	3,979

Fonte: Elaboração Própria (2024).

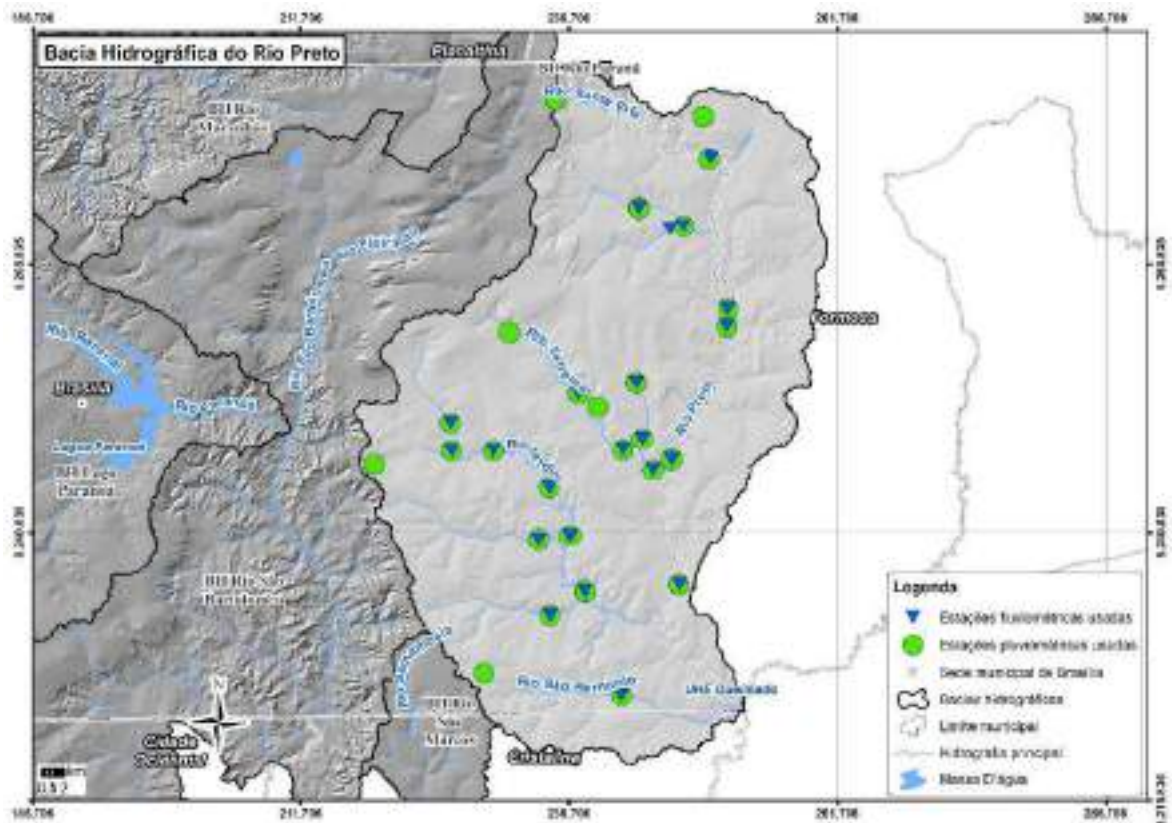


Figura 11.40 - Estações pluviométricas e fluviométricas utilizadas no estudo de disponibilidade na bacia hidrográfica do rio Preto. Fonte: Elaboração própria, 2024.

Quadro 11.29 - Estações pluviométricas com séries históricas consistentes instaladas na bacia do rio Preto.

Código	Latitude	Longitude	Nome	Número de anos utilizados	Precipitação média anual (mm)
1547000	-15,5333	-47,4667	Formosa	28	1455,4
1547003*	-15,5489	-47,3381	Formosa	22	1446,0
1547021*	-15,8386	-47,6272	Barreiro Df-130	43	1330,0
1547022*	-15,7922	-47,4328	Rio Preto	43	1255,6
1547039*	-15,5850	-47,3339	Ribeirão Santa Rita	13	1474,5
1547040*	-15,6411	-47,3561	Ribeirão Jacaré	16	1013,4
1547041*	-15,8286	-47,4114	Ribeirão Extrema	13	1270,0
1547042*	-15,9008	-47,4578	Rio Jardim	9	1180,1
1547043*	-15,9675	-47,4764	Córrego Lamarío	16	1209,8
1547044*	-15,7264	-47,3197	Rio Preto	16	12,7
1547055*	-15,6256	-47,3950	Retiro Do Meio	5	1145,9
1547057*	-15,7108	-47,3189	São José	-	-
1547058*	-15,8372	-47,3689	Rio Preto - Montante Extrema	3	1107,5
1547059*	-15,7725	-47,3989	Lagoinha	5	1089,6
1547060*	-15,8197	-47,3942	Barro Preto	-	-
1547061*	-15,7289	-47,5089	Extrema	7	1143,0
1547062*	-15,7811	-47,4494	Extrema - VC 173	6	786,2
1547063*	-15,8458	-47,3853	Extrema - DF 100	6	1222,9
1547064*	-15,9428	-47,3636	Rio Preto - Fazenda Itapeti	2	1249,1
1547065*	-15,8044	-47,5608	Jardim - Montante Taquari	1	1358,8

Código	Latitude	Longitude	Nome	Número de anos utilizados	Precipitação média anual (mm)
1547066*	-15,8278	-47,5603	Taquari	-	-
1547067*	-15,8281	-47,5239	Jardim - Jusante São Gonçalo	-	-
1547068*	-15,8597	-47,4756	Jardim - DF 260	5	903,0
1547069*	-15,9036	-47,4853	Cariru	1	1549,1
1547070*	-15,9475	-47,4458	Jardim - Montante Lamarío	3	1285,3
1647009*	-16,0358	-47,4150	Rio São Bernardo	11	1012,1
1647016*	-16,0153	-47,5342	São Bernardo	5	1247,4

*Estações em operação. Fonte: Elaboração Própria (2024).

Com relação às estações fluviométricas, 29 estão em operação. Entretanto, apenas 24 estações possuem dados, sendo que o início dos registros é referente à estação 42450350 no ano de 2003. A Figura 11.41 apresenta a disponibilidade de dados em cada uma das estações fluviométricas na bacia do rio Preto. Ao analisar a disponibilidade das estações, percebe-se que poucas delas possuem dados atuais, apesar de várias estarem em operação.

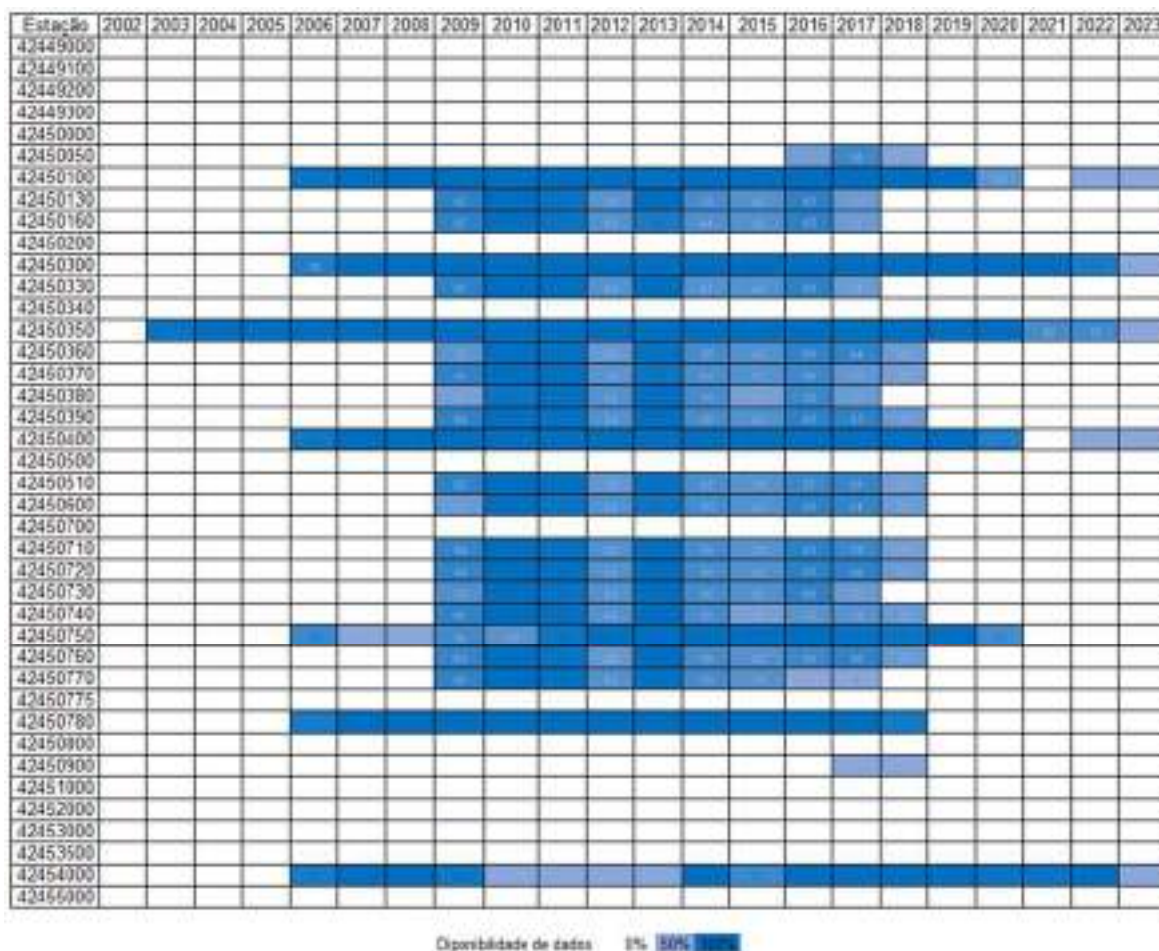


Figura 11.41 - Disponibilidade de dados de vazão na bacia hidrográfica do rio Preto.

Fonte: Elaboração própria, 2024.

Ao realizar uma avaliação das séries históricas das 24 estações fluviométricas com dados que estão instaladas na área da bacia hidrográfica da bacia do rio Preto, percebeu-se que duas delas não possuíam dados suficientes a fim de serem utilizados para realizar a regionalização de vazões (42450050 e 42450770). Desse modo, elas foram removidas da análise. Assim, ao todo foram utilizadas 22 estações fluviométricas (Figura 11.40) para regionalizar as vazões na bacia hidrográfica do rio Preto. As estações (código e nome) que foram utilizadas, sua localização, sua área de drenagem, o número de anos considerados e as vazões de referência estão apresentados no Quadro 11.30.

Quadro 11.30 - Estações fluviométricas com séries históricas consistentes instaladas na bacia do rio Preto.

Código Posto	Latitude	Longitude	Nº de anos utilizados	Área de drenagem (km²)	Q ₉₀ (m³/s)	Q ₉₅ (m³/s)	Q _{mlp} (m³/s)	Q _{7,10} (m³/s)	Q _{mmm} (m³/s)											
									Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
42450100*	-15,5836	-47,3325	13	95,626	0,381	0,309	1,239	0,217	1,142	0,827	0,625	0,516	0,479	0,432	0,781	1,073	0,999	1,277	1,303	1,423
42450130*	-15,6256	-47,395	4	70,530	0,547	0,511	0,910	0,499	0,782	0,678	0,624	0,608	0,597	0,541	0,614	0,737	0,813	0,840	0,887	0,831
42450160*	-15,6431	-47,3681	3	72,646	0,399	0,334	0,848	0,284	0,572	0,469	0,389	0,367	0,568	0,566	0,602	0,752	1,033	0,859	0,907	0,762
42450300*	-15,6406	-47,3567	16	162,112	1,004	0,818	1,914	0,621	1,702	1,423	1,224	1,067	1,108	1,110	1,450	1,830	1,761	1,856	1,990	1,999
42450330*	-15,7108	-47,3189	4	26,629	0,054	0,039	0,287	0,032	0,212	0,170	0,136	0,107	0,142	0,113	0,139	0,184	0,320	0,331	0,319	0,355
42450350*	-15,7258	-47,3194	17	516,536	2,248	1,802	5,794	1,243	4,938	4,023	3,378	3,057	2,928	2,609	3,456	4,826	5,072	5,972	6,347	6,615
42450360*	-15,8372	-47,3689	4	694,668	2,559	2,074	7,048	1,556	5,007	4,019	3,155	2,889	3,417	3,083	4,648	6,177	6,820	6,352	7,489	7,221
42450370*	-15,7725	-47,3989	2	31,192	0,295	0,266	0,510	0,196	0,340	0,338	0,280	0,264	0,383	0,348	0,348	0,434	0,668	0,539	0,570	0,478
42450380*	-15,8197	-47,3942	2	72,304	0,383	0,331	0,711	0,252	0,599	0,467	0,413	0,391	0,392	0,392	0,468	0,496	0,740	0,671	0,743	0,824
42450390*	-15,7811	-47,4494	4	108,298	0,334	0,275	1,060	0,174	0,659	0,530	0,417	0,405	0,528	0,579	0,751	0,757	1,009	0,837	0,770	0,842
42450400*	-15,8286	-47,4111	13	154,067	0,617	0,458	1,675	0,291	1,431	1,085	0,943	0,889	0,789	0,830	0,822	1,223	1,395	1,619	1,598	1,770
42450510*	-15,8458	-47,3853	2	248,865	1,358	1,172	3,141	0,823	2,260	1,825	1,422	1,279	1,545	1,481	1,772	2,890	3,833	2,919	3,353	2,911
42450600*	-15,9428	-47,3636	4	1057,320	3,363	2,701	9,878	2,100	6,641	5,355	3,392	3,705	4,337	4,199	5,831	8,232	10,407	8,388	9,541	8,481
42450710*	-15,8044	-47,5608	4	48,523	0,158	0,123	0,547	0,073	0,381	0,351	0,281	0,233	0,239	0,229	0,313	0,409	0,558	0,561	0,616	0,371
42450720*	-15,8278	-47,5603	4	49,898	0,187	0,123	0,553	0,053	0,437	0,335	0,253	0,203	0,201	0,181	0,369	0,422	0,556	0,619	0,621	0,566
42450730*	-15,8281	-47,5239	3	171,073	0,536	0,457	1,619	0,288	1,420	1,164	0,878	0,641	0,686	0,537	0,872	1,019	1,615	1,600	1,814	1,776
42450740*	-15,8597	-47,4756	3	214,459	0,852	0,764	2,521	0,621	1,779	1,441	0,999	0,873	0,895	0,846	1,216	3,192	3,838	2,103	2,359	2,278
42450750	-15,9008	-47,4581	8	241,162	1,070	0,811	2,430	0,367	2,056	1,689	1,521	1,197	1,285	1,036	1,561	2,075	2,433	2,189	2,355	2,563
42450760*	-15,9036	-47,4853	4	95,583	0,167	0,124	0,879	0,098	0,584	0,434	0,280	0,219	0,241	0,208	0,346	0,703	0,737	0,907	0,947	0,838
42450770*	-15,9475	-47,4458	3	388,708	1,398	1,227	4,316	0,916	3,025	2,453	1,985	1,386	1,526	1,454	2,055	3,413	4,640	3,824	4,459	3,936
42450780	-15,9675	-47,4764	11	79,498	0,228	0,132	0,902	0,113	0,877	0,650	0,546	0,350	0,351	0,323	0,452	0,745	0,851	0,997	1,068	1,099

Código Posto	Latitude	Longitude	Nº de anos utilizados	Área de drenagem (km ²)	Q ₉₀ (m ³ /s)	Q ₉₅ (m ³ /s)	Q _{mlp} (m ³ /s)	Q _{7,10} (m ³ /s)	Q _{mmm} (m ³ /s)											
									Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
42454000	-16,0358	-47,415	9	98,887	0,310	0,243	1,315	0,147	1,098	0,756	0,649	0,522	0,533	0,334	0,686	0,924	1,021	1,337	1,710	1,562

*Estações em operação

Fonte: Elaboração Própria (2024).

11.7.6.2 Disponibilidade da Bacia do Rio Preto

A disponibilidade para cada UH inserida na área de contribuição do rio Preto é apresentada no Quadro 11.31 em m^3/s e no Quadro 11.32 em $L/s.km^2$. Destaca-se que todas as vazões de referência foram estimadas a partir dos ajustes da regionalização de vazão, apresentado no Quadro 11.8.

Quadro 11.31 - Disponibilidade Hídrica para as vazões de referência da BH rio Preto (m³/s).

Nome UH	Área drenagem (km²)	Q ₉₀ (m³/s)	Q ₉₅ (m³/s)	Q _{mlp} (m³/s)	Q _{7,10} (m³/s)	Q _{mmm} (m³/s)											
						Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
Alto Rio Preto	1815,95	6,19	5,01	17,59	3,76	12,16	10,00	7,08	7,01	7,95	7,47	10,56	14,94	17,93	15,48	17,68	16,44
Córrego São Bernardo	152,98	0,57	0,47	1,52	0,34	1,18	0,96	0,79	0,66	0,71	0,65	0,89	1,29	1,55	1,46	1,60	1,55
Rio Jardim	388,33	1,45	1,18	4,01	0,87	2,89	2,36	1,76	1,65	1,84	1,71	2,39	3,41	4,09	3,63	4,09	3,86
Ribeirão Jacaré	180,21	0,69	0,57	1,86	0,41	1,41	1,15	0,92	0,80	0,86	0,80	1,09	1,58	1,90	1,75	1,93	1,86
Ribeirão Santa Rita	103,16	0,50	0,42	1,32	0,29	1,04	0,85	0,71	0,58	0,62	0,57	0,77	1,12	1,35	1,28	1,39	1,36
Ribeirão Extrema	251,87	0,96	0,78	2,63	0,57	1,94	1,58	1,22	1,10	1,21	1,12	1,55	2,23	2,68	2,42	2,70	2,57
Ribeirão Jardim	530,84	1,78	1,45	4,98	1,08	3,55	2,91	2,14	2,03	2,27	2,12	2,97	4,23	5,08	4,48	5,06	4,76

Fonte: Elaboração Própria (2024).

Quadro 11.32 - Disponibilidade Hídrica para as vazões de referência da BH rio Preto (L/s.km²).

Nome UH	Área drenagem (km²)	Q ₉₀ (L/s.km²)	Q ₉₅ (L/s.km²)	Q _{mlp} (L/s.km²)	Q _{7,10} (L/s.km²)	Q _{mmm} (L/s.km²)											
						Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
Alto Rio Preto	1815,95	3,41	2,76	9,69	2,07	6,70	5,50	3,90	3,86	4,38	4,11	5,81	8,23	9,88	8,52	9,74	9,05
Córrego São Bernardo	152,98	3,75	3,09	9,94	2,20	7,74	6,28	5,13	4,34	4,66	4,27	5,81	8,43	10,14	9,53	10,43	10,12
Rio Jardim	388,33	3,72	3,03	10,34	2,24	7,43	6,08	4,54	4,24	4,73	4,40	6,15	8,78	10,54	9,36	10,54	9,94
Ribeirão Jacaré	180,21	3,84	3,15	10,32	2,27	7,85	6,38	5,09	4,42	4,80	4,42	6,06	8,75	10,53	9,73	10,73	10,34
Ribeirão Santa Rita	103,16	4,88	4,03	12,78	2,85	10,13	8,20	6,84	5,66	6,02	5,50	7,43	10,83	13,04	12,42	13,50	13,19
Ribeirão Extrema	251,87	3,82	3,12	10,43	2,28	7,70	6,28	4,84	4,37	4,81	4,46	6,17	8,85	10,64	9,62	10,73	10,22
Ribeirão Jardim	530,84	3,36	2,73	9,39	2,03	6,68	5,48	4,03	3,83	4,28	4,00	5,60	7,97	9,57	8,44	9,54	8,96

Fonte: Elaboração Própria (2024)..

11.7.7 Rio Maranhão

11.7.7.1 Dados Hidrológicos para a Bacia do Rio Maranhão

Na área da bacia hidrográfica do rio Maranhão existem 13 estações pluviométricas e 22 estações fluviométricas instaladas. Das 13 estações pluviométricas instaladas na área da bacia, 11 encontram-se em operação de acordo com dados do Portal Hidroweb. Ao realizar o download dos dados das estações, somente 10 possuíam dados registrados.

Na Figura 11.42 está apresentada a disponibilidade temporal de dados de cada uma das estações instaladas nessa bacia hidrográfica. Nesse caso, uma estação possui mais de 40 anos de dados registrados sem falhas.



Figura 11.42 - Disponibilidade de dados de precipitação na bacia hidrográfica do rio Maranhão.

Fonte: Elaboração própria, 2024.

Ao realizar uma análise mais aprofundada das séries históricas das estações, foi percebido que nove possuem dados que podem ser utilizados a fim de determinar os padrões de chuvas da região. O código das estações, bem como sua localização (Figura 11.43), o número de anos com dados consistentes e a precipitação média anual estão apresentados no Quadro 11.33.

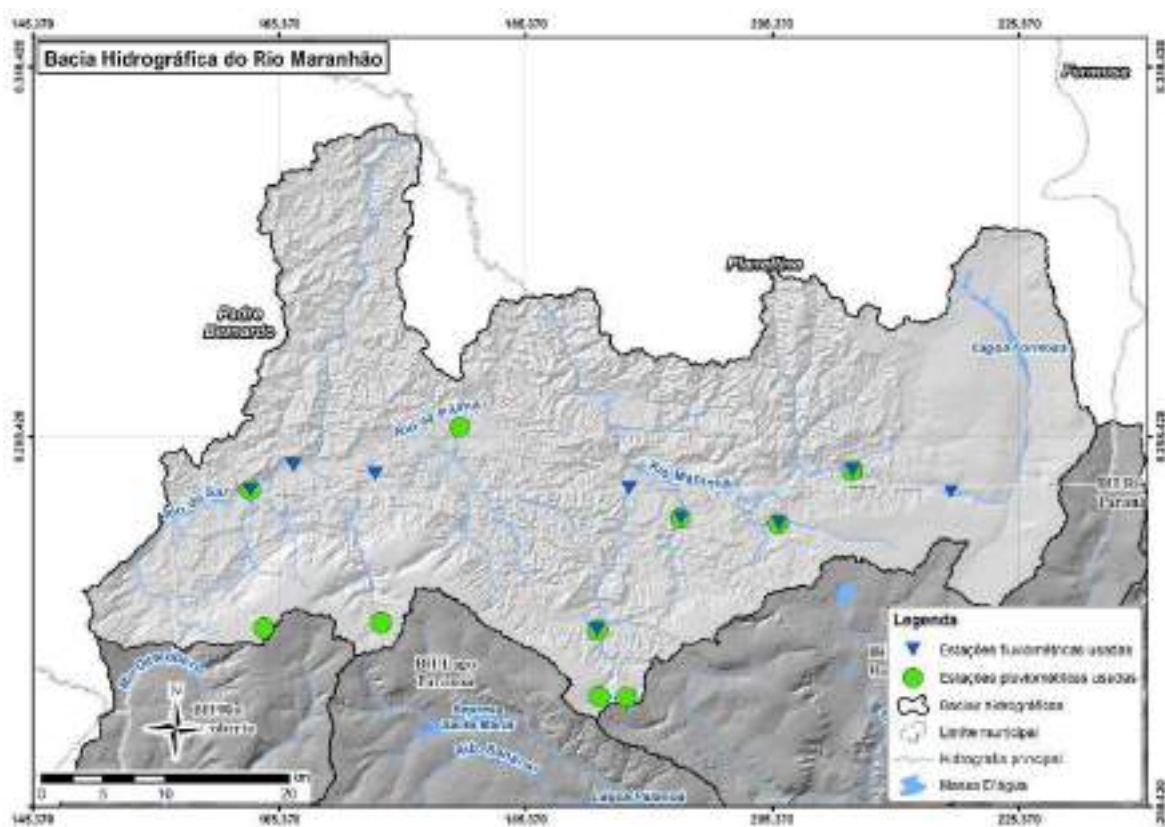


Figura 11.43 - Estações pluviométricas e fluviométricas utilizadas no estudo de disponibilidade na bacia hidrográfica do rio Maranhão. Fonte: Elaboração própria, 2024.

Quadro 11.33 - Estações pluviométricas com séries históricas consistentes instaladas na BH do rio Maranhão.

Código	Latitude	Longitude	Nome	Número de anos utilizados	Precipitação média anual (mm)
1547010*	-15,6531	-47,8789	Contagem	41	1542,1
1547038	-15,6539	-47,8589	Costa Barros	3	1423,3
1547049*	-15,4900	-47,6858	Rio Maranhão	5	1086,7
1547050*	-15,5281	-47,7419	Ribeirão Palmeiras	6	1272,3
1547051*	-15,5231	-47,8158	Sonhem	8	1490,4
1547052*	-15,6039	-47,8800	Contagem - Rua do Mato	6	839,4
1547054*	-15,4542	-47,9817	Salinas	0	-
1548013	-15,5967	-48,0431	Fazenda Santa Elisa	20	1499,6
1548036*	-15,4981	-48,1406	Rio do Sal	1	1115,0
1548041*	-15,5992	-48,1317	Radiobras	7	1426,2

*Estações em operação

Fonte: Elaboração Própria (2024).

Com relação às estações fluviométricas, 15 estão em operação, mas apenas dez possuem dados, sendo que o primeiro registro é referente à estação 20009000 no início do ano de 2003. A Figura 11.44 apresenta a disponibilidade de dados em cada uma das estações fluviométricas na bacia do rio Maranhão. Ao analisar a figura, percebe-se que há um maior monitoramento fluviométrico nessa bacia hidrográfica entre os anos de 2009 e 2018. Apesar de não ter muitos dados

recentes, talvez os dados apenas não tenham sido atualizados no sistema e, assim, não estejam disponíveis para download.

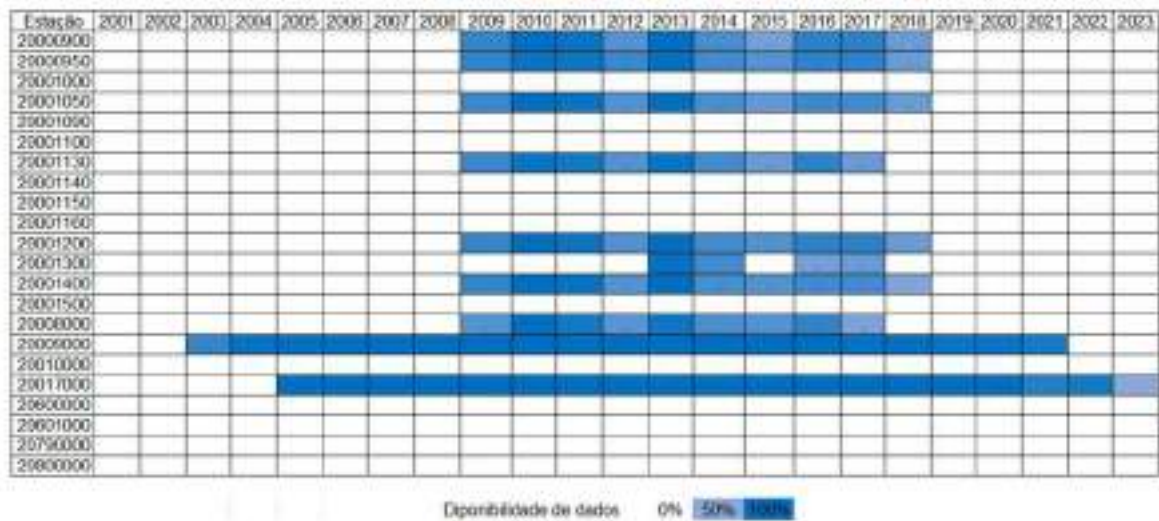


Figura 11.44 - Disponibilidade de dados fluviométricos na bacia hidrográfica do rio Maranhão.

Fonte: Elaboração própria, 2024.

Após realizar a análise das séries históricas, foram selecionadas nove estações fluviométricas (Figura 11.43) para regionalizar as vazões na bacia hidrográfica do rio Maranhão. As estações (código e nome) que foram utilizadas, sua localização, sua área de drenagem, o número de anos considerados e as vazões de referência estão apresentados pelo Quadro 11.34.

Quadro 11.34 - Estações fluviométricas com séries históricas consistentes instaladas na BH do rio Maranhão.

Código Posto	Latitude	Longitude	Nº de anos utilizados	Área de drenagem (km ²)	Q ₉₀ (m ³ /s)	Q ₉₅ (m ³ /s)	Q _{mip} (m ³ /s)	Q _{7,10} (m ³ /s)	Q _{mmm} (m ³ /s)											
									Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
20000900*	-15,49	-47,6858	3	376,34	1,143	1,106	2,489	0,881	1,635	1,378	1,257	1,118	1,063	1,089	1,215	1,373	2,077	2,097	2,183	2,216
20000950*	-15,5281	-47,7419	3	55,54	0,202	0,142	0,453	0,063	0,285	0,289	0,279	0,210	0,344	0,355	0,351	0,398	0,409	0,393	0,282	0,361
20001050*	-15,5231	-47,8158	3	45,30	0,055	0,052	0,336	0,041	0,101	0,075	0,059	0,053	0,051	0,056	0,075	0,156	0,145	0,144	0,217	0,169
20001130*	-15,6039	-47,88	3	29,49	0,154	0,100	0,518	0,046	0,383	0,368	0,355	0,321	1,016	0,298	0,235	0,236	0,253	0,266	0,257	0,398
20001200*	-15,5008	-47,8542	4	138,37	0,620	0,503	1,652	0,242	0,939	0,811	0,737	0,720	0,636	0,590	0,833	1,068	1,082	0,975	1,202	1,150
20001400*	-15,4875	-48,0458	3	78,00	0,496	0,408	1,229	0,380	0,757	0,688	0,626	0,477	0,426	0,411	0,659	0,935	1,223	1,245	1,250	1,074
20008000*	-15,4981	-48,1406	3	159,65	0,211	0,111	1,831	0,061	0,494	0,345	0,360	0,357	0,540	0,494	0,428	0,667	1,981	1,528	1,478	0,990
20009000*	-15,4811	-48,1075	18	199,60	0,737	0,560	2,831	0,279	1,742	1,351	1,115	0,915	0,835	0,778	0,850	1,289	1,744	1,985	2,350	2,338
20017000*	-15,5064	-47,6114	16	224,90	0,270	0,191	0,836	0,119	0,611	0,516	0,450	0,421	0,473	0,463	0,541	0,675	0,735	0,793	0,857	0,784

*Estações em operação

Fonte: Elaboração Própria (2024).

11.7.7.2 Disponibilidade do Rio Maranhão

A disponibilidade para cada UH inserida na área de contribuição do rio Maranhão é apresentada no Quadro 11.35 em m^3/s e no Quadro 11.36 em $L/s.km^2$. Destaca-se que todas as vazões de referência foram estimadas a partir dos ajustes da regionalização de vazões, apresentado no Quadro 11.8.

Quadro 11.35 - Disponibilidade Hídrica para as vazões de referência da BH rio Maranhão (m³/s).

Nome UH	Área drenagem (km ²)	Q ₉₀ (m ³ /s)	Q ₉₅ (m ³ /s)	Q _{mlp} (m ³ /s)	Q _{7,10} (m ³ /s)	Q _{mmm} (m ³ /s)											
						Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
Rio da Palma	383,65	1,14	0,98	3,34	0,69	3,34	1,97	1,63	1,45	1,29	1,31	1,25	1,43	1,82	2,67	2,65	2,84
Alto Rio Maranhão	1430,09	4,02	3,47	11,77	2,42	11,77	6,95	5,73	5,12	4,53	4,61	4,41	5,02	6,40	9,41	9,33	10,02
Rio do Sal	512,59	1,52	1,31	4,45	0,92	4,45	2,63	2,17	1,94	1,71	1,74	1,67	1,90	2,42	3,56	3,53	3,79
Rio Palmeiras	92,71	0,26	0,22	0,75	0,15	0,75	0,44	0,36	0,32	0,29	0,29	0,28	0,32	0,41	0,60	0,59	0,64
Rio Sonhém	56,78	0,16	0,14	0,47	0,10	0,47	0,28	0,23	0,21	0,18	0,19	0,18	0,20	0,26	0,38	0,38	0,40
Ribeirão da Contagem	145,55	0,43	0,37	1,25	0,26	1,25	0,74	0,61	0,54	0,48	0,49	0,47	0,53	0,68	1,00	0,99	1,06

Fonte: Elaboração Própria (2024).

 Quadro 11.36 - Disponibilidade Hídrica para as vazões de referência da BH rio Maranhão (L/ s.km²).

Nome UH	Área drenagem (km ²)	Q ₉₀ (L/s.km ²)	Q ₉₅ (L/s.km ²)	Q _{mlp} (L/s.km ²)	Q _{7,10} (L/s.km ²)	Q _{mmm} (L/s.km ²)											
						Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
Rio da Palma	383,65	2,98	2,56	8,71	1,79	8,71	5,14	4,24	3,79	3,35	3,41	3,26	3,71	4,74	6,96	6,90	7,41
Alto Rio Maranhão	1430,09	2,81	2,42	8,23	1,69	8,23	4,86	4,01	3,58	3,17	3,23	3,08	3,51	4,48	6,58	6,52	7,01
Rio do Sal	512,59	2,97	2,56	8,68	1,79	8,68	5,13	4,23	3,78	3,34	3,40	3,25	3,70	4,72	6,94	6,88	7,39
Rio Palmeiras	92,71	2,75	2,37	8,05	1,66	8,05	4,75	3,92	3,50	3,10	3,15	3,02	3,43	4,38	6,43	6,38	6,85
Rio Sonhém	56,78	2,85	2,46	8,35	1,72	8,35	4,93	4,07	3,63	3,22	3,27	3,13	3,56	4,54	6,68	6,62	7,11
Ribeirão da Contagem	145,55	2,93	2,52	8,57	1,76	8,57	5,06	4,17	3,73	3,30	3,36	3,21	3,66	4,66	6,85	6,79	7,30

Fonte: Elaboração Própria (2024).

11.7.8 Disponibilidade hídrica na Bacia hidrográfica do Rio Paranã

Para determinação da disponibilidade hídrica na UH Córrego Bandeirinha (4,78 km²), situada na bacia hidrográfica do rio Paranã, foram utilizadas as equações de regionalização obtidas para a bacia hidrográfica do rio São Bartolomeu, mais especificamente utilizando como comparação as características da UH Rio Pípiripau. Optou-se por utilizar as equações do rio São Bartolomeu para determinar as disponibilidades hídricas da UH Córrego Bandeirinha devido à similaridade dos tipos de solos entre as cabeceiras dessas bacias hidrográficas e devido ao uso e ocupação do solo ser similar entre essas regiões, além da proximidade geográfica entre ambas.

Para realizar a comparação das informações entre as diferentes bacias hidrográficas, foi utilizado o mapa pedológico brasileiro, obtido a partir do Instituto Brasileiro de Geografia Estatística, referente ao ano de 2021, e também foram utilizadas imagens de satélite a fim de verificar qual o uso do solo predominante no local. A partir da realização dessas análises, concluiu-se que a cabeceira do córrego Bandeirinha é muito similar à cabeceira dos rios da bacia hidrográfica do rio São Bartolomeu.

Foi necessário realizar essa comparação ao invés de utilizar a metodologia de regionalização ou modelos hidrológicos, já que na área dessa UH não existem postos pluviométricos e fluviométricos instalados. Sendo assim, as disponibilidades hídricas nessa UH para as diferentes vazões de referência estão apresentadas pelo Quadro 11.37. É válido destacar que nessa bacia não foram considerados os usos consuntivos pois não existem captações outorgadas.

Quadro 11.37 - Disponibilidade hídrica na UH Córrego Bandeirinha.

UH Córrego Bandeirinha	Q (m ³ /s)	Q (L/s.km ²)
Q ₉₀	0,03	5,47
Q ₉₅	0,02	4,45
Q _{mlp}	0,07	13,92
Q _{7,10}	0,01	3,11
Q _{mmm Jan}	0,04	9,27
Q _{mmm Fev}	0,04	7,90
Q _{mmm Mar}	0,03	6,85
Q _{mmm Abr}	0,03	5,98
Q _{mmm Mai}	0,03	5,30
Q _{mmm Jun}	0,03	5,32
Q _{mmm Jul}	0,04	7,51
Q _{mmm Ago}	0,04	9,31
Q _{mmm Set}	0,06	11,54
Q _{mmm Out}	0,05	11,29
Q _{mmm Nov}	0,05	11,22

UH Córrego Bandeirinha	Q (m ³ /s)	Q (L/s.km ²)
Q _{mmm Dez}	0,06	11,63

Fonte: Elaboração Própria (2024).

11.7.9 Síntese da Disponibilidade Hídrica Superficial

No Quadro 11.38 é apresentada uma síntese das vazões de referência calculadas para cada UH referente às bacias hidrográficas distritais. Essas informações fornecem a disponibilidade hídrica e são a base para o cálculo do balanço hídrico na RIDE Hidrológica.

Quadro 11.38 - Disponibilidade hídrica específica (L/s.km²) para cada uma das UHs.

Nome UH	Q90	Q95	Qmlp	Q7,10	Qmmm Jan	Qmmm Fev	Qmmm Mar	Qmmm Abr	Qmmm Mai	Qmmm Jun	Qmmm Jul	Qmmm Ago	Qmmm Set	Qmmm Out	Qmmm Nov	Qmmm Dez
Alto Rio Samambaia	2,81	2,34	24,45	1,92	26,82	26,05	23,40	18,61	9,87	5,60	5,30	6,89	6,44	7,27	14,97	26,50
Alto Rio Maranhão	2,81	2,42	8,23	1,69	8,23	4,86	4,01	3,58	3,17	3,23	3,08	3,51	4,48	6,58	6,52	7,01
Alto Rio Preto	3,41	2,76	9,69	2,07	6,70	5,50	3,90	3,86	4,38	4,11	5,81	8,23	9,88	8,52	9,74	9,05
Alto Rio Bartolomeu	5,66	4,66	14,14	3,32	9,80	8,41	7,31	6,40	5,56	5,58	7,76	9,53	11,72	11,48	11,48	11,95
Baixo Rio Descoberto	6,31	5,73	15,65	4,30	8,26	7,30	5,99	5,20	4,92	4,99	6,43	8,48	12,66	12,93	17,87	13,56
Baixo Rio São Bartolomeu	4,63	3,46	13,18	2,09	6,67	5,34	4,57	3,86	4,05	4,04	6,35	8,40	10,93	10,64	10,18	10,28
Córrego Bananal	3,82	2,70	17,68	2,27	10,59	11,52	4,78	4,77	3,89	4,57	5,10	5,87	11,84	9,38	14,73	14,54
Córrego São Bernardo	3,75	3,09	9,94	2,20	7,74	6,28	5,13	4,34	4,66	4,27	5,81	8,43	10,14	9,53	10,43	10,12
Lago Paranoá	3,75	2,66	16,16	2,23	6,77	7,45	4,70	4,69	3,82	4,49	5,01	5,77	10,24	9,22	9,44	9,57
Médio Rio Descoberto	6,08	5,50	15,24	4,17	8,53	7,51	6,26	5,39	5,22	5,27	6,66	8,68	12,61	12,97	17,49	13,51
Médio Rio São Bartolomeu	4,83	3,62	13,67	2,20	7,00	5,62	4,82	4,08	4,24	4,23	6,62	8,73	11,33	11,04	10,58	10,69
Rio da Palma	2,98	2,56	8,71	1,79	8,71	5,14	4,24	3,79	3,35	3,41	3,26	3,71	4,74	6,96	6,90	7,41
Riacho Fundo	4,04	2,86	18,07	2,40	9,28	10,15	5,06	5,05	4,12	4,84	5,40	6,21	11,80	9,93	12,92	12,89
Ribeirão Cachoeirinha	6,16	5,49	13,47	4,36	12,24	10,98	9,61	8,60	6,63	6,69	8,44	9,65	11,16	11,01	11,55	12,40
Ribeirão da Contagem	2,93	2,52	8,57	1,76	8,57	5,06	4,17	3,73	3,30	3,36	3,21	3,66	4,66	6,85	6,79	7,30
Ribeirão das Pedras	6,30	5,57	17,43	4,62	14,36	12,52	11,21	9,27	10,18	10,03	11,47	14,04	17,06	18,45	20,80	18,45
Ribeirão do Gama	3,92	2,77	17,89	2,33	10,11	11,02	4,91	4,89	3,99	4,69	5,23	6,02	11,86	9,62	14,07	13,95
Ribeirão do Torto	3,91	2,77	17,39	2,33	8,71	9,53	4,90	4,88	3,98	4,68	5,22	6,01	11,31	9,60	12,13	12,13

Nome UH	Q90	Q95	Qmlp	Q7,10	Qmmm Jan	Qmmm Fev	Qmmm Mar	Qmmm Abr	Qmmm Mai	Qmmm Jun	Qmmm Jul	Qmmm Ago	Qmmm Set	Qmmm Out	Qmmm Nov	Qmmm Dez
Ribeirão Engenho das Lages	6,70	5,92	18,52	4,92	15,21	13,26	11,86	9,82	10,77	10,62	12,15	14,88	18,10	19,57	22,10	19,58
Ribeirão Extrema	3,82	3,12	10,43	2,28	7,70	6,28	4,84	4,37	4,81	4,46	6,17	8,85	10,64	9,62	10,73	10,22
Ribeirão Jacaré	3,84	3,15	10,32	2,27	7,85	6,38	5,09	4,42	4,80	4,42	6,06	8,75	10,53	9,73	10,73	10,34
Ribeirão Jardim	3,36	2,73	9,39	2,03	6,68	5,48	4,03	3,83	4,28	4,00	5,60	7,97	9,57	8,44	9,54	8,96
Ribeirão Maria Pereira	5,71	4,72	14,17	3,38	9,95	8,56	7,44	6,53	5,63	5,65	7,83	9,58	11,74	11,51	11,53	12,02
Ribeirão Papuda	6,83	6,38	13,60	5,34	14,67	13,43	11,81	10,65	7,76	7,84	9,36	10,21	11,27	11,18	12,15	13,33
Ribeirão Ponte Alta	7,11	6,09	19,68	4,65	12,56	10,20	8,70	6,11	6,81	7,10	8,82	12,13	13,03	12,59	14,94	15,26
Ribeirão do Rodeador	6,13	5,51	15,92	4,31	10,44	9,16	7,88	6,66	6,86	6,84	8,24	10,44	14,05	14,75	18,53	15,11
Ribeirão Saia Velha	5,60	4,48	14,57	3,05	9,19	7,75	6,71	5,83	5,32	5,32	7,68	9,65	12,08	11,81	11,64	12,00
Ribeirão Santa Rita	4,88	4,03	12,78	2,85	10,13	8,20	6,84	5,66	6,02	5,50	7,43	10,83	13,04	12,42	13,50	13,19
Ribeirão do Santana	5,68	4,73	13,94	3,43	10,03	8,67	7,55	6,63	5,65	5,68	7,79	9,47	11,55	11,33	11,40	11,91
Ribeirão Sobradinho	6,09	5,16	14,57	3,82	11,06	9,65	8,41	7,43	6,18	6,21	8,35	10,02	12,08	11,86	12,03	12,66
Ribeirão Taboca	7,51	7,28	13,77	6,35	17,13	15,92	14,04	12,74	8,90	9,01	10,30	10,79	11,41	11,38	12,78	14,30
Rio Alagado	5,83	4,82	18,87	4,21	10,85	8,08	6,82	5,03	5,88	5,58	7,23	10,77	11,12	10,46	12,50	13,40
Rio Descoberto	6,24	5,58	16,46	4,43	11,49	10,06	8,77	7,36	7,73	7,68	9,11	11,42	14,92	15,80	19,28	16,08
Rio do Sal	2,97	2,56	8,68	1,79	8,68	5,13	4,23	3,78	3,34	3,40	3,25	3,70	4,72	6,94	6,88	7,39
Rio Jardim	3,72	3,03	10,34	2,24	7,43	6,08	4,54	4,24	4,73	4,40	6,15	8,78	10,54	9,36	10,54	9,94
Rio Melchior	6,26	5,62	16,34	4,42	10,92	9,58	8,28	6,98	7,23	7,20	8,63	10,90	14,54	15,31	19,06	15,65
Rio Palmeiras	2,75	2,37	8,05	1,66	8,05	4,75	3,92	3,50	3,10	3,15	3,02	3,43	4,38	6,43	6,38	6,85
Rio Pipiripau	5,47	4,45	13,92	3,11	9,27	7,90	6,85	5,98	5,30	5,32	7,51	9,31	11,54	11,29	11,22	11,63
Rio Santa Maria	6,22	5,25	18,53	4,26	11,25	8,79	7,46	5,36	6,10	6,10	7,72	11,01	11,61	11,08	13,20	13,78

Nome UH	Q90	Q95	Qmlp	Q7,10	Qmmm Jan	Qmmm Fev	Qmmm Mar	Qmmm Abr	Qmmm Mai	Qmmm Jun	Qmmm Jul	Qmmm Ago	Qmmm Set	Qmmm Out	Qmmm Nov	Qmmm Dez
Rio Sonhém	2,85	2,46	8,35	1,72	8,35	4,93	4,07	3,63	3,22	3,27	3,13	3,56	4,54	6,68	6,62	7,11
Córrego Bandeirinha	5,47	4,45	13,93	3,11	9,27	7,90	6,85	5,98	5,30	5,32	7,51	9,31	11,54	11,29	11,22	11,63

Fonte: Elaboração Própria (2024).

As informações de vazão de referência estão apresentadas de forma espacializada nas Figura 11.45 a Figura 11.49, que fornecem uma análise abrangente da disponibilidade hídrica em diferentes UHs, e também oferecem uma base sólida para decisões informadas e estratégias futuras relacionadas ao uso sustentável dos recursos hídricos.

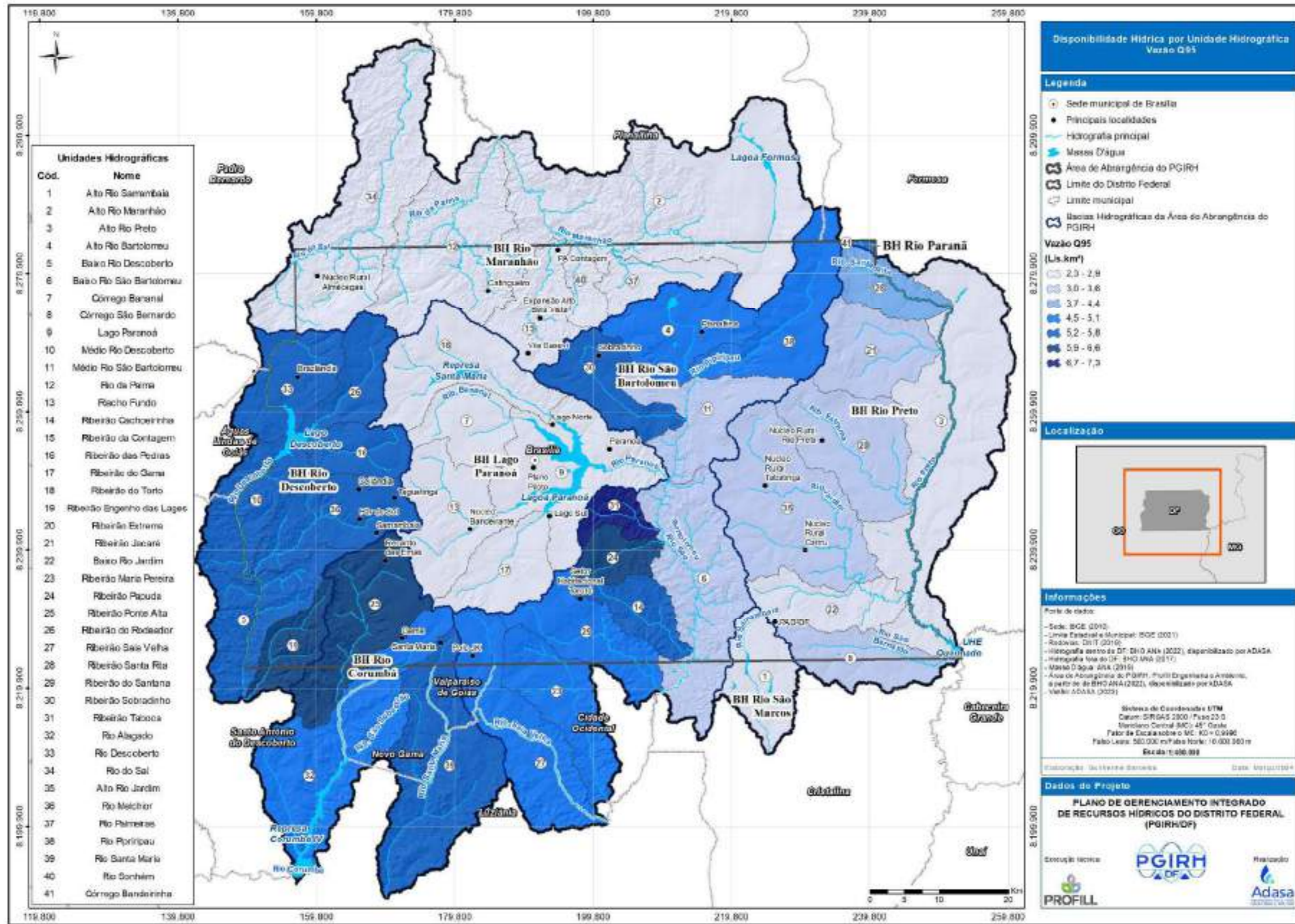


Figura 11.46 - Disponibilidade hídrica referente à vazão Q₉₅ nas UHs distritais.

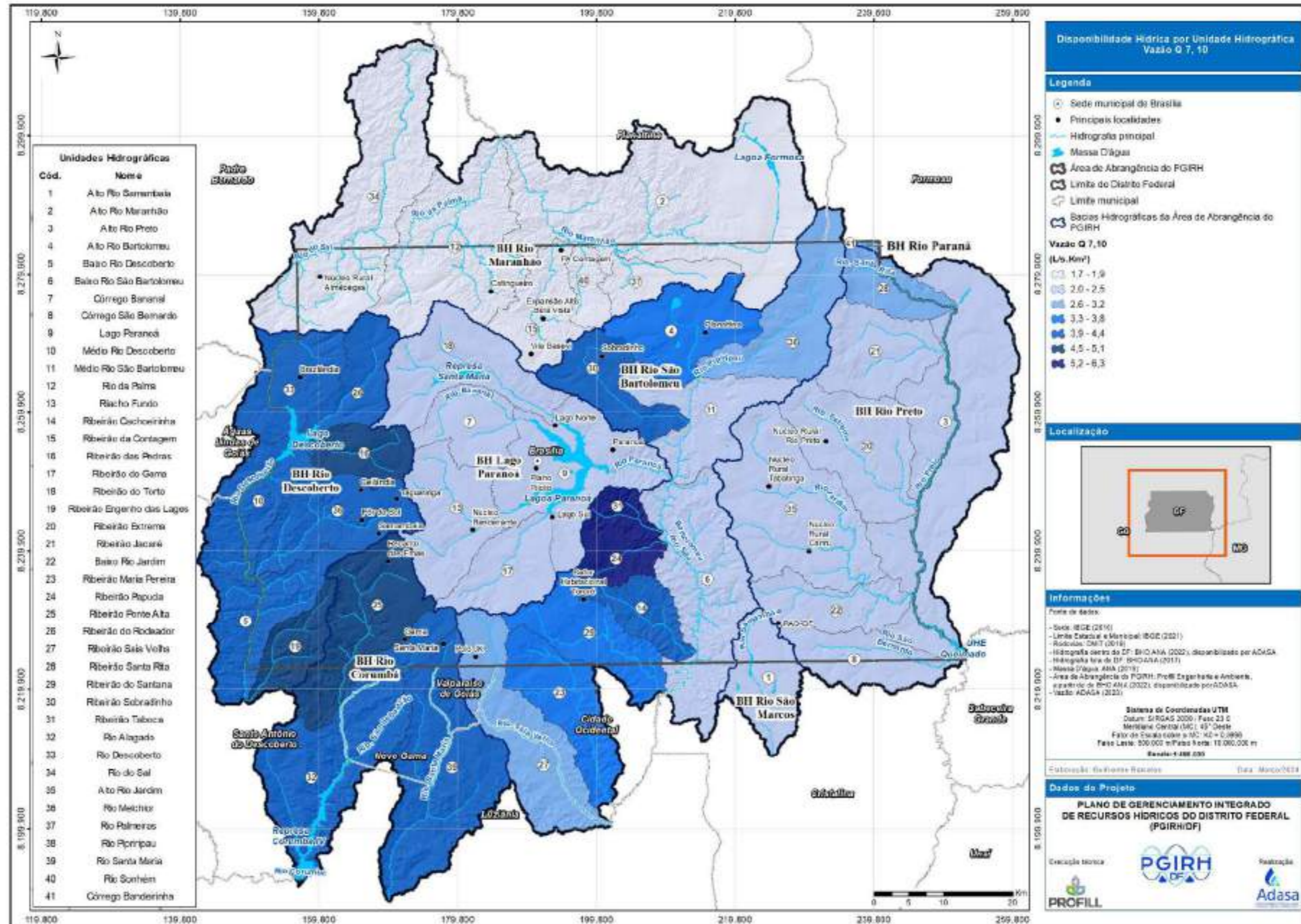


Figura 11.47 - Disponibilidade hídrica referente à vazão Q_{7,10} nas UHs distritais.

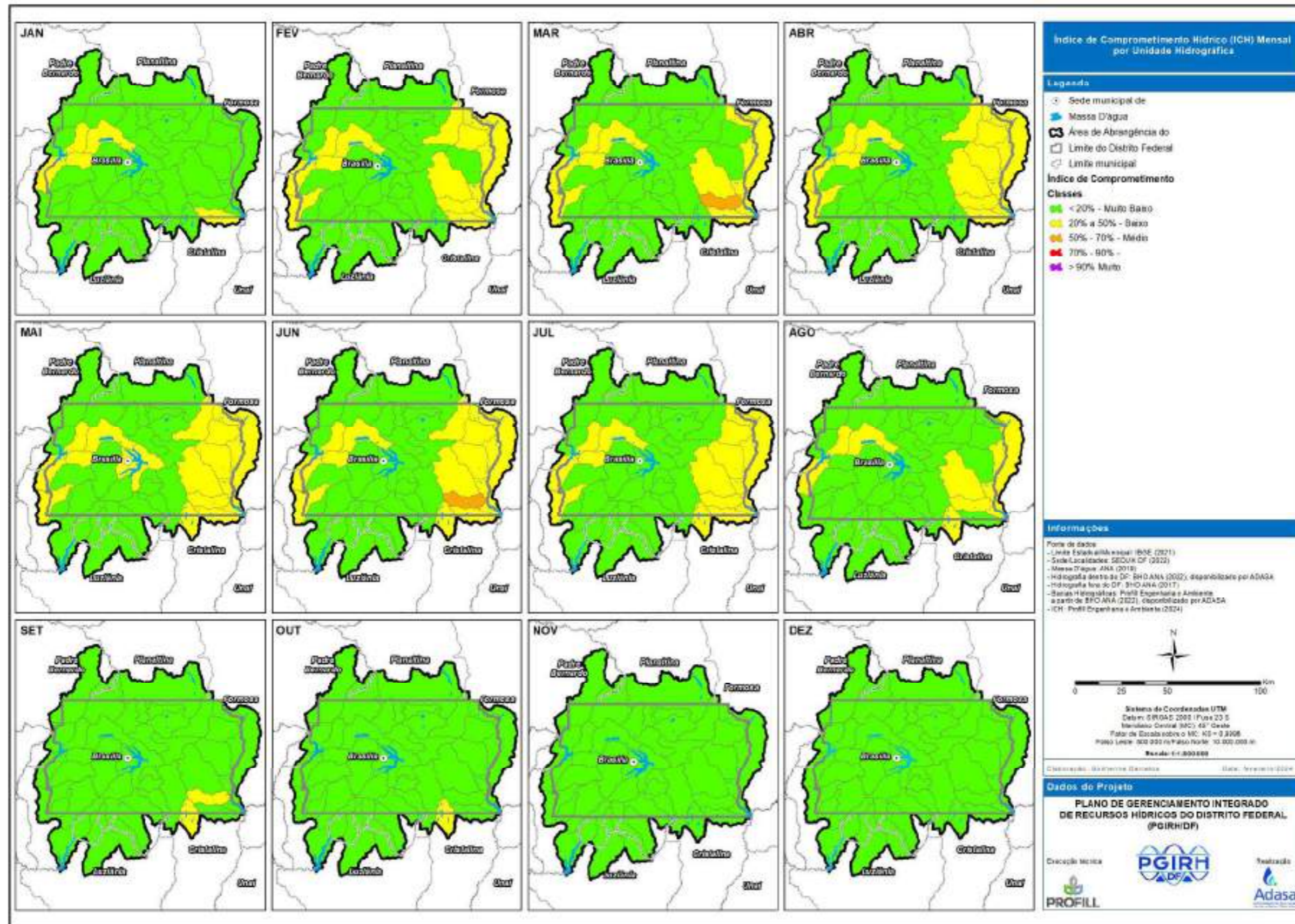


Figura 11.48 - Disponibilidade hídrica referente à vazão Q_{mm} nas UHs distritais.

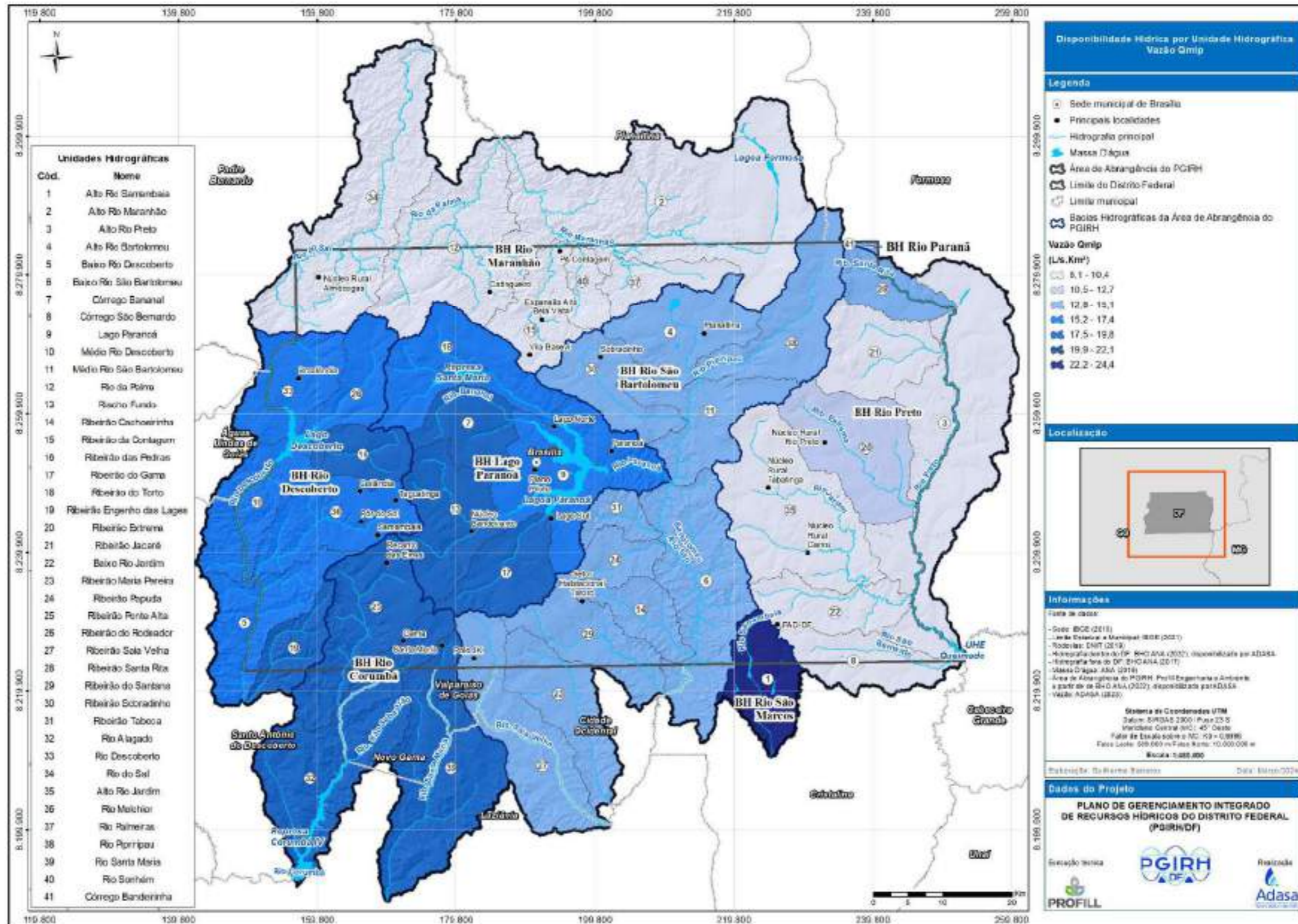


Figura 11.49 - Disponibilidade hídrica referente à vazão Q_{mip} nas UHs distritais.

11.7.10 Balanço Hídrico Superficial

O balanço hídrico superficial foi realizado considerando a disponibilidade obtida com base nas vazões de referência estimadas por meio da regionalização ou modelagem. Basicamente, o balanço hídrico foi feito pela diferença entre disponibilidade e demandas (Equação 5). Os usos consuntivos são subtraídos das vazões de referência, possibilitando a identificação de trechos em que há possibilidade de estresse hídrico em períodos de vazões mínimas e possíveis conflitos de uso. Adicionalmente, foi calculado o Índice de Comprometimento Hídrico (ICH) (Equação 6), que permite avaliar a relação de disponibilidade e demanda em percentuais. As seguintes equações apresentam as fórmulas utilizadas para determinar o balanço hídrico nas UHs distritais:

$$Q_{remanescente} = Q_{disponível} - \sum_{i=1}^N Q_{demanda} \quad (\text{Equação 5})$$

$$ICH = \frac{\sum_{i=1}^N Q_{demanda}}{Q_{disponível}} \quad (\text{Equação 6})$$

As informações resultantes dessas análises podem ser utilizadas na gestão integrada de recursos hídricos ao verificar a compatibilidade entre a disponibilidade de vazões e projeções de aumento de consumos de acordo crescimento demográfico e expansão de atividades produtivas (agrícolas e/ou industriais).

Dessa forma, o balanço hídrico para as UHs distritais foi determinado a partir da diferença entre as disponibilidades hídricas apresentadas pelo Quadro 11.38 com as demandas obtidas a partir dos cadastros da Adasa. Os resultados da aplicação da Equação 5 aos dados das bacias distritais estão apresentados no Quadro 11.39, que apresenta o balanço hídrico para cada UH.

Quadro 11.39 - Balanço hídrico das UHs considerando diferentes vazões de referência. Todas as vazões apresentadas no quadro estão em m³/s, sendo que os valores apresentados em vermelho são referentes as vazões mais baixas, enquanto que os valores apresentados em verde, são referentes às vazões mais elevadas.

Nome UH	Q90	Q95	Qmlp	Q7,10	Qmmm Jan	Qmmm Fev	Qmmm Mar	Qmmm Abr	Qmmm Mai	Qmmm Jun	Qmmm Jul	Qmmm Ago	Qmmm Set	Qmmm Out	Qmmm Nov	Qmmm Dez
Alto Rio Samambaia	0,16	0,09	3,41	0,03	3,88	3,76	3,31	2,49	1,1	0,53	0,47	0,61	0,57	0,87	2,1	3,86
Alto Rio Maranhão	3,93	3,37	11,68	2,33	11,63	6,81	5,59	4,98	4,39	4,47	4,28	4,89	6,26	9,28	9,2	9,88
Alto Rio Preto	3,47	2,29	14,87	1,04	10,51	8,22	4,61	4,13	4,36	3,74	6,74	11,27	14,5	13,19	15,93	14,9
Alto Rio Bartolomeu	1	0,8	2,71	0,53	1,82	1,54	1,32	1,14	0,98	0,98	1,43	1,79	2,24	2,19	2,19	2,27
Baixo Rio Descoberto	5,42	4,79	15,67	3,22	7,48	6,45	5,02	4,14	3,85	3,97	5,59	7,86	12,47	12,79	18,17	13,37
Baixo Rio São Bartolomeu	10,45	7,4	32,66	3,84	15,7	12,26	10,25	8,38	8,86	8,87	14,9	20,27	26,88	26,17	24,97	25,16
Córrego Bananal	0,48	0,34	2,25	0,28	1,35	1,47	0,6	0,6	0,49	0,58	0,65	0,74	1,51	1,19	1,88	1,85
Córrego São Bernardo	0,34	0,24	1,29	0,1	0,95	0,73	0,53	0,4	0,45	0,42	0,66	1,05	1,32	1,25	1,41	1,34
Lago Paranoá	3,12	1,96	16,28	1,51	6,27	7,02	4,1	4,08	3,17	3,9	4,46	5,28	10,04	8,97	9,17	9,28
Médio Rio Descoberto	2,2	1,86	7,65	1,07	3,57	3	2,26	1,73	1,65	1,72	2,58	3,81	6,16	6,39	9,05	6,61
Médio Rio São Bartolomeu	8,28	6,06	24,51	3,46	12,24	9,71	8,23	6,86	7,17	7,17	11,56	15,47	20,28	19,74	18,89	19,05
Rio da Palma	1,14	0,98	3,34	0,68	3,34	1,97	1,62	1,45	1,28	1,3	1,25	1,42	1,81	2,67	2,64	2,84
Riacho Fundo	0,78	0,53	3,76	0,43	1,9	2,08	1	0,99	0,79	0,95	1,07	1,24	2,43	2,04	2,67	2,67
Ribeirão Cachoeirinha	0,61	0,54	1,36	0,42	1,23	1,1	0,96	0,85	0,65	0,66	0,84	0,97	1,12	1,11	1,16	1,25
Ribeirão da Contagem	0,37	0,32	1,2	0,21	1,19	0,68	0,55	0,49	0,42	0,44	0,42	0,49	0,63	0,95	0,94	1,01
Ribeirão das Pedras	0,34	0,26	1,5	0,17	1,16	0,96	0,83	0,62	0,73	0,73	0,89	1,17	1,49	1,64	1,87	1,59
Ribeirão do Gama	0,52	0,35	2,63	0,28	1,42	1,58	0,66	0,65	0,53	0,64	0,73	0,86	1,74	1,4	2,07	2,03
Ribeirão do Torto	0,51	0,23	3,83	0,12	1,69	1,9	0,75	0,75	0,53	0,7	0,83	1,03	2,33	1,91	2,54	2,54

Nome UH	Q90	Q95	Qmlp	Q7,10	Qmmm Jan	Qmmm Fev	Qmmm Mar	Qmmm Abr	Qmmm Mai	Qmmm Jun	Qmmm Jul	Qmmm Ago	Qmmm Set	Qmmm Out	Qmmm Nov	Qmmm Dez
Ribeirão Engenho das Lages	0,65	0,57	1,82	0,48	1,49	1,3	1,16	0,96	1,05	1,04	1,19	1,46	1,78	1,92	2,17	1,92
Ribeirão Extrema	0,67	0,49	2,33	0,28	1,81	1,46	1	0,76	0,78	0,7	1,12	1,83	2,32	2,1	2,47	2,47
Ribeirão Jacaré	0,49	0,36	1,65	0,2	1,26	1	0,77	0,63	0,57	0,5	0,8	1,31	1,66	1,59	1,78	1,71
Ribeirão Jardim	0,92	0,59	4,12	0,21	2,98	2,33	1,02	1,27	1,28	0,92	1,82	3,08	3,91	3,93	4,52	4,23
Ribeirão Maria Pereira	1,08	0,89	2,71	0,64	1,9	1,63	1,42	1,24	1,07	1,07	1,49	1,83	2,24	2,2	2,2	2,3
Ribeirão Papuda	0,46	0,43	0,95	0,36	1,03	0,94	0,82	0,74	0,53	0,54	0,65	0,71	0,78	0,78	0,85	0,93
Ribeirão Ponte Alta	1,77	1,51	5,06	1,13	3,2	2,58	2,18	1,5	1,69	1,76	2,22	3,09	3,33	3,22	3,83	3,91
Ribeirão do Rodeador	0,74	0,59	3	0,31	1,68	1,38	1,09	0,8	0,86	0,9	1,25	1,79	2,63	2,81	3,66	2,8
Ribeirão Saia Velha	1,56	1,24	4,08	0,84	2,57	2,16	1,87	1,62	1,48	1,48	2,14	2,69	3,38	3,3	3,25	3,36
Ribeirão Santa Rita	0,36	0,27	1,17	0,15	0,91	0,71	0,56	0,44	0,45	0,41	0,59	0,97	1,23	1,14	1,26	1,23
Ribeirão do Santana	0,97	0,8	2,46	0,56	1,77	1,53	1,33	1,16	0,95	0,96	1,32	1,63	2	1,98	2,02	2,11
Ribeirão Sobradinho	0,86	0,72	2,11	0,53	1,59	1,38	1,2	1,06	0,86	0,88	1,2	1,44	1,75	1,72	1,74	1,83
Ribeirão Taboca	0,42	0,41	0,77	0,35	0,95	0,89	0,78	0,71	0,5	0,5	0,57	0,6	0,64	0,63	0,71	0,8
Rio Alagado	3,67	3,02	12,15	2,62	6,92	5,13	4,3	3,13	3,7	3,5	4,58	6,89	7,13	6,7	8,03	8,59
Rio Descoberto	1	0,88	2,81	0,68	1,91	1,67	1,44	1,19	1,26	1,25	1,5	1,92	2,55	2,7	3,32	2,75
Rio do Sal	1,5	1,29	4,43	0,9	4,42	2,61	2,15	1,92	1,69	1,72	1,65	1,87	2,4	3,54	3,51	3,77
Rio Jardim	0,87	0,6	3,44	0,3	2,53	1,98	1,03	1,14	1,17	0,92	1,63	2,65	3,32	3,25	3,72	3,49
Rio Melchior	1,26	1,13	3,36	0,87	2,23	1,95	1,68	1,41	1,46	1,46	1,76	2,23	2,99	3,15	3,93	3,22
Rio Palmeiras	0,23	0,19	0,72	0,13	0,72	0,42	0,34	0,3	0,26	0,26	0,25	0,29	0,37	0,57	0,56	0,61
Rio Pipiripau	1	0,76	2,99	0,44	1,88	1,55	1,3	1,09	0,94	0,95	1,48	1,93	2,47	2,41	2,37	2,45
Rio Santa Maria	2,4	2,02	7,16	1,64	4,35	3,4	2,88	2,06	2,35	2,35	2,98	4,25	4,49	4,28	5,1	5,32
Rio Sonhém	0,16	0,14	0,47	0,09	0,47	0,28	0,23	0,2	0,18	0,18	0,17	0,2	0,25	0,38	0,37	0,4

Nome UH	Q90	Q95	Qmlp	Q7,10	Qmmm Jan	Qmmm Fev	Qmmm Mar	Qmmm Abr	Qmmm Mai	Qmmm Jun	Qmmm Jul	Qmmm Ago	Qmmm Set	Qmmm Out	Qmmm Nov	Qmmm Dez
Córrego Bandeirinha	0,03	0,02	0,07	0,01	0,04	0,04	0,03	0,03	0,03	0,03	0,04	0,04	0,06	0,05	0,05	0,06

Fonte: Elaboração própria, 2024

Por fim, a fim de fornecer uma visão relativa do balanço hídrico das UHs distritais, com vistas estabelecer os locais em que há prioridade de gestão, foi determinado o Índice de Comprometimento Hídrico para cada uma delas. Essa é uma variável de fácil interpretação que é largamente utilizada em planos diretores de recursos hídricos. Sua determinação é feita a partir da relação entre a soma das demandas consuntivas de cada UH (consumo) e a sua disponibilidade hídrica.

O Quadro 11.40 e o Quadro 11.41 apresentam a classificação do Índice de Comprometimento Hídrico utilizada para determinar as classes de criticidade em cada uma das UHs. Nesse caso, foi utilizada uma classificação para a Q_{mlp} e outra classificação para as vazões mínimas Q_{90} , Q_{95} , $Q_{7,10}$ e Q_{mmm} . Já no Quadro 11.42 e na Figura 11.50 está apresentado o ICH para cada uma das bacias distritais.

Quadro 11.40 - Classificação do índice de comprometimento para a vazão média Q_{mlp} .

Classe	Grau de comprometimento
	< 5% - Excelente
	5% a 10% - Confortável
	10% a 20% - Preocupante
	20% a 40% - Crítica
	> 40% - Muito Crítica

Quadro 11.41 - Grau de comprometimento para as vazões mínimas Q_{90} , Q_{95} , $Q_{7,10}$ e Q_{mmm} .

Classe	Grau de comprometimento
	< 20% - Muito baixo
	20% a 50% - Baixo
	50% a 70% - Médio
	70% a 90% - Alto
	> 90% - Muito Alto

Quadro 11.42 - Índice de Comprometimento Hídrico (ICH) para as UH considerando diferentes vazões de referência.

UH	ICH*															
	Q90	Q95	Qmlp	Q7,10	Qmmm Jan	Qmmm Fev	Qmmm Mar	Qmmm Abr	Qmmm Mai	Qmmm Jun	Qmmm Jul	Qmmm Ago	Qmmm Set	Qmm Out	Qmmm Nov	Qmmm Dez
Alto Rio Samambaia	62,1%	74,4%	7,1%	>90%	3,6%	3,9%	5,8%	10,7%	26,0%	37,4%	40,6%	40,9%	40,9%	20,3%	6,8%	3,0%
Alto Rio Maranhão	2,3%	2,6%	0,8%	3,8%	1,2%	2,0%	2,4%	2,8%	3,2%	3,0%	3,1%	2,7%	2,2%	1,4%	1,4%	1,4%
Alto Rio Preto	43,9%	54,3%	15,5%	72,3%	13,6%	17,7%	34,8%	41,1%	45,1%	49,9%	36,1%	24,6%	19,1%	14,8%	9,9%	9,4%
Alto Rio Bartolomeu	12,3%	14,9%	4,9%	20,9%	7,7%	9,0%	10,4%	11,7%	12,9%	12,6%	8,8%	6,9%	5,2%	5,4%	5,5%	5,8%
Baixo Rio Descoberto	21,6%	23,9%	8,7%	31,8%	17,5%	19,4%	23,7%	27,5%	28,6%	27,5%	20,8%	15,5%	10,2%	9,9%	7,3%	10,1%
Baixo Rio São Bartolomeu	13,1%	17,6%	4,6%	29,1%	9,4%	11,6%	13,6%	16,5%	15,9%	15,5%	9,7%	7,1%	5,3%	5,3%	5,6%	5,8%
Córrego Bananal	1,4%	2,0%	0,3%	2,4%	0,5%	0,5%	1,1%	1,1%	1,4%	1,2%	1,1%	0,9%	0,5%	0,6%	0,4%	0,4%
Córrego São Bernardo	40,5%	49,2%	15,3%	68,9%	20,1%	24,1%	32,5%	39,7%	37,3%	35,7%	25,6%	18,2%	15,2%	14,0%	11,9%	13,6%
Lago Paranoá	21,6%	30,6%	5,0%	36,4%	12,6%	11,2%	17,8%	17,9%	21,8%	18,2%	16,1%	13,7%	7,6%	8,2%	8,4%	8,6%
Médio Rio Descoberto	38,9%	43,0%	15,5%	56,7%	29,4%	32,7%	39,3%	46,0%	46,8%	45,2%	34,8%	26,1%	17,8%	17,0%	12,9%	17,6%
Médio Rio São Bartolomeu	6,5%	8,7%	2,3%	14,3%	4,8%	5,9%	6,9%	8,4%	8,0%	7,7%	4,8%	3,4%	2,5%	2,5%	2,7%	2,9%
Rio da Palma	0,4%	0,5%	0,1%	0,7%	0,1%	0,2%	0,3%	0,4%	0,4%	0,4%	0,4%	0,3%	0,3%	0,1%	0,1%	0,1%
Riacho Fundo	9,0%	12,7%	2,0%	15,1%	3,8%	3,4%	7,0%	7,4%	9,2%	8,0%	7,1%	6,1%	3,1%	3,4%	2,6%	2,7%
Ribeirão Cachoeirinha	3,7%	4,1%	1,7%	5,2%	1,6%	1,9%	2,3%	3,0%	3,8%	3,6%	2,8%	2,3%	2,0%	2,0%	2,0%	1,6%
Ribeirão da Contagem	12,1%	14,1%	4,1%	20,2%	4,4%	7,7%	9,3%	10,2%	11,7%	10,5%	10,0%	8,7%	6,6%	4,6%	5,1%	5,2%
Ribeirão das Pedras	47,9%	54,2%	17,3%	65,3%	22,5%	26,1%	28,9%	35,5%	30,9%	30,2%	25,2%	19,9%	16,1%	14,6%	13,3%	17,1%
Ribeirão do Gama	11,7%	16,5%	2,6%	19,7%	6,6%	5,0%	11,3%	11,3%	12,2%	9,2%	7,5%	5,7%	2,8%	3,4%	2,7%	3,4%
Ribeirão do Torto	47,0%	66,4%	10,6%	79,0%	21,1%	19,3%	37,5%	37,6%	46,1%	39,2%	35,2%	30,6%	16,3%	19,1%	15,1%	15,1%
Ribeirão Engenho das Lages	1,4%	1,6%	0,5%	1,9%	0,6%	0,7%	0,8%	1,0%	0,9%	0,9%	0,8%	0,6%	0,5%	0,5%	0,4%	0,5%
Ribeirão Extrema	30,6%	37,4%	11,2%	51,2%	6,5%	7,4%	18,0%	31,4%	35,3%	37,9%	27,9%	17,9%	13,5%	13,2%	8,6%	4,1%
Ribeirão Jacaré	29,9%	36,5%	11,1%	50,6%	10,7%	13,2%	16,5%	20,9%	34,1%	37,4%	26,5%	17,2%	12,4%	9,5%	8,1%	8,1%

UH	ICH*															
	Q90	Q95	Qmlp	Q7,10	Qmmm Jan	Qmmm Fev	Qmmm Mar	Qmmm Abr	Qmmm Mai	Qmmm Jun	Qmmm Jul	Qmmm Ago	Qmmm Set	Qmm Out	Qmmm Nov	Qmmm Dez
Ribeirão Jardim	48,2%	59,4%	17,3%	80,1%	16,1%	19,8%	52,2%	37,5%	43,9%	56,5%	38,7%	27,1%	23,0%	12,2%	10,8%	11,2%
Ribeirão Maria Pereira	1,1%	1,3%	0,4%	1,8%	0,7%	0,8%	0,9%	1,0%	1,1%	1,0%	0,7%	0,6%	0,5%	0,5%	0,5%	0,5%
Ribeirão Papuda	6,3%	6,7%	3,1%	8,0%	3,0%	3,3%	3,7%	4,2%	5,6%	5,5%	4,6%	4,2%	3,8%	3,8%	2,8%	3,2%
Ribeirão Ponte Alta	4,5%	5,3%	1,6%	6,9%	2,6%	3,3%	4,1%	5,9%	5,0%	4,9%	3,8%	2,5%	2,1%	2,2%	2,0%	2,0%
Ribeirão do Rodeador	48,1%	53,6%	18,5%	68,5%	30,3%	34,8%	40,3%	48,3%	45,6%	43,5%	34,4%	26,1%	19,0%	17,6%	14,6%	20,0%
Ribeirão Saia Velha	1,2%	1,5%	0,5%	2,2%	0,7%	0,9%	1,0%	1,1%	1,3%	1,2%	0,8%	0,7%	0,5%	0,6%	0,6%	0,6%
Ribeirão Santa Rita	28,5%	34,6%	10,9%	48,8%	12,6%	15,9%	20,6%	24,9%	28,2%	27,5%	22,8%	13,2%	8,6%	10,8%	9,2%	9,5%
Ribeirão do Santana	5,4%	6,5%	2,2%	9,0%	2,0%	2,5%	2,7%	3,1%	6,4%	6,6%	5,7%	4,7%	4,0%	3,2%	1,8%	1,7%
Ribeirão Sobradinho	4,0%	4,7%	1,7%	6,4%	2,2%	2,7%	3,1%	3,5%	5,4%	4,0%	2,8%	2,2%	1,8%	1,8%	1,8%	1,8%
Ribeirão Taboca	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
Rio Alagado	3,2%	3,8%	1,0%	4,4%	1,8%	2,5%	3,0%	4,2%	3,4%	3,5%	2,6%	1,5%	1,4%	1,4%	1,3%	1,4%
Rio Descoberto	9,8%	11,0%	3,7%	13,8%	6,1%	6,3%	7,4%	8,9%	8,3%	8,3%	6,7%	5,0%	3,7%	3,4%	2,9%	3,6%
Rio do Sal	1,3%	1,5%	0,4%	2,1%	0,6%	0,6%	0,7%	0,9%	1,2%	1,2%	1,3%	1,2%	0,9%	0,5%	0,4%	0,4%
Rio Jardim	39,5%	48,6%	14,2%	65,8%	12,3%	16,3%	41,5%	31,1%	36,1%	46,4%	31,7%	22,2%	18,9%	10,4%	9,1%	9,4%
Rio Melchior	3,6%	4,1%	1,4%	5,2%	2,2%	2,5%	2,9%	3,5%	3,1%	3,2%	2,6%	2,1%	1,5%	1,4%	1,1%	1,4%
Rio Palmeiras	11,1%	12,9%	3,8%	18,5%	3,3%	5,6%	6,9%	9,0%	10,4%	10,3%	10,7%	9,4%	8,7%	5,1%	4,5%	3,9%
Rio Pipripipau	22,6%	27,8%	8,9%	39,7%	13,9%	16,8%	19,5%	23,0%	25,2%	24,4%	16,6%	12,1%	9,2%	9,3%	10,4%	10,8%
Rio Santa Maria	0,4%	0,4%	0,1%	0,5%	0,2%	0,2%	0,3%	0,4%	0,4%	0,4%	0,3%	0,2%	0,2%	0,2%	0,2%	0,2%
Rio Sonhém	1,9%	2,2%	0,6%	3,1%	0,6%	1,1%	1,3%	1,5%	1,7%	1,7%	1,7%	1,5%	1,2%	0,8%	0,8%	0,8%

A UH do Córrego Bandeirinha não está contida na tabela, uma vez que não possui demandas informadas, impossibilitando o cálculo do ICH.

*A interpretação dos valores de ICH são explicados no Quadro 11.40 e no Quadro 11.41.

Fonte: Elaboração própria, 2024.



Figura 11.50 - Índice de Comprometimento Hídrico referente à Qmmm para cada UH das bacias distritais.

11.8 Análise da disponibilidade hídrica e balanço hídrico

Ao avaliar as informações de balanço e comprometimento hídrico, foi possível identificar áreas com disponibilidade hídrica satisfatória e áreas que podem enfrentar desafios em termos de disponibilidade vs demanda. Assim, além de permitir a compreensão do panorama hídrico, também possibilita a identificação de pontos potencialmente críticos, onde conflitos pelo uso da água podem surgir. Complementarmente, o mapeamento das vazões de referência permite a identificação de regiões estratégicas com significativo potencial de desenvolvimento, seja no contexto de gestão hídrica, na resolução de conflitos.

Em relação à Q_{90} , Q_{95} e $Q_{7,10}$, as menores disponibilidades hídricas específicas encontradas são referentes à UH Alto Rio Samambaia, Alto rio Maranhão, Rio da Palma, Ribeirão da Contagem, Rio do Sal, Rio Palmeiras e Rio Sonhém, indicando a necessidade de maior foco na gestão dos recursos e possíveis conflitos relacionados ao uso da água. À exceção da UH Alto Rio Samambaia, que se localiza na bacia hidrográfica do rio São Marcos, as outras UHs que apresentam menores disponibilidades hídricas estão inseridas na bacia hidrográfica do rio Maranhão. A menor disponibilidade da UH Alto Rio Samambaia possivelmente decorre do baixo índice pluviométrico, uma vez que está contida em uma das regiões mais secas do DF. No caso das UHs da bacia hidrográfica do rio Maranhão, as menores disponibilidades hídricas provavelmente se devem às diferentes características físicas dessa bacia hidrográfica, que fica situada em uma região mais declivosa (ou seja, o escoamento tende a ser maior e diminui o potencial de armazenamento), quando comparada com as outras bacias distritais.

As UHs Ribeirão Engenho das Lages, Ribeirão Papuda, Ribeirão Ponte Alta, Ribeirão Taboca e Ribeirão das Pedras, apresentam as maiores disponibilidades específicas para as vazões de referência Q_{90} , Q_{95} e $Q_{7,10}$, portanto são regiões com maior possibilidade de desenvolvimento de atividades relacionadas aos múltiplos usos d'água.

Com relação às Q_{mmm} , os menores valores de disponibilidades específicas são referentes às UHs do rio Maranhão e os maiores são, em geral, relativos às UHs da bacia hidrográfica do rio Descoberto, que se situa em uma região com maiores índices pluviométricos. Para essa vazão de referência, destaca-se a UH Alto Rio Samambaia, que nos meses de dezembro a maio apresenta valores de Q_{mmm} bem elevados quando comparados com as demais UHs.

A Q_{mlp} apresenta os menores valores de disponibilidades específicas nas UHs do rio Maranhão e os maiores na UH Alto Samambaia (bacia hidrográfica do rio São Marcos) e nas UHs do rio Corumbá.

Em relação ao balanço hídrico, a UH do Baixo Descoberto é submetida a alta demanda para abastecimento público e para irrigação. Associado aos períodos de seca prolongada e à expansão urbana, os conflitos de uso poderão se tornar mais recorrentes. Outras UHs, como do Ribeirão Jardim, também possuem períodos mais secos que aumentem o comprometimento para nível médio. O DF contém a cabeceiras de afluentes de três importantes rios do Brasil (Tocantins-Araguaia, São Francisco e Paraná) e, por serem subbacias relativamente pequenas dentro dessas regiões hidrográficas, a manutenção das vazões se torna mais sensível ao clima, usos, e ações antrópicas.

As retiradas do Rio São Marcos em períodos secos prejudicam a manutenção das vazões ecológicas e as necessárias para a produção de energia. Na UH Samambaia os balanços para Q_{90} , Q_{95} e $Q_{7,10}$ resultaram em altos valores de ICH, mesmo sendo região de cabeceira, demonstrando o potencial referente a conflitos de uso. Portanto, as projeções de crescimento de ocupação e de usos do solo que ocorrem nas cabeceiras podem amplificar os conflitos de uso a jusante. Os conflitos de uso são resolvidos em escala de bacia, apesar da elaboração de planos de nível estadual. O Distrito Federal comporta cabeceiras de rios importantes para diversos estados. Por exemplo, o Rio São Marcos possui histórico de conflitos por usos decorrente das demandas para produção de energia hidrelétrica e irrigação (SOARES, 2019).

Entretanto, é comum que haja usos não registrados que comprometem as análises e, dessa maneira, o cenário avaliado, mesmo que crítico, ainda pode estar sendo pouco conservador. Os maiores valores de ICH indicam que, em momentos de baixas vazões, o curso hídrico pode sofrer com retiradas acima das necessárias para a manutenção ecossistêmica da bacia, além de não atender a todos os usos outorgados, caso as demandas informadas subestimem a realidade. É importante considerar que as vazões utilizadas ocorrem de maneira descontínua e o planejamento não somente do quanto é utilizado, mas de quando é utilizado, é essencial para momentos de estresse hídrico e secas extremas.

Outras UHs que apresentam baixo Índice de Comprometimento Hídrico ao considerar todas as vazões de referência são: i) Rio da Palma, Rio do Sal e Rio Sonhém, inseridas na bacia hidrográfica do rio Maranhão; ii) Ribeirão Engenho das Lages e Rio Melchior, inseridas na bacia hidrográfica do rio Descoberto; e iii) Rio Alagado e Rio Santa Maria, inseridas na bacia hidrográfica do rio Corumbá.

Já as UHs que se destacam por apresentar um Índice de Comprometimento Hídrico mais elevado e serem prioridade na gestão dos recursos hídricos são as UH Alto Rio Samambaia, Médio e Baixo Rio Descoberto, Ribeirão das Pedras, Lago Paranoá, Ribeirão Torto e Ribeirão do Rodeador. É válido destacar que essas UHs apresentam maior Índice de Comprometimento Hídrico ao avaliar as vazões

mínimas. Nenhuma UH apresentou elevado Índice de Comprometimento Hídrico ao avaliar as vazões médias.

11.9 Considerações Finais sobre a Disponibilidade e Balanço Hídrico Superficial

Nesse capítulo foram apresentados os dados de entrada e os métodos aplicados a fim de determinar as vazões de referência para as bacias hidrográficas distritais. Em seis das sete bacias analisadas foi aplicado um método de regionalização de vazões considerando duas variáveis independentes, a chuva e a área, para determinação das disponibilidades hídricas. Esse é um método considerado como adequado quando se deseja espacializar as informações referentes aos dados hidrológicos existentes para outras áreas de interesse que possuem comportamento hidrológico semelhante.

A qualidade dos dados hidrológicos é essencial para o processo de regionalização. Dessa forma, a fim de se obter resultados mais assertivos e a manutenção da qualidade de trabalhos futuros se faz necessário o aperfeiçoamento e a continuidade do monitoramento hidrológico.

A regionalização depende fortemente da série histórica. Com o passar do tempo, as regionalizações ficam desatualizadas, especialmente com as alterações climáticas das últimas décadas. Portanto, uma atualização periódica das regressões é essencial para que a regionalização se mantenha útil e confiável.

A $Q_{7,10}$ possui resultados mais conservadores, sendo com frequência a vazão de referência de menor valor, independente da UH. Para planejamentos com margem de segurança maior quanto a disponibilidade hídrica, a $Q_{7,10}$ pode ser indicada. Em regiões que possuem histórico de conflitos pela água, ou que passam periodicamente por estresses hídricos, a $Q_{7,10}$ pode ser uma aliada para regulamentar as outorgas. Por exemplo, é perceptível no balanço hídrico que diversas UH resultaram em valores negativos. A demanda, nesses casos, está superando a capacidade natural de manter as vazões. A disponibilidade não irá se adequar aos usos, mas o contrário pode acontecer por meio de planejamentos, políticas e esforços em torno de fiscalização. Neste contexto, as UHs com maior criticidade são: Ribeirão do Torto (bacia hidrográfica do rio Corumbá), Lago Paranoá (bacia hidrográfica do rio Paranoá); Baixo e Médio Descoberto (bacia hidrográfica do rio Descoberto); Rio Samambaia (bacia hidrográfica do rio São Marcos), Ribeirão das Pedras e Ribeirão Jardim.

12 AVALIAÇÃO QUANTITATIVA DAS ÁGUAS SUBTERRÂNEAS

O presente capítulo apresenta a avaliação quantitativa das águas subterrâneas das bacias hidrográficas localizadas no Distrito Federal. A análise inicia com a caracterização dos aquíferos presentes na área de estudo, seguindo com a descrição e consolidação dos bancos de dados de poços existentes de diferentes órgãos na região. A rede de monitoramento de níveis do DF é avaliada para compreensão da situação de tendências das reservas subterrâneas. Também é apresentada a disponibilidade hídrica subterrânea da região, com os dados de reserva explorável anuais para cada UH da área de estudo baseadas nas estimativas de recarga subterrânea. E, por fim, é feita a avaliação do comprometimento das reservas hídricas subterrâneas com base na demanda subterrânea atual.

12.1 Descrição dos Aquíferos

A região delimitada pelas bacias hidrográficas localizadas no DF apresenta três tipos de aquífero: os freáticos, os fraturados e os cársticos. Para o entendimento quantitativo das águas subterrâneas, será apresentada inicialmente a caracterização de cada um dos domínios com o objetivo de entender os principais parâmetros regentes das características hidrogeológicas da região, como espessura do aquífero, vazão média, condutividade hidráulica, entre outras.

12.1.1 Domínio Freático

Segundo Campos et al. (2007), os aquíferos classificados como freáticos caracterizam-se por apresentar porosidade do tipo intergranular, onde a água ocupa os poros entre os minerais geológicos constituintes, que podem ser solo ou rocha. Na área de estudo, os domínios freáticos estão essencialmente associados aos solos e às regiões de alteração das rochas. A caracterização desse tipo de aquífero está vinculada a vários parâmetros hidrogeológicos, dos quais pode-se destacar a espessura saturada e a condutividade hidráulica. Elas são associadas à geologia e à geomorfologia do tipo de solo onde estão inseridas.

Campos (2007) apresenta que os aquíferos freáticos do DF são compostos por regiões geológicas não consolidadas, onde a predominância da espessura saturada varia de 15 a 25 metros, caracterizando aquíferos de grande extensão e continuidade lateral, heterogêneos e anisotrópicos. Sendo assim, são aquíferos classificados como livres, formando um sistema de águas subterrâneas rasas, que podem ser aproveitados por poços rasos. Por apresentarem um sistema de águas subterrâneas rasas, são mais suscetíveis à contaminação, e por isso demandam mais atenção nas análises de vulnerabilidade.

O domínio freático no DF é dividido em quatro sistemas, denominados P1, P2, P3 e P4. A divisão dos sistemas foi realizada principalmente de acordo com a

espessura saturada e a condutividade hidráulica em regiões semelhantes. Os sistemas P1 e P2 apresentam espessuras maiores do que 20 metros e condutividades hidráulicas que variam de altas (maior do que a 10^{-6} m/s) a moderadas (na ordem de grandeza de 10^{-6} m/s). Os aquíferos do sistema P3 apresentam espessuras totais que são inferiores a 10 metros e condutividade hidráulica menor do que 10^{-6} m/s. O sistema P4 apresenta espessuras geralmente menores do que 1 metro, podendo alcançar 2,5 metros em algumas regiões e condutividade hidráulica muito baixa (CAMPOS; GASPAR; GONÇALVES, 2007).

Segundo os autores, os subsistemas desse domínio devem ser definidos a partir da análise detalhada da cartografia hidrogeológica. As estimativas de vazão média dos sistemas são baixas, podendo ser inferiores a 0,3 m³/h. Os solos do Sistema P1 são Latossolos Arenosos e Neossolos Quartzarênicos, do Sistema P2 são Latossolos Argilosos, do Sistema P3 são Plintossolos e Argissolos e, por fim, do Sistema P4 são Cambissolos e Neossolos Litólicos. A Quadro 12.1 apresenta um resumo das informações de características dos sistemas do domínio:

Quadro 12.1 - Dados do domínio freático.

Domínio	Sistema	Subsistema	Vazão Média (m ³ /s)	Litologia/Solo Predominante
Freático	Sistema P1	Deverão ser definidos com o detalhamento da cartografia hidrogeológica	< 0,8	Latossolos Arenosos e Neossolos Quartzarênicos
	Sistema P2		< 0,5	Latossolos Argilosos
	Sistema P3			Plintossolos e Argissolos
	Sistema P4		< 0,3	Cambissolo e Neossolo Litólico

Fonte: Campos e Freitas-Silva (1999) apud CAMPOS (2007).

O domínio apresenta particularidades por incluir a transição entre as zonas não saturada e saturada do aquífero. Nessa região também se originam os processos de recarga dos aquíferos (rasos e profundos), a partir da infiltração da água da chuva que deixa as camadas superficiais do solo. Assim, o domínio tem relação direta com os volumes que chegam em camadas mais profundas dos aquíferos e que são vitais para a manutenção das vazões de base dos rios da região. Maiores detalhes sobre a quantificação desses fluxos serão apresentados ao longo desse documento. A localização de cada um dos 4 tipos de sistema poroso dentro do DF está apresentada na Figura 12.1, a discretização foi feita com base no mapa de tipo de solo e no mapa já existente do PRH Paranaíba, seguindo a descrição da litologia indicada no Quadro 12.1. O Quadro 12.2 apresenta a área ocupada por cada tipo de sistema na área de estudo, onde observa-se que o sistema P1 ocupa mais da metade da área.

Quadro 12.2 - Áreas ocupadas pelo domínio poroso no DF.

Sistema	Área (Km ²)	Área (%)
P1	4.647	51,6
P2	27	0,3
P3	422	4,7
P4	3.931	43,4
Total	9.058	100

Fonte: Campos e Freitas-Silva (1999) apud CAMPOS (2007).

O Quadro 12.3 apresenta a divisão dos sistemas em cada bacia hidrográfica, onde é possível observar a porcentagem da área ocupada por cada sistema em cada uma.

 Quadro 12.3 - Área (km²) ocupada por cada sistema nas bacias hidrográficas.

Bacia	P1	P2	P3	P4	Total
Lago Paranoá	727,4	5,9	60,8	227,7	1.021,8
Rio Corumbá	429,2	4,3	12,9	591,2	1.037,6
Rio Descoberto	516,6	0,5	34,4	533,2	1.084,6
Rio Maranhão	523,7	0,0	112,6	1.299,5	1.935,7
Rio Preto	1.246,1	0,0	110,1	456,1	1.812,3
Rio São Bartolomeu	1.132,5	16,2	67,9	791,6	2.008,3
Rio São Marcos	98,1	0,0	23,4	28,7	150,1

Fonte: Campos e Freitas-Silva (1999) apud CAMPOS (2007).

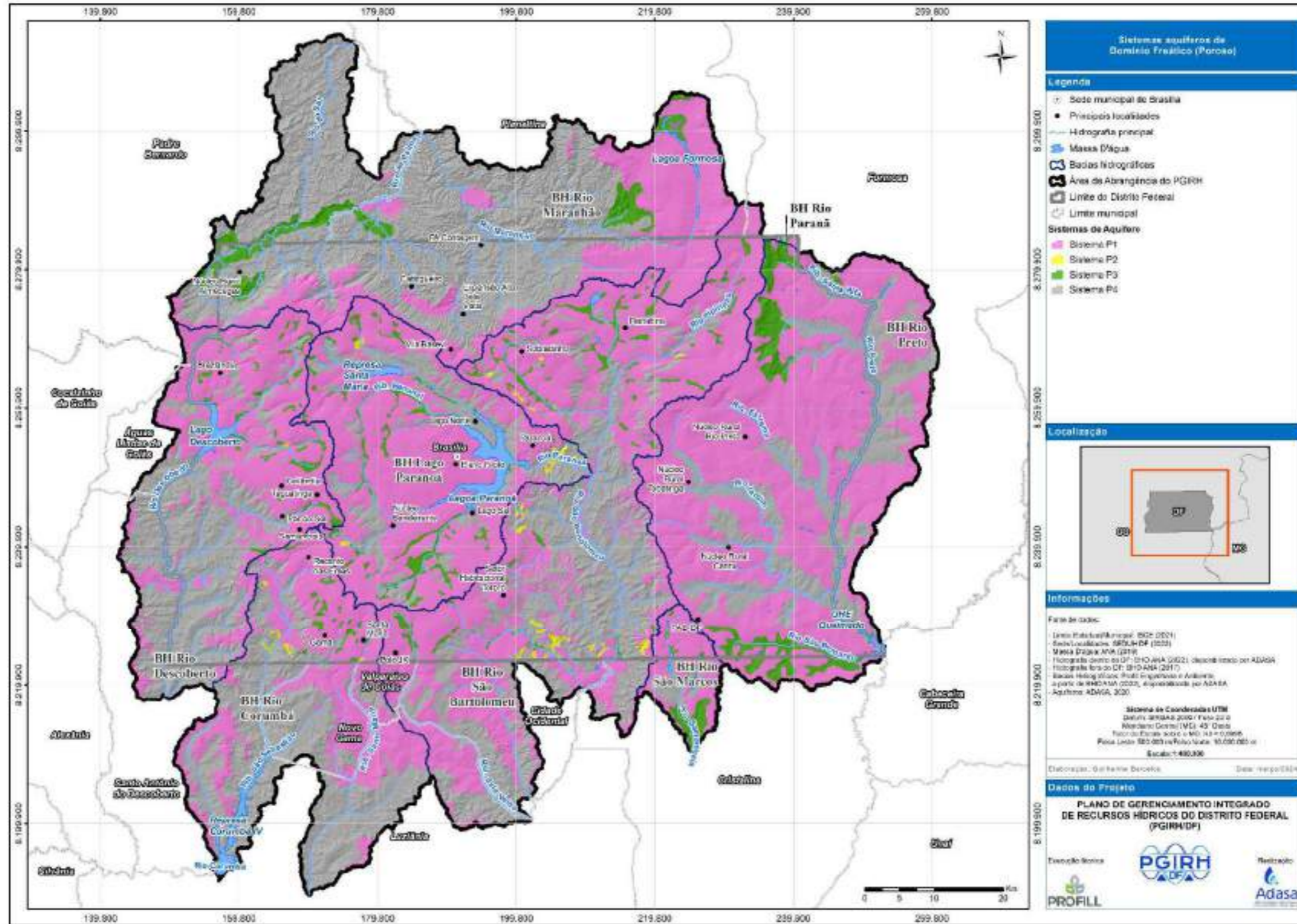


Figura 12.1 - Localização dos sistemas porosos do sistema aquífero freático do DF.

12.1.2 Domínio Fraturado e Físsuro-cárstico

Segundo Campos (2007) o domínio fraturado caracteriza-se por apresentar aquíferos de meios rochosos, onde a água ocupa os espaços das discontinuidades planares, que são planos de fraturas, microfraturas, diaclases, juntas, zonas de cisalhamento e falhas. Na área de estudo, o substrato rochoso é representado por metassedimentos, então os espaços intergranulares foram preenchidos durante a litificação e o metamorfismo. Assim, os eventuais reservatórios nas regiões de rochas proterozóicas estão incluídos dentro do domínio fraturado, onde os espaços armazenadores de água são classificados como porosidade secundária. As regiões de domínio fraturado apresentam zonas que variam de alguns metros a centenas de metros, contendo aquíferos livres ou confinados, de extensão lateral variável, fortemente anisotrópicos e heterogêneos, compondo o sistema de águas subterrâneas profundas. No geral, o domínio está limitado à profundidades pouco superiores a 250 metros, e nas regiões com profundidades maiores há uma tendência de fechamento dos planos de fratura em virtude do aumento da pressão.

Os tipos de rocha presentes nos aquíferos determinam as variações dos parâmetros hidrodinâmicos, que podem variar significativamente em um mesmo tipo litológico. A densidade das discontinuidades do corpo rochoso é o principal fator que controla a condutividade hidráulica desse domínio.

As vazões disponíveis nos aquíferos desse domínio são aproveitadas a partir de poços tubulares profundos e variam de zero até valores superiores a 100 m³/h, sendo que grande parte dos poços apresentam valores de vazão variando de 5 a 12 m³/h. O domínio é classificado de acordo com características geológicas, análise estatística de dados de vazão e feições estruturais, em quatro sistemas: Paranoá, Canastra, Araxá e Bambuí. No Quadro 12.4 é possível observar os subsistemas de cada sistema com a área de abrangência.

Já para o domínio físsuro-cárstico, Campos (2007) apresenta que o domínio é composto por rochas carbonáticas (calcários, dolomitos, margas e mármore), que ocorrem na forma de lentes com restrita continuidade lateral interligadas com litologias pouco permeáveis (siltitos argilosos, folhelhos ou filitos). Nessas regiões, a dissolução cárstica fica limitada pela restrita circulação e as cavidades resultantes são restritas, inferiores a 3 metros de abertura. Mesmo não representando sistemas cársticos clássicos essas ocorrências são responsáveis pelas maiores vazões em poços individuais do DF. Esses aquíferos ocorrem vinculados ao Sistema Paranoá, pelo subsistema PPC e pelo Sistema Canastra associado ao subsistema F/Q/M. Esse último subsistema tem muita importância na região, já que abastece a Cidade Satélite de São Sebastião, com cerca de 100.000 habitantes.

Quadro 12.4 - Dados de área (km²) do domínio fraturado.

Sistema Aquífero	Subsistema	Fissuro-Cárstico	Fraturado
Araxá (SAAx)	-	-	343,31
Bambuí (SAB)	Fissuro-Cárstico	<0,1	-
	Fraturado	-	1459,45
Canastra (SAC)	F	-	3128,39
	FQM	6,5	
Paranoá (SAP)	A	-	765,65
	PPC	642,6	-
	R1/Q1	-	0,01
	R3/Q3	-	1377,75
	R4	-	1337,24

Fonte: Adaptado de ZAE-GO (2014) e Campos (2007).

No Quadro 12.5 é possível observar as áreas ocupadas por cada sistema em cada uma das bacias hidrográficas. Por fim, a Figura 12.2 traz a representação espacial da localização dos sistemas do domínio fraturado na área de estudo.

Quadro 12.5 - Áreas ocupadas por cada sistema por bacia hidrográfica no DF.

Bacia	Sistema e Subsistema Aquífero	Área (km ²)
Lago Paranoá	Sistema Aquífero Canastra (SAC) - Subsistema F	22,83
	Sistema Aquífero Paranoá (SAP) - Subsistema A	700,40
	Sistema Aquífero Paranoá (SAP) - Subsistema R3/Q3	279,49
	Sistema Aquífero Paranoá (SAP) - Subsistema R4	17,65
Rio Corumbá	Sistema Aquífero Araxá - SAAx	163,77
	Sistema Aquífero Canastra (SAC) - Subsistema F	625,83
	Sistema Aquífero Canastra (SAC) - Subsistema FQM	1,30
	Sistema Aquífero Paranoá (SAP) - Subsistema A	4,02
	Sistema Aquífero Paranoá (SAP) - Subsistema R3/Q3	144,85
	Sistema Aquífero Paranoá (SAP) - Subsistema R4	97,55
Rio Descoberto	Sistema Aquífero Araxá - SAAx	179,54
	Sistema Aquífero Canastra (SAC) - Subsistema F	319,53
	Sistema Aquífero Paranoá (SAP) - Subsistema A	22,27
	Sistema Aquífero Paranoá (SAP) - Subsistema PPC	6,81
	Sistema Aquífero Paranoá (SAP) - Subsistema R3/Q3	171,75
	Sistema Aquífero Paranoá (SAP) - Subsistema R4	384,45
Rio Maranhão	Sistema Aquífero Canastra (SAC) - Subsistema F	845,98
	Sistema Aquífero Paranoá (SAP) - Subsistema PPC	618,18
	Sistema Aquífero Paranoá (SAP) - Subsistema R3/Q3	150,57
	Sistema Aquífero Paranoá (SAP) - Subsistema R4	327,95
Rio Preto	Sistema Aquífero Bambuí (SAB) - Subsistema Fissuro-Cárstico	0,00
	Sistema Aquífero Bambuí (SAB) - Subsistema Fraturado	1.404,36
	Sistema Aquífero Canastra (SAC) - Subsistema F	208,82
	Sistema Aquífero Paranoá (SAP) - Subsistema R1/Q1	0,01
	Sistema Aquífero Paranoá (SAP) - Subsistema R3/Q3	181,82
	Sistema Aquífero Paranoá (SAP) - Subsistema R4	20,91
Rio São Bartolomeu	Sistema Aquífero Bambuí (SAB) - Subsistema Fraturado	55,10
	Sistema Aquífero Canastra (SAC) - Subsistema F	955,25
	Sistema Aquífero Canastra (SAC) - Subsistema FQM	5,22
	Sistema Aquífero Paranoá (SAP) - Subsistema A	38,96
	Sistema Aquífero Paranoá (SAP) - Subsistema PPC	17,65
	Sistema Aquífero Paranoá (SAP) - Subsistema R3/Q3	449,27
Rio São Marcos	Sistema Aquífero Paranoá (SAP) - Subsistema R4	488,73
	Sistema Aquífero Canastra (SAC) - Subsistema F	150,15

Fonte: Adaptado de ZAE-GO (2014) e Campos (2007).

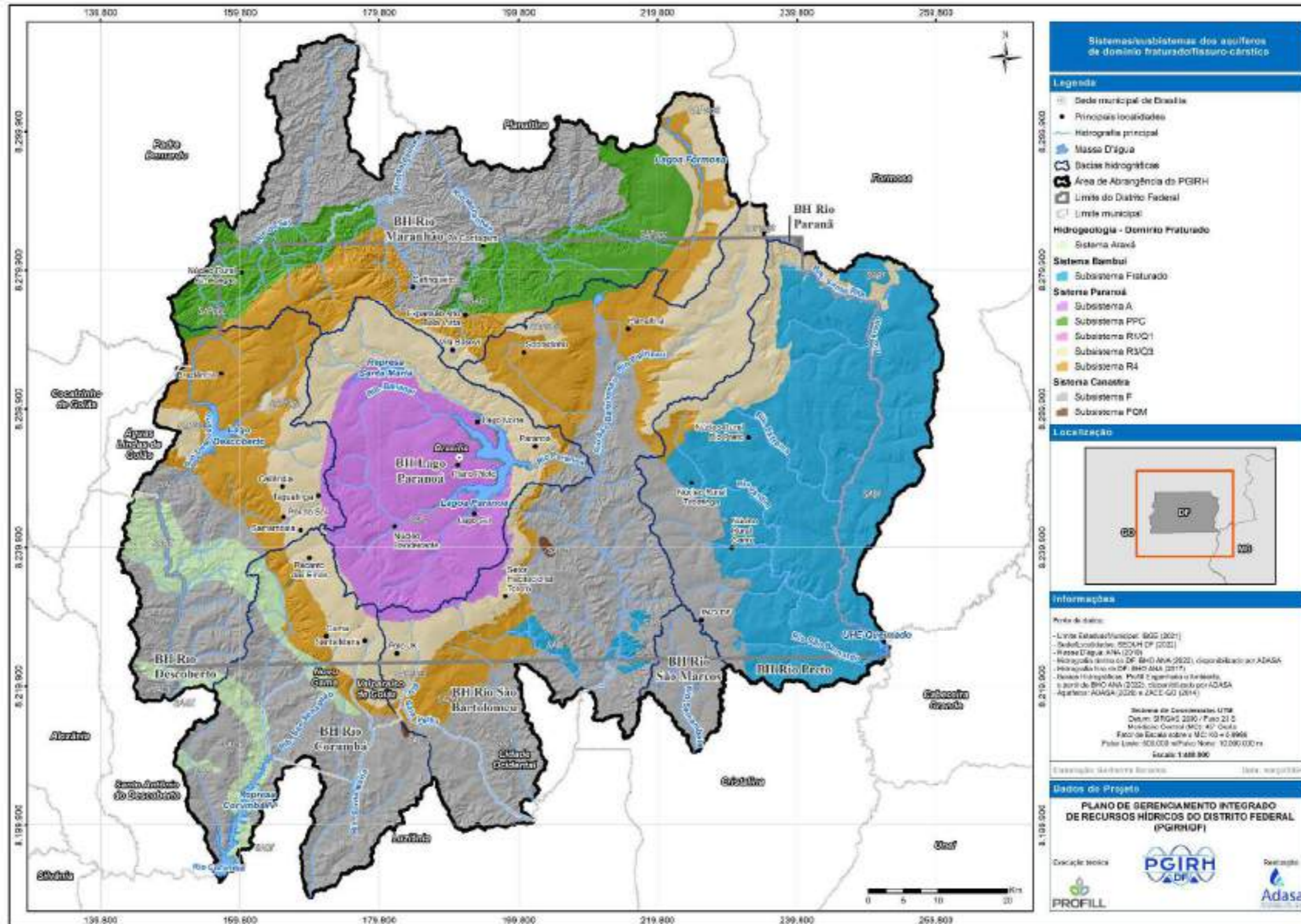


Figura 12.2 - Localização dos sistemas aquíferos de domínio fraturado e fissuro-cárstico.

12.1.3 Modelos conceituais

O entendimento dos modelos conceituais dos aquíferos presentes na área de estudo é de extrema importância para a compreensão da interação entre o sistema poroso e o sistema fraturado. Para isso, serão brevemente descritos a seguir os modelos conceituais para o DF com base no que foi apresentado por Campos et al. (2007).

12.1.3.1 Modelo das Duas Superfícies Potenciométricas

Esse modelo leva em conta a presença de uma zona não saturada entre a base do domínio intergranular saturado e o topo da zona representada pelas fraturas saturadas. Assim, o topo do aquífero fraturado coincide com os metassedimentos frescos, onde ocorrem os planos de descontinuidades de juntas, falhas e diaclases que compõem os reservatórios. O autor discute que, quando a carga hidráulica do aquífero poroso não é suficiente para romper com a barreira hidráulica estabelecida, o topo do meio fraturado não recebe a água do meio poroso. Porém, quando a carga hidráulica do aquífero poroso é suficiente, ocorre a ruptura da barreira hidráulica e a passagem da água para o fraturado. A barreira hidráulica ocorre pelo estreitamento das fraturas em função do acúmulo de argilas, que migraram por translocação vertical. A recarga dos aquíferos ocorre principalmente por fluxo vertical, sendo estes sistemas notavelmente anisotrópicos e heterogêneos, o que se reflete nas variações de vazões dos poços tubulares perfurados na região. Um exemplo desse modelo conceitual pode ser observado no Poço 28 do Anexo 3.

12.1.3.2 Modelo Físsuro-Cárstico

O Modelo Físsuro-Cárstico se caracteriza pela presença de reservatórios subterrâneos onde as condições de circulação não se enquadram como fissurais com fluxo laminar, nem como cárstico clássico, com fluxo turbulento predominantemente. Ele é decorrente da interdigitação de lentes carbonáticas com rochas de baixa permeabilidade, impedindo o desenvolvimento de intensa dissolução cárstica. São sistemas que apresentam condições favoráveis de produtividade, onde as fraturas horizontais e sub-horizontais tendem a elevar a condutividade hidráulica da região e atuar como conectores entre as lentes que normalmente se encontram saturadas.

12.1.3.3 Modelo de Superfície Potenciométrica Única com Confinamento

Nesse modelo o autor considera que o aquífero poroso recobre o aquífero fraturado, representando dois aquíferos distintos. A parte intergranular é composta por solos rasos e saprólitos relativamente espessos e geralmente desenvolvidos de rochas pelíticas. Além disso, apresenta fluxo laminar em porosidade secundária planar, fazendo com que as águas apresentem diferentes graus de confinamento,

apresentando comportamento artesiano. O aquífero superior é classificado como sem zona de saturação, funcionando como um aquítarde. A recarga de água nas fraturas ocorre principalmente através de gotejamento do aquítarde e fluxo lateral de águas infiltradas em áreas elevadas e planas, destacando a importância das chapadas para a regularização dos aquíferos fraturados. O modelo aplicável onde saprólitos argilosos ocorrem sobre terrenos de relevo movimentado. Esse modelo explica situações em que o nível potenciométrico do aquífero fraturado é mais alto que o do sistema aquífero poroso, conforme pode ser observado no Poço 1 do Anexo 3.

12.1.3.4 Modelo de Superfície Potenciométrica Única sem Confinamento

O modelo de Superfície Potenciométrica Única sem Confinamento é caracterizado por Campos (2007) como uma forma simplificada de circulação de água em aquíferos anisotrópicos fissurais, comumente encontrados sob solos espessos. Neste modelo, a porosidade intergranular e secundária planar do aquífero permanece saturada de água, estendendo-se da base do aquífero até o nível freático. A superfície potenciométrica, que indica o nível da água no aquífero, oscila principalmente dentro do aquífero poroso superior, mas pode também variar entre o solo e a rocha, especialmente em áreas próximas a quebras de relevo, como onde os solos arenosos cobrem quartzitos fraturados. Este comportamento é influenciado pela distribuição temporal das chuvas. A recarga do aquífero ocorre principalmente pelo fluxo vertical das águas de precipitação, enquanto a descarga acontece em nascentes de contato e depressões, alimentando a drenagem superficial. O Poço 12 do Anexo 3 mostra um exemplo de superfície potenciométrica única sem confinamento.

12.1.4 Produtividade dos Aquíferos Aflorantes

A SGB (Serviço Geológico do Brasil) apresenta informações sobre classes de produtividade de aquíferos, dividindo-os em granulares e fraturados. As informações podem ser consultadas na Nota Técnica referente ao “Mapa Hidrogeológico do Brasil ao milionésimo”, do ano de 2014 (DINIZ et al., 2014). Os tons de azul representam aquíferos granulares, enquanto os aquíferos cársticos e fraturados são representados pelas cores em verde. Os tons mais escuros de azul ou verde representam os aquíferos de grande extensão e alta produtividade. Os tons mais claros dessas cores indicam aquíferos menos produtivos. A cor marrom representa os não aquíferos, termo usado pelo autor para descrever uma rocha que não é propícia para o armazenamento e movimentação significativa de água subterrânea. A Figura 12.3 apresenta uma imagem dessa classificação.



Figura 12.3 - Classificação da produtividade dos aquíferos. Fonte: SGB (2014).

O Quadro 12.6 apresenta os critérios utilizados pela SGB para classificar a produtividade dos aquíferos em quatro classes. As bacias hidrográficas dos rios Maranhão, São Bartolomeu, Preto e São Marcos estão em regiões com duas classificações: produtividade geralmente muito baixa, porém localmente baixa (Classe 5) e produtividade baixa, porém localmente moderada (Classe 4). Já as outras bacias estão em regiões de classificação de produtividade geralmente baixa, porém localmente moderada (Classe 4). Na Figura 12.4 é possível observar o mapa das classificações de produtividade da área de estudo segundo a SGB.

Quadro 12.6 - Caracterização das classes de produtividade da área de estudo.

Q/s ($m^3/h/m$)*	T (m^2/s)	K (m/s)	Vazão (m^3/h)	Produtividade	Classe
$0,4 \leq Q/s < 1$	$10^{-05} \leq T < 10^{-04}$	$10^{-07} \leq K < 10^{-06}$	$10 \leq Q < 25$	Geralmente baixa, porém localmente moderada: Fornecimentos de água para suprir abastecimento locais ou consumo privado.	(4)
$0,04 \leq Q/s < 0,4$	$10^{-06} \leq T < 10^{-05}$	$10^{-08} \leq K < 10^{-07}$	$1 \leq Q < 10$	Geralmente muito baixa, porém localmente baixa: Fornecimentos contínuos dificilmente garantidos.	(5)

Fonte: SGB (2014).

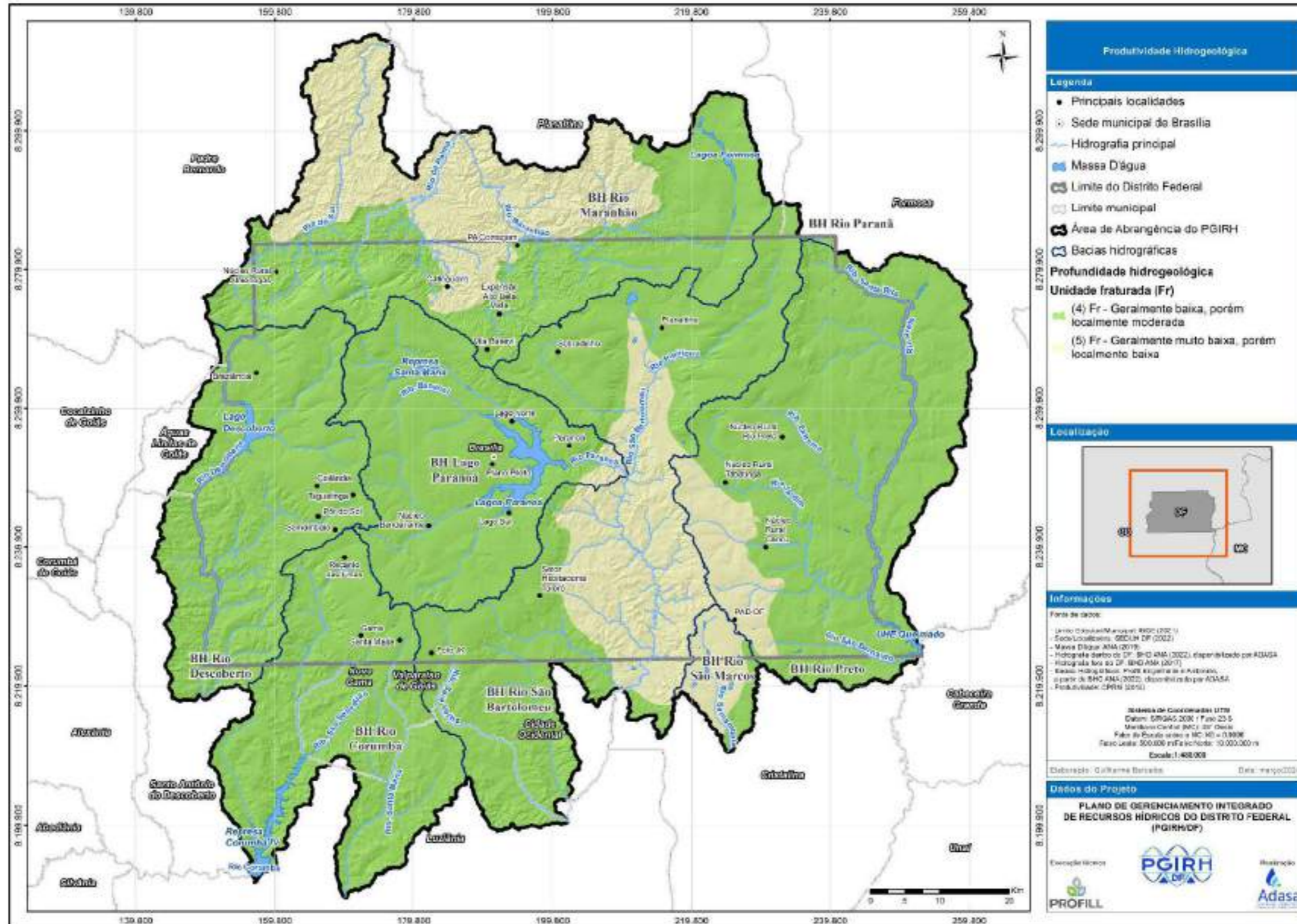


Figura 12.4 - Classificações de Produtividade. Fonte: Diniz et al. (2014).

12.2 Análise Quantitativa dos Aquíferos a partir dos Bancos de Dados de Poços

A área de estudo apresenta diferentes bancos de dados de poços que não necessariamente possuem poços únicos. Os diferentes bancos da área de estudo foram obtidos a partir de diferentes órgãos, como o banco de dados de poços de outorga da Adasa e da SEMAD (ambas somam 7.783 poços), e o banco de dados de poços da base SIAGAS (1.658 poços).

12.2.1 Consolidação do Banco de Dados de Poços

Os diferentes bancos de dados foram agrupados em um único banco para análise das características físicas dos aquíferos do DF. Inicialmente, a consolidação limitou-se em unificar todos os bancos de dados em um único banco, mantendo as informações originais, o que resultou em um total de 9.441 poços no banco de dados unificado.

A partir do banco de dados unificado, partiu-se da premissa que as localizações nos diferentes bancos de dados estivessem corretas. Partir dessa premissa é necessário, já que a única informação comum entre os bancos de dados é justamente a posição do poço que, portanto, é usada como “identificador comum” das diferentes bases. Sendo assim, foi desenvolvida uma análise que utiliza a localização dos poços para identificar quais são os registros mais próximos e, por isso, candidatos a se tratar do mesmo poço. Foi utilizado um raio de 20m em torno de cada poço para verificar se raios de diferentes poços se sobrepunham.

Quando isso ocorria, o poço do banco de dados de outorga da Adasa e da SEMAD era escolhido em detrimento ao poço do banco de dados do SIAGAS, uma vez que a base SIAGAS é construída por meio de declarações apenas, implicando em muitas inconsistências. Por meio do uso de uma ferramenta de “buffer”, os poços da base de dados SIAGAS considerados duplicados foram removidos. Com base neste banco de dados, a análise do total de poços na área de estudo foi desenvolvida. O banco de dados resultante teve um total de 8.915 poços.

12.2.2 Análise do Banco de Dados Consolidado

Os poços do banco de dados consolidado foram inicialmente avaliados em relação ao tipo de poço (tubular ou manual), a espacialização dos poços pode ser observada na Figura 12.5. No Quadro 12.7 é possível observar o total de poços tubulares e manuais da base de dados consolidada para cada sistema aquífero.

Quadro 12.7- Total de poços de acordo com o banco de dados avaliado para os poços tubulares e manuais da área de estudo de acordo com o sistema aquífero.

Tipo de Poço	Sistema Aquífero	Número de Poços
Manual	P1	1.831
	P2	17
	P3	138
	P4	404
Poço Tubular	Sistema Aquífero Araxá - SAAX	237
	Sistema Aquífero Bambuí (SAB) - Subsistema Fraturado	320
	Sistema Aquífero Canastra (SAC) - Subsistema F	846
	Sistema Aquífero Canastra (SAC) - Subsistema FQM	46
	Sistema Aquífero Paranoá (SAP) - Subsistema A	927
	Sistema Aquífero Paranoá (SAP) - Subsistema PPC	350
	Sistema Aquífero Paranoá (SAP) - Subsistema R3/Q3	2.114
Sistema Aquífero Paranoá (SAP) - Subsistema R4	1.660	
Total		8.915

Fontes: SIAGAS, Adasa e SEMAD.

Já em relação às bacias hidrográficas estudadas, o Quadro 12.8 apresenta o total de poços tubulares e manuais para cada base de dados em cada uma das bacias. Os resultados mostram maior concentração de poços nas bacias hidrográficas Lago Paranoá, Rio Descoberto e Rio São Bartolomeu. As bacias com menor número de poços são as Rio Preto e Rio São Marcos.

Quadro 12.8 - Total de poços de acordo com o banco de dados avaliado para os poços tubulares e manuais da área de estudo de acordo com a bacia hidrográfica.

Tipo de Poço	Bacia Hidrográfica	Número de Poços
Manual	Lago Paranoá	736
	Rio Corumbá	212
	Rio Descoberto	782
	Rio Maranhão	226
	Rio Preto	51
	Rio São Bartolomeu	377
	Rio São Marcos	6
Poço Tubular	Lago Paranoá	1.680
	Rio Corumbá	654
	Rio Descoberto	1.362
	Rio Maranhão	737
	Rio Preto	376
	Rio São Bartolomeu	1.708
	Rio São Marcos	8
Total Geral		8.915

Fontes: SIAGAS, Adasa e SEMAD.

Além disso, o banco de dados consolidado também foi avaliado em relação às características hidrogeológicas como a vazão média de estabilização, a profundidade média dos poços e o nível estático médio, os resultados para cada sistema aquífero podem ser encontrados no Quadro 12.9. Ainda, entre a Figura 12.6 e a Figura 12.9 é possível observar a espacialização dessas características

(vazão de estabilização e nível estático) em toda a área de estudo para cada tipo de poço (tubular e manual).

Quadro 12.9 - Valores médios de vazão de estabilização, profundidade média e nível estático para cada sistema aquífero para cada banco de dados, com divisão entre poços tubulares e manuais.

Tipo de Poço	Sistema Aquífero	Banco Consolidado		
		Vazão de Estabilização Média (m ³ /h)	Profundidade Média (m)	Nível Estático Médio (m)
Manual	P1	3,7	15,1	9,0
	P2	23,0	41,7	20,0
	P3	5,0	8,8	6,4
	P4	2,2	15,4	9,1
Poço Tubular	Sistema Aquífero Araxá - SAAx	12,4	104,1	23,5
	Sistema Aquífero Bambuí (SAB) - Subsistema Fraturado	8,8	98,6	27,1
	Sistema Aquífero Canastra (SAC) - Subsistema F	13,7	98,1	29,0
	Sistema Aquífero Canastra (SAC) - Subsistema FQM	43,8	103,3	17,1
	Sistema Aquífero Paranoá (SAP) - Subsistema A	8,7	88,0	22,9
	Sistema Aquífero Paranoá (SAP) - Subsistema PPC	11,6	91,9	34,5
	Sistema Aquífero Paranoá (SAP) - Subsistema R3/Q3	11,8	91,7	20,4
	Sistema Aquífero Paranoá (SAP) - Subsistema R4	9,8	94,0	23,0

Fontes: SIAGAS, Adasa e SEMAD.

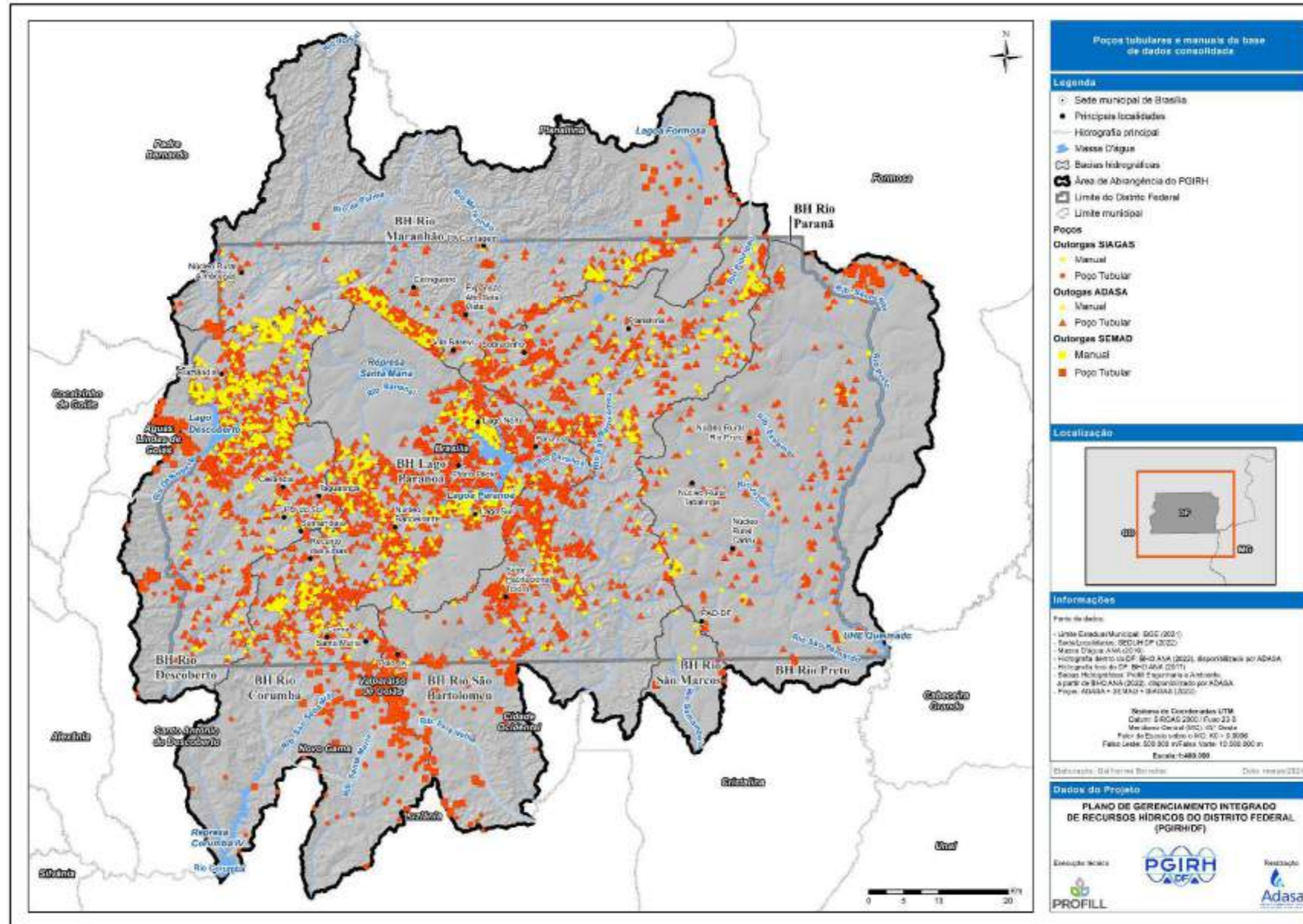


Figura 12.5 - Poços tubulares e manuais da base de dados consolidada.

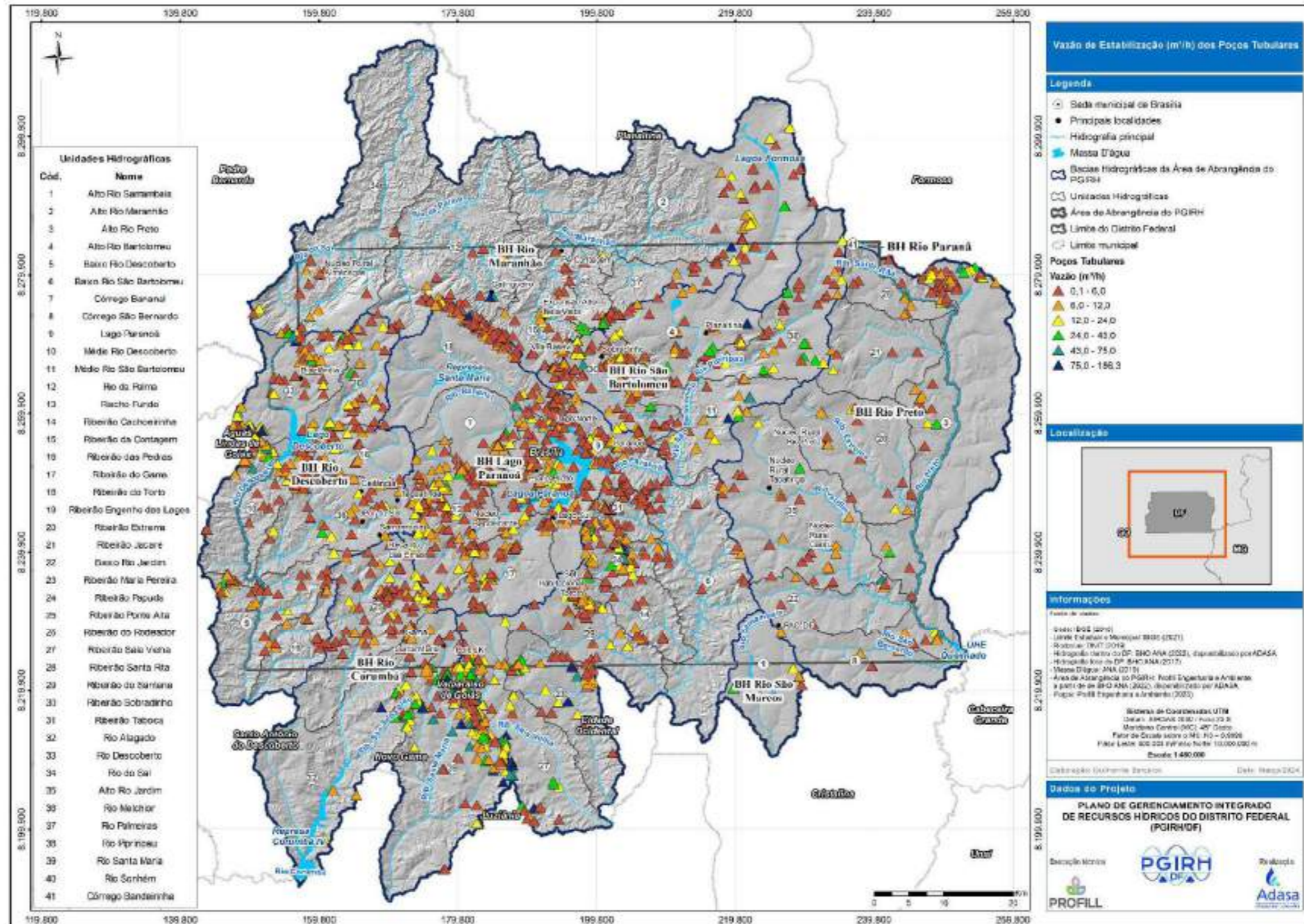


Figura 12.6 - Vazão de estabilização (m³/h) dos poços tubulares.

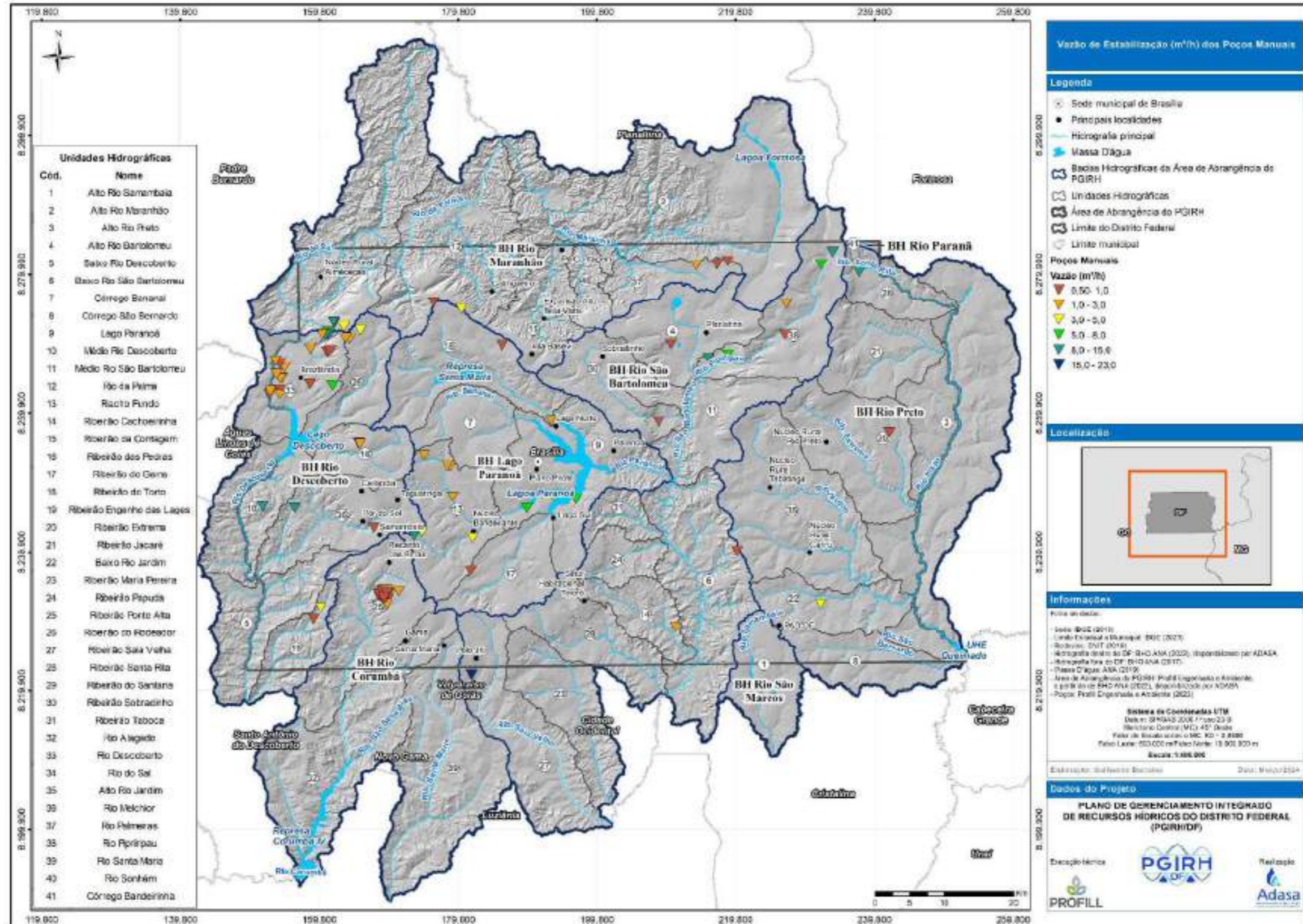


Figura 12.7 - Vazão de estabilização (m³/h) dos poços manuais.

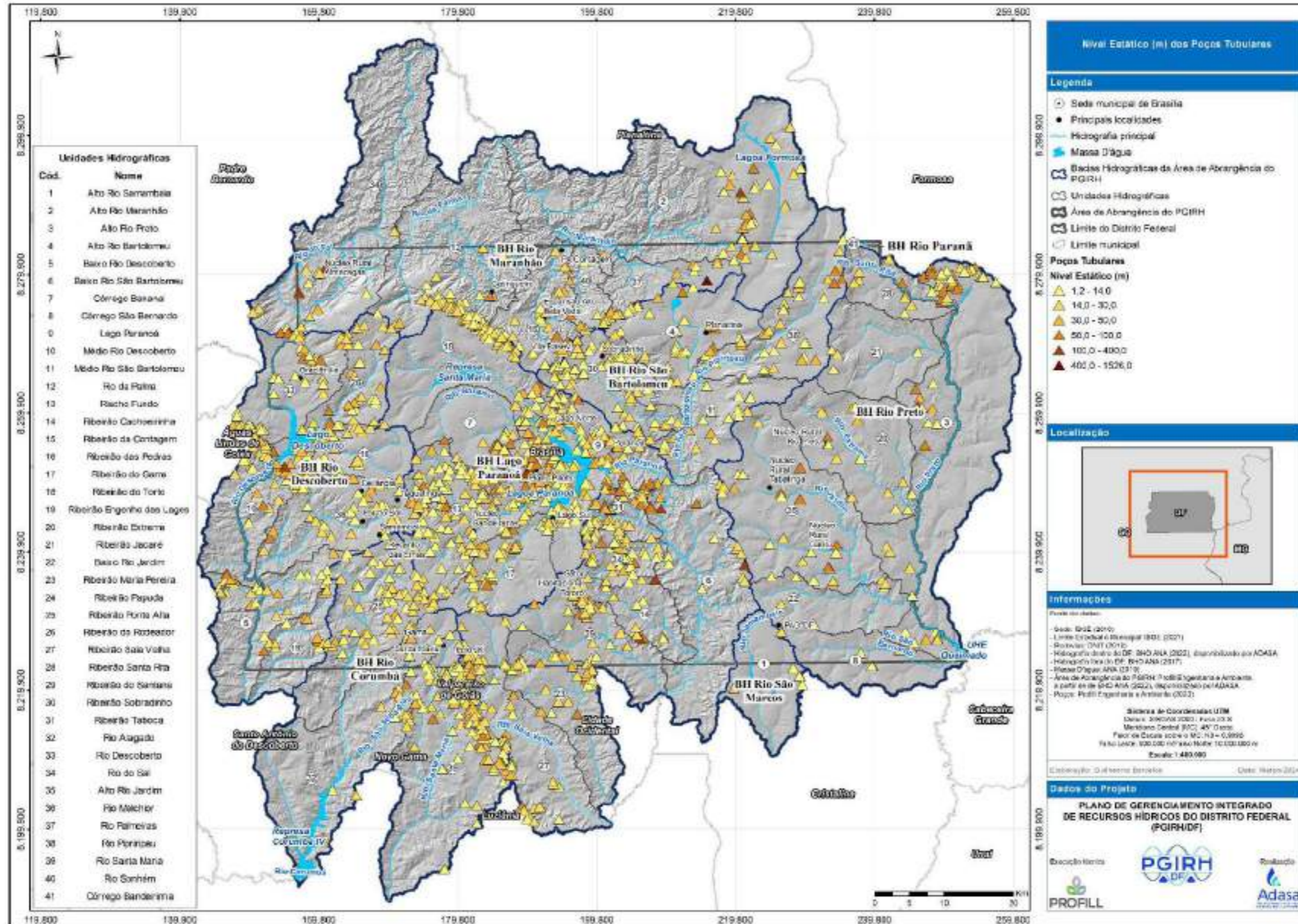


Figura 12.8 - Nível estático (m) dos poços tubulares.

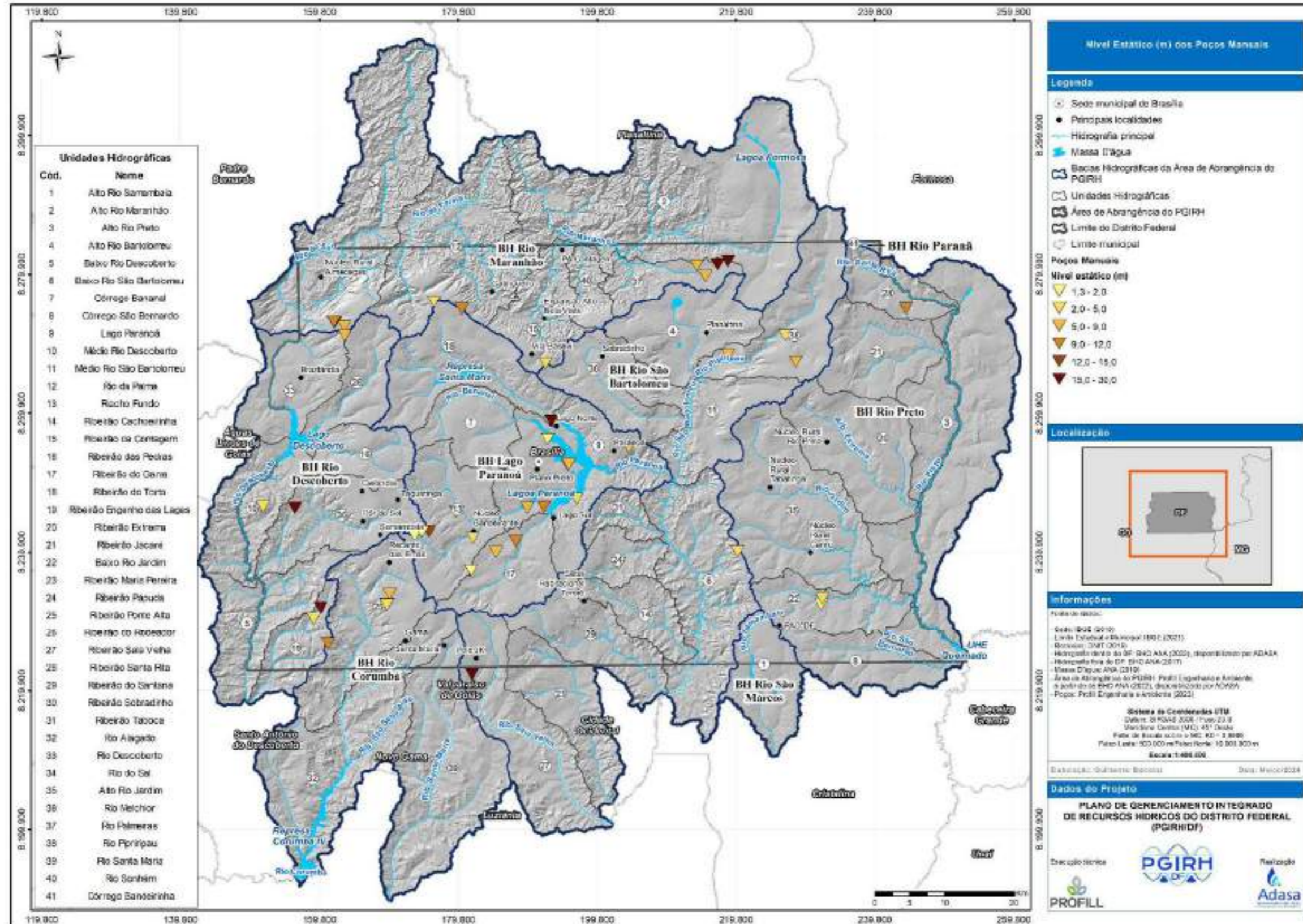


Figura 12.9 - Nível estático (m) dos poços manuais.

12.2.3 Séries Históricas com Dados de Nível da Adasa

O banco de dados de séries de nível dos aquíferos gerido pela Adasa chamado de “Rede de Monitoramento de Águas Subterrâneas do Distrito Federal” possui um total de 42 pontos de monitoramento (um ponto a cada 137km²). Para cada um dos pontos monitorados, existe um par de poços, denominado estação, lado a lado com diferentes profundidades com o objetivo de monitorar o domínio freático (aquífero raso) e o domínio fraturado ou fissuro-cárstico (aquífero profundo), totalizando 84 poços com dados de nível na rede. A Figura 12.10 apresenta o local de instalação de um poço de monitoramento da Adasa:



Figura 12.10 - Poço de monitoramento da Adasa. Fonte: Adasa (2023).

Na Figura 12.11 é possível observar a localização de cada um dos pares de poços de monitoramento da rede citados. As estações de monitoramento estão distribuídas em todas as bacias hidrográficas (com exceção da bacia do São Marcos) (Quadro 12.12) e em todos os sistemas e subsistemas dos aquíferos do DF, com exceção dos subsistemas S/A (Paranoá) e F/Q/M (Canastra) (ADASA, 2020). O Anexo 4, contém as informações dos poços de monitoramentos separados entre os domínios poroso e fraturado.

O Quadro 12.10 mostra a situação do número de poços monitorados por unidade aquífera fissuro-cárstico juntamente com os dados de profundidade. A maior parte dos poços de monitoramento da Adasa está localizada no sistema aquífero Paranoá (64%). Todas os sistemas apresentam valor máximo de profundidade similar. Contudo, em relação a profundidade média, os sistemas Canastra e

BambuÍ apresentam os maiores valores com 153 e 149m, respectivamente. Já em relação às profundidades mínimas, os sistemas Paranoá e Araxá apresentam os menores valores mínimos, com 72 e 94m, respectivamente. Já o Quadro 12.11 mostra os mesmos resultados para a rede de poços de monitoramento do aquífero freático poroso, onde a maior parte dos poços está localizada sobre os domínios P1 e P4 (83%). Os resultados de profundidades médias, mínimas e máximas apresentam valores muito próximos para todos os sistemas descritos.

Quadro 12.10 - Poços de monitoramento da rede Adasa de acordo com o sistema aquífero fraturado ou fissuro-cárstico.

Sistema	Nº total de poços	Profundidade (m)		
		Máxima	Média	Mínima
Canastra	3	156	153	150
Paranoá	27	156	128	72
Araxá	3	150	126	94
BambuÍ	9	150	149	138

Fonte: Adasa (2023).

Quadro 12.11 - Poços de monitoramento da rede Adasa de acordo com o sistema aquífero poroso.

Domínio Poroso	Nº total de poços	Profundidade (m)		
		Máxima	Média	Mínima
Sistema P1	20	33	31	30
Sistema P2	1	34	34	34
Sistema P3	6	34	31	30
Sistema P4	15	33	30	30

Fonte: Adasa (2023).

Quadro 12.12 - Número de poços de acordo com a bacia hidrográfica.

Bacia	Número de Poços
Lago Paranoá	9
Rio Corumbá	4
Rio Descoberto	9
Rio Maranhão	4
Rio Preto	12
Rio São Bartolomeu	4
Rio São Marcos	0

Fonte: Adasa (2023).

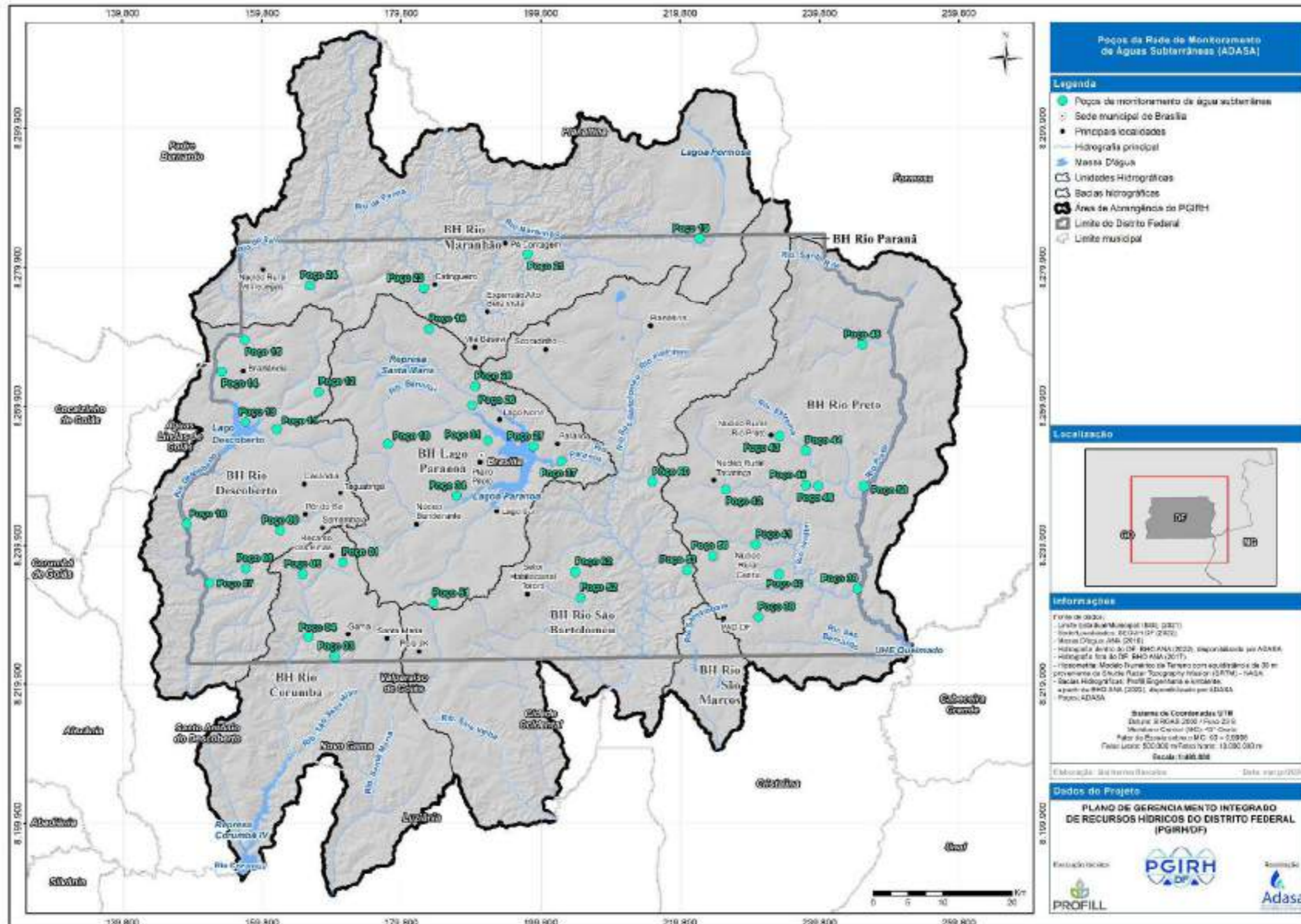


Figura 12.11 - Localização dos pares de poços de monitoramento da rede da Adasa.

O banco de dados de poços de monitoramento de nível da Adasa realiza o monitoramento da profundidade de nível estático (NE) em algumas campanhas durante o ano. As leituras não têm espaçamento fixo ou regular, mas apresentam medições desde 2013. No presente estudo, foram avaliados dados entre os anos de 2013 e 2023, ou seja, são registros de uma década sobre a dinâmica de armazenamento dos aquíferos poroso e fraturado do DF. Apesar da baixa frequência de registro em cada ano da rede quando comparado a outras redes dedicadas de monitoramento (usualmente dado horário ou diário), ainda assim é possível obter valiosas informações sobre o armazenamento, tendências e sazonalidade das águas subterrâneas.

Para o presente plano, foram fornecidos dados brutos de nível estático dos 84 poços dos 42 locais de monitoramento. Os dados brutos de nível podem apresentar uma ampla variedade de inconsistências, que podem estar atreladas ao erro humano, como no preenchimento das planilhas, e, ao erro do equipamento de medição dos níveis, que pode não estar calibrado. Com o objetivo de desenvolver uma análise da dinâmica de variação dos aquíferos do DF da forma mais próxima à realidade, foi feita a consistência dos dados brutos de nível.

No processo de consistência dos níveis, foram avaliadas também as profundidades máximas dos poços, buscando identificar e remover níveis que estivessem abaixo delas. Além disso, também foram investigados possíveis dados espúrios relacionados com a trocas de unidades de medida. Também foram eliminadas medições duplicadas que apresentavam valores divergentes entre si. Durante a consistência, foram encontrados alguns poços secos, sendo eles: 19, 23, 28, 48 e 58.

Na Figura 12.13, os itens a) e b) mostram as anomalias anuais de profundidade para cada um dos poços de monitoramento, após a consistência dos níveis. A anomalia de cada poço é obtida por meio do valor em determinado ano ou mês subtraído da média de longo termo de profundidades do poço. A análise integrada permite avaliar o comportamento regional dos níveis, apesar de não permitir a análise individual de forma clara, a análise individual de cada poço pode ser encontrada no Anexo 3. A Figura 12.12 apresenta um exemplo de análise individual feita para cada um dos poços da rede de monitoramento.

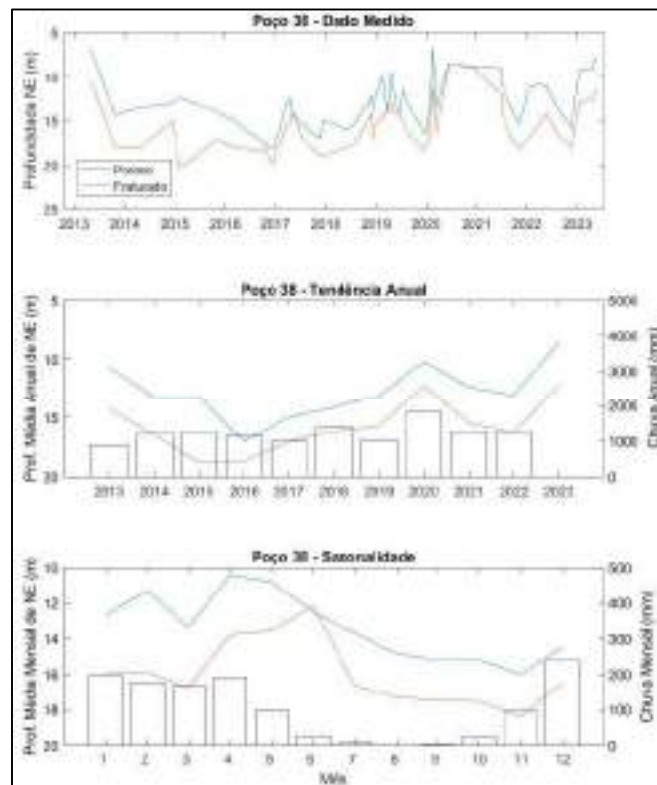


Figura 12.12 - Avaliação dos níveis do poço 38 da rede de monitoramento da Adasa.

Observam-se anomalias positivas (quando ocorre maior disponibilidade hídrica nos poços) e anomalias negativas (quando ocorre a diminuição da disponibilidade hídrica dos poços), ao longo do referencial, indicado pela linha preta tracejada. Ao longo dos onze anos ocorrem alternâncias entre as anomalias negativas e positivas, que podem ser influenciadas por vários fatores, sendo os índices de precipitação um importante fator na situação de determinado ano. Por exemplo, o ano 2020 teve elevados índices pluviométricos, implicando na alteração dos volumes armazenados para valor acima da média histórica. Já os anos entre 2015 e 2017 tiveram menores índices pluviométricos, implicando em período com reservas subterrâneas abaixo da média histórica dos poços. Também são observados poços que apresentam anomalias que divergem da maioria, a justificativa pode estar associada a fatores que podem afetar os locais de maneira pontual, quando comparados com os demais. Um exemplo disso é a exploração excessiva de água no local.

Na Figura 12.13, os itens c) e d) apresentam as anomalias das médias mensais de profundidade para todos os poços. Diferente da análise anual, na análise mensal são observadas tendências de comportamento dos poços. Nos meses de chuva, que variam de outubro a abril existe uma tendência de aumento do volume de água disponível para os poços, gerando menores profundidades e anomalias positivas. Já no período seco, que varia de maio a setembro, são registradas as anomalias negativas, com o aumento das profundidades dos poços. Essa variação de anomalias é observada tanto no poroso quanto no fraturado.

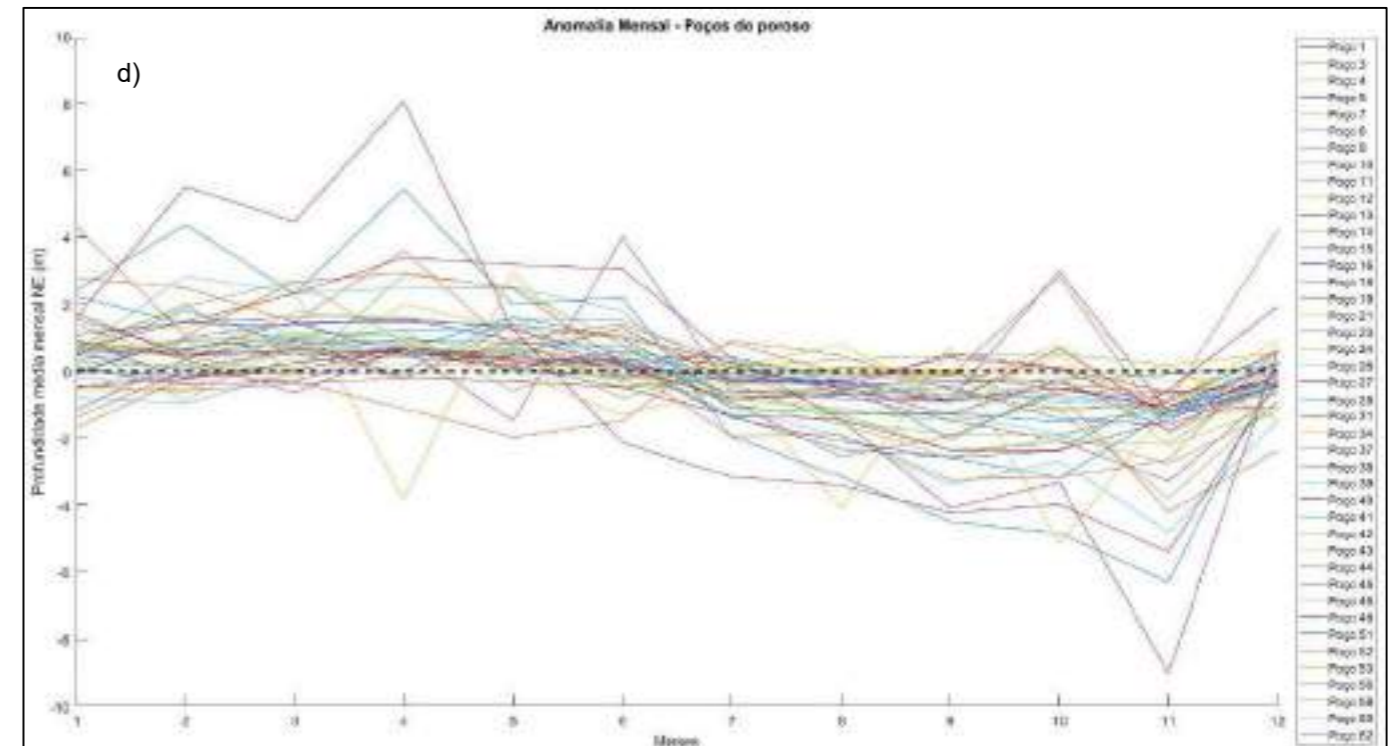
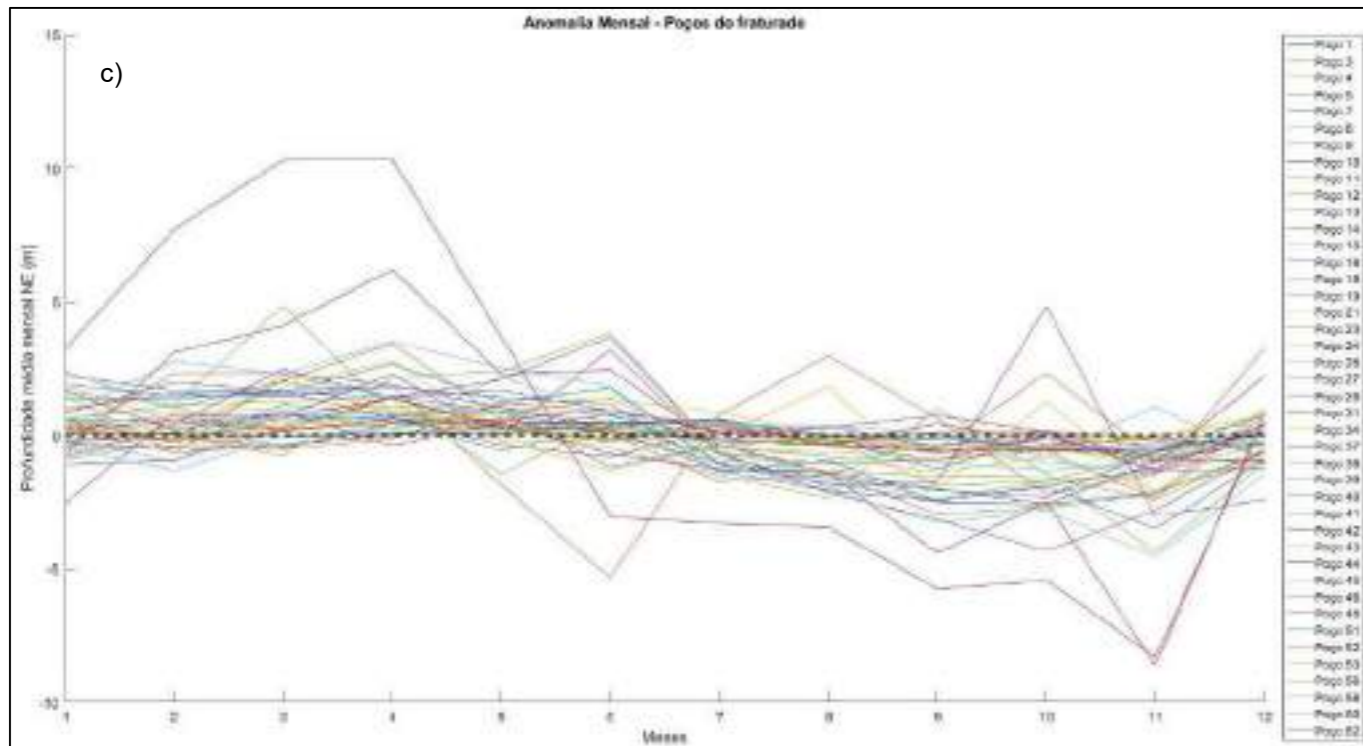
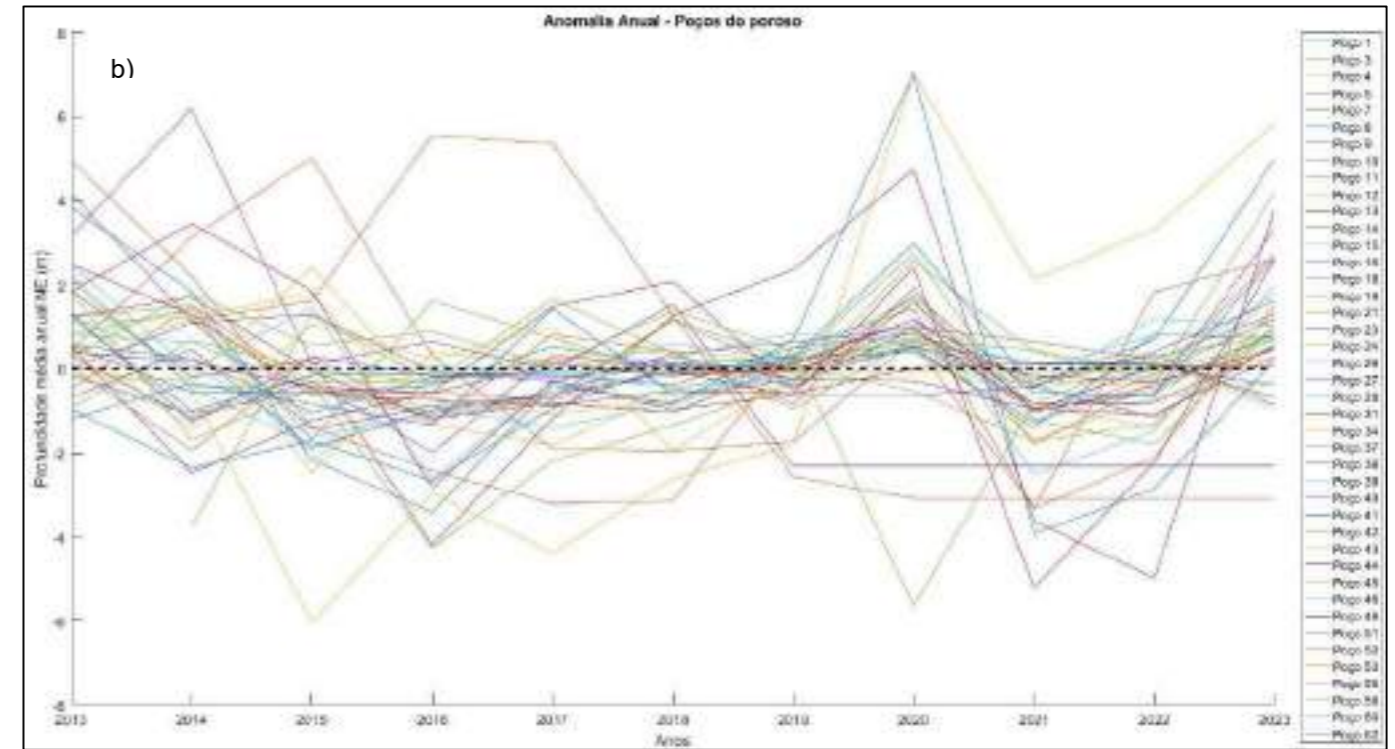
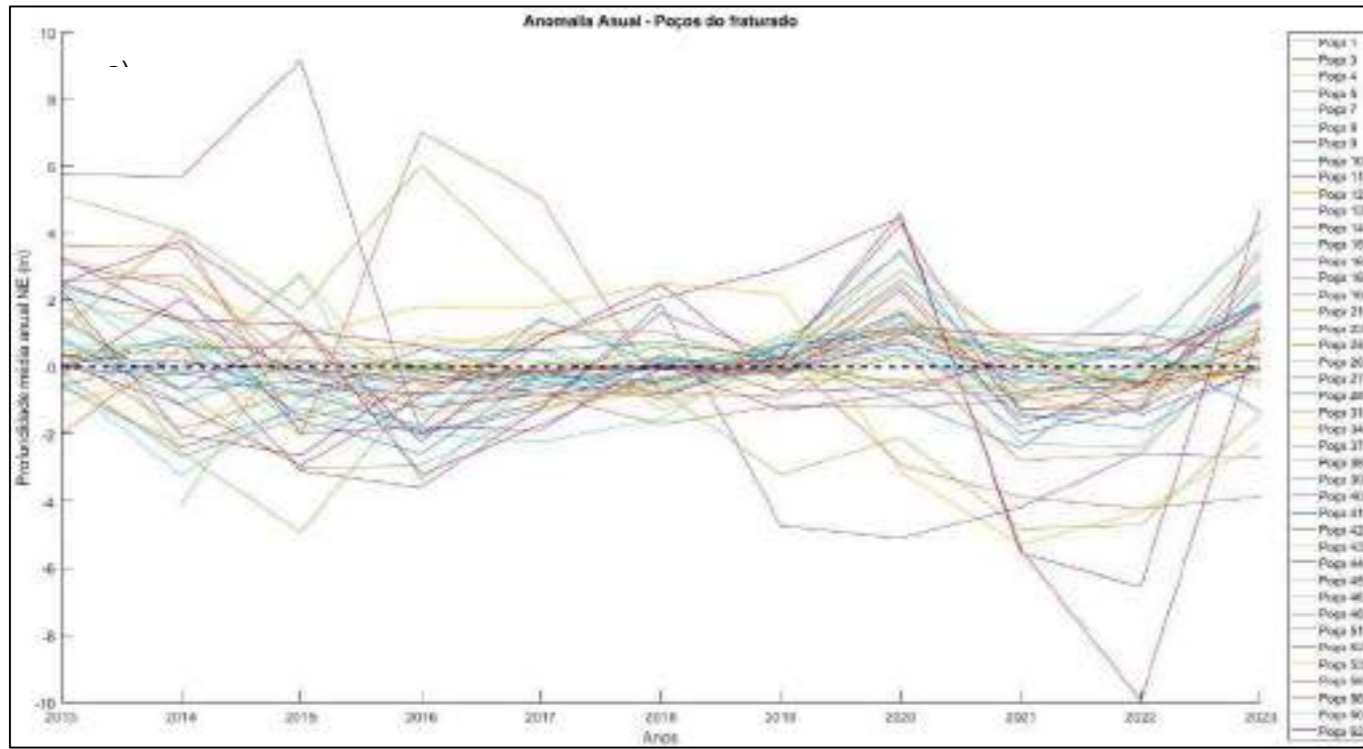


Figura 12.13 - Análise de anomalia sazonal e anual dos poços da rede de monitoramento; a) tendência anual da anomalia no sistema fraturado; b) tendência anual da anomalia no sistema poroso; c) comportamento sazonal mensal no sistema fraturado; d) comportamento sazonal mensal no sistema poroso. Fonte: Elaboração Própria (2024).

Para analisar individualmente os níveis de cada um dos 42 pontos de monitoramento foi criado o Anexo 3, que apresenta os dados dos níveis de poços já consistidos, juntamente com os respectivos dados de precipitação. Ele mostra, para cada dupla de poços de monitoramento, no poroso e no fraturado, os valores médios mensais e anuais de profundidade com o objetivo de compreender a tendência anual de longo prazo e sazonalidade da recarga subterrânea.

Além disso, também é apresentada a sazonalidade ao longo dos meses, através das profundidades médias mensais dos NE para cada um dos doze meses do ano. Juntamente com os dados dos poços são apresentadas as taxas de precipitação acumuladas médias mensais e anuais. As estações pluviométricas escolhidas foram as que apresentaram a maior quantidade de dados completos para os anos de 2013 a 2022. Cada poço foi atribuído a uma estação pluviométrica, levando em consideração a menor distância entre eles.

Observa-se no Anexo 3, que para os poços 19 e 23, existe um grande período em que os dados dos poços porosos estão constantes e igual à sua profundidade máxima, indicando o poço seco. Em alguns poços, observa-se o sinal de uma redução nos níveis que iniciou em 2019 e estendeu-se até 2023, refletindo também a ocorrência de poço seco.

De uma maneira geral, foi possível observar que na maioria dos poços, os dados de NE apresentam maior profundidade para o aquífero fraturado em relação ao aquífero poroso. Contudo, em alguns casos foi possível perceber maiores valores de profundidade média dos NE no sistema poroso, como pode ser observado nos poços 1, 3, 7 e 46, por exemplo. Tal comportamento pode ser explicado pelo modelo conceitual “Modelo de Superfície Potenciométrica Única com Confinamento” apresentado no Item 12.1.3.3.

Em relação ao comportamento anual entre os anos de 2013 e 2023 é possível observar o comportamento temporal dos níveis monitorados. Para a maior parte dos poços ocorre aumento dos níveis após a estiagem que ocorreu entre os anos de 2014 e 2017. O comportamento regional de variação dos níveis é observado na Figura 12.13 para a totalidade dos poços e permite compreender de maneira geral o que ocorre na área de estudo.

Uma série temporal é considerada estacionária quando as suas propriedades estatísticas, como média, variância e autocorrelação, permanecem constantes ao longo do tempo. Uma das formas de avaliar a estacionariedade de uma série temporal é através do teste de Mann Kendall (KENDALL, 1975), no presente estudo, o teste foi utilizado utilizando com nível de significância de 5%.

O teste foi aplicado nas séries de níveis medidos ao longo dos anos de 2013 a 2023, em todos os poços dos sistemas poroso e fraturado. Observou-se que, no

sistema poroso, os poços 4, 11, 14, 15, 19, 21, 23, 38, 39, 51, 52 e 60 apresentam séries não estacionárias. Desses poços, 5 deles apresentam tendências de redução do nível de água e 7 deles apresentaram tendência de aumento de nível de água nos poços.

Nos poços do sistema fraturado, os poços de número 3, 4, 5, 11, 13, 14, 15, 16, 18, 19, 23, 31, 34, 38, 39, 51, 52 e 56 apresentaram séries não estacionárias. Dos poços não estacionários, 9 deles apresentam tendência de redução do nível de água e 9 apresentam tendência de aumento do nível de água dos poços. A localização dos poços juntamente com sua tendência (estacionária, positiva ou negativa) estão apresentados na Figura 12.14 para o sistema fraturado e na Figura 12.15 para o sistema poroso.

Analisando em conjunto os dados dos poços de ambos os sistemas, foi observado que os poços com tendência de redução de nível estão localizados a região norte do DF. Além disso, para o sistema fraturado, existem poços com tendência de redução de nível nas regiões mais urbanizadas, como na área urbanizada de Brasília, que é uma região que tende a ter uma maior demanda de água. Além disso, grande parte dos poços que apresentaram tendência de aumento do nível de água estão localizados em regiões com a presença de florestas.

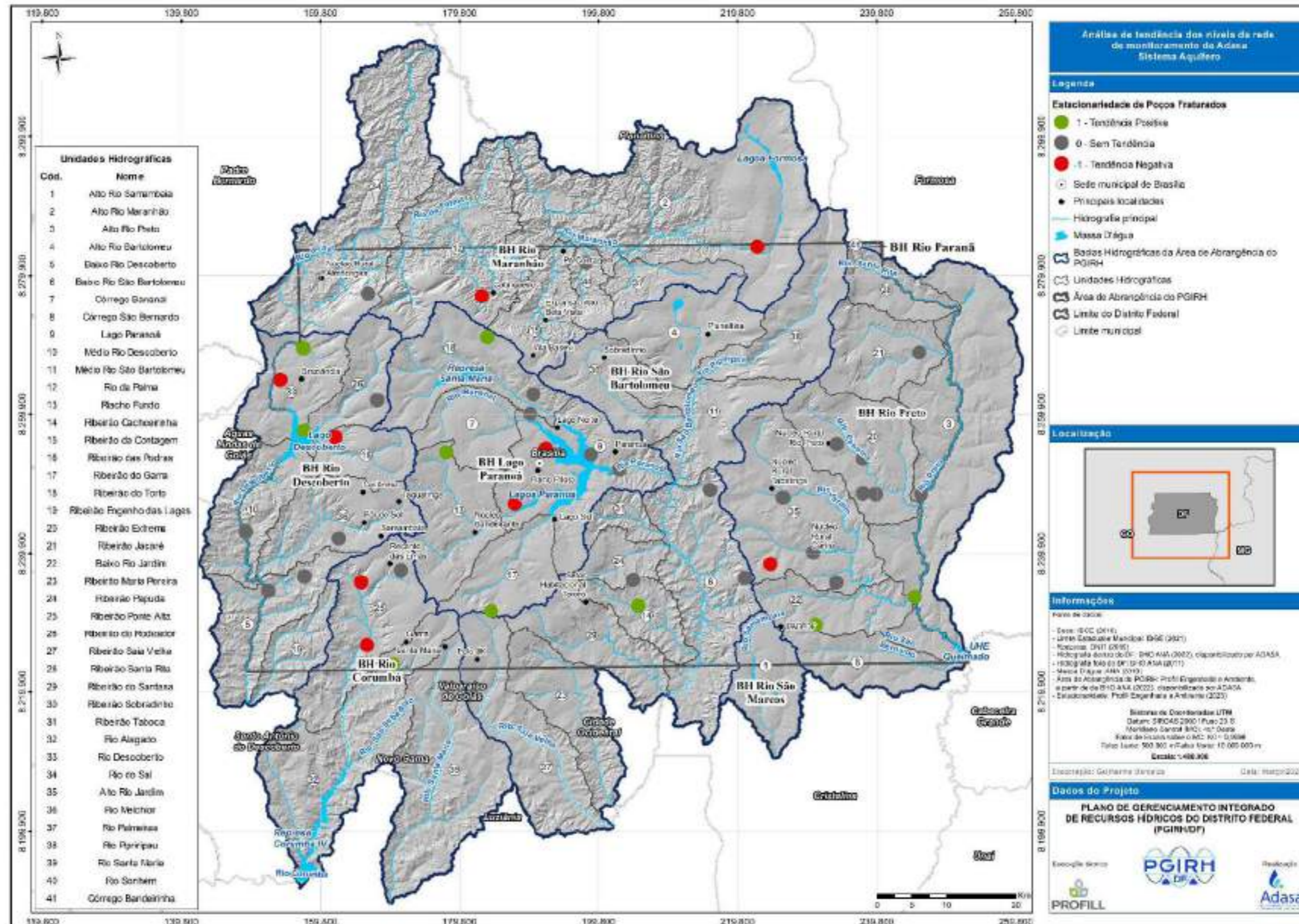


Figura 12.14 - Análise de tendência dos níveis da rede de monitoramento da Adasa - Sistema Aquífero Fraturado.

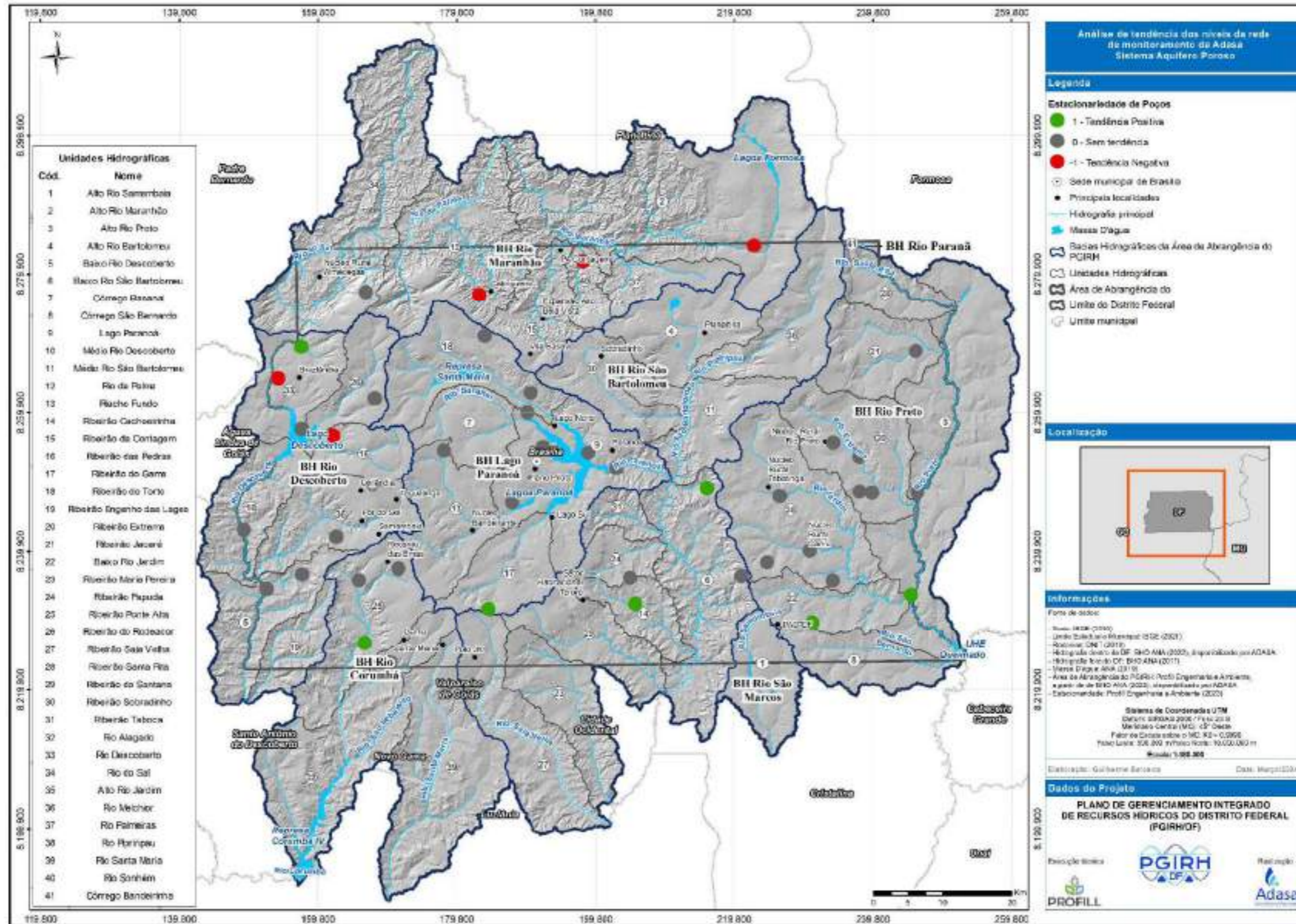


Figura 12.15 - Análise de tendência dos níveis da rede de monitoramento da Adasa - Sistema Aquífero Poroso

12.3 Disponibilidade Hídrica das Águas Subterrâneas

12.3.1 Descarga Subterrânea dos Aquíferos

Quando o nível potenciométrico do aquífero de uma determinada região é superior ao nível do rio, situação típica em regiões mais úmidas, o rio tem comportamento efluente, ou seja, o aquífero descarrega água no rio. Caso contrário, é considerado que o rio é afluente, ou seja, a infiltração do leito do rio contribui para a recarga subterrânea dos aquíferos do local. Em um mesmo local, podem ocorrer os dois cenários conforme a época do ano devido a variação natural de armazenamento dos aquíferos. A interação de um rio efluente com o aquífero é verificada principalmente por meio do escoamento de base dos rios perenes. (COLLISCHONN; DORNELLES, 2013). A Figura 12.16 ilustra o cenário de rio efluente e afluente.

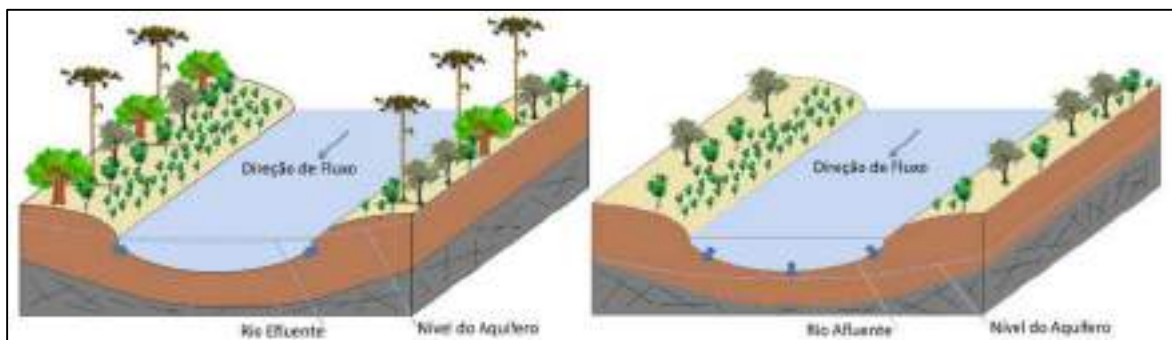


Figura 12.16 - Comportamento de um rio efluente e afluente. Fonte: Melati, 2018.

O aumento do uso das águas subterrâneas apresenta relação direta com a disponibilidade hídrica superficial em situações na qual o rio tem comportamento efluente, em especial nos períodos mais críticos de menor disponibilidade hídrica.

O “escoamento de base” é a fração da descarga de um rio que não é atribuída ao escoamento superficial originado pela precipitação, ele é sustentado por um fluxo contínuo mesmo em situações de seca, sendo um exutório natural de descarga dos aquíferos. Sendo assim, as águas subterrâneas apresentam um papel importante na dinâmica dos rios (EBRAHIM; VILLHOLTH, 2016). A vazão de um rio é gerada pela combinação da água que retorna do compartimento subterrâneo, subsuperficial, que é a água oriunda do subsolo com rápido escoamento, e da água oriunda do escoamento superficial em áreas pouco permeáveis ou temporariamente saturadas (FREEZE; CHERRY, 1979; MAIDMENT, 1992).

É comum encontrar na literatura trabalhos que associam o comportamento da recarga do aquífero como equivalente à descarga dele, quando são utilizadas longas séries de dados na análise (RISSER; GBUREK; FOLMAR, 2005). O método de recarga subterrânea usando a separação do escoamento de base (descarga subterrânea) está baseado no balanço hídrico subterrâneo. Healy (2010) mostra

que o balanço hídrico de um aquífero pode ser representado pela seguinte equação.

$$\Delta S_{gw} = R - Q_{bf} - ET_{gw} - Q_{gwoff} + Q_{gwon} \quad (\text{Equação 12.1})$$

em que R: recarga (mm/ano); ΔS_{gw} : mudança no armazenamento de água no aquífero (mm/ano); Q_{bf} : fluxo de base (mm/ano); ET_{gw} : evapotranspiração de água subterrânea (mm/ano); Q_{gwoff} : fluxo subterrâneo para fora da bacia (mm/ano); Q_{gwon} : fluxo subterrâneo para dentro da bacia (mm/ano).

O método parte do pressuposto que a evaporação subterrânea e os fluxos de entrada e saída que ocorrem regionalmente na bacia são menos representativos frente a descarga que ocorre nas drenagens das bacias hidrográficas. Nesse caso, em longos períodos, a variação do armazenamento do aquífero é irrelevante frente aos fluxos totais do período, permitindo assim, que a descarga possa ser associada a recarga subterrânea.

Assumindo que a recessão das vazões, na ausência de precipitação e escoamento superficial consiste na descarga de todos os aquíferos freáticos representando um reservatório linear, a análise dessas vazões infere informações do armazenamento de água subterrânea nesses aquíferos (BRUTSAERT; SUGITA, 2008). Diversos trabalhos tem usado as estimativas de descarga (fluxo de base) para inferir a recarga subterrânea em bacias hidrográficas brasileiras com resultados satisfatórios e equivalentes a outros métodos comparados (BORGES et al., 2017; BORTOLIN et al., 2018; MELATI; FAN; ATHAYDE, 2019).

Apesar de toda a complexidade envolvendo a análise de descarga do aquífero, ainda assim é possível acessar importantes informações sobre essa dinâmica e que podem subsidiar o uso sustentável e integrado dessas reservas. A metodologia usada e os resultados obtidos estão apresentados a seguir.

12.3.1.1 Método de separação do escoamento de base para obtenção da fração subterrânea do escoamento

A fração da vazão de um rio que representa o fluxo de base pode ser aproximada por meio de diferentes técnicas, as mais comuns, são os métodos de separação dos hidrogramas, que apesar de terem uma base física, apresentam componentes arbitrários para definir a linha que separa os diferentes escoamentos (COLLISCHONN; DORNELLES, 2013).

Filtros numéricos ou digitais podem ser utilizados para separar hidrogramas em suas componentes superficiais e subterrâneas de forma aproximada (COLLISCHONN; DORNELLES, 2013). Uma das últimas contribuições no tema foi feita por Eckhardt (2005), que propôs uma forma geral e demonstrou que alguns

dos outros modelos existentes propostos são casos específicos desse modelo. O filtro proposto por Eckhardt pode ser expresso em função de duas constantes, a constante de recessão “ a ”, que relaciona a descarga do aquífero de um determinado passo de tempo quando não ocorre escoamento superficial nem recarga subterrânea, e a constante *base flow index maximum* (BFI_{max}), que restringe o máximo valor do parâmetro *base flow index* (BFI) que o algoritmo pode modelar.

A constante de recessão a é obtida por meio da análise do hidrograma. Contudo o grande desafio na aplicação do filtro é encontrar o valor ideal para o parâmetro BFI_{max}, que não pode ser obtido de forma direta. O parâmetro BFI é muito importante para avaliar as frações do escoamento que são originados do fluxo de base, e representa a fração da média anual de fluxo de base em relação à média anual do escoamento total observado, enquanto que o parâmetro BFI_{max} restringe o máximo valor que o parâmetro BFI pode atingir (HEALY, 2010). No presente trabalho, optou-se por aplicar o Filtro de Eckhardt (2005).

O filtro é utilizado para estimar o fluxo de base, separando a vazão do rio nas componentes superficial e de base em passos de tempo discretos, normalmente em medições diárias, conforme a equação a seguir.

$$y_i = f_i + b_i \quad \text{Equação 12.2}$$

em que y_i representa a vazão no tempo indicado i ; f_i representa o escoamento superficial; e b_i representa o escoamento subterrâneo.

Na aplicação do filtro, a vazão de base de um determinado passo de tempo é dependente da vazão de base no passo de tempo anterior, e da vazão no passo de tempo atual, podendo ser representado pela equação a seguir.

$$b_i = A \cdot b_{i-1} + B \cdot y_i \quad \text{Equação 12.3}$$

em que os coeficientes A e B são parâmetros do filtro, e b_{i-1} é a vazão de base no passo de tempo anterior. Além disso, a condição $b_i \leq y_i$ deve ser atendida para todos os passos de tempo, uma vez que a vazão de base não pode ser maior que a vazão do rio observada.

Eckhardt (2005) mostra que quando se assume que o armazenamento de água no aquífero apresenta uma relação linear com o seu esvaziamento, os coeficientes A e B são funções constantes dependentes da constante de recessão (a) e de um segundo parâmetro chamado de BFI_{max}.

O valor da constante a é obtido por meio da análise da recessão de hidrogramas em longos períodos, e está relacionada com a descarga do aquífero em um único

passo de tempo quando a contribuição do escoamento superficial é zero. Assim, considerando que o esvaziamento do aquífero apresenta um comportamento linear em relação ao armazenamento dele, a constante é calculada pelas equações a seguir.

$$k = \frac{-\Delta t}{\ln\left(\frac{Q_{(t+\Delta t)}}{Q_t}\right)} \quad \text{Equação 12.4}$$

$$a = e^{\frac{-\Delta t}{k}} \quad \text{Equação 12.5}$$

em que k é a constante do período característico de recessão, a é a constante de recessão.

O parâmetro BFI_{max} representa o maior valor que o parâmetro BFI pode atingir na aplicação do algoritmo, em que BFI é a razão entre o fluxo de base total e a vazão total, e pode ser obtido por meio da equação a seguir.

$$BFI = \frac{\sum_{i=1}^N b_i}{\sum_{i=1}^N y_i} \quad \text{Equação 12.6}$$

A obtenção do BFI_{max} apresenta bastante complexidade. Optou-se por utilizar o método de filtragem regressiva móvel (COLLISCHONN; FAN, 2013), que é definido pela equação a seguir para uma determinada constante de recessão a .

$$b'_{i-1} = \frac{b'_i}{a} \quad \text{Equação 12.7}$$

Essa equação aplicada ao hidrograma observado, permite obter preliminarmente uma estimativa do máximo valor possível de fluxo de base¹. Dessa forma, para obter uma estimativa de BFI_{max} , deve-se dividir a soma dos valores de b' obtidos pela soma das vazões do rio, conforme apresentado na equação a seguir.

$$BFI_{max} = \frac{\sum_{i=1}^N b'_i}{\sum_{i=1}^N y_i} \quad \text{Equação 12.8}$$

Portanto, Eckhardt (2005) mostrou que os parâmetros A e B do filtro podem ser obtidos pelas seguintes equações.

$$B = \frac{(1 - a) \cdot BFI_{max}}{1 - a \cdot BFI_{max}} \quad \text{Equação 12.9}$$

¹ Maiores detalhes sobre os procedimentos de aplicação podem ser obtidos em seu trabalho.

$$A = \frac{1 - BFI_{max}}{1 - a \cdot BFI_{max}} \cdot a \quad \text{Equação 12.10}$$

Assim, juntando as equações apresentadas e definindo condição $b_i \leq y_i$, a equação que define o filtro é apresentada a seguir, que teve origem a partir da dedução de todas as equações apresentadas anteriormente.

$$b_i = \frac{(1 - BFI_{max}) \cdot a \cdot b_{i-1} + (1 - a) \cdot BFI_{max} \cdot y_i}{1 - a \cdot BFI_{max}} \quad \text{Equação 12.11}$$

Usualmente, as medições ou estimativas de fluxo de base são divididas pela área de drenagem da bacia no ponto medido e apresentadas como uma média de recarga em milímetros por unidade de área (km²).

12.3.1.2 Séries de dados de vazão nos rios

Para o cálculo do escoamento de base nos rios, foram utilizados dados diários de vazão nos rios com ao menos 10 anos de séries completas, com exceção da BH São Marcos, onde não existiam estações com séries históricas representativas e um limite inferior de anos foi tolerado. Os dados utilizados são os mesmos utilizados no estudo de disponibilidade hídrica superficial e já estão renaturalizados. O que indica que os resultados apresentados aqui já contabilizam retiradas de água de uso consuntivo. Além disso, regiões com elevada concentração de estações tiveram uma pré-seleção, dando prioridade para séries mais longas e melhor qualidade de dados.

12.3.1.3 Resultados de Recarga Subterrânea baseados na Descarga Subterrânea

Os resultados obtidos para cada uma das 24 estações fluviométricas selecionadas estão apresentados no Quadro 12.15. Já a localização de cada uma das estações fluviométricas utilizadas está apresentada na Figura 12.18. De uma maneira geral, é possível observar que resultados de recarga subterrânea em relação à precipitação total anual variam entre 24% e 50%. Ao avaliar os resultados de descarga, que foram associados à recarga subterrânea total, com a chuva é possível perceber um aumento da fração que infiltra com o aumento da chuva. Esse resultado é esperado e diversos trabalhos na literatura mostram esse aumento da taxa de infiltração com o aumento dos volumes de chuva (COGERH, 2009; MELATI et al., 2021; VARNI et al., 2013).

De uma forma aproximada, os resultados obtidos com o ajuste da Figura 12.17 permitem estimar a recarga subterrânea de forma aproximada para diferentes anos de acordo com os respectivos totais pluviométricos usando a seguinte equação potencial ajustada.

$$R = 6,0418 e^{0,0012 PPT}$$

Equação 12.12

em que R é a recarga subterrânea em %; e PPT é a precipitação total anual em mm .

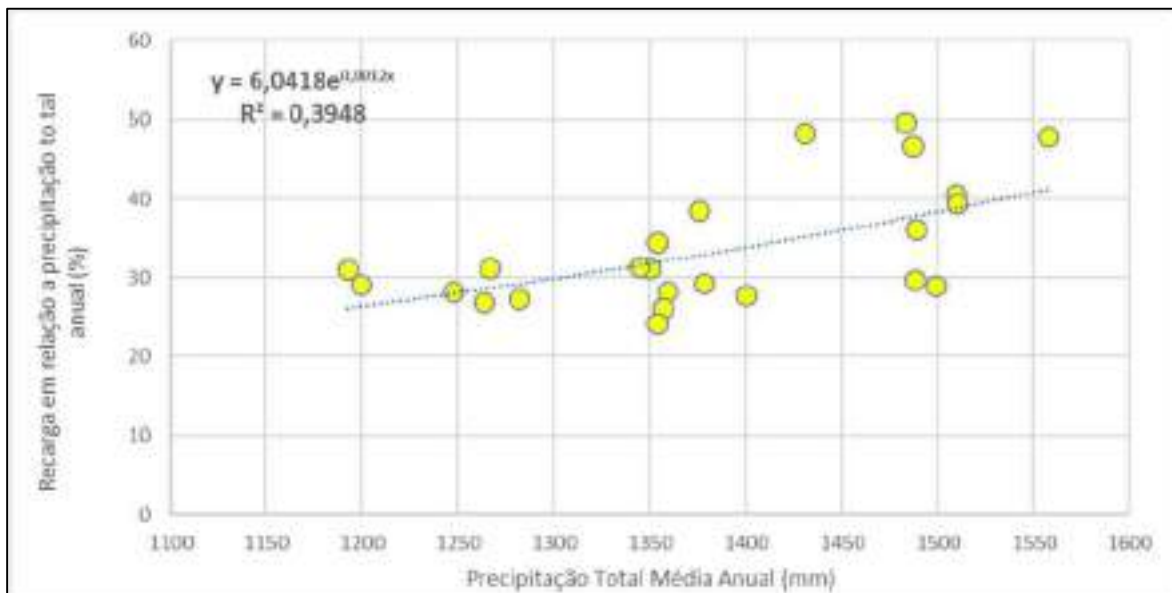


Figura 12.17 - Relação entre descarga subterrânea e precipitação total anual

A equação obtida na Figura 12.17 foi aplicada na precipitação total média anual, dando origem ao mapa de recarga média anual da área de estudo, que está apresentada na Figura 12.19 em % e na Figura 12.20 em unidade de “mm”. Para melhor compreender os resultados e auxiliar a gestão dos recursos hídricos do DF, os resultados obtidos foram estimados para cada bacia hidrográfica analisada, conforme apresentado no Quadro 12.13.

Quadro 12.13 - Recarga subterrânea total média anual para cada bacia hidrográfica

Bacia Hidrográfica	Recarga (mm)	Recarga (%)
Lago Paranoá	470	33
Rio Corumbá	611	39
Rio Descoberto	566	37
Rio Maranhão	512	35
Rio Preto	334	27
Rio São Bartolomeu	406	30
Rio São Marcos	302	25

Fonte: Elaboração Própria (2023).

Os resultados mostram as BHs Rio Corumbá e Rio Descoberto com os maiores volumes de recarga, com 611mm e 566mm, ambas localizadas na porção sul e oeste da área de estudo. Os menores índices de recarga subterrânea foram verificados nas BHs Rio São Bartolomeu e Rio São Marcos, com 406mm e 302mm, respectivamente. Por fim, no Quadro 12.14 é possível observar os resultados de recarga média total anual para cada UH.

Quadro 12.14 - Recarga subterrânea total média anual para cada UH.

BH	UH	Recarga Total Anual (mm)	Recarga Total Anual (%)
Lago Paranoá	Córrego Bananal	447	32
	Lago Paranoá	430	31
	Riacho Fundo	524	35
	Ribeirão do Gama	481	34
	Ribeirão do Torto	483	34
Rio Corumbá	Ribeirão Ponte Alta	613	39
	Rio Alagado	652	41
	Rio Santa Maria	568	37
Rio Descoberto	Baixo Rio Descoberto	609	39
	Médio Rio Descoberto	542	36
	Ribeirão das Pedras	532	36
	Ribeirão do Rodeador	535	36
	Ribeirão Engenho das Lages	637	40
	Rio Descoberto	551	37
	Rio Melchior	563	37
Rio Maranhão	Alto Rio Maranhão	474	33
	Ribeirão da Contagem	528	36
	Rio da Palma	553	37
	Rio do Sal	547	36
	Rio Palmeiras	446	32
	Rio Sonhém	492	34
Rio Preto	Alto Rio Preto	343	27
	Córrego São Bernardo	252	23
	Ribeirão Extrema	335	27
	Ribeirão Jacaré	301	25
	Ribeirão Jardim	291	25
	Ribeirão Santa Rita	447	32
Rio São Bartolomeu	Rio Jardim	356	28
	Alto Rio Bartolomeu	422	31
	Baixo Rio São Bartolomeu	352	28
	Médio Rio São Bartolomeu	385	29
	Ribeirão Cachoeirinha	371	29
	Ribeirão do Santana	406	30
	Ribeirão Maria Pereira	424	31
	Ribeirão Papuda	380	29
	Ribeirão Saia Velha	458	33
	Ribeirão Sobradinho	459	33
Ribeirão Taboca	394	30	
Rio São Marcos	Rio Pipiripau	407	30
	Alto Rio Samambaia	302	25

Fonte: Elaboração Própria (2023).

Quadro 12.15 - Resultados da descarga dos aquíferos.

Estações	Latitude	Longitude	Área de drenagem	Região Hidrográfica	Bacia Hidrográfica	Constante de Recessão k (dias)	Qmlt (m³/s)	Baseflow Index (BFI)	Fluxo de Base (m³/s)	Descarga (mm)	Precipitação (mm)	% de descarga em relação a precipitação
20009000	-15,4811	-48,1075	200	Tocantins-Araguaia	Rio Maranhão	54	2,8	54%	1,5	446	1488	30%
42450100	-15,5836	-47,3325	96	São Francisco	Rio Preto	90	1,2	73%	0,9	407	1378	30%
42450300	-15,6406	-47,3567	162	São Francisco	Rio Preto	146	1,9	78%	1,5	373	1192	31%
42450350	-15,7258	-47,3194	517	São Francisco	Rio Preto	138	5,8	72%	4,2	353	1282	28%
42450400	-15,8286	-47,4111	154	São Francisco	Rio Preto	119	1,7	69%	1,2	343	1263	27%
42450780	-15,9675	-47,4764	80	São Francisco	Rio Preto	68	0,9	59%	0,5	356	1247	29%
60019000	-16,0686	-47,595	45	Paraná	Rio São Marcos	54	0,5	35%	0,2	353	1199	29%
60435000	-15,7089	-48,2339	111	Paraná	Rio Descoberto	124	2,2	63%	1,4	617	1510	41%
60435200	-15,7250	-48,1683	110	Paraná	Rio Descoberto	65	1,9	61%	1,2	542	1489	36%
60435400	-15,7608	-48,1600	76	Paraná	Rio Descoberto	175	1,7	71%	1,2	697	1487	47%
60436190	-15,9411	-48,2522	804	Paraná	Rio Descoberto	123	11,2	57%	6,4	437	1499	29%
60443000	-16,0778	-48,2772	991	Paraná	Rio Descoberto	135	18,8	60%	11,3	599	1510	40%
60444100	-16,0969	-48,1489	354	Paraná	Rio Corumbá	133	8,4	38%	3,2	748	1558	48%
60470000	-15,5939	-47,6683	43	Paraná	Rio São Bartolomeu	168	0,6	78%	0,5	424	1350	31%
60471200	-15,6758	-47,6647	203	Paraná	Rio São Bartolomeu	151	2,5	63%	1,6	387	1359	28%
60472200	-15,6217	-47,5336	37	Paraná	Rio São Bartolomeu	179	0,5	78%	0,4	398	1267	31%
60472240	-15,6397	-47,5742	183	Paraná	Rio São Bartolomeu	144	2,1	72%	1,5	358	1357	26%
60472300	-15,6558	-47,5967	189	Paraná	Rio São Bartolomeu	116	2,0	54%	1,1	330	1354	24%
60473000	-15,6572	-47,6247	214	Paraná	Rio São Bartolomeu	119	2,9	68%	2,0	424	1345	32%
60476100	-15,7414	-47,6744	694	Paraná	Rio São Bartolomeu	138	10,3	74%	7,6	470	1354	35%
60490000	-15,9478	-47,6678	2135	Paraná	Rio São Bartolomeu	105	36,0	52%	18,7	532	1376	39%
60478200	-15,8594	-47,9419	177	Paraná	Lago Paranoá	131	4,2	52%	2,2	740	1483	50%
60478500	-15,8708	-47,895	132	Paraná	Lago Paranoá	79	2,9	69%	2,0	694	1431	48%
60478600	-15,8561	-47,8578	32	Paraná	Lago Paranoá	70	0,4	52%	0,2	393	1400	28%

Fonte: Elaboração Própria (2023).

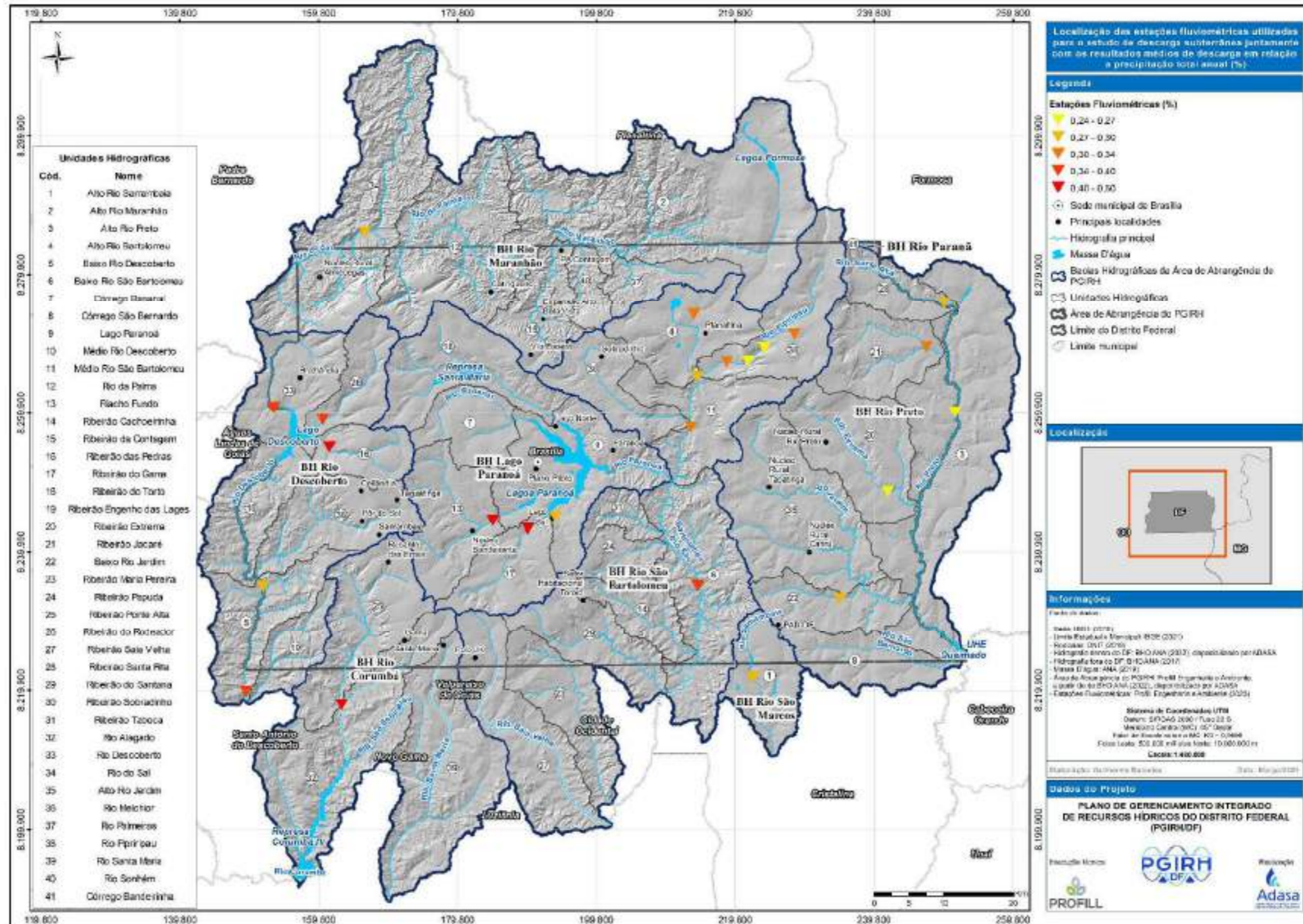


Figura 12.18 - Localização das estações fluviométricas utilizadas para o estudo de descarga subterrânea juntamente com os resultados médios de descarga em relação a precipitação total anual (%).

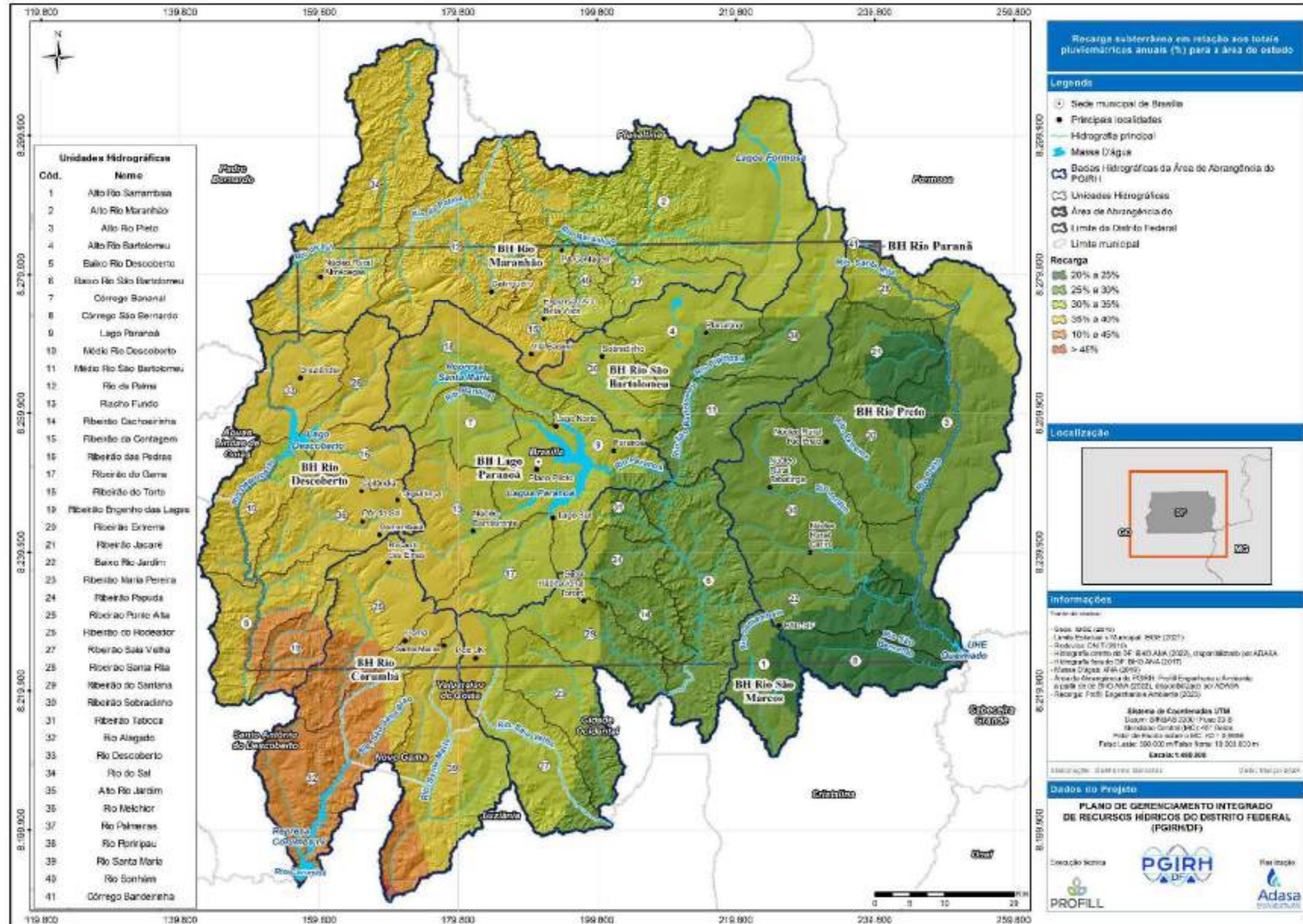


Figura 12.19 - Recarga subterrânea em relação aos totais pluviométricos anuais (%) para a área de estudo.

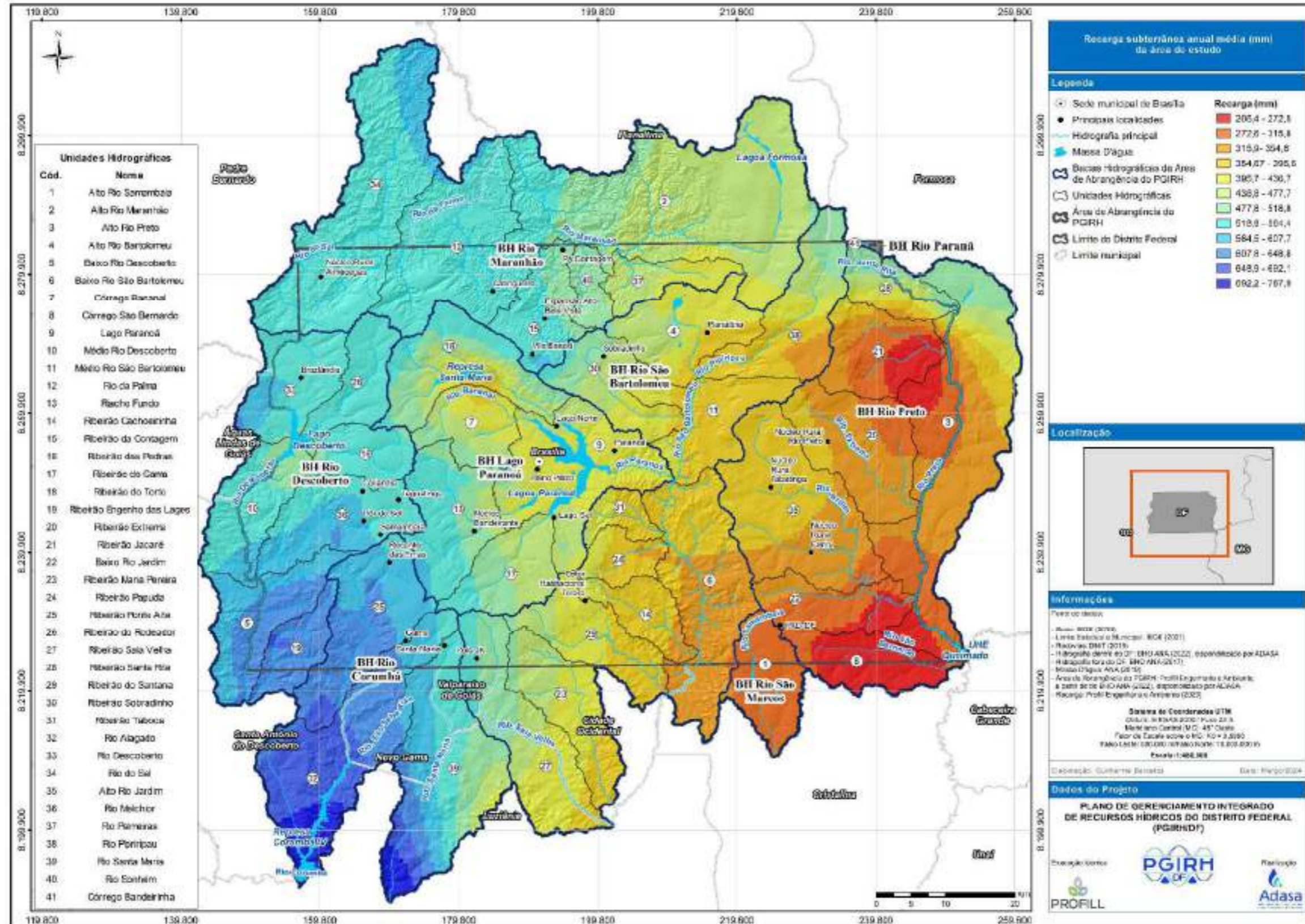


Figura 12.20 - Recarga subterrânea anual média (mm) da área de estudo.

12.4 Balanço entre as Disponibilidades Subterrâneas e Demandas Hídricas por Unidade Hidrográfica

As reservas reguladoras compreendem as águas responsáveis por recarregar os aquíferos sazonalmente, através da infiltração proveniente da precipitação e de outras fontes. A quantificação desses volumes geralmente ocorre por meio do cálculo da recarga subterrânea, sendo fundamental na gestão das águas subterrâneas. A utilização dessas reservas é objeto de debates na hidrogeologia, onde perspectivas mais conservadoras sustentam a não exploração total da reserva reguladora, reservando uma parcela para garantir a vazão de base dos rios. Por outro lado, visões menos conservadoras argumentam que a exploração integral pode ser adotada em regiões áridas, permitindo até o uso de uma fração da reserva permanente em situações de extrema escassez, desde que isso não comprometa o sistema ecológico dos rios, que são intermitentes. Regiões com rios perenes são mais sensíveis em relação a definição da fração da reserva reguladora que pode ser explorada. A determinação da fração da reserva reguladora incorporada à gestão das bacias hidrográficas requer uma decisão criteriosa que leve em consideração aspectos sociais, ambientais e econômicos.

No contexto do DF considera-se adequado o uso de apenas uma fração desses recursos na determinação da disponibilidade hídrica. Conforme a publicação da Agência Nacional de Águas (ANA) intitulada "Disponibilidades e Demandas de Recursos Hídricos no Brasil" (ANA, 2005), foi indicado um índice exploratório de 20% das reservas reguladoras. Embora a ANA reconheça que essa estimativa pode ser considerada conservadora, destaca-se sua eficácia na garantia de uma margem de confiança regional e na preservação da vazão de base dos rios. Essa abordagem permite que apenas 20% do fluxo de base seja impactado pela extração de água subterrânea. Vale ressaltar que esse percentual inicial é passível de ajustes, podendo ser ampliado ou reduzido conforme o aprofundamento do conhecimento sobre a área em questão.

Para o presente estudo, esse valor de 20% foi adotado para cálculo da disponibilidade hídrica subterrânea de cada unidade hidrográfica (UH). Os valores foram obtidos por meio do cruzamento da informação de recarga subterrânea e limites das regiões. A Tabela 4.6 apresenta os resultados obtidos para as reservas de águas subterrâneas passíveis de exploração.

Quadro 12.16 - Volumes hídricos subterrâneos exploráveis das regiões hidrográficas.

BH	UH	Area (km ²)	Recarga Total Anual (mm)	Volumes hídricos subterrâneos exploráveis (mm)	Volumes hídricos anuais subterrâneos exploráveis (m ³)
Lago Paranoá	Córrego Bananal	127,9	447	89	11.441.245
	Lago Paranoá	322,82	430	86	27.740.466
	Riacho Fundo	212,42	524	105	22.258.035
	Ribeirão do Gama	150,9	481	96	14.523.684
	Ribeirão do Torto	246,52	483	97	23.795.072
Rio Corumbá	Ribeirão Ponte Alta	261,43	613	123	32.062.687
	Rio Alagado	388,79	652	130	50.698.780
	Rio Santa Maria	387,09	568	114	43.995.298
Rio Descoberto	Baixo Rio Descoberto	195,88	609	122	23.876.351
	Médio Rio Descoberto	185,32	542	108	20.099.026
	Ribeirão das Pedras	103,88	532	106	11.060.767
	Ribeirão do Rodeador	127,59	535	107	13.644.585
	Ribeirão Engenho das Lages	98,57	637	127	12.548.418
	Rio Descoberto	177,14	551	110	19.529.174
	Rio Melchior	208,8	563	113	23.528.960
Rio Maranhão	Alto Rio Maranhão	751,41	474	95	71.174.341
	Ribeirão da Contagem	145,55	528	106	15.371.350
	Rio da Palma	383,65	553	111	42.397.208
	Rio do Sal	512,59	547	109	56.076.953
	Rio Palmeiras	92,71	446	89	8.270.610
	Rio Sonhém	56,78	492	98	5.588.105
Rio Preto	Alto Rio Preto	593,88	343	69	40.693.370
	Córrego São Bernardo	152,98	252	50	7.709.160
	Ribeirão Extrema	251,87	335	67	16.879.744
	Ribeirão Jacaré	180,21	301	60	10.843.689
	Ribeirão Jardim	142,52	291	58	8.298.315
	Ribeirão Santa Rita	103,16	447	89	9.225.958
	Rio Jardim	388,33	356	71	27.639.225
Rio São Bartolomeu	Alto Rio Bartolomeu	201,35	422	84	16.986.613
	Baixo Rio São Bartolomeu	351,12	352	70	24.705.797
	Médio Rio São Bartolomeu	190,38	385	77	14.674.003
	Ribeirão Cachoeirinha	102,49	371	74	7.598.693
	Ribeirão do Santana	180,43	406	81	14.647.512
	Ribeirão Maria Pereira	192,09	424	85	16.291.978
	Ribeirão Papuda	72,34	380	76	5.502.753
	Ribeirão Saia Velha	281,22	458	92	25.757.150
	Ribeirão Sobradinho	147,3	459	92	13.512.321
Ribeirão Taboca	55,74	394	79	4.393.491	
Rio São Marcos	Alto Rio Samambaia	150,15	302	60	9.080.350

Fonte: Elaboração Própria (2023).

Os resultados de reserva passível de exploração foram comparados com as demandas hídricas subterrâneas calculadas no estudo de demandas do presente plano. Os resultados estão apresentados no Quadro 12.18. Onde foi avaliado o

grau de comprometimento do manancial subterrâneo usando as classes apresentadas no Quadro 12.17.

Quadro 12.17 - Classes de comprometimento das UHs em relação a exploração subterrânea

Classe	Grau de comprometimento
	< 5% - Excelente
	5% a 10% - Confortável
	10% a 20% - Preocupante
	20% a 40% - Crítica
	> 40% - Muito Crítica

Fonte: Elaboração Própria (2023).

Quadro 12.18 - Balanço hídrico entre disponibilidade de demanda subterrânea.

BH	UH	Volumes hídricos subterrâneos explotáveis (m³)	Demanda hídrica subterrânea anual (m³)	Porcentagem da Demanda Hídrica Subterrânea em relação a Disponibilidade (%)
Lago Paranoá	Córrego Bananal	11.441.245	581.649	5,1%
	Lago Paranoá	27.740.466	5.444.317	19,6%
	Riacho Fundo	22.258.035	3.032.527	13,6%
	Ribeirão do Gama	14.523.684	648.945	4,5%
	Ribeirão do Torto	23.795.072	1.521.642	6,4%
Rio Corumbá	Ribeirão Ponte Alta	32.062.687	2.737.859	8,5%
	Rio Alagado	50.698.780	1.793.590	3,5%
	Rio Santa Maria	43.995.298	5.824.624	13,2%
Rio Descoberto	Baixo Rio Descoberto	23.876.351	2.593.722	10,9%
	Médio Rio Descoberto	20.099.026	2.694.903	13,4%
	Ribeirão das Pedras	11.060.767	1.937.004	17,5%
	Ribeirão do Rodeador	13.644.585	3.752.671	27,5%
	Ribeirão Engenho das Lages	12.548.418	400.584	3,2%
	Rio Descoberto	19.529.174	4.924.308	25,2%
	Rio Melchior	23.528.960	1.717.698	7,3%
Rio Maranhão	Alto Rio Maranhão	71.174.341	2.288.947	3,2%
	Ribeirão da Contagem	15.371.350	2.523.447	16,4%
	Rio da Palma	42.397.208	2.024.596	4,8%
	Rio do Sal	56.076.953	1.288.800	2,3%
	Rio Palmeiras	8.270.610	1.221.262	14,8%
	Rio Sonhém	5.588.105	723.216	12,9%
Rio Preto	Alto Rio Preto	40.693.370	1.631.497	4,0%
	Córrego São Bernardo	7.709.160	215.809	2,8%
	Ribeirão Extrema	16.879.744	551.147	3,3%
	Ribeirão Jacaré	10.843.689	91.451	0,8%
	Ribeirão Jardim	8.298.315	415.362	5,0%
	Ribeirão Santa Rita	9.225.958	809.275	8,8%
	Rio Jardim	27.639.225	736.698	2,7%
Rio São Bartolomeu	Alto Rio Bartolomeu	16.986.613	2.703.109	15,9%
	Baixo Rio São Bartolomeu	24.705.797	696.649	2,8%
	Médio Rio São Bartolomeu	14.674.003	2.899.742	19,8%

BH	UH	Volumes hídricos subterrâneos explotáveis (m³)	Demanda hídrica subterrânea anual (m³)	Porcentagem da Demanda Hídrica Subterrânea em relação a Disponibilidade (%)
	Ribeirão Cachoeirinha	7.598.693	2.349.017	30,9%
	Ribeirão do Santana	14.647.512	1.959.491	13,4%
	Ribeirão Maria Pereira	16.291.978	1.905.163	11,7%
	Ribeirão Papuda	5.502.753	8.455.512	153,7%
	Ribeirão Saia Velha	25.757.150	4.364.321	16,9%
	Ribeirão Sobradinho	13.512.321	5.228.552	38,7%
	Ribeirão Taboca	4.393.491	2.536.524	57,7%
	Rio Pipiripau	19.191.342	2.878.304	15,0%
Rio São Marcos	Alto Rio Samambaia	9.080.350	218.942	2,4%

Fonte: Elaboração Própria (2023).

É possível observar que algumas UHs apresentam maior demanda por recursos subterrâneos, como as UHs Ribeirão Papuda e Ribeirão Taboca, com valores de 154% e 58% de comprometimento, sendo as únicas duas UHs consideradas muito críticas (acima de 40%). Na condição crítica (20% e 40%) foram observadas três UHs: Ribeirão do Rodeador, Rio Descoberto e Ribeirão Cachoeirinha, com 27%, 25% e 31% de comprometimento, respectivamente. Na situação preocupante ainda aparecem outras 15 UHs, na situação confortável são totalizadas cinco UHs, e por fim, em situação excelente têm-se 13UHs. Os resultados estão apresentados espacialmente na Figura 12.21.

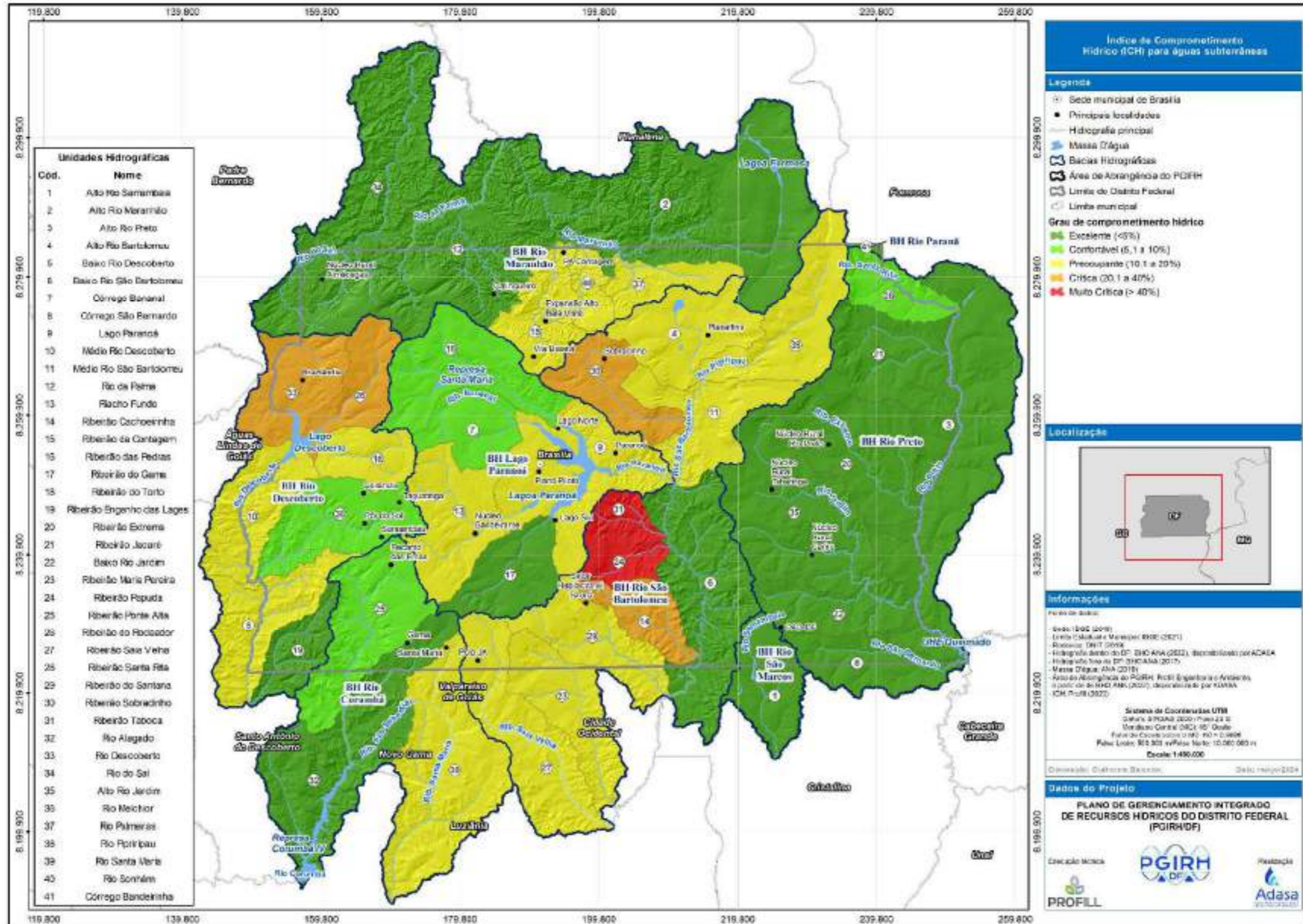


Figura 12.21 - Situação de comprometimento das reservas subterrâneas de acordo com cada UH.

12.5 Síntese da avaliação quantitativa das águas subterrâneas

A avaliação das águas subterrâneas do DF inicialmente levantou as características hidrogeológicas dos domínios aquíferos das áreas de estudo para auxiliar na compreensão dos modelos conceituais existentes na literatura. A avaliação é fundamental na definição dos métodos de recarga subterrânea e interpretação dos resultados gerados.

Inicialmente, a situação dos aquíferos foi avaliada com base nos bancos de dados de poços e dados de monitoramento existentes. Os bancos de dados existentes na região de estudo (Adasa, SEMAD e SIAGAS) foram consolidados em um único banco para permitir a análise integrada dos resultados, indicando um total de 9.441 poços existentes. Os parâmetros dos poços permitiram ampliar o entendimento regional de importantes características como vazão de estabilização (m^3/h), profundidade média (m) e NE (m) dos sistemas poroso e fraturado. Já as séries de níveis temporais da rede de monitoramento da Adasa permitiram compreender questões associadas a tendências espaciais e temporais das águas subterrâneas, onde por meio de análise de estacionariedade, gráficos e mapas foi possível observar a situação do DF em relação aos recursos. Foi observado que os poços com tendência de redução de nível estão localizados a região norte do DF. Além disso, para o sistema fraturado, existem poços com tendência de redução de nível nas regiões mais urbanizadas, como na área urbanizada de Brasília, que é uma região que tende a ter uma maior demanda de água. Além disso, grande parte dos poços que apresentaram tendência de aumento do nível de água estão localizados em regiões com a presença de florestas.

A disponibilidade hídrica da área de estudo foi feita com base nos dados de vazão diários e renaturalizados levantados no estudo de disponibilidade hídrica superficial. O método utilizado está associado com a separação do escoamento de base, que é usualmente utilizado em avaliações de disponibilidade em rios com comportamento perene. Os resultados permitiram compreender a disponibilidade hídrica subterrânea nas áreas de influência de 24 bacias hidrográficas. Os resultados também foram associados às precipitações das respectivas áreas de drenagem das estações fluviométricas para compreender a relação entre recarga subterrânea e precipitação total anual, gerando uma equação de ajuste para estimar a recarga subterrânea para situações futuras no DF. De uma maneira geral, é possível observar que resultados de recarga subterrânea em relação à precipitação total anual variam entre 24% e 50%. Também foi possível perceber um aumento da fração que infiltra com o aumento da chuva. Os resultados mostram as BHs Rio Corumbá e Rio Descoberto com os maiores volumes de recarga, com 611mm e 566mm, ambas localizadas na porção sul e oeste. Os menores índices de recarga subterrânea foram verificados nas BHs Rio São Bartolomeu e Rio São Marcos, com 406mm e 302mm, respectivamente. Por fim, os resultados de disponibilidade foram desagregados para as UHs e avaliados em relação à

demanda por água subterrânea, indicando as classes de comprometimento de cada área. As regiões mais críticas são as UHs Ribeirão Papuda e Ribeirão Taboca, com valores de 154% e 58% de comprometimento, sendo as únicas duas UHs consideradas muito críticas (acima de 40%). Na condição crítica (20% e 40%) foram observadas três UHs: Ribeirão do Rodeador, Rio Descoberto e Ribeirão Cachoeirinha, com 27%, 25% e 31% de comprometimento, respectivamente. O restante das UHs apresenta condição menos preocupante da observadas nas UHs citadas.

Por fim, para auxiliar na compreensão da situação histórica dos recursos hídricos da área de estudo, foram levantados os dados de variação de água armazenada do satélite GRACE, que estão apresentados no Anexo 5. Os resultados mostraram como as reservas subterrâneas variam no tempo e são afetadas pelos períodos de maior e menor disponibilidade hídrica,

13 REFERÊNCIAS

ANA. AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS E SANEAMENTO BÁSICO. Base Nacional de Referência de Usos Consuntivos de Água no Brasil (BD-Usos). Versão 3.0. Brasília DF. 2021. Disponível em: <<https://metadados.snirh.gov.br/geonetwork/srv/por/catalog.search#/metadata/5146c9ec-5589-4af1-bd64-d34848f484fd>>.

ANA. AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS E SANEAMENTO BÁSICO. Base Nacional de Referência de Usos Consuntivos de Água no Brasil. Brasília, DF. 2021a.

ANA. AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS E SANEAMENTO BÁSICO. Hidroeletricidade. Brasília, DF. 2021. Disponível em: <<https://metadados.snirh.gov.br/geonetwork/srv/api/records/56ac7cb5-aa22-4081-a135-c7fc0938a449>>.

ANA. AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS E SANEAMENTO BÁSICO. Atlas Irrigação 2021: Uso da Água na Agricultura Irrigada - 2ª edição. Brasília, DF. 2021b.

ANA. Caderno de Recursos Hídricos. Ana, [s. l.], p. 123, 2005. Disponível em: <<http://arquivos.ana.gov.br/planejamento/planos/pnrh/VFDisponibilidadeDemanda.pdf>>

ADASA. AGÊNCIA REGULADORA DE ÁGUAS, ENERGIA E SANEAMENTO BÁSICO DO DISTRITO FEDERAL Banco de outorgas. Brasília, DF. 2024.

ADASA. BACIAS HIDROGRÁFICAS DOS AFLUENTES DISTRITAIS DO RIO PARANAÍBA (PRH - PARANAÍBA-DF) - Tomos I a III. Brasília, DF.

ADASA. AGÊNCIA REGULADORA DE ÁGUAS, ENERGIA E SANEAMENTO BÁSICO DO DISTRITO FEDERAL. Levantamento de áreas irrigadas no Distrito Federal. Brasília, DF. 2022.

ADASA. AGÊNCIA REGULADORA DE ÁGUAS, ENERGIA E SANEAMENTO BÁSICO DO DISTRITO FEDERAL. Elaboração do Plano de Recursos Hídricos das Bacias Hidrográficas dos Afluentes Distritais do Rio Paranaíba (PRH Paranaíba-DF). Brasília, DF. 2020.

Braziliense, C. Comportas da Barragem do Lago Paranoá são abertas para varredura. Disponível em: <<https://www.correiobraziliense.com.br/cidades-df/2021/02/4906763-comportas-da-barragem-do-lago-paranoa-sao-abertas-para-varredura.html>>. Acesso em: 5 de dezembro de 2023>.

BHANJA, Soumendra N. et al. Validation of GRACE based groundwater storage anomaly using in-situ groundwater level measurements in India. Journal of Hydrology, [s. l.], v. 543, p. 729-738, 2016.

BORGES, V. M. et al. Groundwater recharge estimating in the Serra Geral aquifer system outcrop area - Paraná State, Brazil. Águas Subterrâneas, [s. l.], v. 31, n. 4, p. 338, 2017. Disponível em:

<<https://aguassubterraneas.abas.org/asubterraneas/article/view/28872>>.

BORTOLIN, Taison Anderson et al. Estimativas de recarga aquífera com uso de filtros digitais em sub-bacias hidrográficas do Sistema Aquífero Serra Geral no estado do Rio Grande do Sul. *Scientia cum Industria*, [s. l.], v. 6, n. 2, p. 21-30, 2018.

BRUTSAERT, Wilfried; SUGITA, Michiaki. Is Mongolia's groundwater increasing or decreasing? The case of the Kherlen River basin / Les eaux souterraines de Mongolie s'accroissent ou décroissent-elles? Cas du bassin versant la Rivière Kherlen. *Hydrological Sciences Journal*, [s. l.], v. 53, n. 6, p. 1221-1229, 2008. Disponível em: <<http://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1623/hysj.53.6.1221>>.

CAESB. COMPANHIA DE SANEAMENTO AMBIENTAL DO DISTRITO FEDERAL. Captações para abastecimento público. Brasília, DF. 2024.

CAMPOS, J. E. G.; GASPAR, M. T. P.; GONÇALVES, T. D. Gestão de recursos hídricos subterrâneos no Distrito Federal: diretrizes, legislação, critérios técnicos, sistema de informação geográfica e operacionalização. [s.l: s.n.].

CASTLE, S. et al. Groundwater depletion during drought threatens future water security of the Colorado River Basin. *Geophysical Research Letters*, [s. l.], v. 10, p. 5904-5911, 2014.

COGERH. Plano de Monitoramento e Gestão dos Aquíferos da Bacia Sedimentar do AraripeFortaleza, 2009.

COLLISCHONN, Walter; DORNELLES, Fernando. Hidrologia para engenharia e ciências ambientais. Porto Alegre: ABRH, 2013.

COLLISCHONN, Walter; FAN, Fernando Mainardi. Defining parameters for Eckhardt's digital baseflow filter. *Hydrological Processes*, [s. l.], v. 27, n. 18, p. 2614-2622, 2013.

DINIZ, João Alberto Oliveira et al. Mapa Hidrogeológico do Brasil ao MilionésimoRecife, 2014.

EBRAHIM, Girma Y.; VILLHOLTH, Karen G. Estimating shallow groundwater availability in small catchments using streamflow recession and instream flow requirements of rivers in South Africa. *Journal of Hydrology*, [s. l.], v. 541, p. 754-765, 2016. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1016/j.jhydrol.2016.07.032>>

ECKHARDT, K. How to construct recursive digital filters for baseflow separation. *Hydrological Processes*, [s. l.], v. 19, n. 2, p. 507-515, 2005.

FAMIGLIETTI, J. S. et al. Satellites measure recent rates of groundwater depletion in California's Central Valley. *Geophysical Research Letters*, [s. l.], v. 38, n. 3, p. 2-5, 2011.

FRAPPART, Frédéric; RAMILLIEN, Guillaume. Monitoring Groundwater Storage Changes Using the Gravity Recovery and Climate Experiment (GRACE) Satellite

Mission: A Review. Remote Sensing, [s. l.], v. 10, n. 6, p. 829, 2018. Disponível em: <<http://www.mdpi.com/2072-4292/10/6/829>>

FREEZE, R. A.; CHERRY, J. A. Groundwater. Englewood Cliffs: Inc., Prentice-Hall., 1979.

HEALY, Richard W. Estimating Groundwater Recharge. [s.l.] : Cambridge, 2010.

HUANG, Jianliang et al. Mapping groundwater storage variations with GRACE: a case study in Alberta, Canada. Hydrogeology Journal, [s. l.], v. 24, n. 7, p. 1663-1680, 2016. Disponível em: <<http://link.springer.com/10.1007/s10040-016-1412-0>>

IBGE. INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Produção da Pecuária Municipal 2022; Rio de Janeiro: IBGE, 2023

Informações Técnicas - Corumbá Concessões S.A. Disponível em: <<https://www.corumbaconcessoes.com.br/uhe-corumba-iv/informacoes-tecnicas/>>. Acesso em: 23 de janeiro de 2024.

KATPATAL, Y. B.; RISHMA, C.; SINGH, C. K. Sensitivity of the Gravity Recovery and Climate Experiment (GRACE) to the complexity of aquifer systems for monitoring of groundwater. Hydrogeology Journal, [s. l.], 2017.

KENDALL, M. G. Rank correlation methods. 4th ed ed. [s.l.] : Griffin, 1975.

LANDERER, F. W.; SWENSON, S. C. Accuracy of scaled GRACE terrestrial water storage estimates. Water Resources Research, [s. l.], v. 48, n. September 2011, p. 1-11, 2012.

MAIDMENT, D. R. Handbook of Hydrology. New York: Mac Graw Hill, 1992.

MELATI, Maurício D. et al. Estimates of groundwater depletion under extreme drought in the Brazilian semi-arid region using GRACE satellite data : application for a small-scale aquifer. Hydrogeology Journal, [s. l.], v. 27, n. 8, 2019.

MELATI, Maurício D.; FAN, Fernando M.; ATHAYDE, Gustavo B. Groundwater recharge study based on hydrological data and hydrological modelling in a South American volcanic aquifer. Comptes rendus - Geoscience, [s. l.], n. xxxx, p. 1-10, 2019. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.crte.2019.06.001>>

MELATI, Maurício Dambros et al. Unique Episodic Groundwater Recharge Event in a South American Sedimentary Aquifer and its Long-term Impact on Baseflow. Hydrological Processes, [s. l.], n. March, p. 1-16, 2021.

Mendonça, V. (2022). Reservatório do Descoberto cai cerca de 25% em dois meses. Disponível em: <https://jornaldebrasil.com.br/brasil/reservatorio-do-descoberto-cai-cerca-de-25-em-dois-meses/>. Acesso em: 5 de dezembro de 2023.

Reservatório de Santa Maria, no DF, chega a 100% da capacidade. (2019). Disponível em: <<https://g1.globo.com/df/distrito->

federal/noticia/2019/05/19/reservatorio-de-santa-maria-no-df-chega-a-100percent-da-capacidade.ghtml>. Acesso em: 5 de dezembro de 2023.

RISSE, Dennis W.; GBUREK, William J.; FOLMAR, Gordon J. Comparison of Methods for Estimating Ground-Water Recharge and Base Flow at a Small Watershed Underlain by Fractured Bedrock in the Eastern United States. U.S. Geological Survey Scientific Investigations Report, [s. l.], p. 31, 2005.

SAVE, Himanshu; BETTADPUR, Srinivas; TAPLEY, Byron D. High-resolution CSR GRACE RL05 mascons. J. Geophys. Res. Solid Earth, [s. l.], v. 121, p. 7547-7569, 2016.

SCANLON, B. R.; LONGUEVERGNE, L.; LONG, D. Ground referencing GRACE satellite estimates of groundwater storage changes in the California Central Valley, USA. Water Resources Research, [s. l.], v. 48, n. 4, p. 1-9, 2012.

SEMAD. SECRETARIA DE ESTADO DE MEIO AMBIENTE E DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL. Banco de outorgas estaduais. Goiás, GO. 2024.

TAPLEY, B. D. et al. The gravity recovery and climate experiment: Mission overview and early results. Geophysical Research Letters, [s. l.], v. 31, n. 9, p. 1-4, 2004.

VARNI, Marcelo et al. Application of the water table fluctuation method to characterize groundwater recharge in the Pampa plain, Argentina. Hydrological Sciences Journal, [s. l.], v. 58, n. 7, p. 1445-1455, 2013. Disponível em: <<http://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/02626667.2013.833663>>

WIESE, David N.; LANDERER, Felix W.; WATKINS, Michael M. Quantifying and reducing leakage errors in the JPL RL05M GRACE mascon solution. Water Resources Research, [s. l.], v. 52, n. 9, p. 7490-7502, 2016.

YEH, Pat J. F. et al. Remote sensing of groundwater storage changes in Illinois using the Gravity Recovery and Climate Experiment (GRACE). Water Resources Research, [s. l.], v. 42, n. 12, p. 1-7, 2006.