

AGEVAP
ASSOCIAÇÃO PRÓ-GESTÃO DAS ÁGUAS DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO
PARAÍBA DO SUL

Serviço

Estudo de atualização do quadro de demandas hídricas e atualização dos balanços hídricos na bacia hidrográfica do rio Paraíba do Sul

Relatório

Produto 3 – Quadro das demandas hídricas da bacia do rio Paraíba do Sul atual e futuro

Revisão 3 – Abril, 2025

SUMÁRIO

LISTA DE FIGURAS	4
LISTA DE QUADROS	7
LISTA DE SIGLAS	16
1. APRESENTAÇÃO	19
2. OBJETIVOS	20
3. ÁREA DE ABRANGÊNCIA DOS ESTUDOS E SISTEMATIZAÇÃO DA BASE ESPACIAL	21
4. CONTEXTUALIZAÇÃO E METODOLOGIA	24
4.1. CONTEXTUALIZAÇÃO DO PRODUTO	24
4.2. DISTRIBUIÇÃO DAS DEMANDAS ENTRE FONTES DE ÁGUAS SUPERFICIAIS OU SUBTERRÂNEAS	27
4.3. ESTIMATIVA E ESPACIALIZAÇÃO DAS DEMANDAS HÍDRICAS	27
4.4. CENARIZAÇÃO E DEMANDAS HÍDRICAS FUTURAS	31
5. DISTRIBUIÇÃO DAS DEMANDAS ENTRE FONTES DE ÁGUAS SUPERFICIAIS OU SUBTERRÂNEAS	34
5.1. ABASTECIMENTO HUMANO URBANO	34
5.2. ABASTECIMENTO HUMANO RURAL	35
5.3. DESSEDENTAÇÃO ANIMAL	36
5.4. IRRIGAÇÃO	37
5.5. INDÚSTRIA	38
5.6. MINERAÇÃO	39
5.7. OUTROS USOS OU USOS NÃO INFORMADOS	39
5.8. ANÁLISE INTEGRADA DAS DEMANDAS EM RELAÇÃO À ORIGEM	40
5.8.1. <i>Variações Regionais por Unidade de Planejamento</i>	40
5.8.2. <i>Distribuição geral das demandas por setor usuário</i>	43
6. CENA ATUAL DAS DEMANDAS HÍDRICAS	45
6.1. DEMANDAS HÍDRICAS POR SETOR USUÁRIO	46
6.1.1. <i>Abastecimento humano urbano</i>	46
6.1.2. <i>Abastecimento humano rural</i>	48
6.1.3. <i>Dessedentação Animal</i>	51
6.1.4. <i>Irrigação</i>	56
6.1.5. <i>Indústria</i>	58
6.1.6. <i>Mineração</i>	60

6.1.7.	<i>Termoeletricidade</i>	61
6.1.8.	<i>Evaporação líquida</i>	64
6.1.9.	<i>Transposições</i>	75
6.2.	CONSOLIDAÇÃO DAS DEMANDAS – CENA ATUAL	80
6.3.	COMPARAÇÃO COM ESTUDOS ANTERIORES	84
6.3.1.	<i>Estudos consultados</i>	84
6.3.2.	<i>Análise comparativa por setor usuário</i>	85
6.3.3.	<i>Análise comparativa do total de demandas</i>	97
7.	CENÁRIOS DE DEMANDAS HÍDRICAS	99
7.1.	PLANEJAMENTOS REFERENCIAIS EM RECURSOS HÍDRICOS	99
7.2.	MUDANÇAS DE GRANDE AMPLITUDE	105
7.2.1.	<i>Perspectivas de Crescimento Econômico</i>	107
7.2.2.	<i>Perspectivas de Crescimento Demográfico</i>	134
7.3.	DINÂMICAS SETORIAIS LOCAIS	145
7.3.1.	<i>Perspectivas da Demanda da População Atendida por Sistema de Abastecimento</i>	147
7.3.2.	<i>Perspectivas da Demanda da População Não Atendida por Sistema de Abastecimento</i>	156
7.3.3.	<i>Perspectivas da Criação Animal</i>	158
7.3.4.	<i>Perspectivas da Irrigação</i>	165
7.3.5.	<i>Perspectivas da Indústria</i>	183
7.3.6.	<i>Perspectivas da Mineração</i>	189
7.3.7.	<i>Perspectivas da Termoeletricidade</i>	193
7.3.8.	<i>Perspectivas dos Reservatórios</i>	195
8.	CONSOLIDAÇÃO DAS DEMANDAS ATUAIS E FUTURAS	202
8.1.	DEMANDAS HÍDRICAS POR SETOR USUÁRIO	202
8.1.1.	<i>Abastecimento humano urbano</i>	202
8.1.2.	<i>Abastecimento humano rural</i>	208
8.1.3.	<i>Dessedentação animal</i>	214
8.1.4.	<i>Irrigação</i>	220
8.1.5.	<i>Indústria</i>	226
8.1.6.	<i>Mineração</i>	232
8.1.7.	<i>Termoeletricidade</i>	238
8.1.8.	<i>Evaporação líquida</i>	244
8.1.9.	<i>Transposições</i>	250
8.2.	CONSOLIDAÇÃO DAS DEMANDAS – CENAS FUTURAS	252
9.	IDENTIFICAÇÃO DE REGIÕES CRÍTICAS PARA GESTÃO	258
10.	CONSIDERAÇÕES FINAIS	268
11.	REFERÊNCIAS	271

APÊNDICES.....	278
APÊNDICE A. ESPACIALIZAÇÃO DAS DEMANDAS HÍDRICAS POR OTTOBACIAS – CENA ATUAL	
279	
APÊNDICE B. SÍNTESE DOS PROGNÓSTICOS DOS PLANEJAMENTOS REFERENCIAIS EM	
RECURSOS HÍDRICOS.....	280
PLANO INTEGRADO DE RECURSOS HÍDRICOS DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO PARAÍBA DO SUL – PIRH	
PARAÍBA DO SUL.....	280
PLANO ESTADUAL DE RECURSOS HÍDRICOS DO ESTADO DE SÃO PAULO - PERH SP.....	286
PLANO ESTADUAL DE RECURSOS HÍDRICOS DO ESTADO DE MINAS GERAIS - PERH MG	291
PLANO ESTADUAL DE RECURSOS HÍDRICOS DO ESTADO DO RIO DE JANEIRO – PERHI RJ	293
PLANOS INTEGRADOS DAS BACIAS AFLUENTES ESTADUAIS	300
APÊNDICE C. RESULTADOS PORMENORIZADOS DOS CENÁRIOS DE DEMANDAS HÍDRICAS .	322
REGIONALIZAÇÃO DAS PERSPECTIVAS DE CRESCIMENTO ECONÔMICO.....	322
REGIONALIZAÇÃO DAS PERSPECTIVAS DE CRESCIMENTO DEMOGRÁFICO	324
REGIONALIZAÇÃO DAS PERSPECTIVAS DE REBANHOS.....	327
REGIONALIZAÇÃO DAS PERSPECTIVAS DE ÁREAS IRRIGADAS.....	337
APÊNDICE D. ESPACIALIZAÇÃO DAS DEMANDAS HÍDRICAS POR OTTOBACIAS– CENAS	
FUTURAS.....	340

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 3-1 – UNIDADES DE PLANEJAMENTO E PRINCIPAIS CURSOS D'ÁGUA.	22
FIGURA 3-2 – DIVISÃO DA BACIA DO RIO PARAÍBA DO SUL EM SUB-BACIAS E UNIDADES DE PLANEJAMENTO	23
FIGURA 4-1 – FLUXOGRAMA DE PROCESSO PARA O DESENVOLVIMENTO DO ESTUDO.	25
FIGURA 4-2 – FLUXOGRAMA COM AS ATIVIDADES PREVISTAS PARA SEREM EXECUTADAS NA ETAPA 4.	26
FIGURA 4-3 – COMPOSIÇÃO CONCEITUAL DOS CENÁRIOS.	32
FIGURA 6-1 – VAZÃO DE RETIRADA DESTINADA À DEMANDA ABASTECIMENTO HUMANO URBANO POR UNIDADE DE PLANEJAMENTO DA BACIA DO RIO PARAÍBA DO SUL.	48
FIGURA 6-2 – VAZÃO DE RETIRADA DESTINADA À DEMANDA ABASTECIMENTO HUMANO RURAL POR UNIDADE DE PLANEJAMENTO DA BACIA DO RIO PARAÍBA DO SUL.	50
FIGURA 6-3 – VAZÃO DE RETIRADA DESTINADA À DESSEDENTAÇÃO ANIMAL POR UNIDADE DE PLANEJAMENTO DA BACIA DO RIO PARAÍBA DO SUL.	56
FIGURA 6-4 – VAZÃO DE RETIRADA DESTINADA À IRRIGAÇÃO POR UNIDADE DE PLANEJAMENTO DA BACIA DO RIO PARAÍBA DO SUL.	57
FIGURA 6-5 – VAZÃO DE RETIRADA DESTINADA À DEMANDA INDUSTRIAL POR UNIDADE DE PLANEJAMENTO DA BACIA DO RIO PARAÍBA DO SUL.	59
FIGURA 6-6 – VAZÃO DE RETIRADA DESTINADA À MINERAÇÃO POR UNIDADE DE PLANEJAMENTO DA BACIA DO RIO PARAÍBA DO SUL.	61
FIGURA 6-7 – MAPA DAS USINAS TERMELÉTRICAS DA BACIA DO PARAÍBA DO SUL EM OPERAÇÃO.	63
FIGURA 6-8 – VAZÃO DE RETIRADA DAS USINAS TERMOELÉTRICAS POR UNIDADE DE PLANEJAMENTO DO PARAÍBA DO SUL.	64
FIGURA 6-9 – MAPA DOS RESERVATÓRIOS DA BACIA DO RIO PARAÍBA DO SUL E LOCALIZAÇÃO DOS APROVEITAMENTOS HIDROELÉTRICOS EM OPERAÇÃO.	65
FIGURA 6-10 – VAZÃO DE EVAPORAÇÃO LÍQUIDA MÉDIA ANUAL POR UNIDADE DE PLANEJAMENTO DA BACIA DO RIO PARAÍBA DO SUL.	70
FIGURA 6-11 – VAZÃO DE EVAPORAÇÃO LÍQUIDA MÉDIA MENSAL (JANEIRO A ABRIL).	72
FIGURA 6-12 – VAZÃO DE EVAPORAÇÃO LÍQUIDA MÉDIA MENSAL (MAIO A AGOSTO).	73
FIGURA 6-13 – VAZÃO DE EVAPORAÇÃO LÍQUIDA MÉDIA MENSAL (SETEMBRO A DEZEMBRO).	74
FIGURA 6-14 – LOCALIZAÇÃO DOS PRINCIPAIS APROVEITAMENTOS HIDRELÉTRICOS E TRANSPOSIÇÕES DA BACIA DO RIO PARAÍBA DO SUL.	76
FIGURA 6-15 – ESQUEMA GERAL DO PERCURSO DOS PRINCIPAIS RIOS E RESERVATÓRIOS DA BACIA DO PARAÍBA DO SUL.	77
FIGURA 6-16 – ESQUEMA GERAL DOS APROVEITAMENTOS HIDRELÉTRICOS DOS RIOS PARAÍBA DO SUL, PIRAÍ E RIBEIRÃO DAS LAJES.	78
FIGURA 6-17 – DEMANDAS HÍDRICAS DA BACIA DO RIO PARAÍBA DO SUL CONSOLIDADAS POR SETORES.	81
FIGURA 6-18 – TIPOS DE DEMANDA (SUBTERRÂNEA OU SUPERFICIAL) POR SETOR USUÁRIO.	81

FIGURA 6-19 – DEMANDAS CONSOLIDADAS DA CENA ATUAL POR UPs (SEM CONSIDERAR TRANSPOSIÇÕES E EVAPORAÇÃO LÍQUIDA DE RESERVATÓRIOS).....	82
FIGURA 7-1 – PROJEÇÕES ECONÔMICAS PARA O BRASIL - PRODUTO INTERNO BRUTO (PIB) (R\$, MIL).....	120
FIGURA 7-2 – PROJEÇÕES ECONÔMICAS PARA O BRASIL - VALOR ADICIONADO DOS SERVIÇOS (R\$, MIL).....	120
FIGURA 7-3 – PROJEÇÕES ECONÔMICAS PARA O BRASIL - VALOR ADICIONADO DA INDÚSTRIA (R\$, MIL).....	121
FIGURA 7-4 – PROJEÇÕES ECONÔMICAS PARA O BRASIL - VALOR ADICIONADO DA AGROPECUÁRIA (R\$, MIL)..	121
FIGURA 7-5 – PROJEÇÕES ECONÔMICAS PARA A BACIA DO RIO PARAÍBA DO SUL - PRODUTO INTERNO BRUTO (PIB) (R\$, MIL)	132
FIGURA 7-6 – PROJEÇÕES ECONÔMICAS PARA A BACIA DO RIO PARAÍBA DO SUL - VALOR ADICIONADO DOS SERVIÇOS (R\$, MIL).....	133
FIGURA 7-7 – PROJEÇÕES ECONÔMICAS PARA A BACIA DO RIO PARAÍBA DO SUL - VALOR ADICIONADO DA INDÚSTRIA (R\$, MIL).....	133
FIGURA 7-8 – PROJEÇÕES ECONÔMICAS PARA A BACIA DO RIO PARAÍBA DO SUL - VALOR ADICIONADO DA AGROPECUÁRIA (R\$, MIL).....	133
FIGURA 7-9 – PIRÂMIDE ETÁRIA BRASILEIRA NOS ANOS 2010 E 2022.....	135
FIGURA 7-10 – PIRÂMIDE ETÁRIA DOS MUNICÍPIOS DA BACIA NOS ANOS 2010 E 2022.....	135
FIGURA 7-11 – PROJEÇÕES DEMOGRÁFICAS DO IBGE PARA O BRASIL, EM TRÊS EDIÇÕES.....	137
FIGURA 7-12 – PROJEÇÕES DEMOGRÁFICAS DO IBGE (EDIÇÃO 2024) PARA OS ESTADOS DA BACIA.....	138
FIGURA 7-13 – CENÁRIOS DEMOGRÁFICOS PARA A BACIA DO PARAÍBA DO SUL - PROJEÇÃO DA POPULAÇÃO TOTAL.....	143
FIGURA 7-14 – CENÁRIOS DEMOGRÁFICOS PARA A BACIA DO PARAÍBA DO SUL - PROJEÇÃO DA POPULAÇÃO URBANA.....	143
FIGURA 7-15 – CENÁRIOS DEMOGRÁFICOS PARA A BACIA DO PARAÍBA DO SUL - PROJEÇÃO DA POPULAÇÃO RURAL.....	144
FIGURA 7-16 – PROJEÇÕES DO REBANHO BOVINO DE CORTE E LEITE (ANIMAIS).....	162
FIGURA 7-17 – PROJEÇÕES DO REBANHO GALINÁCEO DE CORTE E POSTURA (ANIMAIS).....	162
FIGURA 7-18 – EVOLUÇÃO HISTÓRICA DA PRODUÇÃO AQUÍCOLA (TONELADAS).....	163
FIGURA 7-19 – EVOLUÇÃO HISTÓRICA DO VAB INDUSTRIAL EM MILHÕES DE REAIS.....	185
FIGURA 7-20 – PROJEÇÕES DO VAB INDUSTRIAL (R\$, MIL).....	188
FIGURA 7-21 – PROJEÇÕES DO VAB DE SERVIÇOS (R\$, MIL).....	191
FIGURA 7-22 – REPRESENTAÇÃO CARTOGRÁFICA DAS TERMOELÉTRICAS EM FASE DE CONSTRUÇÃO E DRO...	194
FIGURA 7-23 – REPRESENTAÇÃO CARTOGRÁFICA DAS BARRAGENS PLANEJADAS PARA CONTROLE DE CHEIAS.	196
FIGURA 7-24 – REPRESENTAÇÃO CARTOGRÁFICA DOS PROJETOS DE GERAÇÃO DE ENERGIA HIDRÁULICA.....	199
FIGURA 8-1 – DEMANDAS PROJETADAS (SEM CONSIDERAR TRANSPOSIÇÕES E EVAPORAÇÃO LÍQUIDA DE RESERVATÓRIOS) PARA OS HORIZONTES DE TEMPO NOS CENÁRIOS DE DEMANDAS HÍDRICAS AVALIADOS .	257
FIGURA 9-1 – DEMANDA HÍDRICA ESPECIALIZADA NO SETOR ABASTECIMENTO HUMANO URBANO – CENA ATUAL	258
FIGURA 9-2 – DEMANDA HÍDRICA ESPECIALIZADA NO SETOR ABASTECIMENTO HUMANO RURAL – CENA ATUAL .	259
FIGURA 9-3 – DEMANDA HÍDRICA ESPECIALIZADA NO SETOR DESSEDENTAÇÃO ANIMAL – CENA ATUAL	260

FIGURA 9-4 – DEMANDA HÍDRICA ESPACIALIZADA NO SETOR IRRIGAÇÃO – CENA ATUAL.....	261
FIGURA 9-5 – DEMANDA HÍDRICA ESPACIALIZADA NO SETOR INDÚSTRIA – CENA ATUAL	262
FIGURA 9-6 – DEMANDA HÍDRICA ESPACIALIZADA NO SETOR MINERAÇÃO – CENA ATUAL	263
FIGURA 9-7 – DEMANDA HÍDRICA ESPACIALIZADA NO SETOR TERMoeLETRICIDADE – CENA ATUAL	264
FIGURA 9-8 – DEMANDA HÍDRICA ESPACIALIZADA DE TRANSPOSIÇÃO – CENA ATUAL	265
FIGURA 9-8 – DEMANDA HÍDRICA ESPACIALIZADA CONSOLIDADA – CENA ATUAL (SEM CONSIDERAR TRANSPOSIÇÕES E EVAPORAÇÃO LÍQUIDA DE RESERVATÓRIOS).....	267
FIGURA 0-1 – PROJEÇÃO POPULACIONAL NO HORIZONTE 2050 PARA A UGRHI 2.	287

LISTA DE QUADROS

QUADRO 3-1 – ÁREAS DE ABRANGÊNCIA DAS UNIDADES DE PLANEJAMENTO.	21
QUADRO 4-1 – QUADRO RESUMO DAS BASES DE DADOS E METODOLOGIAS APLICADAS NA ESTIMATIVA DAS DEMANDAS HÍDRICAS DE CADA SETOR USUÁRIO PARA A CENA ATUAL.	29
QUADRO 5-1 – PROPORÇÃO DE DEMANDA SUPERFICIAL E SUBTERRÂNEA PARA ABASTECIMENTO HUMANO URBANO.	35
QUADRO 5-2 – PROPORÇÃO DE DEMANDA SUPERFICIAL E SUBTERRÂNEA NAS OUTORGAS DE ABASTECIMENTO HUMANO RURAL.	36
QUADRO 5-3 – PROPORÇÃO DE DEMANDA SUPERFICIAL E SUBTERRÂNEA NAS OUTORGAS DE DESSEDENTAÇÃO ANIMAL.	37
QUADRO 5-4 – PROPORÇÃO DE DEMANDA SUPERFICIAL E SUBTERRÂNEA NAS OUTORGAS DE IRRIGAÇÃO.	38
QUADRO 5-5 – PROPORÇÃO DE DEMANDA SUPERFICIAL E SUBTERRÂNEA NAS OUTORGAS INDUSTRIAIS.	38
QUADRO 5-6 – PROPORÇÃO DE DEMANDA SUPERFICIAL E SUBTERRÂNEA NAS OUTORGAS DA MINERAÇÃO.	39
QUADRO 5-7 – PROPORÇÃO DE DEMANDA SUPERFICIAL E SUBTERRÂNEA NAS OUTORGAS DE OUTROS USOS OU USOS NÃO INFORMADOS.	40
QUADRO 5-8 – PERCENTUAL DE DEMANDAS (%) EM RELAÇÃO À ORIGEM POR SETOR USUÁRIO E UNIDADE DE PLANEJAMENTO.	42
QUADRO 6-1 – DISTRIBUIÇÃO DA DEMANDA DE ABASTECIMENTO HUMANO DA CENA ATUAL EM ÁGUAS SUBTERRÂNEAS E SUPERFICIAIS POR UNIDADE DE PLANEJAMENTO.	47
QUADRO 6-2 – DISTRIBUIÇÃO DA DEMANDA DE ABASTECIMENTO HUMANO DA CENA ATUAL E POPULAÇÃO URBANA POR UNIDADE DE PLANEJAMENTO.	47
QUADRO 6-3 – DISTRIBUIÇÃO DA DEMANDA DE ABASTECIMENTO HUMANO RURAL DA CENA ATUAL EM ÁGUAS SUBTERRÂNEAS E SUPERFICIAIS POR UNIDADE DE PLANEJAMENTO.	49
QUADRO 6-4 – DISTRIBUIÇÃO DA DEMANDA DE ABASTECIMENTO RURAL DA CENA ATUAL E POPULAÇÃO RURAL POR UNIDADE DE PLANEJAMENTO.	50
QUADRO 6-5 – DISTRIBUIÇÃO DO NÚMERO DE CABEÇAS POR REBANHO (CENA ATUAL) POR UNIDADE DE PLANEJAMENTO.	52
QUADRO 6-6 – DISTRIBUIÇÃO DA DEMANDA HÍDRICA POR REBANHO (CENA ATUAL) POR UNIDADE DE PLANEJAMENTO.	53
QUADRO 6-7 – DISTRIBUIÇÃO DA DEMANDA DE DESSEDENTAÇÃO ANIMAL DA CENA ATUAL EM ÁGUAS SUBTERRÂNEAS E SUPERFICIAIS POR UNIDADE DE PLANEJAMENTO.	54
QUADRO 6-8 – DISTRIBUIÇÃO DA DEMANDA DE IRRIGAÇÃO DA CENA ATUAL EM ÁGUAS SUBTERRÂNEAS E SUPERFICIAIS POR UNIDADE DE PLANEJAMENTO.	57
QUADRO 6-9 – DISTRIBUIÇÃO DA DEMANDA INDUSTRIAL DA CENA ATUAL EM ÁGUAS SUBTERRÂNEAS E SUPERFICIAIS POR UNIDADE DE PLANEJAMENTO.	59
QUADRO 6-10 – DISTRIBUIÇÃO DA DEMANDA DE MINERAÇÃO DA CENA ATUAL EM ÁGUAS SUBTERRÂNEAS E SUPERFICIAIS POR UNIDADE DE PLANEJAMENTO.	60
QUADRO 6-11 – USINAS TERMELÉTRICAS OPERANTES NA BACIA POR TIPO DE COMBUSTÍVEL E POTÊNCIA INSTALADA.	62

QUADRO 6-12 – DISTRIBUIÇÃO DA DEMANDA DE TERMOELETRICIDADE DA CENA ATUAL POR UNIDADE DE PLANEJAMENTO.....	63
QUADRO 6-13 – APROVEITAMENTOS HIDRELÉTRICOS DA BACIA DO PARAÍBA DO SUL CONSIDERADOS NO CÁLCULO DE EVAPORAÇÃO LÍQUIDA.	66
QUADRO 6-14 – VAZÃO DE EVAPORAÇÃO MÉDIA LÍQUIDA MENSAL PARA OS RESERVATÓRIOS COM ÁREA SUPERIOR A 1 KM ²	67
QUADRO 6-15 – VAZÃO MÉDIA DE EVAPORAÇÃO LÍQUIDA MENSAL AGRUPADA POR UNIDADE DE PLANEJAMENTO DA BACIA DO PARAÍBA DO SUL, PARA OS RESERVATÓRIOS COM ÁREA SUPERIOR A 1 KM ²	68
QUADRO 6-16 – DISTRIBUIÇÃO DA DEMANDA DE EVAPORAÇÃO LÍQUIDA MÉDIA ANUAL DA CENA ATUAL POR UNIDADE DE PLANEJAMENTO.	69
QUADRO 6-17 – VAZÃO MÉDIA DE EVAPORAÇÃO LÍQUIDA MENSAL POR UNIDADE DE PLANEJAMENTO DA BACIA DO PARAÍBA DO SUL.....	71
QUADRO 6-18 – PRINCIPAIS APROVEITAMENTOS LOCALIZADOS NA BACIA DO RIO PARAÍBA DO SUL.....	75
QUADRO 6-19 – QUADRO RESUMO DAS TRANSPOSIÇÕES DA CENA ATUAL DA BACIA DO PARAÍBA DO SUL.	79
QUADRO 6-20 – VALORES CONSOLIDADOS DAS DEMANDAS HÍDRICAS DA BACIA DO RIO PARAÍBA DO SUL NA CENA ATUAL (SEM CONSIDERAR TRANSPOSIÇÕES E EVAPORAÇÃO LÍQUIDA DE RESERVATÓRIOS).....	83
QUADRO 6-21 – DEMANDAS DE ABASTECIMENTO HUMANO URBANO POR FONTE DE DADOS (M ³ /S).	87
QUADRO 6-22 – DEMANDAS DE ABASTECIMENTO HUMANO RURAL POR FONTE DE DADOS (M ³ /S).....	88
QUADRO 6-23 – DEMANDAS DE DESSEDENTAÇÃO ANIMAL POR FONTE DE DADOS (M ³ /S).	90
QUADRO 6-24 – DEMANDAS DE IRRIGAÇÃO POR FONTE DE DADOS (M ³ /S).....	92
QUADRO 6-25 – DEMANDAS DE USO INDUSTRIAL POR FONTE DE DADOS (M ³ /S).	94
QUADRO 6-26 – DEMANDAS DE MINERAÇÃO POR FONTE DE DADOS (M ³ /S).	96
QUADRO 6-27 – TOTAL DE DEMANDAS HÍDRICAS DA BACIA DO RIO PARAÍBA DO SUL POR FONTE DE DADOS (M ³ /S).	98
QUADRO 7-1 – LIMITE INFERIOR E SUPERIOR DAS DEMANDAS HÍDRICAS TOTAIS PROJETADAS PARA O FINAL DO HORIZONTE TEMPORAL POR REGIÃO HIDROGRÁFICA E FONTE DE DADO.	103
QUADRO 7-2 – PROJEÇÕES DA EFD 2020-2031 PARA O PIB (VARIAÇÃO %).	108
QUADRO 7-3 – PROJEÇÕES DA EPE 2025-2034 NO CENÁRIO DE REFERÊNCIA.	110
QUADRO 7-4 – PROJEÇÕES DA EPE 2025-2034 NOS TRÊS CENÁRIOS (2024-2034).	110
QUADRO 7-5 – PROJEÇÕES ADOPTADAS PARA O PIB (VARIAÇÃO %).	118
QUADRO 7-6 – PROJEÇÕES SETORIAIS ADOPTADAS (VARIAÇÃO RELATIVA AO PIB).	118
QUADRO 7-7 – CENÁRIOS PROSPECTIVOS ADOPTADOS PARA A CENARIZAÇÃO	119
QUADRO 7-8 – DETALHAMENTO DAS BARRAGENS PREVISTAS NO PNSH PARA O CONTROLE DE CHEIAS NA BACIA DO RIO PARAÍBA DO SUL.	129
QUADRO 7-9 – DETALHAMENTO DA OBRA DO SISTEMA PRODUTOR GUANDU PREVISTO NO PNSH.	129
QUADRO 7-10 – PROJEÇÕES DA POPULAÇÃO DO ESTADO DE SÃO PAULO COM BASE EM IBGE - CENSOS DEMOGRÁFICOS E PROJEÇÕES POPULACIONAIS (EDIÇÃO 2024).	139
QUADRO 7-11 – PROJEÇÕES DA POPULAÇÃO DO ESTADO DO RIO DE JANEIRO COM BASE EM IBGE - CENSOS DEMOGRÁFICOS E PROJEÇÕES POPULACIONAIS (EDIÇÃO 2024).	139

QUADRO 7-12 – PROJEÇÕES DA POPULAÇÃO DO ESTADO DE MINAS GERAIS COM BASE EM IBGE - CENSOS DEMOGRÁFICOS E PROJEÇÕES POPULACIONAIS (EDIÇÃO 2024).....	140
QUADRO 7-13 – CONSUMO MÉDIO PER CAPITA DE ÁGUA NA BACIA DO RIO PARAÍBA DO SUL.....	147
QUADRO 7-14 – CONSUMO MÉDIO PER CAPITA DE ÁGUA NOS ESTADOS DA BACIA.....	148
QUADRO 7-15 – CONSUMO MÉDIO PER CAPITA DE ÁGUA NOS ESTADOS DA BACIA (L/HAB.DIA).....	150
QUADRO 7-16 – CONSUMO MÉDIO PER CAPITA TENDENCIAL DE ÁGUA NOS ESTADOS DA BACIA.....	153
QUADRO 7-17 – CONSUMO MÉDIO PER CAPITA DE MAIOR PRESSÃO DE ÁGUA NOS ESTADOS DA BACIA.....	153
QUADRO 7-18 – ÍNDICE DE PERDAS DE ÁGUA POR LIGAÇÃO NA BACIA DO RIO PARAÍBA DO SUL (L/LIG.DIA).	154
QUADRO 7-19 – PROJEÇÃO CENÁRIO TENDENCIAL DO ÍNDICE DE PERDAS DE ÁGUA POR LIGAÇÃO (L/LIG.DIA)...	155
QUADRO 7-20 – PROJEÇÃO CENÁRIO DE MAIOR PRESSÃO DO ÍNDICE DE PERDAS DE ÁGUA POR LIGAÇÃO (L/LIG.DIA).....	155
QUADRO 7-21 – PROJEÇÃO DO ÍNDICE DE PERDAS NA DISTRIBUIÇÃO DE ÁGUA (PERCENTUAL).	156
QUADRO 7-22 – PROJEÇÃO DO ÍNDICE DE PERDAS NA DISTRIBUIÇÃO DE ÁGUA (PERCENTUAL) – CENÁRIO DE MAIOR PRESSÃO.....	156
QUADRO 7-23 – PROJEÇÃO DA TAXA DE CONSUMO DE ÁGUA DA POPULAÇÃO NÃO ATENDIDA COM SISTEMA DE ABASTECIMENTO (L/HAB.DIA).	158
QUADRO 7-24 – PROJEÇÃO DOS REBANHOS DE CORTE NA BAIA DO RIO PARAÍBA DO SUL (ANIMAIS).....	160
QUADRO 7-25 – PROJEÇÃO DOS REBANHOS DE POSTURA NA BAIA DO RIO PARAÍBA DO SUL (ANIMAIS).	160
QUADRO 7-26 – PROJEÇÃO DOS REBANHOS BOVINOS DE CORTE NA BAIA DO RIO PARAÍBA DO SUL (ANIMAIS)..	160
QUADRO 7-27 – PROJEÇÃO DOS REBANHOS BOVINOS DE LEITE NA BAIA DO RIO PARAÍBA DO SUL (ANIMAIS).	160
QUADRO 7-28 – PROJEÇÃO DOS REBANHOS SUÍNOS NA BAIA DO RIO PARAÍBA DO SUL (ANIMAIS).	161
QUADRO 7-29 – PROJEÇÃO DOS REBANHOS CAPRINO E OVINO NA BAIA DO RIO PARAÍBA DO SUL (ANIMAIS).	161
QUADRO 7-30 – PROJEÇÃO DOS REBANHOS EQUINOS NA BAIA DO RIO PARAÍBA DO SUL (ANIMAIS).....	161
QUADRO 7-31 – PROJEÇÃO DOS REBANHOS BUBALINOS NA BAIA DO RIO PARAÍBA DO SUL (ANIMAIS).	161
QUADRO 7-32 – PROJEÇÃO DOS REBANHOS DE CODORNAS NA BAIA DO RIO PARAÍBA DO SUL (ANIMAIS).	161
QUADRO 7-33 – PROJEÇÃO DA PRODUÇÃO DE TILÁPIA NA BAIA DO RIO PARAÍBA DO SUL (TONELADAS).....	165
QUADRO 7-34 – ÁREA IRRIGADA (HECTARE) POR MÉTODO EM 2017.	165
QUADRO 7-35 – ÁREA IRRIGADA (HECTARES) POR MÉTODO EM 2006.	166
QUADRO 7-36 – ÁREA IRRIGADA (HECTARE) POR TIPOLOGIA DE CULTURA E SISTEMA EM 2019.	167
QUADRO 7-37 – PROJEÇÃO DA ÁREA IRRIGADA (HECTARE) POR TIPOLOGIA DE CULTURA E SISTEMA.....	168
QUADRO 7-38 – PROJEÇÃO DA ÁREA IRRIGADA (HECTARE) POR TIPOLOGIA DE CULTURA E SISTEMA.....	169
QUADRO 7-39 – ÁREA IRRIGADA TOTAL (HECTARES) DO ATLAS IRRIGAÇÃO E CENSO AGROPECUÁRIO.	170
QUADRO 7-40 – ÁREA IRRIGADA (ATLAS) E ÁREA CULTIVADA (PAM), EM HECTARE, NO ANO DE 2019.	172
QUADRO 7-41 – PROJEÇÃO DAS ÁREAS CULTIVADAS DE ARROZ NA BAIA DO RIO PARAÍBA DO SUL (HECTARES). 174	
QUADRO 7-42 – PROJEÇÃO DAS ÁREAS CULTIVADAS DE CAFÉ NA BAIA DO RIO PARAÍBA DO SUL (HECTARES). .	174
QUADRO 7-43 – PROJEÇÃO DAS ÁREAS CULTIVADAS DE CANA DE AÇÚCAR NA BAIA DO RIO PARAÍBA DO SUL (HECTARES).....	174
QUADRO 7-44 – PROJEÇÃO DAS ÁREAS CULTIVADAS DE OUTRAS CULTURAS NA BAIA DO RIO PARAÍBA DO SUL (HECTARES).....	174

QUADRO 7-45 – FRAÇÃO DE ADOÇÃO DA AGRICULTURA IRRIGADA NO ANO DE 2019.	175
QUADRO 7-46 – TAXA ANUALIZADA DE CRESCIMENTO DA AGRICULTURA IRRIGADA (ATLAS IRRIGAÇÃO).	176
QUADRO 7-47 – PROJEÇÃO DAS ÁREAS IRRIGADAS DE ARROZ INUNDADO NA BAIÁ DO RIO PARAÍBA DO SUL (HECTARES).....	177
QUADRO 7-48 – PROJEÇÃO DAS ÁREAS IRRIGADAS DE CAFÉ NA BAIÁ DO RIO PARAÍBA DO SUL (HECTARES).....	177
QUADRO 7-49 – PROJEÇÃO DAS ÁREAS IRRIGADAS DE OUTRAS CULTURAS NA BAIÁ DO RIO PARAÍBA DO SUL (HECTARES).....	177
QUADRO 7-50 – ÁREA IRRIGADA POR SISTEMA DE IRRIGAÇÃO E EFICIÊNCIA PONDERADA.	178
QUADRO 7-51 – MUNICÍPIO DE REFERÊNCIA NA REGIÃO RURAL (MAIOR ÁREA IRRIGADA EM 2019).....	180
QUADRO 7-52 – COEFICIENTES MÉDIOS ANUAIS DE RETIRADA DE IRRIGAÇÃO POR CULTURA E REGIÃO RURAL (L/S.HA).	182
QUADRO 7-53 – PROJEÇÃO DOS COEFICIENTES MÉDIOS ANUAIS DE RETIRADA DE IRRIGAÇÃO (L/S.HA) PARA O GRUPO "OUTRAS CULTURAS E SISTEMAS".	182
QUADRO 7-54 – PROJEÇÃO DOS COEFICIENTES MÉDIOS ANUAIS DE RETIRADA DE IRRIGAÇÃO (L/S.HA) PARA O GRUPO "OUTRAS CULTURAS E SISTEMAS".	182
QUADRO 7-55 – PROJEÇÃO DOS COEFICIENTES MÉDIOS ANUAIS DE RETIRADA DE IRRIGAÇÃO (L/S.HA) PARA O GRUPO "OUTRAS CULTURAS E SISTEMAS".	183
QUADRO 7-56 – PROJEÇÃO DOS COEFICIENTES MÉDIOS ANUAIS DE RETIRADA DE IRRIGAÇÃO (L/S.HA) PARA O GRUPO "OUTRAS CULTURAS E SISTEMAS".	183
QUADRO 7-57 – PROJEÇÃO DOS COEFICIENTES MÉDIOS ANUAIS DE RETIRADA DE IRRIGAÇÃO (L/S.HA) PARA O GRUPO "OUTRAS CULTURAS E SISTEMAS".	183
QUADRO 7-58 – PROJEÇÃO DOS COEFICIENTES MÉDIOS ANUAIS DE RETIRADA DE IRRIGAÇÃO (L/S.HA) PARA O GRUPO "OUTRAS CULTURAS E SISTEMAS".	183
QUADRO 7-59 – VALOR AGREGADO BRUTO DA INDÚSTRIA.....	186
QUADRO 7-60 – PROJEÇÕES PARA O VALOR AGREGADO BRUTO DA INDÚSTRIA (R\$, MILHÕES).....	188
QUADRO 7-61 – PROJEÇÕES PARA O VALOR AGREGADO BRUTO DA INDÚSTRIA (R\$, MILHÕES).....	188
QUADRO 7-62 – PROJEÇÕES PARA O VALOR AGREGADO BRUTO DA INDÚSTRIA (R\$, MILHÕES).....	189
QUADRO 7-63 – VALOR AGREGADO BRUTO DOS SERVIÇOS.	190
QUADRO 7-64 – PROJEÇÕES PARA O VALOR AGREGADO BRUTO DOS SERVIÇOS (R\$, MILHÕES).	191
QUADRO 7-65 – PROJEÇÕES PARA O VALOR AGREGADO BRUTO DOS SERVIÇOS (R\$, MILHÕES).	192
QUADRO 7-66 – PROJEÇÕES PARA O VALOR AGREGADO BRUTO DOS SERVIÇOS (R\$, MILHÕES).	192
QUADRO 7-67 – POTÊNCIA INSTALADA NAS USINAS TERMELÉTRICAS.	193
QUADRO 7-68 – USINAS TERMELÉTRICAS A SEREM INSTALADAS NA BACIA.	194
QUADRO 7-69 – PROJETOS DE BARRAGENS DE CONTROLE DE CHEIAS PREVISTOS NA BACIA.	196
QUADRO 7-70 – CONSIDERAÇÃO DOS EMPREENDIMENTOS DE CONTROLE DE CHEIAS NOS CENÁRIOS.	197
QUADRO 7-71 – DETALHAMENTO DOS PROJETOS HIDRÁULICOS.	197
QUADRO 7-72 – CONSIDERAÇÃO DOS EMPREENDIMENTOS HIDRO ENERGÉTICOS NOS CENÁRIOS.	200
QUADRO 8-1 – CONSOLIDAÇÃO DAS DEMANDAS NOS CENÁRIOS FUTUROS PARA O SETOR DE ABASTECIMENTO HUMANO URBANO (M ³ /S), POR UNIDADE DE PLANEJAMENTO.	203

QUADRO 8-2 – DEMANDAS DO CENÁRIO DE MENOR PRESSÃO POR SUB-BACIA PARA O SETOR DE ABASTECIMENTO HUMANO URBANO (M ³ /S), POR SUB-BACIA.	205
QUADRO 8-3 – DEMANDAS DO CENÁRIO DE TENDENCIAL POR SUB-BACIA PARA O SETOR DE ABASTECIMENTO HUMANO URBANO (M ³ /S), POR SUB-BACIA.	206
QUADRO 8-4 – DEMANDAS DO CENÁRIO DE MAIOR PRESSÃO POR SUB-BACIA PARA O SETOR DE ABASTECIMENTO HUMANO URBANO (M ³ /S), POR SUB-BACIA.	207
QUADRO 8-5 – CONSOLIDAÇÃO DAS DEMANDAS NOS CENÁRIOS FUTUROS PARA O SETOR DE ABASTECIMENTO HUMANO RURAL (M ³ /S), POR UNIDADE DE PLANEJAMENTO.....	209
QUADRO 8-6 – DEMANDAS DO CENÁRIO DE MENOR PRESSÃO POR SUB-BACIA PARA O SETOR DE ABASTECIMENTO HUMANO RURAL (M ³ /S), POR SUB-BACIA.....	211
QUADRO 8-7 – DEMANDAS DO CENÁRIO TENDENCIAL POR SUB-BACIA PARA O SETOR DE ABASTECIMENTO HUMANO RURAL (M ³ /S), POR SUB-BACIA.	212
QUADRO 8-8 – DEMANDAS DO CENÁRIO DE MAIOR PRESSÃO POR SUB-BACIA PARA O SETOR DE ABASTECIMENTO HUMANO RURAL (M ³ /S), POR SUB-BACIA.....	213
QUADRO 8-9 – CONSOLIDAÇÃO DAS DEMANDAS NOS CENÁRIOS FUTUROS PARA O SETOR DE DESSEDENTAÇÃO ANIMAL (M ³ /S), POR UNIDADE DE PLANEJAMENTO.	215
QUADRO 8-10 – DEMANDAS DO CENÁRIO DE MENOR PRESSÃO POR SUB-BACIA PARA O SETOR DE DESSEDENTAÇÃO ANIMAL (M ³ /S), POR SUB-BACIA.....	217
QUADRO 8-11 – DEMANDAS DO CENÁRIO TENDENCIAL POR SUB-BACIA PARA O SETOR DE DESSEDENTAÇÃO ANIMAL (M ³ /S), POR SUB-BACIA.....	218
QUADRO 8-12 – DEMANDAS DO CENÁRIO DE MAIOR PRESSÃO POR SUB-BACIA PARA O SETOR DE DESSEDENTAÇÃO ANIMAL (M ³ /S), POR SUB-BACIA.....	219
QUADRO 8-13 – CENÁRIOS DE DEMANDAS HÍDRICAS FUTURAS PARA O SETOR DE IRRIGAÇÃO (M ³ /S), POR UNIDADE DE PLANEJAMENTO.....	221
QUADRO 8-14 – DEMANDAS DO CENÁRIO DE MENOR PRESSÃO POR SUB-BACIA PARA O SETOR DE IRRIGAÇÃO (M ³ /S), POR SUB-BACIA.	223
QUADRO 8-15 – DEMANDAS DO CENÁRIO TENDENCIAL POR SUB-BACIA PARA O SETOR DE IRRIGAÇÃO (M ³ /S), POR SUB-BACIA.	224
QUADRO 8-16 – DEMANDAS DO CENÁRIO DE MAIOR PRESSÃO POR SUB-BACIA PARA O SETOR DE IRRIGAÇÃO (M ³ /S), POR SUB-BACIA.	225
QUADRO 8-17 – CENÁRIOS DE DEMANDAS HÍDRICAS FUTURAS PARA O SETOR DE INDÚSTRIA (M ³ /S), POR UNIDADE DE PLANEJAMENTO.....	227
QUADRO 8-18 – DEMANDAS DO CENÁRIO DE MENOR PRESSÃO POR SUB-BACIA PARA O SETOR DE INDÚSTRIA (M ³ /S), POR SUB-BACIA.	229
QUADRO 8-19 – DEMANDAS DO CENÁRIO TENDENCIAL POR SUB-BACIA PARA O SETOR DE INDÚSTRIA (M ³ /S), POR SUB-BACIA.	230
QUADRO 8-20 – DEMANDAS DO CENÁRIO DE MAIOR PRESSÃO POR SUB-BACIA PARA O SETOR DE INDÚSTRIA (M ³ /S), POR SUB-BACIA.	231

QUADRO 8-21 – CENÁRIOS DE DEMANDAS HÍDRICAS FUTURAS (M ³ /S) PARA O SETOR DE MINERAÇÃO, POR UNIDADE DE PLANEJAMENTO.....	233
QUADRO 8-22 – DEMANDAS DO CENÁRIO DE MENOR PRESSÃO POR SUB-BACIA (M ³ /S) PARA O SETOR DE MINERAÇÃO, POR SUB-BACIA.....	235
QUADRO 8-23 – DEMANDAS DO CENÁRIO TENDENCIAL POR SUB-BACIA (M ³ /S) PARA O SETOR DE MINERAÇÃO, POR SUB-BACIA.....	236
QUADRO 8-24 – DEMANDAS DO CENÁRIO DE MAIOR PRESSÃO POR SUB-BACIA (M ³ /S) PARA O SETOR DE MINERAÇÃO, POR SUB-BACIA.....	237
QUADRO 8-25 – CONSOLIDAÇÃO DAS DEMANDAS NOS CENÁRIOS FUTUROS PARA O SETOR DE TERMOELETRICIDADE (M ³ /S), POR UNIDADE DE PLANEJAMENTO.....	239
QUADRO 8-26 – DEMANDAS DO CENÁRIO DE MENOR PRESSÃO POR SUB-BACIA PARA O SETOR DE TERMOELETRICIDADE (M ³ /S), POR SUB-BACIA.....	241
QUADRO 8-27 – DEMANDAS DO CENÁRIO TENDENCIAL POR SUB-BACIA PARA O SETOR DE TERMOELETRICIDADE (M ³ /S), POR SUB-BACIA.....	242
QUADRO 8-28 – DEMANDAS DO CENÁRIO DE MAIOR PRESSÃO POR SUB-BACIA PARA O SETOR DE TERMOELETRICIDADE (M ³ /S), POR SUB-BACIA.....	243
QUADRO 8-29 – CONSOLIDAÇÃO DAS DEMANDAS NOS CENÁRIOS FUTUROS PROVENIENTES DOS RESERVATÓRIOS (EVAPORAÇÃO LÍQUIDA) (M ³ /S), POR UNIDADE DE PLANEJAMENTO.....	245
QUADRO 8-30 – DEMANDAS DO CENÁRIO DE MENOR PRESSÃO POR SUB-BACIA PROVENIENTES DOS RESERVATÓRIOS (M ³ /S), POR SUB-BACIA.....	247
QUADRO 8-31 – DEMANDAS DO CENÁRIO TENDENCIAL POR SUB-BACIA PROVENIENTES DOS RESERVATÓRIOS (M ³ /S), POR SUB-BACIA.....	248
QUADRO 8-32 – DEMANDAS DO CENÁRIO DE MAIOR PRESSÃO POR SUB-BACIA PROVENIENTES DOS RESERVATÓRIOS (M ³ /S), POR SUB-BACIA.....	249
QUADRO 8-33 – CENÁRIOS DE DEMANDAS HÍDRICAS FUTURAS (M ³ /S) PARA AS TRANSPOSIÇÕES DA BACIA DO RIO PARAÍBA DO SUL, POR UNIDADE DE PLANEJAMENTO.....	251
QUADRO 8-34 – VALORES CONSOLIDADOS NO CENÁRIO DE MENOR PRESSÃO, POR UNIDADE DE PLANEJAMENTO.....	252
QUADRO 8-35 – VALORES CONSOLIDADOS NO CENÁRIO TENDENCIAL, POR UNIDADE DE PLANEJAMENTO.....	254
QUADRO 8-36 – VALORES CONSOLIDADOS NO CENÁRIO DE MAIOR PRESSÃO, POR UNIDADE DE PLANEJAMENTO.....	255
QUADRO 0-1 – CENÁRIOS PROSPECTIVOS ADOTADOS NO PIRH-PS 2022-2036.....	281
QUADRO 0-2 – PROJEÇÕES DE ÁREA IRRIGADA NO CENÁRIO TENDENCIAL PARA 2030 ADOTADAS NO ATLAS DE IRRIGAÇÃO.....	282
QUADRO 0-3 – ESTIMATIVAS DE DEMANDA HÍDRICA COM BASE EM DADOS DO SNIRH DE 2015.....	283
QUADRO 0-4 – PREMISSAS ADOTADAS PARA A APLICAÇÃO DE TAXAS DE CRESCIMENTO DE DEMANDAS HÍDRICAS POR SETOR USUÁRIO E CENÁRIO PROSPECTIVO.....	283
QUADRO 0-5 – DEMANDAS HÍDRICAS (M ³ /S) DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO PARAÍBA DO SUL PARA OS CENÁRIOS PROSPECTADOS.....	285

QUADRO 0-6 – DADOS DE PROJEÇÃO POPULACIONAL SEADE E IBGE.....	286
QUADRO 0-7 – PICOS POPULACIONAIS NA UGRHI 2 PARA OS CENÁRIOS SEADE.....	287
QUADRO 0-8 – TGCA (%) NA UGRHI 2 CALCULADA COM BASE NAS PROJEÇÕES SEADE.....	287
QUADRO 0-9 – DENSIDADE DEMOGRÁFICA DA POPULAÇÃO TOTAL PARA A UGRHI 2.....	287
QUADRO 0-10 – TAXA DE URBANIZAÇÃO DA POPULAÇÃO TOTAL PARA A UGRHI 2.....	287
QUADRO 0-11 – DETALHAMENTO DOS RESULTADOS DA PROJEÇÃO DO USO E COBERTURA DA TERRA PARA A UGRHI 2.....	288
QUADRO 0-12 – VAZÕES OUTORGADAS (M³/S) NA UGRHI 2 NO ANO BASE DE 2017.....	289
QUADRO 0-13 – DEMANDAS ESTIMADAS (M³/S) NA UGRHI 2 NO ANO BASE DE 2017.....	289
QUADRO 0-14 – PREMISSAS ADOTADAS PARA A PROJEÇÃO DAS DEMANDAS NOS CENÁRIOS PROSPECTIVOS ADOTADOS NO PERH SP.....	289
QUADRO 0-15 – RESULTADOS DA ESTIMATIVA DE DEMANDA HÍDRICA PARA OS ANOS DE 2023, 2035 E 2050 NA UGRHI 2.....	290
QUADRO 0-16 – FONTES DE DADOS EMPREGADAS PARA A ARTICULAÇÃO DAS DEMANDAS HÍDRICAS ATUAIS NO PERH MG.....	291
QUADRO 0-17 – DEMANDAS COM BASE NAS VAZÕES OUTORGADAS E RETORNO DOS AFLUENTES DO RIO PARAÍBA DO SUL INSERIDOS EM MINAS GERAIS IDENTIFICADAS NO PERH-MG.....	292
QUADRO 0-18 – DEMANDAS COM BASE NAS VAZÕES OUTORGADAS E RETORNO DOS AFLUENTES DO RIO PARAÍBA DO SUL INSERIDOS NO RIO DE JANEIRO IDENTIFICADAS NO PERHI-RJ.....	293
QUADRO 0-19 – SÍNTESE DOS CENÁRIOS EXPLORATÓRIOS ADOTADOS NO PERHI-RJ.....	294
QUADRO 0-20 – PIB PER CAPTA PROJETADO PARA CADA CENÁRIO EXPLORATÓRIO DO PERHI-RJ.....	294
QUADRO 0-21 – PREMISSAS ADOTADAS PARA A PROJEÇÃO DAS DEMANDAS POR SETOR USUÁRIO DE ACORDO COM OS CENÁRIOS PROSPECTIVOS ASSUMIDOS NO PERHI-RJ.....	295
QUADRO 0-22 – RESULTADOS DE DEMANDAS FUTURAS NO CENÁRIO OTIMISTA POR SETOR USUÁRIO OBTIDAS NO PERHI-RJ.....	296
QUADRO 0-23 – RESULTADOS DE DEMANDAS FUTURAS NO CENÁRIO FACTÍVEL POR SETOR USUÁRIO OBTIDAS NO PERHI-RJ.....	297
QUADRO 0-24 – RESULTADOS DE DEMANDAS FUTURAS NO CENÁRIO TENDENCIAL POR SETOR USUÁRIO OBTIDAS NO PERHI-RJ.....	299
QUADRO 0-25 – NÚMERO DE OUTORGAS E VAZÃO OUTORGADA POR SETOR USUÁRIO DA ANA E DO DAEE INFORMADAS NO PBH DA UGRHI 2.....	301
QUADRO 0-26 – TGCA PARA POPULAÇÃO URBANA E RURAL CALCULADAS NO PBH-UGRHI2.....	301
QUADRO 0-27 – VALOR ADICIONADO POR SETOR ENTRE 2002 E 2018 NA UGRHI 2.....	302
QUADRO 0-28 – TGCA PARA A PROJEÇÃO DA ÁREA PLANTADA ENTRE 2020 E 2031 NA UGRHI 2.....	302
QUADRO 0-29 – TGCA PARA A PROJEÇÃO DO REBANHO ENTRE 2020 E 2031 NA UGRHI 2.....	302
QUADRO 0-30 – DEMANDAS HÍDRICAS FUTURAS POR SETOR USUÁRIO ESTIMADAS NO PBH-UGRHI 2.....	303
QUADRO 0-31 – DEMANDAS HÍDRICAS ATUAIS ARTICULADAS NO PDRH-PS1.....	304
QUADRO 0-32 – TGCAS E ÁREAS IRRIGADA ADOTADAS NO PDRH-PS1.....	305
QUADRO 0-33 – PROJEÇÃO DAS DEMANDAS HÍDRICAS (M³/S) POR SETOR USUÁRIO NO PDRH-PS1.....	306

QUADRO 0-34 – DEMANDAS HÍDRICAS (M ³ /S) ATUAIS ARTICULADAS NO PDRH-PS2.....	307
QUADRO 0-35 – TGCAS E ÁREAS IRRIGADA ADOTADAS NO PDRH-PS2.....	307
QUADRO 0-36 – PROJEÇÃO DAS DEMANDAS HÍDRICAS (M ³ /S) POR SETOR USUÁRIO NO PDRH-PS2.....	308
QUADRO 0-37 – DEMANDAS HÍDRICAS (M ³ /S) ATUAIS ARTICULADAS NO RH-IX.....	309
QUADRO 0-38 – TGCAS E ÁREAS IRRIGADA ADOTADAS NO RH-IX.....	309
QUADRO 0-39 – PROJEÇÃO DAS DEMANDAS HÍDRICAS (M ³ /S) POR SETOR USUÁRIO NO RH-IX.....	310
QUADRO 0-40 – DEMANDAS HÍDRICAS (M ³ /S) ATUAIS ARTICULADAS NO RH-III.....	311
QUADRO 0-41 – DEMANDAS HÍDRICAS TOTAIS NO RH-III, EM M ³ /S.....	311
QUADRO 0-42 – DEMANDAS HÍDRICAS (M ³ /S) ATUAIS ARTICULADAS NO RH-IV.....	312
QUADRO 0-43 – TGCAS E ÁREAS IRRIGADA ADOTADAS NO RH-IV.....	312
QUADRO 0-44 – PROJEÇÃO DAS DEMANDAS HÍDRICAS (M ³ /S) POR SETOR USUÁRIO NO RH-IV.....	313
QUADRO 0-45 – DEMANDAS HÍDRICAS (M ³ /S) ATUAIS ARTICULADAS NO RH-VII.....	314
QUADRO 0-46 – TGCAS E ÁREAS IRRIGADA ADOTADAS NO RH-VII.....	314
QUADRO 0-47 – PROJEÇÃO DAS DEMANDAS HÍDRICAS (M ³ /S) POR SETOR USUÁRIO NO RH-VII.....	315
QUADRO 0-48 – UNIDADES HIDROLÓGICAS DE PLANEJAMENTO (UHP) INSERIDAS NA RH II E DE INTERESSE PARA A BACIA HIDROGRÁFICA DO PARAÍBA DO SUL.....	316
QUADRO 0-49 – ESTIMATIVA DE DEMANDA HÍDRICA (M ³ /S) NAS UPH DE INTERESSE.....	317
QUADRO 0-50 – SÍNTESE DOS CENÁRIOS PROSPECTIVOS ADOTADOS NO PRH-GUANDU.....	317
QUADRO 0-51 – PREMISSAS ADOTADAS PARA A PROJEÇÃO DAS DEMANDAS HÍDRICAS NO PRH-GUANDU.....	318
QUADRO 0-52 – TGCAS, ÁREA IRRIGADA E RESULTADOS DAS PROJEÇÕES POR SETOR USUÁRIO NO PRH- GUANDU.....	319
QUADRO 0-53 – PROJEÇÃO DAS DEMANDAS HÍDRICAS (M ³ /S) POR SETOR USUÁRIO NO PRH-GUANDU.....	320
QUADRO 0-54 – PROJEÇÕES ECONÔMICAS PARA A BACIA DO RIO PARAÍBA DO SUL - VALOR AGREGADO BRUTO DA AGROPECUÁRIA (R\$, MILHÕES).....	322
QUADRO 0-55 – PROJEÇÕES ECONÔMICAS PARA A BACIA DO RIO PARAÍBA DO SUL - VALOR AGREGADO BRUTO DA INDÚSTRIA (R\$, MILHÕES).....	323
QUADRO 0-56 – PROJEÇÕES ECONÔMICAS PARA A BACIA DO RIO PARAÍBA DO SUL - VALOR AGREGADO BRUTO DOS SERVIÇOS (R\$, MILHÕES).....	323
QUADRO 0-57 – PROJEÇÕES DEMOGRÁFICAS PARA A BACIA DO RIO PARAÍBA DO SUL - POPULAÇÃO TOTAL (URBANA E RURAL).....	324
QUADRO 0-58 – PROJEÇÕES DEMOGRÁFICAS PARA A BACIA DO RIO PARAÍBA DO SUL - POPULAÇÃO URBANA.....	325
QUADRO 0-59 – PROJEÇÕES DEMOGRÁFICAS PARA A BACIA DO RIO PARAÍBA DO SUL - POPULAÇÃO RURAL.....	326
QUADRO 0-60 – PROJEÇÕES DO REBANHO AVÍCOLA DE CORTE NA BACIA DO RIO PARAÍBA DO SUL.....	327
QUADRO 0-61 – PROJEÇÕES DO REBANHO AVÍCOLA DE POSTURA NA BACIA DO RIO PARAÍBA DO SUL.....	328
QUADRO 0-62 – PROJEÇÕES DO REBANHO BOVINO DE CORTE NA BACIA DO RIO PARAÍBA DO SUL.....	329
QUADRO 0-63 – PROJEÇÕES DO REBANHO BOVINO DE LEITE NA BACIA DO RIO PARAÍBA DO SUL.....	330
QUADRO 0-64 – PROJEÇÕES DO REBANHO SUÍNO NA BACIA DO RIO PARAÍBA DO SUL.....	331
QUADRO 0-65 – PROJEÇÕES DO REBANHO CAPRINO E OVINO NA BACIA DO RIO PARAÍBA DO SUL.....	332
QUADRO 0-66 – PROJEÇÕES DO REBANHO EQUINO NA BACIA DO RIO PARAÍBA DO SUL.....	333

QUADRO 0-67 – PROJEÇÕES DO REBANHO BUBALINO NA BACIA DO RIO PARÁIBA DO SUL.	334
QUADRO 0-68 – PROJEÇÕES DO REBANHO DE CODORNA NA BACIA DO RIO PARÁIBA DO SUL.	335
QUADRO 0-69 – PROJEÇÕES DA PRODUÇÃO DE TILÁPIAS NA BACIA DO RIO PARÁIBA DO SUL (KG).	336
QUADRO 0-70 – PROJEÇÕES DE ÁREA IRRIGADA (HA) NA BACIA DO RIO PARÁIBA DO SUL – ARROZ.	337
QUADRO 0-71 – PROJEÇÕES DE ÁREA IRRIGADA (HA) NA BACIA DO RIO PARÁIBA DO SUL – CAFÉ.....	338
QUADRO 0-72 – PROJEÇÕES DE ÁREA IRRIGADA (HA) NA BACIA DO RIO PARÁIBA DO SUL - OUTRAS CULTURAS E SISTEMAS.....	339

LISTA DE SIGLAS

- AGEVAP – Associação Pró-Gestão das Águas do Rio Paraíba do Sul
- ANA – Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico
- ANEEL – Agência Nacional de Energia Elétrica
- CBHs – Comitês de Bacias Hidrográficas
- CEIVAP – Comitê de Integração da Bacia Hidrográfica do Rio Paraíba do Sul
- CEPERJ – Centro Estadual de Estatísticas, Pesquisas e Formação de Servidores Públicos do Rio de Janeiro
- CNA – Confederação Nacional da Agricultura
- CNI – Confederação Nacional da Indústria
- DAEE – Departamento de Águas e Energia Elétrica
- DRI – Despacho de Registro de Intenção à Outorga
- DRS – Despacho de Registro de Adequabilidade do Sumário
- EDH – Estudo das Disponibilidades Hídricas
- EDH-PS – Estudo das Disponibilidades Hídricas na Bacia Hidrográfica do Rio Paraíba do Sul
- EFD – Estratégia Federal de Desenvolvimento para o Brasil
- EMBRAPA – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
- EPE – Empresa de Pesquisa Energética
- ERI – Entidade Reguladora Infranacional
- ESG – do inglês *Environmental, Social and Governance*
- ETA – Estação de Tratamento de água
- EVTE – Estudos de Viabilidade Técnica e Econômica
- GTEE – Grupo de Trabalho dos Estudos Estratégicos
- IAA – Índice de Atendimento de Abastecimento de Água
- IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
- ICA – Índice de Cobertura de Abastecimento de Água
- ICH – Índice de Comprometimento Hídrico

IGAM – Instituto Mineiro de Gestão das Águas

INEA – Instituto Estadual do Ambiente

INMET – Instituto Nacional de Meteorologia

IPEA – Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada

MUC – Manual de Usos Consuntivos

NKLac – Nippon Koei Lac do Brasil

OGERHs – Órgãos Gestores Estaduais de Recursos Hídricos

OGRHs – Órgãos Gestores de Recursos Hídricos

ONS – Operador Nacional do Sistema Elétrico

PAM – Pesquisa Agrícola Municipal

PBH – Plano de Bacia Hidrográfica

PCH – Pequena Central Hidrelétrica

PCJ – Piracicaba, Capivari e Jundiaí

PDE – Plano Decenal de Energia Elétrica

PEA – População Economicamente Ativa

PEARC – Plano Estadual de Adaptação e Resiliência Climática

PERH – Plano Estadual de Recursos Hídricos

PIB – Produto Interno Bruto

PIRH-PS – Plano Integrado de Recursos Hídricos da Bacia do Rio Paraíba do Sul

PMDI – Plano Mineiro de Desenvolvimento Integrado

PMSH – Plano Mineiro de Segurança Hídrica

PNLT – Plano Nacional de Logística e Transportes

PNRH – Plano Nacional de Recursos Hídricos

PNSH – Plano Nacional de Segurança Hídrica

PPM – Pesquisa Pecuária Municipal

PRHs – Planos de Recursos Hídricos

RAIS – Relatório Anual de Informações Sociais

RALIE – Relatório de Acompanhamento da Expansão da Oferta de Geração de Energia Elétrica

REGEA – Geologia, Engenharia e Estudos Ambientais Ltda

SEADE – Sistema Estadual de Análise de Dados

SIEMEC – Sistema de Intervenções Estruturais para Mitigação dos Efeitos das Cheias

SIGA – Sistema de Informações de Geração

SIGA-CEIVAP – Sistema de Informações Geográficas e Geoambientais da Bacia Hidrográfica do Rio Paraíba do Sul

SIGEL – Sistema de Informações Georreferenciadas do Setor Elétrico

SIGRH – Sistema Integrado de Gerenciamento de Recursos Hídricos do Estado de São Paulo

SIN – Sistema Interligado Nacional

SNIRH – Sistema Nacional de Informações sobre Recursos Hídricos

SNIS – Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento

TGC – Taxa Geométrica de Crescimento

TGCA – Taxa Geométrica de Crescimento Anual

UHEs – Usinas Hidrelétricas

UEL – Usina Elevatória

UP – Unidade de Planejamento

URGHI – Unidade de Gerenciamento de Recursos Hídricos

VAB – Valor Agregado Bruto ou Valor Adicionado Bruto

1. APRESENTAÇÃO

Este documento técnico consiste no quarto produto do estudo em desenvolvimento para a Associação Pró-Gestão das Águas do Rio Paraíba do Sul – AGEVAP com vistas à atualização do quadro de demandas hídricas e atualização dos balanços hídricos na bacia hidrográfica do rio Paraíba do Sul.

O estudo vem sendo elaborado no contexto do contrato nº 071/2023 assinado entre a AGEVAP e o Consórcio NIPPON KOEI LAC – REGEA – RHAMA. Nesse sentido, este produto apresenta os resultados do trabalho de construção do quadro das demandas hídricas da bacia do rio Paraíba do Sul atual e futuro. Para isso, o presente documento é estruturado em nove capítulos, incluindo este de apresentação, como exposto a seguir:

- ✓ Capítulo 1 – Apresentação: apresenta a estrutura do documento;
- ✓ Capítulo 2 – Objetivos: apresenta o objetivo geral e os objetivos específicos a serem atingidos com o desenvolvimento do estudo;
- ✓ Capítulo 3 – Área de abrangência dos estudos: apresenta a bacia hidrográfica do rio Paraíba do Sul, como área de abrangência do trabalho em desenvolvimento;
- ✓ Capítulo 4 – Contextualização e Metodologia: apresenta a contextualização do estudo em desenvolvimento e as metodologias de estimativa de demanda hídrica que foram aplicadas;
- ✓ Capítulo 5 – Apresenta as informações sobre distribuição das demandas entre fontes de águas superficiais ou subterrâneas;
- ✓ Capítulo 6 – Apresenta a cena atual de demandas hídricas para a bacia hidrográfica do rio Paraíba do Sul;
- ✓ Capítulo 7 – Apresenta os cenários futuros de demandas hídricas para a bacia hidrográfica do rio Paraíba do Sul;
- ✓ Capítulo 8 – Consolida e compara as demandas atuais e futuras na bacia;
- ✓ Capítulo 9 – Identifica as regiões críticas para gestão da bacia, apresentando regiões com maiores demandas por setor usuário;
- ✓ Capítulo 10 – Considerações finais: apresenta alguns comentários sobre os trabalhos realizados e próximos passos no sentido do atendimento aos objetivos do trabalho; e
- ✓ Capítulo 11 – Referências bibliográficas.

2. OBJETIVOS

O objetivo geral do presente estudo trata da atualização do quadro de demandas hídricas e dos balanços hídricos na bacia hidrográfica do rio Paraíba do Sul. Para isso, serão desenvolvidas uma série de atividades, conforme estabelecido no Termo de Referência e no Plano de Trabalho e Mobilização Consolidado aprovado.

Os objetivos específicos estão relacionados ao escopo principal do presente relatório, consistindo, no mínimo, nas seguintes prerrogativas e procedimentos:

- Revisar o quadro atual de demandas hídricas da bacia hidrográfica do rio Paraíba do Sul, considerando os cenários definidos no Plano de Trabalho e Mobilização Consolidado;
- Apresentar em projeção, de curto, médio e longo prazo (5, 10, 15 e 20 anos), o quadro futuro de demandas hídricas da bacia hidrográfica do rio Paraíba do Sul. Para a elaboração da cenarização de longo prazo, 20 anos, serão considerados três conjuntos de variáveis;
 - Índices de crescimento, PIB, população, entre outros;
 - Eventuais obras que tenham como objetivo o aumento da disponibilidade hídrica na bacia;
 - Diretrizes para consideração do impacto das mudanças climáticas nas demandas hídricas dos setores usuários.
- Realizar mobilização e divulgação dos trabalhos junto aos setores usuários, atores-chave e representações setoriais; e
- Identificar as regiões com maior demanda pelo uso da água, apontando os principais setores usuários de recursos hídricos, bem como identificar e avaliar os principais sinais (gatilhos) de possíveis situações de escassez hídrica.

Destaca-se o caso da mobilização e divulgação dos trabalhos junto aos setores usuários, atores chave e representações setoriais, que trata de atividade também prevista e executada na etapa anterior do trabalho, inclusive com a realização de eventos de mobilização e discussão em oficinas setoriais.

3. ÁREA DE ABRANGÊNCIA DOS ESTUDOS E SISTEMATIZAÇÃO DA BASE ESPACIAL

Conforme já exposto nas etapas anteriores e no termo de referência de desenvolvimento deste estudo, a área de abrangência trata da totalidade da bacia hidrográfica do rio Paraíba do Sul, envolvendo a bacia como um todo e suas Unidades de Planejamento e Gestão, de acordo com o Plano Integrado de Recursos Hídricos da Bacia do Rio Paraíba do Sul – PIRH-PS e conforme exposto no Quadro 3-1.

A Figura 3-1 espacializa as Unidades de Planejamento no contexto da bacia hidrográfica do rio Paraíba do Sul e apresenta a localização dos três estados que a bacia faz parte (Minas Gerais, Rio de Janeiro e São Paulo).

Quadro 3-1 – Áreas de abrangência das Unidades de Planejamento.

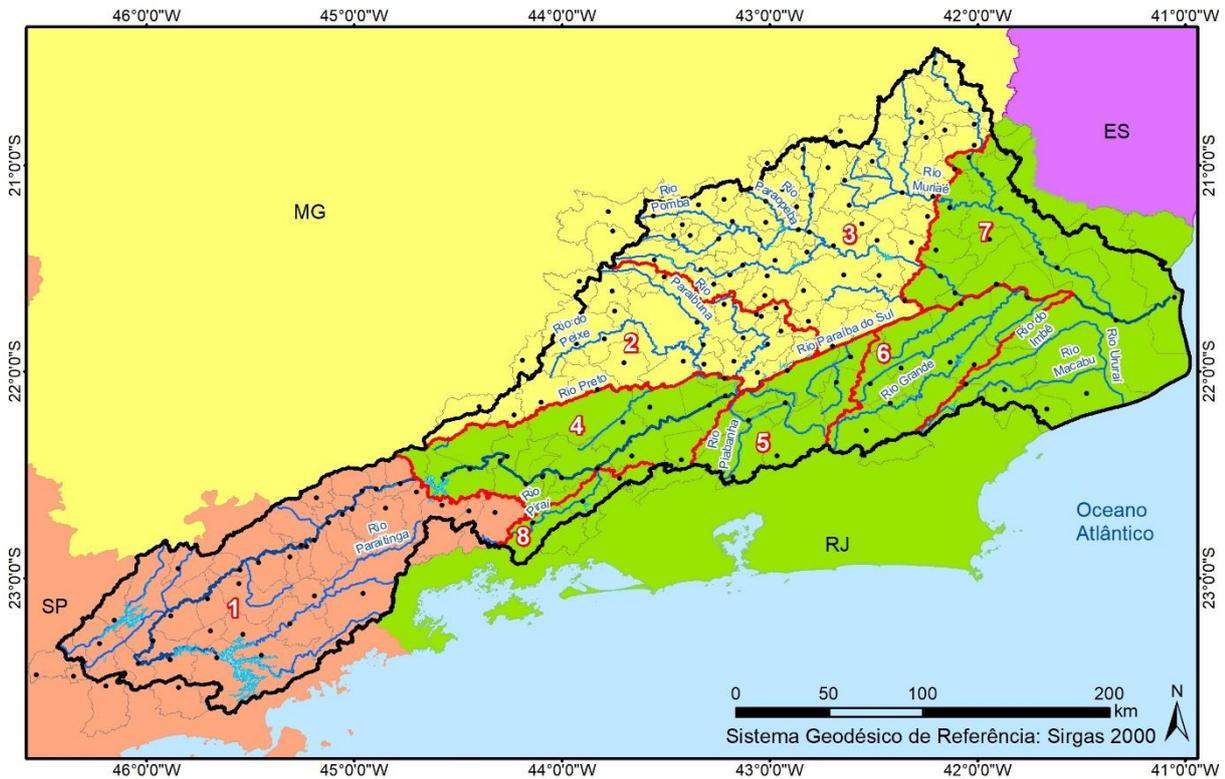
Nº	Nome	Área (km ²)	% da bacia do rio Paraíba do Sul	Unidade da Federação
1	Paraíba do Sul – Trecho Paulista	13.944,01	22,6%	SP
2	Preto Paraibuna	7.185,99	11,7%	MG
3	Pomba e Muriaé	13.537,26	22,0%	MG
4	Médio Paraíba do Sul	6.429,06	10,4%	RJ
5	Piabanha	3.459,19	5,6%	RJ
6	Rio Dois Rios	4.462,38	7,3%	RJ
7	Baixo Paraíba do Sul	11.509,60	18,7%	RJ
8	Sub-bacia do Rio Piraí	1.017,90	1,7%	RJ

Fonte: PIRH-PS, 2021.

Além da divisão em Unidades de Planejamento, o Estudo das Disponibilidades Hídricas na Bacia Hidrográfica do rio Paraíba do Sul – EDH-PS adota a divisão por sub-bacia afluente e Ottobacias. A Figura 3-2 apresenta a localização das 13 sub-bacias que compõem a bacia do rio Paraíba do Sul, sendo elas: Alto Vale do Rio Paraíba, Baixo Vale do Rio Paraíba, Médio Vale do Rio Paraíba, Médio Vale Inferior do Rio Paraíba, Médio Vale Superior do Rio Paraíba, Rio Carangola, Rio Dois Rios, Rio Muriaé, Rio Paraibuna, Rio Piabanha, Rio Piraí, Rio Pomba e Rio Preto.

Destaca-se que as demandas hídricas obtidas neste estudo foram espacializadas por Ottobacias, ou seja, na mesma discretização dos estudos de disponibilidade hídrica, o que dará subsídio ao balanço hídrico na mesma escala e nos mesmos trechos de hidrografia.

Figura 3-1 – Unidades de planejamento e principais cursos d'água.



Legenda

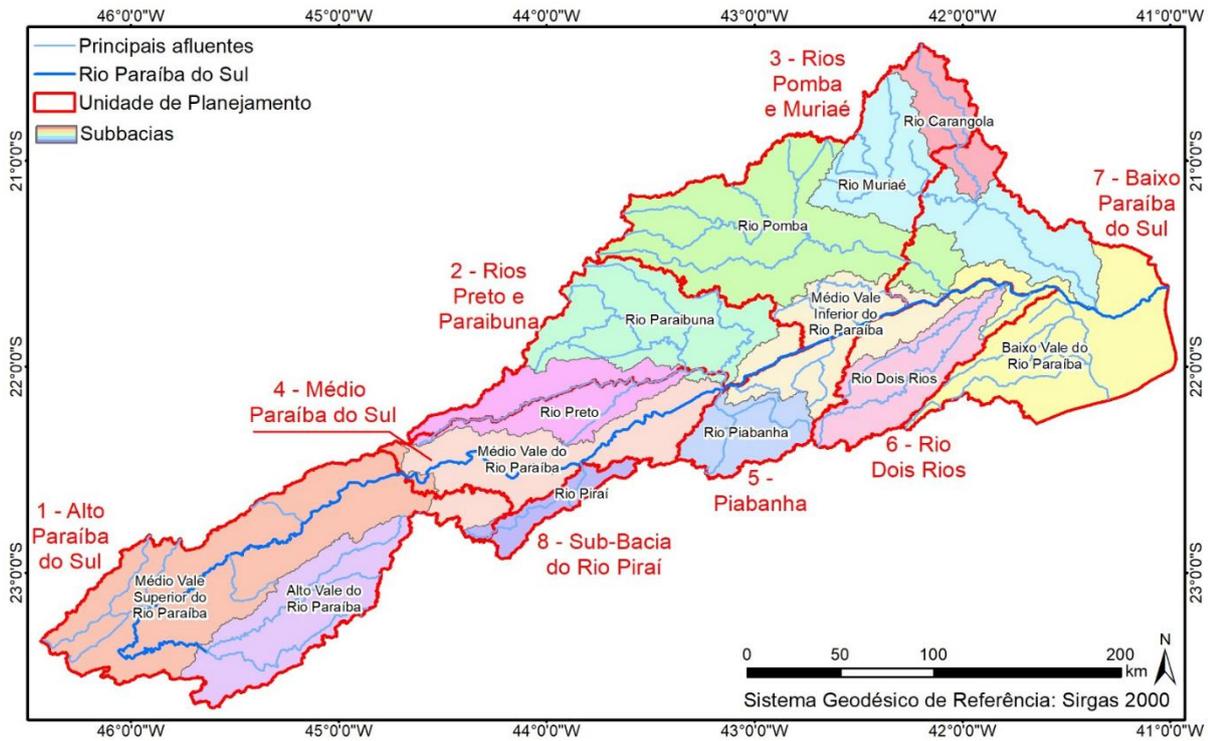
- Sede municipal
- Principais cursos d'água
- Rio Paraíba do Sul
- Principais massas d'água
- Limite municipal
- Unidade de Planejamento
- Bacia hidrográfica do rio Paraíba do Sul

- Unidade da Federação**
- Espírito Santo
 - Minas Gerais
 - Rio de Janeiro
 - São Paulo

Código da Unidade de Planejamento	Comitê	Nome da Unidade de Planejamento	Unidade da Federação
1	CBH - Paraíba do Sul (SP)	Alto Paraíba do Sul	São Paulo
2	CBH - Preto Paraibuna	Rios Preto e Paraibuna	Minas Gerais
3	COMPÊ (MG)	Rios Pomba e Muriaé	Minas Gerais
4	CBH - Médio Paraíba do Sul	Médio Paraíba do Sul	Rio de Janeiro
5	Comitê Piabanha	Piabanha	Rio de Janeiro
6	CBH - Rio Dois Rios	Rio Dois Rios	Rio de Janeiro
7	CBH - Baixo Paraíba do Sul	Baixo Paraíba do Sul	Rio de Janeiro
8	Comitê Guandu (Sub-bacia do Rio Pirai)	Sub-Bacia do Rio Pirai	Rio de Janeiro

Fonte: elaborado pelo Consórcio.

Figura 3-2 – Divisão da bacia do rio Paraíba do Sul em Sub-bacias e Unidades de Planejamento



Fonte: elaborado pelo Consórcio.

4. CONTEXTUALIZAÇÃO E METODOLOGIA

4.1. CONTEXTUALIZAÇÃO DO PRODUTO

Conforme vem sendo exposto ao longo do desenvolvimento do trabalho, este estudo tem um total de oito etapas, tendo iniciado com o planejamento do estudo e seguindo até a consolidação do relatório final e do banco de dados com as informações geradas e sistematizadas ao longo do estudo.

Para acompanhamento das etapas de desenvolvimento do estudo, foi construída a Figura 4-1 com o processo adotado envolvendo o caminho previsto, destacando, em verde, as etapas já concluídas, incluindo as duas anteriores e a relacionada ao presente produto.

De uma forma geral, durante a Etapa 2 foram consultadas diversas bases de dados, envolvendo desde planos de recursos hídricos, estudos setoriais, bases de outorgas ou estudos de estimativas de usos consuntivos. Na sequência, a Etapa 3 realizou a mobilização e reuniões com representantes dos setores usuários, bem como a avaliação e definição das metodologias de estimativas de uso da água que deram suporte ao cálculo propriamente dito do quadro de demandas da Etapa 4.

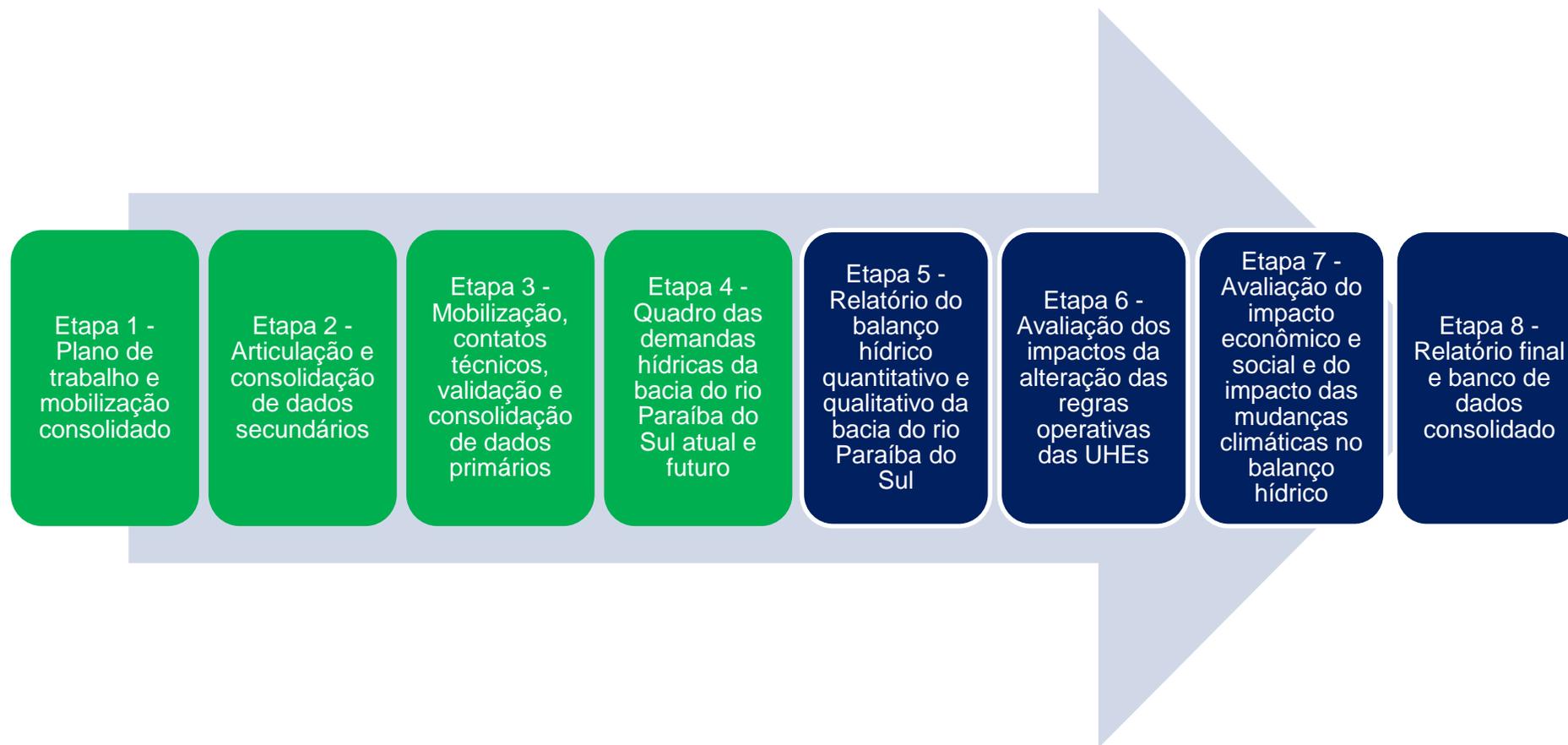
Como o próprio nome da etapa dispõe, a Etapa 4 trata da consolidação e apresentação das demandas por setor usuário e por bacia hidrográfica para a cena atual e para cenas futuras, sendo estabelecidos no termo de referência os horizontes de 5, 10, 15 e 20 anos e cenários tendencial e de menor ou maior pressão. Para o desenvolvimento dessa análise, o fluxograma com as principais atividades é apresentado na Figura 4-2, sendo detalhado na sequência.

Assim, seguindo o fluxograma apresentado na Figura 4-1, a próxima etapa de trabalho (Etapa 5) terá o balanço hídrico realizado, cotejando as demandas pelo uso da água com as disponibilidades hídricas, tanto no que se refere às águas superficiais quanto subterrâneas. Vale destacar, nesse caso, que as disponibilidades hídricas de águas superficiais serão consideradas a partir de outro estudo concluído pela AGEVAP especificamente com essa finalidade.

Na sequência, as Etapas 6 e 7 tratarão de avaliações dos balanços hídricos a partir de impactos de mudanças climáticas, questões econômicas e sociais, bem como alterações de regras operativas de reservatórios de Usinas Hidrelétricas – UHEs.

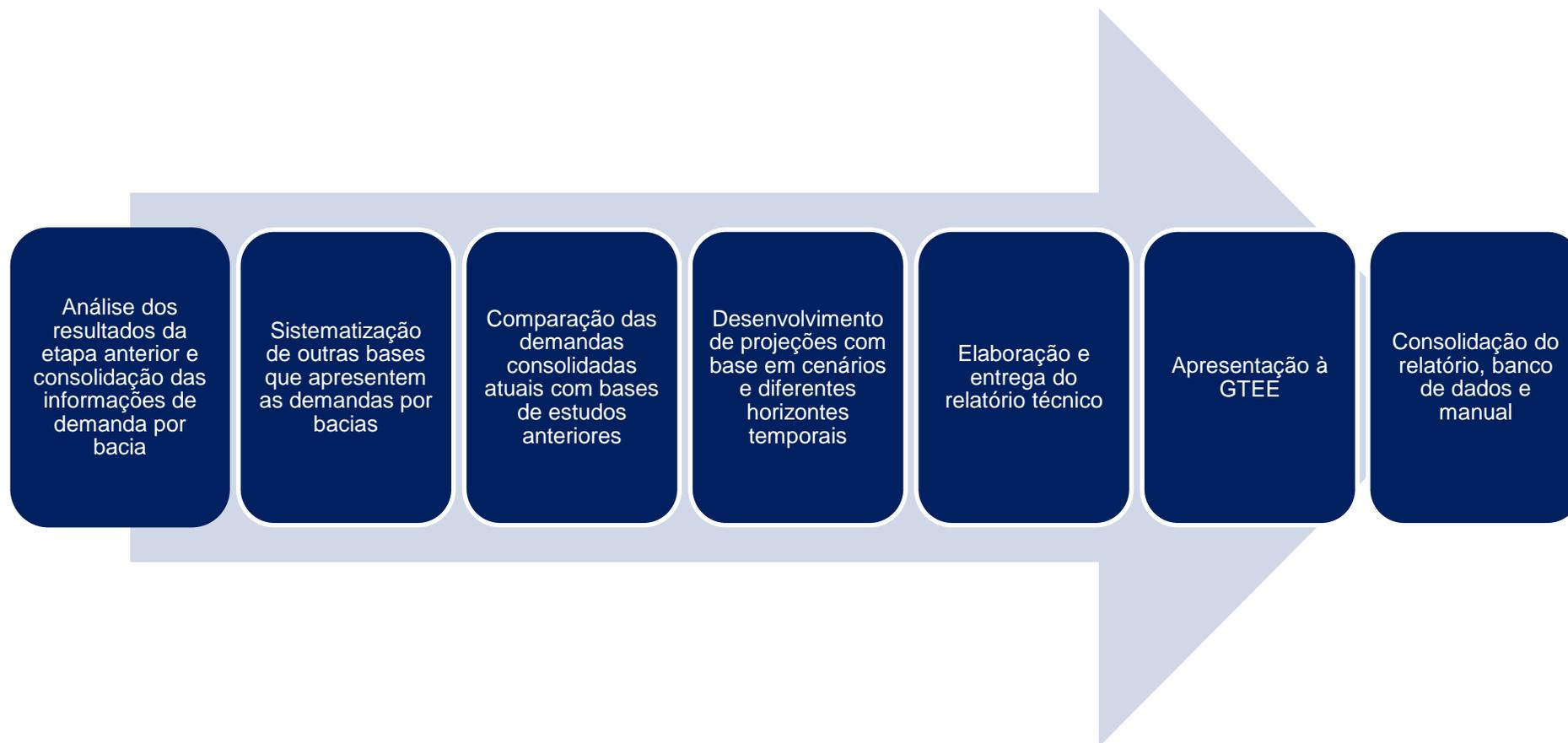
Concluindo-se os estudos da Etapa 7, tem-se a oitava e última etapa de trabalho, em que serão consolidados os resultados em um relatório final, assim como a base de dados também será integrada de forma completa.

Figura 4-1 – Fluxograma de processo para o desenvolvimento do estudo.



Fonte: elaborado pelo Consórcio.

Figura 4-2 – Fluxograma com as atividades previstas para serem executadas na Etapa 4.



Fonte: elaborado pelo Consórcio.

4.2. DISTRIBUIÇÃO DAS DEMANDAS ENTRE FONTES DE ÁGUAS SUPERFICIAIS OU SUBTERRÂNEAS

A distribuição das demandas hídricas na bacia do rio Paraíba do Sul, de acordo com sua fonte superficial ou subterrânea, é fundamental para compreender a alocação e a pressão sobre os recursos hídricos em cada setor da região. A bacia, que abrange áreas de relevância estratégica para os estados de Minas Gerais, Rio de Janeiro e São Paulo, tem demandas pelo uso da água para diversas finalidades. Cada uma das finalidades de uso implica diferentes intensidades de uso e padrões de consumo de água, o que exige uma avaliação detalhada e segmentada das demandas, considerando tanto as captações superficiais quanto as subterrâneas. Este tópico visa apresentar a distribuição das demandas hídricas por finalidade de uso, abordando a alocação dos recursos em função das necessidades de cada setor e fornecendo subsídios técnicos para a formulação de estratégias de gestão integrada e sustentável da água na bacia do rio Paraíba do Sul.

É fundamental considerar os aspectos relativos às captações, tanto superficiais quanto subterrâneas, e avaliar a prevalência de cada origem (superficial ou subterrânea) em diferentes áreas da bacia. Para isso, de forma a entender a cena atual da bacia, a análise realizada partiu das vazões outorgadas na bacia pelos diferentes Órgãos Gestores de Recursos Hídricos: Departamento de Águas e Energia Elétrica – DAEE, Instituto Estadual do Ambiente – INEA, Instituto Mineiro de Gestão das Águas – IGAM e Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico – ANA e incluiu o cálculo da porcentagem de água captada de fontes superficiais em comparação com as subterrâneas, segmentado por Unidade de Planejamento (UP).

4.3. ESTIMATIVA E ESPACIALIZAÇÃO DAS DEMANDAS HÍDRICAS

O *Produto 2 – Mobilização, contatos técnicos, validação e consolidação de dados primários* apresentou de forma detalhada as metodologias empregadas na estimativa e espacialização das demandas hídricas de cada setor usuário. A escolha dos métodos de estimativa baseou-se em uma análise de todas as bases de dados e informações, e considerou, de forma especial, o Manual de Usos Consuntivos da Água no Brasil (ANA, 2024), alinhado a uma análise crítica da aplicação de cada método, avaliando, principalmente, os aspectos que se referem à disponibilidade de dados oficiais recentes (dados de entrada) de produção mineral, áreas irrigadas, contingentes populacionais, contagem de rebanhos, usinas termelétricas etc.

No Produto 2 também foram expostos os métodos indicados para a espacialização das demandas, como subsídio para localização das demandas na bacia e, também, para elaboração de mapa de localização georreferenciado, com a segregação das demandas em superficiais e subterrâneas, e por finalidade.

Cada finalidade de uso da água identificada dentre as principais da bacia foi objeto de discussão nas oficinas técnicas com os OGRHs e com representantes dos setores usuários, realizadas durante a elaboração do Produto 2, onde os aspectos e particularidades de cada setor usuário foram discutidos e validados, resultando na construção de uma metodologia robusta consolidada a partir desse processo social com os órgãos gestores de recursos hídricos e atores sociais da bacia.

Em síntese, a metodologia proposta para cada setor usuário considera três aspectos principais:

- Vazões totais demandadas;
- Espacialização na bacia, de forma a possibilitar a identificação do trecho em termos de otobacia, o que dará suporte ao balanço hídrico;
- Distribuição entre usos de águas superficiais ou subterrâneas, o que também influenciará os balanços hídricos de águas superficiais ou subterrâneas.

De forma a sintetizar as metodologias definidas no *Produto 2 – Mobilização, contatos técnicos, validação e consolidação de dados primários*, é apresentado o Quadro 4-1, que define o método de estimativa de demanda utilizado, as bases de dados consultadas e a metodologia de espacialização aplicada.

Quadro 4-1 – Quadro resumo das bases de dados e metodologias aplicadas na estimativa das demandas hídricas de cada setor usuário para a cena atual.

Setor usuário	Estimativa das demandas	Bases de dados consultadas	Descrição da metodologia adotada
Abastecimento Humano Urbano	Atlas Águas e Manual de Usos Consuntivos (ANA, 2024)	Outorgas DAEE, IGAM, INEA e ANA (apenas para critério de comparação com o Atlas Águas) Coeficientes e indicadores técnicos municipais – Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento – SNIS (2022) Contagens e estimativas populacionais urbanas. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE Atlas Águas (ANA, 2021)	Cálculo das demandas de abastecimento humano urbano por município utilizando a metodologia do Manual de Usos Consuntivos. Locação da vazão de demanda municipal nas coordenadas do Atlas Águas mantendo a proporção de distribuição (sistema produtor x municípios) informada no próprio Atlas, bem como a distribuição em relação à origem (superficial/subterrânea). Foi mantida a origem da captação (se era superficial ou subterrânea) distribuindo a vazão obtida pela metodologia de usos consuntivos.
Abastecimento Humano Rural	Outorgas e Manual de Usos Consuntivos (ANA, 2024)	Outorgas DAEE, IGAM, INEA e ANA Coeficientes técnicos para a região conforme literatura População não atendida pela rede de abastecimento urbano: diferença entre a população total do município (IBGE) e a população total atendida pelo sistema de abastecimento de água (Atlas Águas e SNIS) Setores censitários rurais (IBGE)	Cálculo das demandas de abastecimento humano rural por município utilizando a metodologia do Manual de Usos Consuntivos. A espacialização da demanda para uso humano rural foi realizada pelo cotejo das demandas estimadas e as demandas outorgadas por município. Esta análise resulta em duas diferentes situações para determinar as vazões e a locação das captações: <ul style="list-style-type: none"> Situação 1: quando as demandas estimadas por município são menores que as vazões outorgadas, considerou-se os valores outorgados e as suas coordenadas para espacialização; Situação 2: quando as demandas estimadas por município são maiores que as vazões outorgadas, foi mantido o valor outorgado em suas respectivas coordenadas para espacialização e a demanda restante foi somada de forma espacializada pelas áreas de setores censitários rurais dentro do município. Para refinamento dos valores, foi feita também uma segunda análise sobre os municípios que se enquadram na condição de demanda calculada menor que a demanda outorgada. Essa consistência dos valores outorgados considerou que, se o valor outorgado (por município) fosse duas vezes maior que a demanda calculada (por município), seria aplicado um fator de corte na outorga, limitando o valor a no máximo duas vezes a vazão calculada. Esse procedimento se justifica uma vez que as outorgas de consumo humano rural frequentemente englobam pequenos usos de outros setores, especialmente dessedentação e irrigação. A utilização dos setores censitários rurais do IBGE para espacialização das demandas excedentes (situação 2) se mostrou mais adequada que a utilização das tipologias rurais do MapBiomias, uma vez que a classificação do espaço rural do IBGE já considera as ocupações laborais tipicamente rurais, as informações sobre o uso da terra e um indicador com base no censo agropecuário.
Dessedentação animal	Outorgas e Manual de Usos Consuntivos (ANA, 2024)	Outorgas DAEE, IGAM, INEA e ANA PPM - Pesquisa Pecuária Municipal (IBGE) MapBiomias - Coleção 9 (2023)	Cálculo das demandas de dessedentação animal por município utilizando a metodologia do Manual de Usos Consuntivos. A espacialização da demanda para dessedentação animal foi realizada pelo cotejo das demandas estimadas e as demandas outorgadas por município. Esta análise resulta em duas diferentes situações para determinar as vazões e a locação das captações.

Setor usuário	Estimativa das demandas	Bases de dados consultadas	Descrição da metodologia adotada
			<ul style="list-style-type: none"> Situação 1: quando as demandas estimadas por município são menores que as vazões outorgadas, considerou-se os valores outorgados e as suas coordenadas para espacialização; Situação 2: quando as demandas estimadas por município são maiores que as vazões outorgadas, foi mantido o valor outorgado e a demanda restante foi somada de forma espacializada pelas áreas de uso do solo de pastagem do MapBiomias.
Irrigação	Outorgas e dados de Usos Consuntivos da Água no Brasil (ANA, 2021)	Outorgas DAEE, IGAM, INEA e ANA Usos Consuntivos da Água no Brasil (ANA, 2021) MapBiomias - Coleção 9 (2023)	Uso dos dados Usos Consuntivos da Água no Brasil (ANA, 2021) para o setor de irrigação e comparação com os valores outorgados. A espacialização da demanda para irrigação foi realizada pelo cotejo das demandas da ANA (2021) e as demandas outorgadas por município. Esta análise resulta em duas diferentes situações para determinar as vazões e a locação das captações. <ul style="list-style-type: none"> Situação 1: quando as demandas da ANA (2021) por município são menores que as vazões outorgadas, considerou-se os valores outorgados e as suas coordenadas para espacialização; Situação 2: quando as demandas da ANA (2021) por município são maiores que as vazões outorgadas, foi mantido o valor outorgado e a demanda restante foi somada de forma espacializada pelas áreas de uso do solo de agricultura temporária, perene, silvicultura e mosaico de usos do MapBiomias.
Indústria	Outorgas	Outorgas DAEE, IGAM, INEA e ANA	Valores adotados a partir das próprias outorgas industriais. Alocação da demanda no próprio local das outorgas.
Mineração	Outorgas	Outorgas DAEE, IGAM, INEA e ANA	Valores adotados a partir das próprias outorgas de mineração. Alocação da demanda no próprio local das outorgas.
Termoeletricidade	Manual de Usos Consuntivos (ANA, 2024)	SIGEL (ANEEL, 2024) RALIE (ANEEL, 2024)	Cálculo das demandas de termoeletricidade por município utilizando a metodologia do Manual de Usos Consuntivos. Alocação da demanda no próprio local das termelétricas.
Evaporação de reservatórios e aquíicultura	Estudo de Evaporação líquida de Reservatórios no Brasil (ANA, 2021) e cálculo a partir das normais climatológicas INMET	Massas d'água (ANA, 2019) Estudo de Evaporação líquida de Reservatórios no Brasil (ANA, 2021) Normais climatológicas INMET SIGEL (ANEEL, 2024) RALIE (ANEEL, 2024)	Foram utilizadas duas metodologias: <ul style="list-style-type: none"> Para reservatórios >1 km² foi adotado diretamente os valores do estudo de evaporação líquida de reservatórios no Brasil (ANA, 2021). No entanto, este estudo apresenta valores apenas para os reservatórios maiores que 1 km². Para reservatórios ou massas d'águas menores que 1 km² foram usados dados das Normais Climatológicas do Brasil (1991-2020, 1981-2010) das estações meteorológicas do Instituto Nacional de Meteorologia – INMET para subsidiar o cálculo da evaporação líquida a partir da área das massas d'águas de ANA.
Transposições	Estudos anteriores	PIRH-PS (2021), CEIVAP (2021), AGEVAP (2014)	Avaliação dos valores já definidos em estudos anteriores. Alocação da demanda no próprio local de transposição.

Fonte: elaborado pelo Consórcio.

4.4. CENARIZAÇÃO E DEMANDAS HÍDRICAS FUTURAS

A cenarização é uma etapa estratégica do estudo de atualização do quadro de demandas hídricas e, conseqüentemente, do balanço hídrico da bacia hidrográfica do rio Paraíba do Sul. Traz, como base de partida, o conhecimento sobre as demandas na cena atual e traça olhares de futuro, horizonte no qual ações de gestão da bacia serão realizadas para contornar dificuldades e restrições antevistas, bem como usufruir oportunidades de aproveitamento dos recursos hídricos. Para tanto, a cenarização intenta articular os elementos mais importantes da situação atual para permitir identificar, no contraste de projeções, as lacunas, sinergias e sobreposições que dão base à construção de um olhar prospectivo robusto o suficiente para lidar com a imprevisibilidade inerente ao futuro.

O futuro é uma construção social, e só ao vê-lo se tornar realidade é possível compreender seus desdobramentos; ao se transformar em presente, no entanto, o tempo adequado para a decisão já terá ficado no passado. Conforme Buarque (2003), portanto, estudos prospectivos são essenciais para o planejamento, pois orientam decisões sobre ações para construir o futuro desejado.

Para ser útil, a cenarização deve apresentar uma construção organizada e articulada de diferentes fatores, visões, estressores limitantes e trajetórias futuras que conformam diversos possíveis estados de mundo. O planejamento por cenários tende a oscilar entre abordagens quantitativas, que utilizam modelagens complexas com pouca abertura para interpretações qualitativas, e abordagens puramente qualitativas, que favorecem narrativas interpretativas, mas negligenciam aspectos numéricos. Segundo Klosterman (2013) e Chermack (2005), ambas as abordagens têm vantagens e desvantagens, sendo que metodologias híbridas são preferíveis por combinar dados quantitativos com discussões qualitativas, permitindo a construção de cenários baseados em suposições plausíveis sobre o futuro.

A metodologia ora empregada segue essa linha, gerando possibilidades quantitativas com parâmetros plausíveis, que posteriormente podem ser analisados sob a ótica de alternativas de gestão. Assim, os resultados numéricos servem mais como insumos organizados para discutir soluções, do que como projeções a serem aguardadas.

A aplicação da metodologia de cenarização se desdobra em três grandes blocos, cada qual aportando insumos necessários para o olhar prospectivo. O primeiro deles é a identificação de planejamentos referenciais para a bacia do rio Paraíba do Sul em recursos hídricos. Estes planos (de bacia e estaduais) oferecem noções de como o futuro da região foi antecipado no

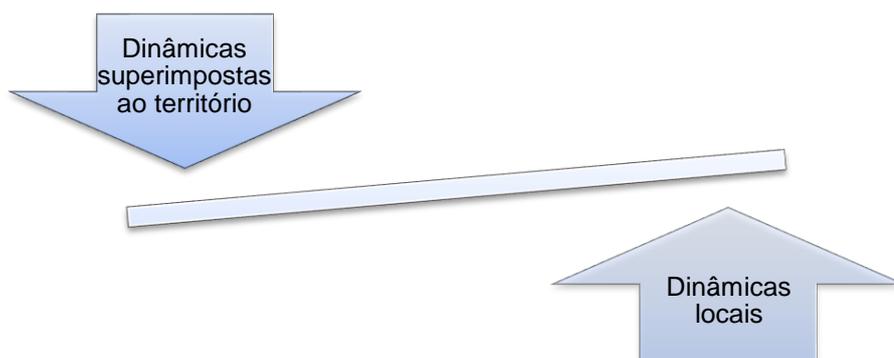
passado e, assim, podem ser pensados para o futuro. Dentre estes planejamentos, destaca-se o PIRH-PS.

O segundo bloco trata das mudanças de grande amplitude (macrodinâmicas), tais como o crescimento econômico e a demografia. Estas mudanças não ocorrem no âmbito da gestão dos recursos hídricos - são amplas, por definição - mas resultam no aporte de elementos modificadores de expressões locais no território da bacia. São elementos complexos e incertos, não cabendo ao exercício de cenarização seu escrutínio, mas sim, a interpretação de seus rebatimentos nas questões chave para as demandas hídricas.

O terceiro bloco, por sua vez, articula as dinâmicas internas da bacia do rio Paraíba do Sul (microdinâmicas). São estas que - no mais das vezes condicionadas por mudanças de grande amplitude - interagem sobre o território. Estes elementos são fruto das particularidades locais, pois perpassam as formas de uso e ocupação do solo, as conexões logísticas, os investimentos estruturantes, o perfil das atividades econômicas e os ritmos de uso dos recursos típicos do local. Enquanto as macrodinâmicas trabalham com os setores econômicos, as locais são abordadas ao nível de atividades econômicas.

As tendências dos desdobramentos passados são identificadas em função das dinâmicas amplas e locais, compreendendo os ritmos de modificação futuros, sendo que é na interface entre estas que os cenários se desenvolvem. Segue abaixo demonstrado na Figura 4-3.

Figura 4-3 – Composição conceitual dos cenários.



Fonte: elaborado pelo Consórcio.

Uma vez traçados os objetivos e a composição conceitual dos cenários, cabe estabelecer sua mecânica de articulação. Para organizar as possibilidades de futuro das demandas hídricas e demonstrar os limites do que se pode esperar em termos de variação, três perspectivas são adotadas:

- Cenário Tendencial - continuação das tendências passadas;

- Cenário de Maior Pressão - modificações nas tendências passadas que exacerbam a pressão sobre os recursos hídricos; e
- Cenário de Menor Pressão - modificações nas tendências passadas que atenuam a pressão sobre os recursos hídricos.

Nota-se que o enfoque dos cenários recai sobre as repercussões esperadas nos recursos hídricos. São cenários independentes, portanto, de anseios "otimistas" ou de condições "pessimistas" para um ou outro setor. As dinâmicas a serem articuladas partem de perspectivas históricas e setoriais, tal como as da demografia, que podem resultar em cidades mais ou menos adensadas. A possibilidade de um maior adensamento urbano, por exemplo, se reflete em maior demanda pelos recursos hídricos pelo setor de abastecimento humano.

Esta lógica estruturante dos cenários é compatível com o exercício de cenarização adotado no PIRH-PS, que trouxe os seguintes cenários: Cenário Tendencial, Cenário de Maior Dinâmica Econômica e o Cenário de Menor Dinâmica Econômica. As dinâmicas econômicas são geralmente correlacionadas à pressão pelo uso dos recursos hídricos, uma vez que maior crescimento econômico eleva demandas.

Nota-se que o Plano Nacional de Recursos Hídricos (PNRH) 2022-2040 (Brasil, 2022) apresenta cenários alinhados, respectivamente: Águas Amarelas - cenário econômico base, tido como tendencial; Águas Azuis - cenário econômico de alto crescimento; e Águas Vermelhas - cenário econômico de baixo crescimento.

Inobstante a correlação entre crescimento econômico e demandas hídricas possa ser verificada em vários casos, não é uma relação causal aplicável em quaisquer situações. Uma nova indústria, por exemplo, pode vir a se instalar fazendo uso de tecnologia de condensação e reúso de vapor d'água; os sistemas de saneamento básico podem reduzir perdas na distribuição, compensando (ao menos em parte) a maior demanda advinda do crescimento demográfico.

Estes exemplos ilustram como é possível de se descolar, até certo ponto, o crescimento econômico de maiores demandas hídricas. Cada setor perscrutado será avaliado quanto a essas possibilidades, resultando em contrapontos às perspectivas de mudança de grande amplitude que repercutem em maior ou menor crescimento econômico.

5. DISTRIBUIÇÃO DAS DEMANDAS ENTRE FONTES DE ÁGUAS SUPERFICIAIS OU SUBTERRÂNEAS

Neste item é apresentada uma análise do comportamento das demandas na bacia em relação às suas origens (superficial *versus* subterrânea) como forma de identificar a condição atual de distribuição dos usos que ocorrem atualmente na bacia. Para realizar esta análise foram utilizadas exclusivamente as vazões outorgadas e as vazões informadas no Atlas Águas (ANA, 2021) que dispõem de informações adequadas referentes à fonte ser de águas superficiais ou subterrâneas. Importante destacar que as análises e os valores apresentados neste capítulo não se tratam das demandas finais estimadas para a bacia no presente estudo, mas sim objetivam identificar os percentuais de uso outorgado em função das respectivas fontes. Os percentuais de cada uma das fontes, superficial ou subterrânea, serão importantes para na sequência (item 6) realizar a divisão das demandas totais de cada setor usuário de acordo com sua origem.

5.1. ABASTECIMENTO HUMANO URBANO

Para o setor de abastecimento humano urbano, de acordo com a metodologia descrita no item 4.3, que aloca a vazão demandada proporcionalmente nos pontos de captação do Atlas Águas (ANA, 2021), a prevalência das origens nas demandas de abastecimento humano urbano, é de 12,81% para captações subterrâneas e 87,19% para captações superficiais. O Quadro 5-1 apresenta a proporção entre os tipos de captação e as unidades de planejamento, detalhando a distribuição das captações em cada região.

O Quadro 5-1 também apresenta a proporção entre as captações outorgadas, pois, embora a metodologia adote as informações do Atlas como a representação mais fidedigna dos pontos de captação, o entendimento dos volumes outorgados é fundamental para avaliar as unidades de planejamento quanto a implementação deste instrumento de direito de uso, possibilitando avaliar a real diferença entre os valores outorgados e os demandados. No contexto das outorgas, as captações de águas subterrâneas representam 15,96% e as superficiais 84,04%.

A vazão total é de 24,33 m³/s (outorga) e 17,18 m³/s (Atlas), resultando em 7,17 m³/s de volume total a mais outorgado. Essa diferença é esperada, visto que os dados das outorgas são mais recentes e tendem a refletir uma margem de segurança (valor outorgado superior ao que de fato é utilizado) para operação dos sistemas de tratamento e distribuição de água.

No contexto das outorgas, a Unidade de Planejamento Alto Paraíba do Sul apresenta maior índice percentual de captações subterrâneas, acima de 30% do montante total de uso na

bacia para essa finalidade. Por outro lado, o restante das UPs apresenta montantes outorgados de águas superficiais acima de 89% do total.

Importante destacar que este quadro diverge do Quadro 6-1 que será apresentado no Item 6.1.1. Para a elaboração do Quadro 5-1 foram utilizadas exclusivamente as vazões outorgadas e as vazões médias de cada captação informadas no Atlas Águas (ANA, 2021). Já no Item 6.1.1 o Quadro 6-1 é construído a partir das demandas calculadas através da metodologia do Manual de Usos Consuntivos e especializadas utilizando as localizações do Atlas Águas mantendo a origem da demanda (superficial/subterrânea). Assim, a real demanda hídrica para abastecimento humano urbano foi possível de ser obtida por meio da integração entre essas bases de dados com a aplicação da metodologia discutida e validada na etapa anterior do estudo.

Quadro 5-1 – Proporção de demanda superficial e subterrânea para abastecimento humano urbano.¹

Unidade de Planejamento	Outorgas				Atlas Águas			
	Sub (m³/s)	Sub (%)	Sup (m³/s)	Sup (%)	Sub (m³/s)	Sub (%)	Sup (m³/s)	Sup (%)
1 - Alto Paraíba do Sul	2,97	31,27	6,53	68,73	1,38	16,79	6,84	83,21
2 - Rios Preto e Paraibuna	0,08	8,66	0,81	91,34	0,11	6,48	1,54	93,52
3 - Rios Pomba e Muriaé	0,33	7,34	4,17	92,66	0,54	20,93	2,04	79,07
4 - Médio Paraíba do Sul	0,08	2,03	3,77	97,97	0,02	1,39	1,53	98,61
5 - Piabanha	0,08	4,07	1,79	95,93	0,01	1,27	0,98	98,73
6 - Rio Dois Rios	0,01	2,41	0,52	97,59	0,00	0,33	0,60	99,67
7 - Baixo Paraíba do Sul	0,34	10,92	2,78	89,08	0,14	9,44	1,31	90,56
8 - Sub-bacia do Rio Pirai	8,8E-04	0,97	0,09	99,03	0,00	0,00	0,14	100,00
Total Geral	3,88	15,96	20,45	84,04	2,20	12,81	14,98	87,19

Fonte: elaborado pelo Consórcio a partir de Atlas Água (2021), ANA (2024), DAEE (2023), IGAM (2024) e INEA (2024).

5.2. ABASTECIMENTO HUMANO RURAL

As origens das demandas de abastecimento humano rural estão divididas em 66,75% para captações subterrâneas e 33,25% para captações de águas superficiais. O Quadro 5-2 apresenta a proporção entre os tipos de captação e as unidades de planejamento, detalhando a distribuição das captações em cada região. A unidade de planejamento Sub-Bacia do Rio

¹ Os valores de vazão estão dispostos até três casas decimais. Para não haver perda de informações, os totais foram somados utilizando os números completos.

Piraí apresenta a maior demanda de captações superficiais, acima de 98%. Por outro lado, a unidade de planejamento dos Rios Pomba e Muriaé apresenta mais de 99% alocada nos mananciais subterrâneos.

Quadro 5-2 – Proporção de demanda superficial e subterrânea nas outorgas de abastecimento humano rural.²

Unidade de Planejamento	Subterrânea (m³/s)	Subterrânea (%)	Superficial (m³/s)	Superficial (%)
1 - Alto Paraíba do Sul	0,335	71,07	0,136	28,93
2 - Rios Preto e Paraíba	0,180	62,65	0,107	37,35
3 - Rios Pomba e Muriaé	0,315	99,32	0,002	0,68
4 - Médio Paraíba do Sul	0,041	52,01	0,037	47,99
5 - Piabanha	0,024	61,56	0,015	38,44
6 - Rio Dois Rios	0,009	36,21	0,016	63,79
7 - Baixo Paraíba do Sul	0,055	39,82	0,083	60,18
8 - Sub-Bacia do Rio Piraí	0,001	1,15	0,081	98,85
Total Geral	0,959	66,75	0,478	33,25

Fonte: elaborado pelo Consórcio a partir de ANA (2024), DAEE (2023), IGAM (2024) e INEA (2024).

5.3. DESSEDENTAÇÃO ANIMAL

As demandas outorgadas para dessedentação animal estão divididas quanto à origem em 27,91% para captações subterrâneas e 72,09% para captações superficiais. O Quadro 5-3 apresenta a proporção entre os tipos de captação e as unidades de planejamento, detalhando a distribuição das captações em cada região. No que se refere às informações apresentadas no quadro em questão, observam-se algumas UPs com valores nulos. Para entendimento desses valores, podem ser tecidos os seguintes comentários:

- Usualmente, em situações em que os animais são criados soltos ou não há exploração da terra para criação intensiva de animais, o uso de água é direto no curso de água pelos próprios animais, não tendo captações específicas. Esses casos não têm outorgas, mas na metodologia de cálculo serão identificados mais à frente na estimativa em função do número de animais de cada rebanho por sub-bacia;
- A análise das informações de bases dos OGRHS mostra que há outorgas para mais de uma finalidade, que não distribuem as vazões por uso. Assim, foram consideradas as principais finalidades de cada uma delas. Nesse sentido, ocorrem situações de outorgas para dessedentação animal junto com consumo humano ou com irrigação,

² Os valores de vazão estão dispostos até três casas decimais. Para não haver perda de informações, os totais foram somados utilizando os números completos.

por exemplo, cuja finalidade principal não é dessedentação animal. Esses casos não são contabilizados no Quadro 5-3. De toda forma, as estimativas de demandas para essa finalidade não são afetadas, uma vez que são também utilizadas informações de cálculo em função do número de animais de cada rebanho.

As unidades de planejamento Médio Paraíba do Sul, Rios Dois Rios e Sub-Bacia do Rio Pirai apresentam as maiores concentrações de demandas de captações superficiais outorgadas, com o valor de 100%. Já a unidade de planejamento dos Rios Preto e Paraibuna apresenta o maior percentual outorgado nos mananciais subterrâneos, com 84,26% do total da unidade de planejamento. A bacia Alto Paraíba do Sul não apresenta valores outorgados de forma específica para dessedentação animal. Neste caso, durante as estimativas de demandas será adotado o percentual geral da bacia do rio Paraíba do Sul para esta unidade de planejamento para distribuir entre usos de águas superficiais e de águas subterrâneas.

Quadro 5-3 – Proporção de demanda superficial e subterrânea nas outorgas de dessedentação animal.³

UP	Subterrânea (m³/s)	Subterrânea (%)	Superficial (m³/s)	Superficial (%)
1 - Alto Paraíba do Sul	0,000	0,00	0,000	0,00
2 - Rios Preto e Paraibuna	0,003	84,26	0,001	15,74
3 - Rios Pomba e Muriaé	0,023	35,19	0,042	64,81
4 - Médio Paraíba do Sul	0,000	0,00	0,008	100,0
5 - Piabanha	0,001	52,47	0,000	47,53
6 - Rio Dois Rios	0,000	0,00	0,012	100,0
7 - Baixo Paraíba do Sul	0,005	25,62	0,015	74,38
8 - Sub-Bacia do Rio Pirai	0,000	0,00	0,002	100,0
Total Geral	0,031	27,91	0,080	72,09

Fonte: elaborado pelo Consórcio a partir de ANA (2024), DAEE (2023), IGAM (2024) e INEA (2024).

5.4. IRRIGAÇÃO

As origens das demandas hídricas para irrigação estão divididas em 1,64% para captações subterrâneas e 98,36% para captações superficiais. O Quadro 5-4 apresenta a proporção entre o tipo de captação e as unidades de planejamento, detalhando a distribuição das captações em cada região. As unidades de planejamento Médio Paraíba do Sul, Piabanha e Sub-Bacia do Rio Pirai apresentam as maiores demandas de captações superficiais com o valor de 100%, porém todas as demais também possuem mais de 90% de captação

³ Os valores de vazão estão dispostos até três casas decimais. Para não haver perda de informações, os totais foram somados utilizando os números completos.

superficial. A unidade de planejamento Rio Dois Rios apresenta o maior percentual alocado nos mananciais subterrâneos, com 6,56% do total de suas captações.

Quadro 5-4 – Proporção de demanda superficial e subterrânea nas outorgas de irrigação.⁴

UP	Subterrânea (m³/s)	Subterrânea (%)	Superficial (m³/s)	Superficial (%)
1 - Alto Paraíba do Sul	0,043	0,93	4,589	99,07
2 - Rios Preto e Paraibuna	0,002	3,42	0,067	96,58
3 - Rios Pomba e Muriaé	0,052	4,84	1,030	95,16
4 - Médio Paraíba do Sul	0,000	0,00	0,005	100
5 - Piabanha	0,000	0,00	0,009	100
6 - Rio Dois Rios	0,002	6,56	0,024	93,44
7 - Baixo Paraíba do Sul	0,025	1,43	1,718	98,57
8 - Sub-Bacia do Rio Pirai	0,000	0,00	0,011	100
Total Geral	0,125	1,64%	7,454	98,36

Fonte: elaborado pelo Consórcio a partir de ANA (2024), DAEE (2023), IGAM (2024) e INEA (2024).

5.5. INDÚSTRIA

As origens das demandas hídricas industriais estão divididas em 28,04% para captações subterrâneas e 71,96% para captações superficiais. O Quadro 5-5 apresenta a proporção entre os tipos de captação e as unidades de planejamento, detalhando a distribuição das captações em cada região. A unidade de planejamento Sub-Bacia do Rio Pirai é a única que apresenta 100% de demanda de captações superficiais, com a unidade de planejamento do Médio Paraíba do Sul também atingindo altos percentuais (97,69%). A unidade de planejamento com maior demanda de mananciais subterrâneos (percentualmente e em valores absolutos) é a Alto Paraíba do Sul, com 50% da demanda subterrânea.

Quadro 5-5 – Proporção de demanda superficial e subterrânea nas outorgas industriais.

UP	Subterrânea (m³/s)	Subterrânea (%)	Superficial (m³/s)	Superficial (%)
1 - Alto Paraíba do Sul	2,997	50,00	2,997	50,00
2 - Rios Preto e Paraibuna	0,034	13,93	0,212	86,07
3 - Rios Pomba e Muriaé	0,177	27,75	0,460	72,25
4 - Médio Paraíba do Sul	0,108	2,31	4,573	97,69
5 - Piabanha	0,178	46,44	0,205	53,56
6 - Rio Dois Rios	0,026	30,68	0,058	69,32
7 - Baixo Paraíba do Sul	0,064	10,19	0,567	89,81
8 - Sub-Bacia do Rio Pirai	0,000	0,00	0,129	100,00

⁴ Os valores de vazão estão dispostos até três casas decimais. Para não haver perda de informações, os totais foram somados utilizando os números completos.

UP	Subterrânea (m³/s)	Subterrânea (%)	Superficial (m³/s)	Superficial (%)
Total Geral	3,58	28,04	9,20	71,96

Fonte: elaborado pelo Consórcio a partir de ANA (2024), DAEE (2023), IGAM (2024) e INEA (2024).

5.6. MINERAÇÃO

As demandas hídricas com finalidade de mineração estão divididas em 47,70% para captações subterrâneas e 52,30% para captações superficiais. O Quadro 5-6 apresenta a proporção entre os tipos de captação e as unidades de planejamento, detalhando a distribuição das captações em cada região. Exceto a unidade de planejamento do Alto Paraíba do Sul, todas apresentam uma maioria absoluta de captações superficiais. O Alto Paraíba do Sul, por sua vez, apresenta 63,49% de captações subterrâneas. Tendo em vista que a maior parte da demanda hídrica da bacia hidrográfica do rio Paraíba do Sul destinada à atividade de mineração encontra-se no Alto Paraíba do Sul (cerca de 75%), sua distribuição entre uso subterrâneo e superficial influencia fortemente nas médias da bacia.

Quadro 5-6 – Proporção de demanda superficial e subterrânea nas outorgas da mineração.⁵

UP	Subterrânea (m³/s)	Subterrânea (%)	Superficial (m³/s)	Superficial (%)
1 - Alto Paraíba do Sul	6,112	63,49	3,515	36,51
2 - Rios Preto e Paraibuna	0,002	0,18	1,306	99,82
3 - Rios Pomba e Muriaé	0,000	0,00	0,611	100,00
4 - Médio Paraíba do Sul	0,000	0,00	0,521	100,00
5 - Piabanha	0,005	3,15	0,141	96,85
6 - Rio Dois Rios	0,000	0,00	0,136	100,00
7 - Baixo Paraíba do Sul	0,000	0,00	0,471	100,00
8 - Sub-Bacia do Rio Pirai	0,000	0,00	0,007	100,00
Total Geral	6,119	47,70	6,709	52,30

Fonte: elaborado pelo Consórcio a partir de ANA (2024), DAEE (2023), IGAM (2024) e INEA (2024).

5.7. OUTROS USOS OU USOS NÃO INFORMADOS

Destaca-se que a categoria “outros usos ou usos não informados” é composta pelas outorgas nas quais estão incluídos os usos descritos no Produto 1 do presente projeto. Dentre esses usos, podem ser destacados: aquicultura; serviços; aspersão de vias; lavagem de veículos; paisagismo; recreação; obras hidráulicas e termoelétricas.

⁵ Os valores de vazão estão dispostos até três casas decimais. Para não haver perda de informações, os totais foram somados utilizando os números completos.

As origens das demandas hídricas de outros usos ou usos não informados estão divididas em 18,71% para captações subterrâneas e 81,29% para captações superficiais. O Quadro 5-7 apresenta a proporção entre os tipos de captação e as unidades de planejamento, detalhando a distribuição das captações em cada região. A unidade de planejamento Rios Pomba e Muriaé apresenta a maior demanda de captações superficiais, acima de 98%. Por outro lado, a unidade de planejamento Baixo Paraíba do Sul apresenta mais de 76% alocada nos mananciais subterrâneos.

Quadro 5-7 – Proporção de demanda superficial e subterrânea nas outorgas de outros usos ou usos não informados.⁶

UP	Subterrânea (m³/s)	Subterrânea (%)	Superficial (m³/s)	Superficial (%)
1 - Alto Paraíba do Sul	0,783	28,4	1,974	71,6
2 - Rios Preto e Paraibuna	0,011	3,12	0,326	96,88
3 - Rios Pomba e Muriaé	0,026	1,85	1,384	98,15
4 - Médio Paraíba do Sul	0,039	17,75	0,182	82,25
5 – Piabanha	0,036	42,33	0,049	57,67
6 – Rio Dois Rios	0,051	11,2	0,405	88,8
7 - Baixo Paraíba do Sul	0,051	76,26	0,016	23,74
8 - Sub-Bacia do Rio Pirai	0,001	40,65	0,001	59,35
Total Geral	0,998	18,71	4,337	81,29

Fonte: elaborado pelo Consórcio a partir de ANA (2024), DAEE (2023), IGAM (2024) e INEA (2024).

5.8. ANÁLISE INTEGRADA DAS DEMANDAS EM RELAÇÃO À ORIGEM

O Quadro 5-8 apresenta uma análise integrada da bacia do rio Paraíba do sul considerando os diferentes setores usuários e a distribuição de demandas em relação à origem. A análise dos dados apresentados evidencia a predominância de diferentes fontes de água (superficial e subterrânea) em função dos diversos setores de uso na bacia do rio Paraíba do Sul. A água superficial se destaca como a principal fonte para os setores que demandam grandes volumes, enquanto a água subterrânea desempenha um papel relevante em usos mais localizados.

5.8.1. Variações Regionais por Unidade de Planejamento

A análise dos dados do Quadro 5-8 evidencia variações significativas na origem das demandas hídricas (superficial e subterrânea) entre os setores usuários e as Unidades de Planejamento na bacia do rio Paraíba do Sul. Essa variação reflete diferenças nas condições

⁶ Os valores de vazão estão dispostos até três casas decimais. Para não haver perda de informações, os totais foram somados utilizando os números completos.

hidrológicas locais, demandas específicas dos setores e disponibilidade de recursos hídricos. A seguir, são apresentadas as principais observações, organizadas por setor usuário e UP.

- **Abastecimento Humano Urbano:** a maior dependência de água subterrânea considerando as outorgas ocorre na UP Alto Paraíba do Sul (31,27%). Já considerando o Atlas Águas a maior dependência subterrânea é na UP Rios Pomba e Muriaé (20,93%), seguida da UP Alto Paraíba do Sul (16,79%). Nas demais UPs predomina o uso de água superficial (em geral acima de 90%).
- **Abastecimento Humano Rural:** na UP Rios Pomba e Muriaé, a dependência de água subterrânea é praticamente total (acima de 99%). Já na UP Rio Piraí ocorre o inverso, onde as captações de água superficial representam mais de 98% das demandas. Destaque também para a UP Alto Paraíba do Sul, onde a demanda subterrânea de abastecimento rural corresponde a aproximadamente 70%;
- **Dessedentação Animal:** A maior dependência de água superficial ocorre na UP Baixo Paraíba do Sul (74,38%), enquanto a UP Rios Preto e Paraibuna apresenta a maior participação de água subterrânea (84,26%). As unidades de planejamento Médio Paraíba do Sul, Rio Dois Rios e Sub-Bacia do Rio Piraí apresentam as maiores demandas de captações superficiais com o valor de 100%;
- **Irrigação:** em todas as UPs predomina o uso de água superficial para irrigação.
- **Indústria:** a maior dependência de água subterrânea ocorre na UP Alto Paraíba do Sul (50%) e UP Piabanha (46,44%). Nas demais UPs predomina o uso de água superficial para as demandas industriais.
- **Mineração:** Com exceção da UP Alto Paraíba do Sul que tem 63,5% das demandas de mineração atendidas por água subterrânea, nas demais UPs predomina o uso de água superficial.

Conclui-se que a distribuição das demandas hídricas entre as Unidades de Planejamento (UPs) da bacia do rio Paraíba do Sul reflete a diversidade de condições locais, bem como a especificidade das demandas de cada setor. O uso de água superficial domina amplamente em setores com altas demandas volumétricas, como irrigação e abastecimento humano urbano. Por outro lado, a água subterrânea desempenha um papel fundamental em setores e UPs com características mais localizadas, como o abastecimento rural na UP Rios Pomba e Muriaé e a mineração na UP Alto Paraíba do Sul.

Quadro 5-8 – Percentual de demandas (%) em relação à origem por setor usuário e unidade de planejamento.⁷

UP	Abastecimento Humano Urbano (Outorgas)		Abastecimento Humano Urbano (Atlas Águas)		Abastecimento Humano Rural		Dessedentação Animal		Irrigação		Indústria		Mineração		Outros usos ou usos não informados	
	Sub. (%)	Sup. (%)	Sub. (%)	Sup. (%)	Sub. (%)	Sup. (%)	Sub. (%)	Sup. (%)	Sub. (%)	Sup. (%)	Sub. (%)	Sup. (%)	Sub. (%)	Sup. (%)	Sub. (%)	Sup. (%)
1 - Alto Paraíba do Sul	31,27	68,73	16,79	83,21	71,07	28,93	0,00	0	0,93	99,07	50,00	50,00	63,49	36,51	28,40	71,60
2 - Rios Preto e Paraibuna	8,66	91,34	6,48	93,52	62,65	37,35	84,26	15,74	3,42	96,58	13,93	86,07	0,18	99,82	3,12	96,88
3 - Rios Pomba e Muriaé	7,34	92,66	20,93	79,07	99,32	0,68	35,19	64,81	4,84	95,16	27,75	72,25	0,00	100	1,85	98,15
4 - Médio Paraíba do Sul	2,03	97,97	1,39	98,61	52,01	47,99	0,00	100	0,00	100	2,31	97,69	0,00	100	17,75	82,25
5 - Piabanha	4,07	95,93	1,27	98,73	61,56	38,44	52,47	47,53	0,00	100	46,44	53,56	3,15	96,85	42,33	57,67
6 - Rio Dois Rios	2,41	97,59	0,33	99,67	36,21	63,79	0,00	100	6,56	93,44	30,68	69,32	0,00	100	76,26	23,74
7 - Baixo Paraíba do Sul	10,92	89,08	9,44	90,56	39,82	60,18	25,62	74,38	1,43	98,57	10,19	89,81	0,00	100	11,20	88,80
8 - Sub-bacia do Rio Pirai	0,97	99,03	0,00	100,00	1,15	98,85	0,00	100	0,00	100	0,00	100,00	0,00	100	40,65	59,35
Total Geral	15,96	84,04	12,81	87,19	66,75	33,25	27,91	72,09	1,64	98,36	28,04	71,96	47,7	52,3	18,71	81,29

Fonte: elaborado pelo Consórcio a partir de ANA (2021), ANA (2024), DAEE (2023), IGAM (2024) e INEA (2024).

⁷ Os valores de vazão estão dispostos até duas casas decimais. Para não haver perda de informações, os totais foram somados utilizando os números completos.

5.8.2. Distribuição geral das demandas por setor usuário

Para o uso com a finalidade de abastecimento humano urbano, a água superficial é predominante. Considerando a base de outorgas, 84% da demanda da bacia é suprida por essa fonte, enquanto 16% dos usos são atendidos por água subterrânea. Segundo o Atlas Águas (ANA, 2021), a dependência de mananciais superficiais é ainda maior, com 87,2 % da demanda sendo atendida por essa fonte. Esse padrão reflete a importância dos mananciais superficiais para o abastecimento de grandes populações urbanas.

Já no caso do abastecimento humano rural, a água subterrânea assume um papel crucial, suprimindo 66,8% da demanda, enquanto a água superficial atende 33,2%. Esse padrão é explicado pela facilidade de acesso a cisternas e o uso de água de surgências em áreas rurais e pelos menores custos de infraestrutura para captação subterrânea, não necessitando adução por grandes distâncias.

Para a dessedentação animal, 72,1% da demanda é atendida por água superficial, com os 27,9% restantes provenientes de água subterrânea. A facilidade de acesso a açudes, lagoas e pequenos cursos de água explica a predominância dos usos de águas superficiais com essa finalidade. O setor de irrigação é altamente dependente de água superficial, que atende 98,4% das demandas, enquanto a água subterrânea é utilizada em apenas 1,6%. Isso decorre das altas demandas volumétricas do setor, frequentemente superiores à capacidade de exploração sustentável de aquíferos.

Nos setores de indústria e mineração, a água superficial também prevalece. Para a indústria, 72% da demanda é suprida por água superficial e 28% por água subterrânea. Na mineração, há um equilíbrio maior, causado predominantemente pela unidade de planejamento do Alto Paraíba do Sul: 52,3% da demanda é atendida por água superficial e 47,7% por água subterrânea. Esses padrões refletem a necessidade de grandes volumes de água e a possibilidade de captação localizada de aquíferos em áreas específicas de extração mineral.

Os outros usos ou usos não informados também apresentam maior dependência de água superficial (81,3%), com a água subterrânea contribuindo com 18,7%. Já os setores de termelétricidade, evaporação líquida e transposições utilizam exclusivamente água superficial, devido à sua característica que depende exclusivamente de águas superficiais.

A análise evidencia que a água superficial é a principal fonte hídrica para os setores que demandam grandes volumes, como abastecimento urbano, irrigação e usos industriais. Por

outro lado, a água subterrânea desempenha papel estratégico em setores específicos, como abastecimento rural e mineração, onde a exploração localizada é mais viável e eficaz.

6. CENA ATUAL DAS DEMANDAS HÍDRICAS

Este item apresenta as demandas hídricas da bacia do rio Paraíba do Sul na cena atual, considerando as retiradas de água da bacia. No Item 6.1 são apresentadas as demandas de cada setor usuário, detalhando os resultados por unidade de planejamento (bacia interestadual) e bacias afluentes. Cabe ressaltar que as demandas foram espacializadas por Ottobacia utilizando a mesma discretização aplicada nos estudos de disponibilidade hídrica da bacia do rio Paraíba do sul (EDH-PS). Esses resultados consolidados da cena atual por ottobacia são apresentados no Item 6.2. Além dos dados de demandas atuais consolidadas, para uma análise abrangente, foi realizada a comparação de tais resultados com outros estudos realizados na bacia hidrográfica do rio Paraíba do Sul, a qual é apresentada no Item 6.3.

Importante destacar, ainda, que os valores apresentados nos quadros de vazões estão dispostos até duas casas decimais. No entanto, os cálculos de somatórios foram considerados com os números completos. Assim, é possível que em algumas somas os valores não estejam exatos com as duas casas decimais, mas estão corretos, considerando arredondamentos. Vale ressaltar que a base de dados do produto disponibiliza os valores completos e que serão utilizados para o balanço hídrico.

Também deve ser destacado que os quadros de demanda por unidade de planejamento aqui apresentados terão algumas divergências em relação aos apresentados no Capítulo 5. Apesar de os percentuais de demanda subterrânea e superficial por UP serem iguais aos apresentados no Capítulo 5, observa-se uma diferença nos percentuais totais consolidados ao final de cada tabela. Essa diferença ocorre porque os percentuais por UP são calculados individualmente com base na proporção entre as vazões subterrâneas e superficiais dentro de cada unidade, sem considerar o peso relativo de cada UP no total. Já os percentuais totais consolidados correspondem a uma média ponderada, considerando o volume total de água demandado em cada fonte (subterrânea e superficial) em todo o território avaliado. Como os volumes absolutos de demanda nas duas tabelas são diferentes, especialmente em relação ao total superficial, as proporções totais também variam, mesmo com percentuais locais idênticos.

6.1. DEMANDAS HÍDRICAS POR SETOR USUÁRIO

6.1.1. Abastecimento humano urbano

Os cálculos para estimativas de demanda do abastecimento humano urbano foram concebidos a partir da metodologia do Manual de Usos Consuntivos da Água no Brasil (ANA, 2024), que utiliza como base de dados os índices e coeficientes (per capita) municipais dos sistemas produtores de água no ano de 2022. Ademais, utilizou-se as estimativas de população urbana atendida pelos sistemas para chegar no montante demandado por cada município da bacia.

Com o intuito de selecionar quais municípios têm suas captações na área da bacia, bem como o percentual de atendimento por município que essas captações representam na demanda retirada, foram consultadas as informações de proporcionalidade de atendimento e o número de municípios atendidos pelas 577 captações na área da bacia do rio Paraíba do Sul constantes no Atlas Águas (2021). A partir disso, foi realizada a consistência dos montantes de retirada municipal para cada ponto.

O Quadro 6-1 apresenta os resultados das vazões calculadas conforme a metodologia aplicada, espacializada segundo as captações do Atlas e segregadas segundo a origem (superficial e subterrânea) na cena atual. Este quadro diverge do Quadro 5-1 apresentado anteriormente pois aqui se trata de demandas calculadas através da metodologia do Manual de Usos Consuntivos e espacializada utilizando as localizações do Atlas Águas mantendo a origem da demanda (superficial/subterrânea).

O resultado da consistência de demanda para cada sistema produtor, atrelado ao(s) exato(s) ponto(s) de captação, expressou um total de 17,81 m³/s para o setor. Destaca-se que a unidade de planejamento Alto Paraíba do Sul tem a retirada mais expressiva da bacia, de 6,44 m³/s, representando um percentual de 36% do total, o que é justificado por ser a UP com maior população urbana da bacia (cerca de 2 milhões de habitantes), conforme apresentado no Quadro 6-2. Por outro lado, as UPs Piabanha, Rio Dois Rios e Sub-bacia do Rio Piraí, que são regiões com menos concentrações urbanas, apresentam as menores demandas, 1,05 m³/s, 0,69 m³/s e 0,28 m³/s.

A maior dependência de água subterrânea no cenário atual ocorre nas UPs Alto Paraíba do Sul (12,5%) e Rios Pomba e Muriaé (12,4%). Apesar do percentual de uso de águas subterrâneas no Alto Paraíba do Sul ser relativamente baixo (em comparação com seus usos

superficiais), nota-se que em termos absolutos (0,81 m³/s) seu valor supera os usos totais nas UPs Rio Dois Rios e Sub-bacia do Rio Piraí. Nas demais UPs predomina o uso de água superficial (em geral acima de 90%).

Quadro 6-1 – Distribuição da demanda de abastecimento humano da Cena Atual em águas subterrâneas e superficiais por unidade de planejamento.⁸

UP	Subterrânea (m ³ /s)	Subterrânea (%)	Superficial (m ³ /s)	Superficial (%)	Total (m ³ /s)
1 - Alto Paraíba do Sul	0,81	12,5	5,63	87,5	6,44
2 - Rios Preto e Paraibuna	0,09	5,2	1,74	94,8	1,83
3 - Rios Pomba e Muriaé	0,25	12,4	1,76	87,6	2,01
4 - Médio Paraíba do Sul	0,02	0,6	3,12	99,4	3,14
5 - Piabanha	0,05	5,2	0,99	94,8	1,04
6 - Rio Dois Rios	0,01	1,1	0,69	98,9	0,7
7 - Baixo Paraíba do Sul	0,17	7,2	2,20	92,8	2,37
8 - Sub-Bacia do Rio Piraí	0,01	3,3	0,27	96,7	0,28
Total Geral	1,41	7,9	16,40	92,1	17,81

Fonte: elaborado pelo Consórcio.

Quadro 6-2 – Distribuição da demanda de abastecimento humano da Cena Atual e população urbana por unidade de planejamento

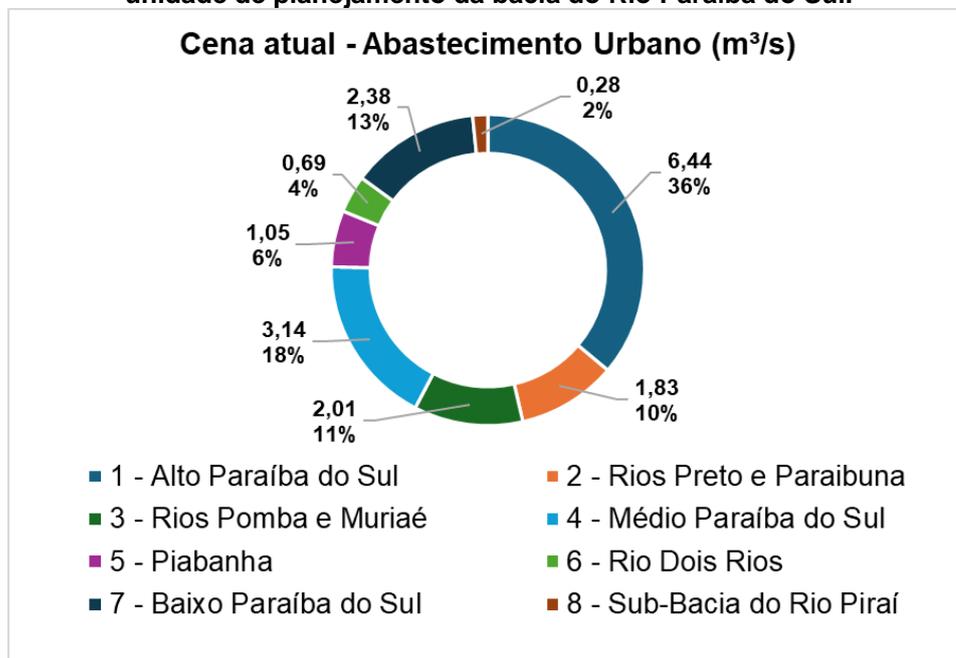
UP	Demanda Hídrica para Abastecimento Urbano (m ³ /s)	% da demanda em cada UP	População Urbana (Habitantes)*	% da população urbana em cada UP
1 - Alto Paraíba do Sul	6,44	25,9	2.045.905	25,1
2 - Rios Preto e Paraibuna	1,83	7,4	617.737	7,6
3 - Rios Pomba e Muriaé	2,01	8,1	721.107	8,9
4 - Médio Paraíba do Sul	3,14	12,6	973.951	12,0
5 - Piabanha	1,04	4,2	407.797	5,0
6 - Rio Dois Rios	0,70	2,8	283.117	3,5
7 - Baixo Paraíba do Sul	2,37	9,5	733.237	9,0
8 - Sub-Bacia do Rio Piraí	0,28	1,1	51.749	0,6
Municípios sem sede na bacia*	7,01	28,3	2.309.867	28,4
Total	24,82	100,0	8.144.467	100,0

*Municípios sem sede na bacia não tiveram sua demanda hídrica espacializada pois as captações estão localizadas fora do domínio da bacia do Paraíba do Sul.

Fonte: elaborado pelo Consórcio.

⁸ Os valores de vazão estão dispostos até duas casas decimais. Para não haver perda de informações, os totais foram somados utilizando os números completos.

Figura 6-1 – Vazão de retirada destinada à demanda abastecimento humano urbano por unidade de planejamento da bacia do Rio Paraíba do Sul.



Fonte: elaborado pelo Consórcio.

6.1.2. Abastecimento humano rural

O abastecimento humano rural compreende a população não atendida pelo sistema produtor de água (rede de abastecimento) e a população residente da zona rural propriamente dita. O cálculo de estimativa de demanda para este uso foi feito por município e considera a população rural em função do índice de consumo per capita de 125 L/hab.dia.

A partir dos resultados de cada município aplicou-se as condições de espacialização da demanda para se chegar no valor final de vazão de retirada dentro da bacia. Para isso, foi utilizada a seguinte metodologia:

- Se a demanda calculada (por meio das expressões considerando população e índices per capita) for inferior ao total outorgado (total de vazões outorgadas para essa finalidade) → utiliza-se o valor outorgado;
- Se a demanda calculada for superior ao total outorgado → considera-se o valor outorgado e soma-se o excedente calculado (demanda calculada menos a demanda outorgada) espacializado pelas áreas rurais de cada município dentro da bacia.

Para refinamento dos valores, foi feita também uma segunda análise sobre os municípios que se enquadram na condição de demanda calculada menor que a demanda outorgada. Essa

consistência dos valores outorgados considerou que, se o valor outorgado (por município) fosse duas vezes maior que a demanda calculada (por município), seria aplicado um fator de corte na outorga, limitando o valor a no máximo duas vezes a vazão calculada. Esse procedimento se justifica uma vez que as outorgas de consumo humano rural frequentemente englobam pequenos usos de outros setores, especialmente dessedentação e irrigação. Além disso, usualmente ocorrem situações em que os usos para consumo humano rural têm solicitações de autorização por meio de uso insignificante, obtendo permissões de valores bastante superiores ao efetivamente utilizado. Desse modo, o fator de corte serve como um limitador, para que apenas o uso humano rural esteja refletido nos valores finais de demanda na bacia e limitado a valores adequados e que devem ser expressamente utilizados.

A consecução dos métodos supracitados gerou a real demanda de retirada para consumo humano rural na cena atual (apresentada no Quadro 6-3), com valor total de 1,20 m³/s. Destaca-se que as UPs Alto Paraíba do Sul, Baixo Paraíba do Sul e rios Pomba e Muriaé tem a retirada mais expressiva da bacia para abastecimento rural, o que é justificado por serem as UPs com maior população rural da bacia conforme apresentado no Quadro 6-4.

Deve-se destacar que o Quadro 6-3 apresenta divergência com o que foi apresentado anteriormente para abastecimento rural (Quadro 5-2). Isso ocorre em função da metodologia de cálculo das demandas de abastecimento rural, bem como em função da metodologia de espacialização adotada (que levou em conta não apenas a localização das outorgas, como também os setores censitários rurais do IBGE). Desta forma, enquanto o Quadro 5-2 apresenta valores de vazão e percentuais obtidos diretamente a partir das outorgas, o Quadro 6-3 apresenta as demandas finais de abastecimento rural obtidas a partir da metodologia detalhada no Item 4.3.

Quadro 6-3 – Distribuição da demanda de abastecimento humano rural da Cena Atual em águas subterrâneas e superficiais por unidade de planejamento.⁹

UP	Subterrânea (m ³ /s)	Subterrânea (%)	Superficial (m ³ /s)	Superficial (%)	Total (m ³ /s)
1 - Alto Paraíba do Sul	0,23	71,07	0,09	28,93	0,32
2 - Rios Preto e Paraibuna	0,06	62,65	0,04	37,35	0,10
3 - Rios Pomba e Muriaé	0,21	99,32	0,00	0,68	0,22
4 - Médio Paraíba do Sul	0,04	52,01	0,04	47,99	0,08
5 - Piabanha	0,09	61,56	0,06	38,44	0,15
6 - Rio Dois Rios	0,03	36,21	0,05	63,79	0,08

⁹ Os valores de vazão estão dispostos até duas casas decimais. Para não haver perda de informações, os totais foram somados utilizando os números completos.

UP	Subterrânea (m³/s)	Subterrânea (%)	Superficial (m³/s)	Superficial (%)	Total (m³/s)
7 - Baixo Paraíba do Sul	0,09	39,82	0,14	60,18	0,23
8 - Sub-Bacia do Rio Pirai	0,00	1,15	0,02	98,85	0,02
Total Geral	0,76	63,4	0,44	36,6	1,20

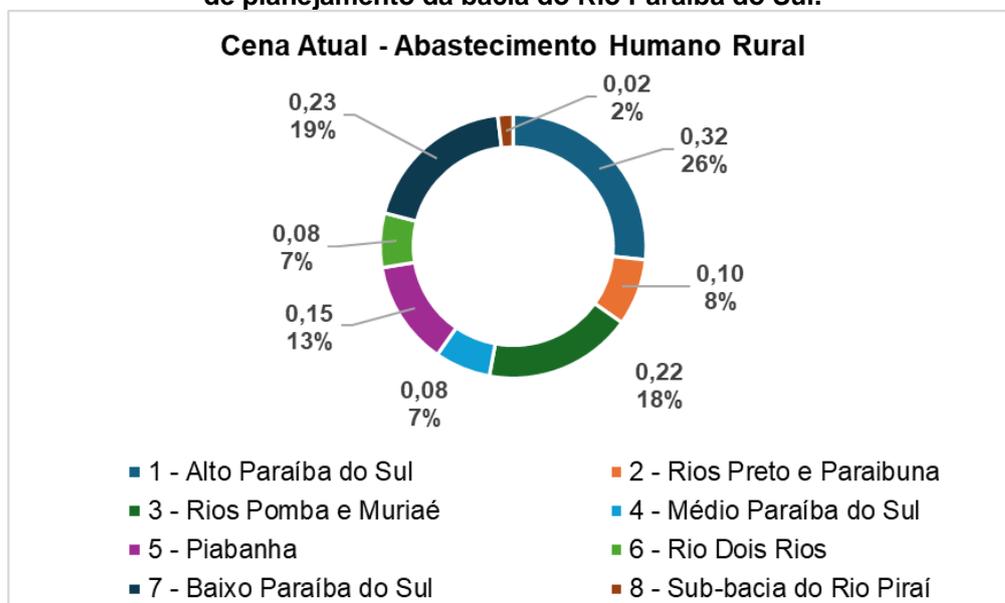
Fonte: elaborado pelo Consórcio.

Quadro 6-4 – Distribuição da demanda de abastecimento rural da Cena Atual e população rural por unidade de planejamento

UP	Demanda Hídrica para Abastecimento Rural (m³/s)	% da demanda em cada UP	População Rural (Habitantes)	% da população rural em cada UP
1 - Alto Paraíba do Sul	0,32	26,6	134.064	19,0
2 - Rios Preto e Paraibuna	0,10	8,2	35.215	5,0
3 - Rios Pomba e Muriaé	0,22	18,1	101.702	14,4
4 - Médio Paraíba do Sul	0,08	6,8	65.631	9,3
5 - Piabanha	0,15	12,7	120.248	17,0
6 - Rio Dois Rios	0,08	6,7	71.354	10,1
7 - Baixo Paraíba do Sul	0,23	19,1	168.277	23,8
8 - Sub-Bacia do Rio Pirai	0,02	1,9	10.628	1,5
Total	1,20	100,0	707.119	100,0

Fonte: elaborado pelo Consórcio.

Figura 6-2 – Vazão de retirada destinada à demanda abastecimento humano rural por unidade de planejamento da bacia do Rio Paraíba do Sul.



Fonte: elaborado pelo Consórcio.

6.1.3. Dessedentação Animal

As demandas hídricas para dessedentação animal são conformadas pela aplicação de coeficientes de retirada por unidade animal para os quantitativos dos rebanhos. Os coeficientes unitários consideram, além das necessidades fisiológicas dos animais, as operações de limpeza e higienização (dos animais e das instalações) ou outras necessidades oriundas da manutenção das estruturas rurais vinculadas à criação.

Os rebanhos animais - em sua quantidade e perfil, em cada município - são os elementos determinantes para a geração das demandas hídricas e devem, portanto, ser projetados. Para tanto, capturou-se junto ao banco de dados do IBGE (dados da PPM - Pesquisa Pecuária Municipal), a quantidade histórica dos rebanhos nos últimos dez anos (de 2014 a 2023). Os dados de nº de cabeças de cada rebanho utilizados na cena atual de demandas hídricas estão apresentados no Quadro 6-5 por unidade de planejamento.

Dessa forma, os cálculos para estimativas de demandas provenientes da dessedentação animal consideraram como base de dados as informações de contagem de rebanhos por município e os coeficientes per capita para estimativa das demandas hídricas, provenientes do Manual de Usos Consuntivos (ANA, 2024). Os cálculos foram realizados a nível municipal, porém os resultados estão agrupados para apresentação, no Quadro 6-6, por unidade de planejamento.

Quadro 6-5 – Distribuição do número de cabeças por rebanho (Cena Atual) por unidade de planejamento

UP	Rebanhos (nº de cabeças)								
	Avícola de corte	Avícola de postura	Bovino de corte	Bovino de leite	Suíno	Caprino e ovino	Equino	Bubalino	Codornas
1 - Alto Paraíba do Sul	567.273	818.748	715.524	129.975	58.792	14.455	27.791	7.952	430
2 - Rios Preto e Paraibuna	220.145	39.905	250.887	51.947	64.407	2.191	11.085	831	0
3 - Rios Pomba e Muriaé	2.437.957	328.258	737.096	157.608	90.229	11.427	25.518	627	0
4 - Médio Paraíba do Sul	1.594.785	256.980	406.126	66.699	7.116	3.571	15.660	1.233	50.000
5 - Piabanha	6.778.979	286.029	101.956	14.205	2.289	2.962	7.777	154	15.539
6 - Rio Dois Rios	709.808	43.439	334.548	61.709	14.658	3.767	8.499	589	1.395
7 - Baixo Paraíba do Sul	125.384	137.743	948.235	131.863	16.854	17.409	37.712	3.976	100
8 - Sub-Bacia do Rio Piraí	1.318.903	11.715	64.406	11.285	1.820	1.410	2.586	756	0
Municípios sem sede na bacia	5.786.980	355.838	99.646	36.922	24.799	5.695	7.517	1.197	398.000
Total	19.540.214	2.278.655	3.658.424	662.213	280.964	62.887	144.145	17.315	465.464

Fonte: elaborado pelo Consórcio.

Quadro 6-6 – Distribuição da demanda hídrica por rebanho (Cena Atual) por unidade de planejamento

UP	Demanda Hídrica (m ³ /s) por rebanho									
	Avícola de corte	Avícola de postura	Bovino de corte	Bovino de leite	Suíno	Caprino e ovino	Equino	Bubalino	Codornas	Total
1 - Alto Paraíba do Sul	0,00144	0,00256	0,41408	0,19180	0,01272	0,00167	0,01287	0,00460	0,00000	0,642
2 - Rios Preto e Paraibuna	0,00056	0,00012	0,14519	0,07666	0,01394	0,00025	0,00513	0,00048	0,00000	0,242
3 - Rios Pomba e Muriaé	0,00621	0,00103	0,42656	0,23258	0,01953	0,00132	0,01181	0,00036	0,00000	0,699
4 - Médio Paraíba do Sul	0,00406	0,00080	0,23503	0,09843	0,00154	0,00041	0,00725	0,00071	0,00010	0,348
5 - Piabanha	0,01726	0,00089	0,05900	0,02096	0,00050	0,00034	0,00360	0,00009	0,00003	0,103
6 - Rio Dois Rios	0,00181	0,00014	0,19360	0,09106	0,00317	0,00044	0,00393	0,00034	0,00000	0,294
7 - Baixo Paraíba do Sul	0,00032	0,00043	0,54875	0,19459	0,00365	0,00201	0,01746	0,00230	0,00000	0,770
8 - Sub-Bacia do Rio Pirai	0,00336	0,00004	0,03727	0,01665	0,00039	0,00016	0,00120	0,00044	0,00000	0,060
Municípios sem sede na bacia	0,01474	0,00111	0,05767	0,05449	0,00537	0,00066	0,00348	0,00069	0,00083	0,139
Total	0,04976	0,00712	2,11714	0,97722	0,06081	0,00728	0,06673	0,01002	0,00097	3,297

Fonte: elaborado pelo Consórcio.

A partir dos resultados calculados para cada município aplicou-se as condições de espacialização da demanda para se chegar no valor final de vazão de retirada dentro da bacia. A espacialização das demandas considerou metodologia semelhante à já apresentada para o abastecimento rural:

- Se a demanda calculada (por meio das expressões considerando rebanho animal e índices por cabeça) for inferior ao total outorgado (total de vazões outorgadas para essa finalidade) → utiliza-se o valor outorgado;
- Se a demanda calculada for superior ao total outorgado → considera-se o valor outorgado e soma-se o excedente calculado (demanda calculada menos a demanda outorgada) pelas áreas rurais de cada município dentro da bacia.

O resultado dessa consistência e espacialização da demanda de dessedentação animal está apresentado no Quadro 6-7 e Figura 6-3. A demanda total do setor, para a cena atual, é de 3,2 m³/s. Vale ressaltar que este valor difere do apresentado anteriormente no quadro Quadro 6-6 em função da metodologia de espacialização adotada. A unidade de planejamento Baixo Paraíba do Sul tem a retirada mais expressiva da bacia, de 0,81 m³/s, enquanto Piabanha e Sub-bacia do Rio Piraí demandam 0,11 m³/s e 0,05 m³/s, respectivamente, sendo as menores retiradas.

A análise por unidade de planejamento revela variações significativas na contribuição relativa de águas subterrâneas e superficiais. No Médio Paraíba do Sul, Rio Dois Rios e Sub-bacia do Rio Piraí, toda a demanda é proveniente de fontes superficiais. Nas demais unidades, o padrão é uma porcentagem significativamente maior no uso de águas superficiais, com exceção das UPs dos Rios Preto e Paraibuna e Piabanha. Na unidade de planejamento Piabanha, há praticamente um equilíbrio entre uso superficial (47,5%) e subterrâneo (52,5%), enquanto nos Rios Preto e Paraibuna o uso é predominantemente subterrâneo, atingindo uma parcela de 84,3%.

Quadro 6-7 – Distribuição da demanda de dessedentação animal da Cena Atual em águas subterrâneas e superficiais por unidade de planejamento.¹⁰

UP	Subterrânea (m ³ /s)	Subterrânea (%)	Superficial (m ³ /s)	Superficial (%)	Total (m ³ /s)
1 - Alto Paraíba do Sul	0,166	27,91	0,428	72,09	0,593
2 - Rios Preto e Paraibuna	0,250	84,26	0,047	15,74	0,296
3 - Rios Pomba e Muriaé	0,265	35,19	0,487	64,81	0,752

¹⁰ Os valores de vazão estão dispostos até duas casas decimais. Para não haver perda de informações, os totais foram somados utilizando os números completos.

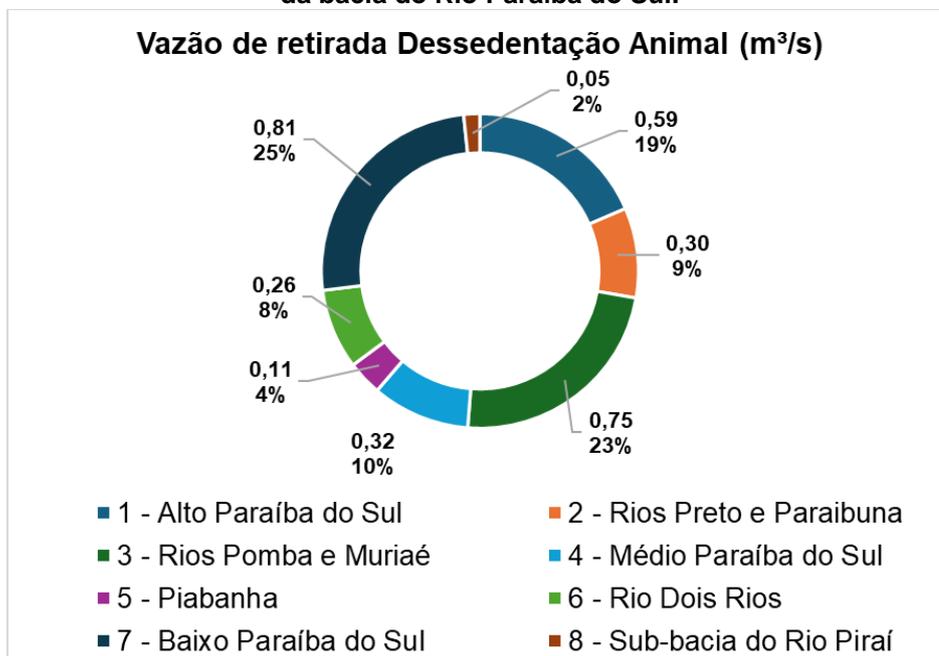
UP	Subterrânea (m ³ /s)	Subterrânea (%)	Superficial (m ³ /s)	Superficial (%)	Total (m ³ /s)
4 - Médio Paraíba do Sul	0,000	0,00	0,321	100,00	0,321
5 - Piabanha	0,060	52,47	0,054	47,53	0,114
6 - Rio Dois Rios	0,000	0,00	0,264	100,00	0,264
7 - Baixo Paraíba do Sul	0,208	25,62	0,604	74,38	0,811
8 - Sub-Bacia do Rio Pirai	0,000	0,00	0,053	100,00	0,053
Total Geral	0,947	29,57	2,256	70,43	3,204

Fonte: elaborado pelo Consórcio.

Deve-se destacar que o Quadro 6-7 apresenta divergência com o que foi apresentado anteriormente para dessedentação animal (Quadro 5-3). Isso ocorre em função da metodologia de cálculo das demandas de dessedentação, bem como em função da metodologia de espacialização adotada (que levou em conta não apenas a localização das outorgas, como também a espacialização a partir do uso do solo de pastagem do MapBiomass.). Desta forma, enquanto o Quadro 5-3 apresenta valores de vazão e percentuais obtidos diretamente a partir das outorgas, o Quadro 6-7 apresenta as demandas finais de dessedentação animal obtidas a partir da metodologia detalhada no Capítulo 4.3.

A Figura 6-3 ilustra a distribuição das demandas hídricas para dessedentação animal na bacia do Rio Paraíba do Sul, indicando uma concentração expressiva no Baixo Paraíba do Sul (25%), Rios Pomba e Muriaé (23%) e Alto Paraíba do Sul (19%). Essas áreas se destacam como os principais polos de criação animal da bacia, respondendo juntas por 67% da demanda total. Em contrapartida, as regiões do Médio Paraíba do Sul, Rios Preto e Paraibuna e Rio Dois Rios apresentam valores intermediários, enquanto as unidades de planejamento Piabanha e Sub-bacia do Rio Pirai possuem demandas significativamente mais baixas, somando apenas 6%.

Figura 6-3 – Vazão de retirada destinada à dessedentação animal por unidade de planejamento da bacia do Rio Paraíba do Sul.



Fonte: elaborado pelo Consórcio.

6.1.4. Irrigação

As estimativas da demanda hídrica de irrigação na bacia foram realizadas a partir dos dados de Usos Consuntivos da Água no Brasil (ANA, 2021) para o setor de irrigação e comparação com os valores outorgados. A espacialização da demanda para irrigação foi realizada pelo cotejo das demandas da ANA (2021) e as demandas outorgadas por município. Esta análise resulta em duas diferentes situações para determinar as vazões e a locação das captações. Quando as demandas da ANA (2021) por município são menores que as vazões outorgadas, considerou-se os valores outorgados e as suas coordenadas para espacialização. Por outro lado, quando as demandas da ANA (2021) por município são maiores que as vazões outorgadas, foi mantido o valor outorgado e a demanda restante foi somada de forma espacializada pelas áreas de uso do solo de agricultura temporária, perene, silvicultura e mosaico de usos do Mapbiomas.

O resultado dessa consistência de demanda está apresentado no Quadro 6-8 e na Figura 6-4. A demanda total do setor, para a cena atual, é de 10,63 m³/s. A unidade de planejamento Alto Paraíba do Sul tem a retirada mais expressiva da bacia, de 4,82 m³/s (que corresponde a 45% da retirada total de irrigação), seguida da unidade de planejamento Baixo Paraíba do sul, com 2,41 m³/s (23% da retirada total de irrigação) e da unidade de planejamento Rios Pomba e Muriaé, que apresenta 1,55 m³/s de retirada (15% da retirada total de irrigação).

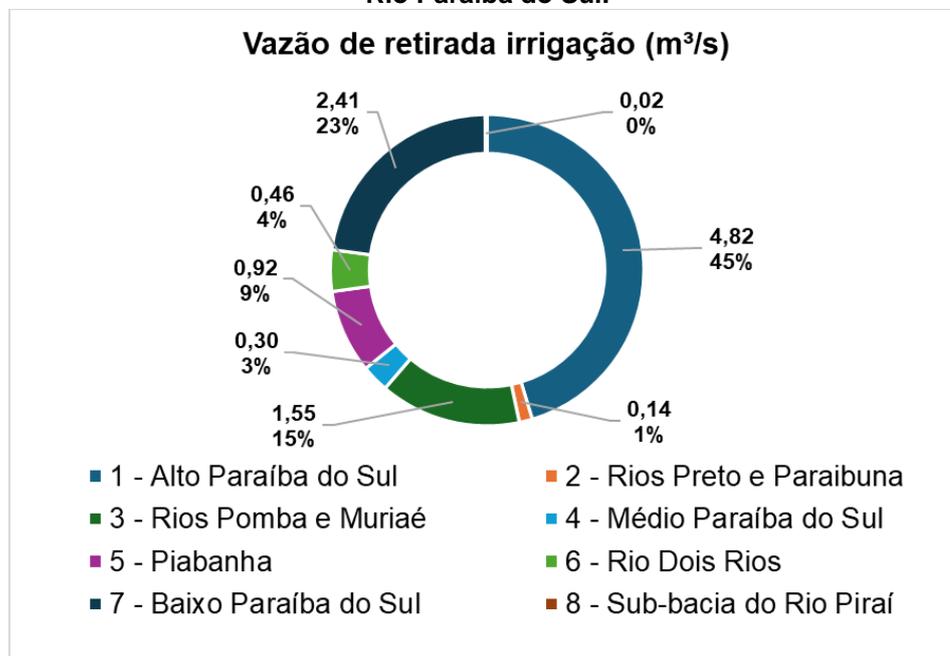
Verifica-se que em todas as unidades de planejamento o setor de irrigação é altamente dependente de água superficial, que atende acima de 90% das demandas. Isso decorre das altas demandas volumétricas do setor, frequentemente superiores à capacidade de exploração sustentável de aquíferos.

Quadro 6-8 – Distribuição da demanda de irrigação da Cena Atual em águas subterrâneas e superficiais por unidade de planejamento.¹¹

UP	Subterrânea (m³/s)	Subterrânea (%)	Superficial (m³/s)	Superficial (%)
1 - Alto Paraíba do Sul	0,05	0,93	4,78	99,07
2 - Rios Preto e Paraibuna	0,00	3,42	0,14	96,58
3 - Rios Pomba e Muriaé	0,08	4,84	1,48	95,16
4 - Médio Paraíba do Sul	0,00	0,00	0,30	100,0
5 - Piabanha	0,00	0,00	0,92	100,0
6 - Rio Dois Rios	0,03	6,56	0,43	93,44
7 - Baixo Paraíba do Sul	0,03	1,43	2,38	98,57
8 - Sub-bacia do Rio Pirai	0,00	0,00	0,02	100,0
Total Geral	0,19	1,8	10,44	98,2

Fonte: elaborado pelo Consórcio.

Figura 6-4 – Vazão de retirada destinada à irrigação por unidade de planejamento da bacia do Rio Paraíba do Sul.



Fonte: elaborado pelo Consórcio.

¹¹ Os valores de vazão estão dispostos até duas casas decimais. Para não haver perda de informações, os totais foram somados utilizando os números completos.

Deve-se destacar que o Quadro 6-8 apresenta divergência com o que foi apresentado anteriormente para irrigação (Quadro 5-4). Isso ocorre em função da metodologia de estimativa das demandas de irrigação, bem como em função da metodologia de espacialização adotada (que levou em conta não apenas a localização das outorgas, como também a espacialização pelas áreas de uso do solo de agricultura temporária, perene, silvicultura e mosaico de usos do MapBiomass). Desta forma, enquanto o Quadro 5-4 apresenta valores de vazão e percentuais obtidos diretamente a partir das outorgas, o Quadro 6-8 apresenta as demandas finais de irrigação obtidas a partir da metodologia detalhada no Capítulo 4.3.

6.1.5. Indústria

A bacia do Rio Paraíba do Sul desempenha um papel estratégico no desenvolvimento econômico do Brasil, especialmente devido à sua relevância para a indústria. Localizada em uma região que abrange importantes estados como São Paulo, Minas Gerais e Rio de Janeiro, a bacia é um dos principais polos industriais do país, concentrando setores como siderurgia, papel e celulose, química, petroquímica e alimentos.

O pioneirismo da bacia do rio Paraíba do Sul na implementação do instrumento de cobrança pelo uso dos recursos hídricos confere uma maior confiabilidade aos valores outorgados. Dessa forma, uma vez que desde 2003 já se tem os usos com cobrança implementada, ao longo do tempo os usuários do setor industrial foram refinando suas outorgas, de forma a pagar exatamente pelos valores utilizados. Por isso, espera-se que esses valores sejam mais fidedignos as demandas industriais atuais da bacia em comparação com as estimativas por coeficientes técnicos.

Sendo assim, para a estimativa de demanda do setor industrial foram utilizadas as bases de outorgas estaduais (DAEE, INEA e IGAM) e federal (ANA), assim como a espacialização e a distribuição de águas superficiais e subterrâneas foi adotada a partir das outorgas. Conforme apresentado anteriormente no Item 5.5 e evidenciado novamente neste item, a maior dependência de água subterrânea ocorre na UP Alto Paraíba do Sul (50%) e UP Piabanha (46%). Nas demais UPs predomina altamente o uso de água superficial para as demandas industriais.

A Figura 6-5 apresenta a distribuição das demandas hídricas industriais na bacia do Rio Paraíba do Sul, evidenciando uma expressiva concentração no Alto Paraíba do Sul (47%) e no Médio Paraíba do Sul (36%), destacando essas áreas como os principais polos industriais

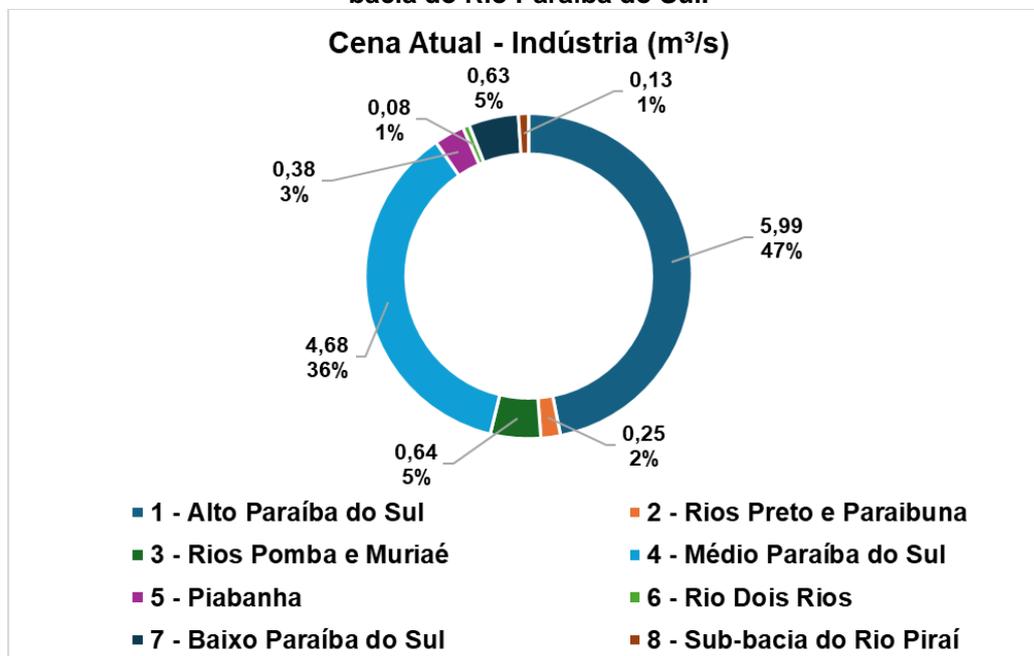
da bacia. Em contraste, as regiões Rios Pomba e Muriaé e Baixo Paraíba do Sul apresentam demandas menores, com 5% cada, enquanto as unidades de planejamento Piabanha, Rio Dois Rios e Sub-bacia do Rio Pirai registram demandas industriais significativamente menores, somando juntas apenas 12%.

Quadro 6-9 – Distribuição da demanda industrial da Cena Atual em águas subterrâneas e superficiais por unidade de planejamento.¹²

UP	Subterrânea (m³/s)	Subterrânea (%)	Superficial (m³/s)	Superficial (%)
1 - Alto Paraíba do Sul	2,997	50,00	2,997	50,00
2 - Rios Preto e Paraibuna	0,034	13,93	0,212	86,07
3 - Rios Pomba e Muriaé	0,177	27,75	0,460	72,25
4 - Médio Paraíba do Sul	0,108	2,31	4,573	97,69
5 - Piabanha	0,178	46,44	0,205	53,56
6 - Rio Dois Rios	0,026	30,68	0,058	69,32
7 - Baixo Paraíba do Sul	0,064	10,19	0,567	89,81
8 - Sub-Bacia do Rio Pirai	0,000	0,00	0,129	100,00
Total Geral	3,58	28,04	9,20	71,96

Fonte: elaborado pelo Consórcio.

Figura 6-5 – Vazão de retirada destinada à demanda industrial por unidade de planejamento da bacia do Rio Paraíba do Sul.



Fonte: elaborado pelo Consórcio.

¹² Os valores de vazão estão dispostos até duas casas decimais. Para não haver perda de informações, os totais foram somados utilizando os números completos.

6.1.6. Mineração

A bacia do rio Paraíba do Sul apresenta considerável demanda no que tange aos usos da água para mineração. Assim como para o setor industrial, a utilização dos valores outorgados aferidos a partir da cobrança se mostram mais adequados para utilização no presente estudo. A utilização da base de outorgas também propicia uma especialização exata dos pontos de captação deste setor usuário, bem como da distribuição entre a demanda superficial e subterrânea. Sendo assim, para a estimativa de demanda do setor de Mineração foram utilizadas as bases de outorgas estaduais (DAEE, INEA e IGAM) e federal (ANA).

O resultado dos cálculos de demandas para o setor (apresentado no Quadro 6-10), expressou uma demanda total de 12,89 m³/s. Em termos gerais da bacia, há uma divisão próxima entre a porcentagem de uso superficial (52,3%) e subterrâneo (47,7%). Porém, tais valores são extremamente influenciados pela unidade de planejamento Alto Paraíba do Sul, que representa cerca de 75% de toda a demanda da bacia. Tal unidade de planejamento apresenta um comportamento destoante das demais, com 63,5% das demandas sendo provenientes de usos subterrâneos, enquanto 36,5% são de fontes superficiais. Por outro lado, as demais unidades apresentam predominantemente a utilização de fontes superficiais, as quais somadas possuem apenas cerca de 25% da demanda total da bacia. Logo, a proporcionalidade entre usos subterrâneos e superficiais observada em âmbitos gerais na bacia não se reflete em todas as unidades de planejamento.

Quadro 6-10 – Distribuição da demanda de mineração da Cena Atual em águas subterrâneas e superficiais por unidade de planejamento.¹³

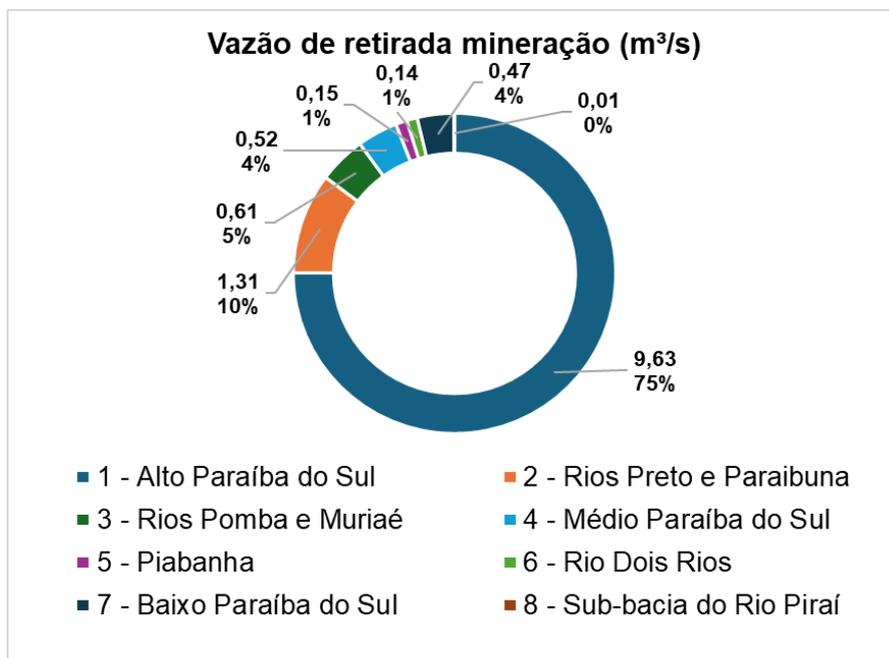
UP	Subterrânea (m ³ /s)	Subterrânea (%)	Superficial (m ³ /s)	Superficial (%)
1 - Alto Paraíba do Sul	6,112	63,49	3,515	36,51
2 - Rios Preto e Paraibuna	0,002	0,18	1,306	99,82
3 - Rios Pomba e Muriaé	0,000	0,00	0,611	100,00
4 - Médio Paraíba do Sul	0,000	0,00	0,521	100,00
5 - Piabanha	0,005	3,15	0,141	96,85
6 - Rio Dois Rios	0,000	0,00	0,136	100,00
7 - Baixo Paraíba do Sul	0,000	0,00	0,471	100,00
8 - Sub-bacia do Rio Pirai	0,000	0,00	0,007	100,00
Total Geral	6,119	47,70	6,709	52,30

Fonte: elaborado pelo Consórcio.

¹³ Os valores de vazão estão dispostos até duas casas decimais. Para não haver perda de informações, os totais foram somados utilizando os números completos.

A Figura 6-6 apresenta a distribuição das demandas hídricas para a mineração na bacia do rio Paraíba do Sul, revelando uma concentração expressiva no Alto Paraíba do Sul (75%), destacando essa área como o principal polo da atividade mineradora na bacia. As regiões que possuem porcentagens significantes são os Rios Preto e Paraibuna (10%), Rios Pomba e Muriaé (5%), Médio Paraíba do Sul (4%) e Baixo Paraíba do Sul (4%), somando 23%. As UPs Rio Dois Rios, Piabanha e Sub-bacia do Rio Pirai possuem reduzidas demandas em relação ao todo, somando apenas 2%.

Figura 6-6 – Vazão de retirada destinada à mineração por unidade de planejamento da bacia do rio Paraíba do Sul.



Fonte: elaborado pelo Consórcio.

6.1.7. Termoeletricidade

As termoelétricas operam com a finalidade de geração de energia por meio de uma central com o calor gerado pela queima de combustível líquido, sólido ou gasoso. O incremento na implementação de empreendimentos para geração de energia elétrica por meio desse processo resulta em uma maior demanda associada de água, o que levou a ANA a desenvolver coeficientes e estimativas para o setor.

O método de estimativa das vazões associadas à geração termoelétrica para a bacia do rio Paraíba do Sul foi o estabelecido pelo Manual de Usos Consuntivos da ANA (2024), que adota coeficientes técnicos de acordo com o ciclo termodinâmico e o sistema de resfriamento dos empreendimentos.

Para identificar as usinas termelétricas que estão em operação na bacia, foram consultadas as bases de dados do Sistema de Informações Georreferenciadas do Setor Elétrico (SIGEL) e do Relatório de Acompanhamento da Expansão da Oferta de Geração de Energia Elétrica (RALIE), ambos pertencentes a Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL).

Foi constatado que na área de contribuição da bacia hidrográfica do rio Paraíba do Sul existem 106 usinas em operação, com diferentes combustíveis e potências. Com usinas em operação desde 1972, a ANEEL reuniu dados concisos de localização, tipologia da usina, consumo e configuração técnica de cada usina. O Quadro 6-11 apresenta a estratificação das usinas operantes em relação ao tipo de combustível utilizado e potência instalada, analisado por unidade de planejamento e a Figura 6-7 demonstra o mapa das usinas termelétricas da bacia do rio Paraíba do Sul em operação, classificadas de acordo com o tipo de combustível utilizado.

As usinas termelétricas possuem capacidades instaladas que variam de kilowatts (kW) a megawatts (MW), com destaque para as de grande porte, especialmente aquelas com mais de 100 MW de potência. Um exemplo são as usinas localizadas em São João da Barra (RJ), que possuem capacidades de 1.672.600 kW e 1.338.300 kW, respectivamente. Estas usinas utilizam gás natural como combustível e são responsáveis por elevadas taxas de retirada de água para o processo de resfriamento, com vazões de consumo que podem ultrapassar 0,3 m³/s.

Os resultados da estimativa das vazões associadas às usinas termoelétricas da cena atual foram obtidos por unidade de planejamento da bacia do Paraíba do Sul, sendo apresentados no Quadro 6-12 e Figura 6-8. Destaca-se que este setor utiliza exclusivamente água superficial.

Quadro 6-11 – Usinas termelétricas operantes na bacia por tipo de combustível e potência instalada.

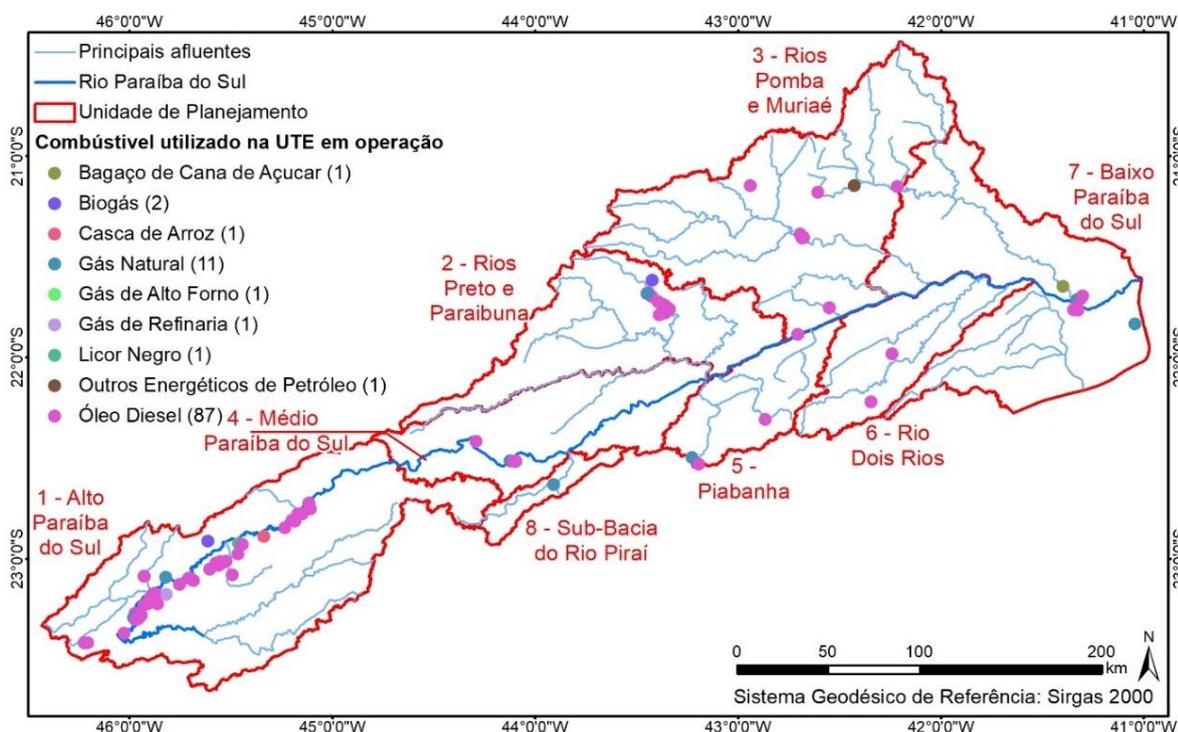
UP	Quantidade de unidades					Potência instalada (MW)
	Petróleo	Gás Natural	Resíduo Agroindustrial	Resíduo Sólido Urbano	Outros*	
1 - Alto Paraíba do Sul	53	3	1	1	1 (F)	117,4
2 - Preto Paraibuna	15	2	-	1	-	8
3 - Pomba e Muriaé	9	-	-	-	-	7
4 - Médio Paraíba do Sul	3	1	-	-	1 (C)	3,1
5 - Piabanha	2	1	-	-	-	4,5
6 - Rio Dois Rios	2	-	-	-	-	3,6

UP	Quantidade de unidades					Potência instalada (MW)
	Petróleo	Gás Natural	Resíduo Agroindustrial	Resíduo Sólido Urbano	Outros*	
7- Baixo Paraíba do Sul	5	3	1	-	-	3
8 - Sub-bacia do Rio Pirai	-	1	-	-	-	-
Total Geral	89	11	2	2	2	146,7

* F = Resíduos florestais; C = Carvão mineral.

Fonte: elaborado pelo Consórcio a partir de SIGEL.

Figura 6-7 – Mapa das usinas termelétricas da Bacia do Paraíba do Sul em operação.



Fonte: elaborado pelo Consórcio.

Quadro 6-12 – Distribuição da demanda de termoeletricidade da Cena Atual por unidade de planejamento.¹⁴

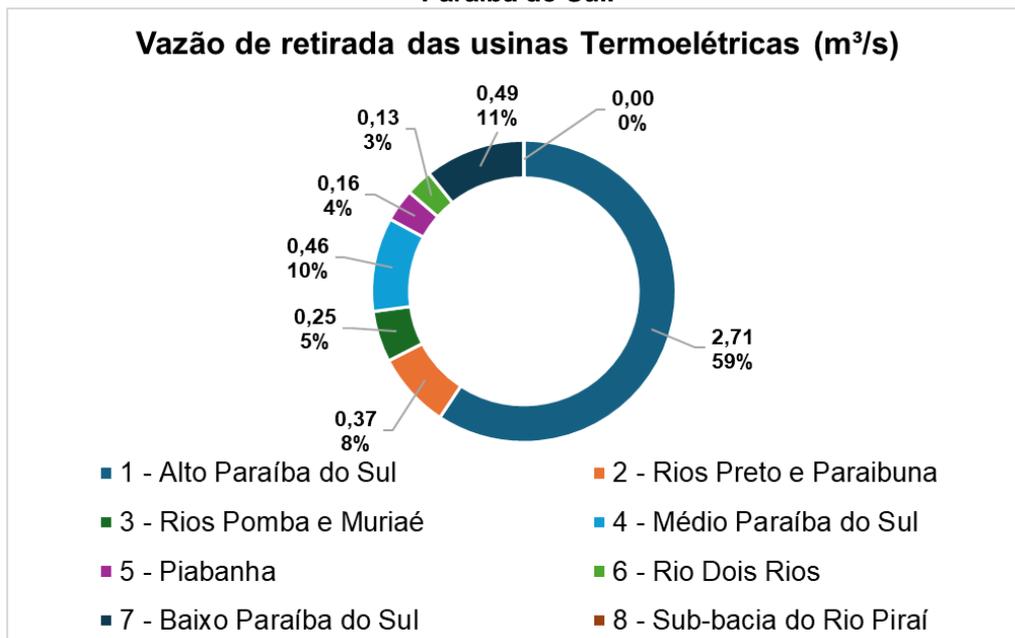
UP	Demanda de termoeletricidade (m ³ /s)
1 – Alto Paraíba do Sul	2,71
2 – Rios Preto e Paraibuna	0,37
3 – Rios Pomba e Muriaé	0,25
4 – Médio Paraíba do Sul	0,46
5 – Piabanha	0,16
6 – Rio Dois Rios	0,13

¹⁴ Os valores de vazão estão dispostos até duas casas decimais. Para não haver perda de informações, os totais foram somados utilizando os números completos.

UP	Demanda de termoeletricidade (m ³ /s)
7 – Baixo Paraíba do Sul	0,49
8 – Sub-bacia do Rio Pirai	0,00
Total Geral	4,57

Fonte: elaborado pelo Consórcio.

Figura 6-8 – Vazão de retirada das usinas termoeletricas por unidade de planejamento do Paraíba do Sul.



Fonte: elaborado pelo Consórcio.

6.1.8. Evaporação líquida

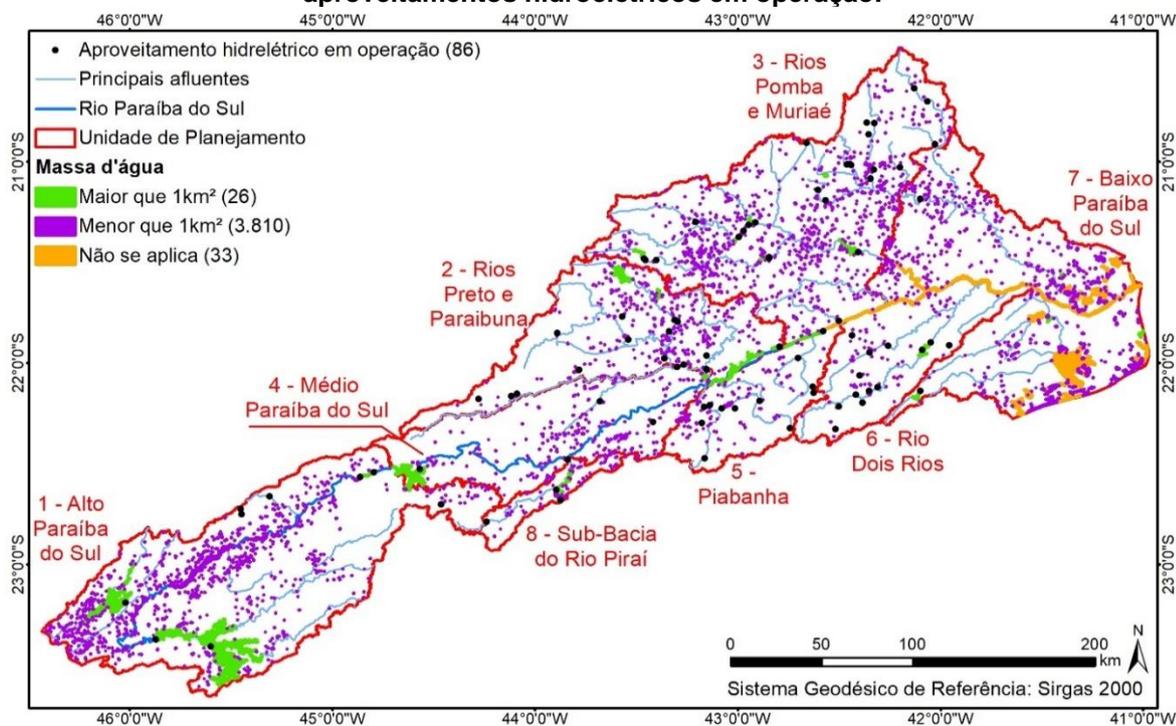
A evaporação de água de reservatórios não é considerada como um uso de recursos hídricos ou setor usuário. No entanto, a formação de um espelho d'água por meio da construção de um barramento pode levar ao incremento do consumo ou perdas de água em uma bacia hidrográfica. Nesse sentido, apesar de não se tratar de um setor usuário, é aqui considerado esse consumo de água como forma de identificar a totalidade das águas demandadas na bacia.

Para a estimativa da demanda hídrica da bacia relacionada à evaporação líquida foram utilizados duas metodologias e fontes de dados. A primeira consistiu em adotar diretamente os valores do estudo de evaporação líquida de reservatórios no Brasil (ANA, 2021). No entanto, este estudo apresenta valores apenas para os reservatórios maiores que 1 km². Para reservatórios ou massas d'água menores que 1 km² foram usados dados das Normais Climatológicas do Brasil (1991-2020,1981-2010) das estações meteorológicas do Instituto

Nacional de Meteorologia – INMET, para subsidiar o cálculo da evaporação líquida a partir da área das massas d'águas da ANA.

No banco de dados da ANA (2020), dentro dos limites da bacia do Paraíba do Sul, foram identificados 26 reservatórios com área superior a 1 km² e 3.810 reservatórios ou massas d'água com área inferior a 1 km². Um dos setores mais impactados pela evaporação líquida dos reservatórios é o setor de geração de energia elétrica. Para a configuração da cena atual, foram identificados 86 aproveitamentos hidrelétricos em operação, com potencial para gerar cerca de 1.920 MW. A Figura 6-9 apresenta os aproveitamentos da bacia do rio Paraíba do sul, bem como os reservatórios e massas de águas considerados.

Figura 6-9 – Mapa dos reservatórios da bacia do Rio Paraíba do Sul e localização dos aproveitamentos hidroelétricos em operação.



Fonte: elaborado pelo Consórcio.

Dentro dos reservatórios cadastrados com massas d'água da ANA (2021) com área superior a 1 km², destacam-se os aproveitamentos hidrelétricos apresentados no Quadro 6-13. O sistema é composto de nove Usinas Hidrelétricas – UHEs e um reservatório destinados a produção de energia elétrica na bacia do Paraíba do Sul. Os demais aproveitamentos mencionados no estudo da ANA (ANA, 2021), dentro dos limites da bacia do rio Paraíba do sul, podem ser consultados no Quadro 6-13. Os principais aproveitamentos, somados, são capazes de gerar cerca de 1.355 MW, o que representa cerca de 70,5% da capacidade total de produção da bacia.

Quadro 6-13 – Aproveitamentos hidrelétricos da bacia do Paraíba do Sul considerados no cálculo de evaporação líquida.

Nome	Tipo do Aproveitamento	Área (km ²)	Latitude (S)	Longitude (W)	Estado	Potência (MW)
Simplicio	UHE	4,8	-21,92	-42,79	MG	334
Santa Branca	UHE	17,4	-23,37	-45,87	SP	56
Paraibuna	UHE	134,2	-23,41	-45,60	SP	87
Nilo Peçanha	UHE	2,8	-22,68	-43,87	RJ	380
Jaguari	UHE	47,6	-23,19	-46,02	SP	28
Ilha dos Pombos	UHE	5,7	-21,84	-42,58	MG	187
Funil	UHE	33,8	-22,53	-44,57	RJ e SP	216
Barra do Braúna	UHE	7,9	-21,45	-42,40	MG	39
Anta	UHE	12,3	-22,03	-43,00	MG e RJ	28
Santana	Reservatório	2,8	-22,53	-43,82	RJ	-

Fonte: elaborado pelo Consórcio.

O Quadro 6-14 apresenta informações de cadastro do estudo de evaporação líquida de reservatórios no Brasil (ANA, 2021) e a vazão média mensal de evaporação líquida de cada reservatório com área superior a 1 km² proveniente deste estudo. No Quadro 6-15 são apresentadas as variações mensais (assim como a média anual) para este mesmo grupo de reservatórios, porém agrupados em suas respectivas unidades de planejamento.

Quadro 6-14 – Vazão de evaporação média líquida mensal para os reservatórios com área superior a 1 km².

Nome	GID	Tipo	Area (km ²)	Jan (m ³ /s)	Fev (m ³ /s)	Mar (m ³ /s)	Abr (m ³ /s)	Mai (m ³ /s)	Jun (m ³ /s)	Jul (m ³ /s)	Ago (m ³ /s)	Set (m ³ /s)	Out (m ³ /s)	Nov (m ³ /s)	Dez (m ³ /s)
UHE Paraibuna	61838	UHE	99,90	1,85	1,93	1,27	1,35	2,03	2,27	2,71	3,03	3,13	2,34	1,68	1,59
UHE Jaguari	61660	UHE	47,64	0,24	0,18	0,16	0,27	0,51	0,55	0,67	0,65	0,63	0,41	0,30	0,19
UHE Paraibuna	241755	UHE	34,33	1,81	1,66	1,13	1,11	1,96	2,22	2,80	3,27	3,45	2,66	2,06	1,54
UHE Funil	61857	UHE	33,84	0,60	0,63	0,44	0,44	0,51	0,62	0,78	0,99	0,95	0,77	0,55	0,55
UHE Santa Branca	13716	UHE	17,41	0,28	0,30	0,18	0,22	0,31	0,41	0,51	0,60	0,58	0,44	0,36	0,30
UHE Anta	62528	UHE	12,26	0,16	0,15	-0,01	0,01	0,07	0,14	0,25	0,35	0,47	0,43	0,22	0,12
Represa Chapéu d'Uvas	178	Represa	8,10	0,12	0,12	0,07	0,05	0,08	0,13	0,21	0,30	0,33	0,24	0,13	0,11
UHE Barra do Braúna	241450	UHE	7,91	0,20	0,21	0,08	0,04	0,03	0,08	0,16	0,26	0,34	0,32	0,19	0,14
UHE Ilha dos Pombos	61456	UHE	5,68	0,07	0,09	0,04	0,05	0,05	0,07	0,10	0,16	0,19	0,17	0,10	0,06
UHE Simplício	62195	UHE	4,80	0,23	0,23	0,08	0,06	0,08	0,14	0,25	0,36	0,50	0,47	0,29	0,18
Represa João Penido	19549	Represa	2,92	0,06	0,05	0,03	0,01	0,03	0,04	0,07	0,10	0,12	0,10	0,06	0,05
Reservatório Santana	55621	Reservatório	2,84	0,01	0,01	0,00	0,00	0,00	0,01	0,02	0,03	0,03	0,02	0,02	0,01
UHE Nilo Peçanha - Terzaghi	61310	UHE	2,82	0,01	0,01	0,00	0,00	0,00	0,01	0,02	0,03	0,03	0,03	0,02	0,01
PCH Santa Fé I	61109	PCH	2,47	0,03	0,03	0,00	-0,01	0,01	0,02	0,04	0,07	0,09	0,07	0,04	0,02
PCH Anna Maria	29383	PCH	2,358	0,02	0,02	0,00	0,00	0,01	0,03	0,05	0,07	0,08	0,07	0,04	0,02
CGH Nova Maurício	47984	CGH	2,26	0,04	0,04	0,01	0,01	0,02	0,03	0,05	0,08	0,09	0,08	0,05	0,03
PCH Macabu	61396	PCH	2,25	0,01	0,01	-0,01	-0,01	0,00	0,02	0,03	0,05	0,07	0,05	0,03	0,01
Córrego da Onça	58297	Córrego	2,23	0,06	0,07	0,04	0,03	0,03	0,04	0,05	0,07	0,09	0,08	0,06	0,05
PCH São Sebastião do Alto	62140	PCH	2,08	0,02	0,02	0,00	0,00	0,01	0,02	0,04	0,05	0,08	0,07	0,03	0,00

Nome	GID	Tipo	Area (km ²)	Jan (m ³ /s)	Fev (m ³ /s)	Mar (m ³ /s)	Abr (m ³ /s)	Mai (m ³ /s)	Jun (m ³ /s)	Jul (m ³ /s)	Ago (m ³ /s)	Set (m ³ /s)	Out (m ³ /s)	Nov (m ³ /s)	Dez (m ³ /s)
PCH Ivan Botelho III	241576	PCH	1,96	0,03	0,02	0,01	0,00	0,01	0,02	0,04	0,06	0,08	0,07	0,04	0,02
-	118127	-	1,70	0,08	0,08	0,06	0,05	0,04	0,04	0,05	0,06	0,07	0,07	0,06	0,06
-	45698	-	1,28	0,04	0,04	0,03	0,01	0,01	0,01	0,02	0,03	0,05	0,04	0,03	0,03
-	62095	PCH	1,21	0,02	0,02	0,01	0,00	0,01	0,01	0,02	0,04	0,05	0,04	0,03	0,02
-	43369	PCH	1,20	0,01	0,02	0,00	0,00	0,00	0,01	0,02	0,03	0,05	0,04	0,02	0,00
-	241658	PCH	1,11	0,02	0,02	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02	0,03	0,04	0,03	0,02	0,02

Fonte: ANA, 2021.

Quadro 6-15 – Vazão média de evaporação líquida mensal agrupada por unidade de planejamento da bacia do Paraíba do Sul, para os reservatórios com área superior a 1 km².

UP	Jan (m ³ /s)	Fev (m ³ /s)	Mar (m ³ /s)	Abr (m ³ /s)	Mai (m ³ /s)	Jun (m ³ /s)	Jul (m ³ /s)	Ago (m ³ /s)	Set (m ³ /s)	Out (m ³ /s)	Nov (m ³ /s)	Dez (m ³ /s)	Média anual (m ³ /s)
1 - Alto Paraíba do Sul	4,20	4,10	2,75	2,95	4,81	5,47	6,71	7,58	7,84	5,88	4,42	3,64	5,03
2 - Rios Preto e Paraíbauna	0,56	0,55	0,17	0,13	0,26	0,44	0,78	1,12	1,42	1,24	0,71	0,46	0,65
3 - Rios Pomba e Muriaé	0,40	0,42	0,15	0,10	0,14	0,25	0,44	0,70	0,87	0,79	0,45	0,31	0,42
4 - Médio Paraíba do Sul	0,63	0,66	0,44	0,43	0,52	0,64	0,82	1,06	1,04	0,84	0,59	0,57	0,69
5 - Piabanha	0,23	0,23	0,04	0,06	0,12	0,21	0,36	0,51	0,65	0,60	0,32	0,19	0,22
6 - Rio Dois Rios	0,04	0,04	0,00	-0,01	0,01	0,03	0,06	0,09	0,12	0,11	0,05	0,01	0,05
7 - Baixo Paraíba do Sul	0,19	0,20	0,11	0,07	0,07	0,11	0,16	0,21	0,28	0,25	0,18	0,14	0,16
8 - Sub-bacia do Rio Pirai	0,02	0,02	0,00	0,00	0,01	0,02	0,04	0,06	0,06	0,05	0,03	0,02	0,03
Total Geral	6,27	6,21	3,66	3,75	5,93	7,16	9,36	11,34	12,27	9,75	6,75	5,34	-

Fonte: elaborado pelo Consórcio a partir de ANA (2021).

Conforme a metodologia aplicada, além dos reservatórios com área superior a 1 km² com dados de evaporação líquida do estudo de evaporação líquida de reservatórios no Brasil (ANA, 2021), também foram utilizados para os cálculos totais a evaporação líquida dos reservatórios com área inferior a 1 km². Os resultados da vazão média de evaporação líquida total dos reservatórios e massas d'água na bacia do rio Paraíba do Sul foram obtidos por Ottobacia e compilados para apresentação por unidade de planejamento. Dessa forma, o Quadro 6-16 e a Figura 6-10 apresentam os resultados por unidade de planejamento considerando as médias anuais. A variação mensal pode ser observada no Quadro 6-17 e da Figura 6-11 à Figura 6-13.

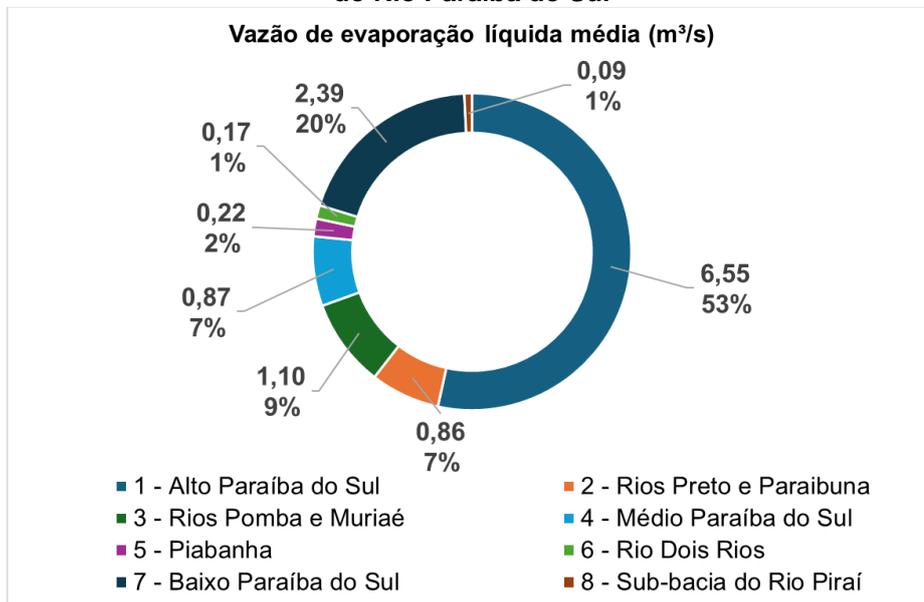
Quadro 6-16 – Distribuição da demanda de evaporação líquida média anual da Cena Atual por unidade de planejamento.¹⁵

UP	Demanda de evaporação líquida calculada no presente estudo (m ³ /s)
1 – Alto Paraíba do Sul	6,55
2 – Rios Preto e Paraibuna	0,86
3 – Rios Pomba e Muriaé	1,10
4 – Médio Paraíba do Sul	0,87
5 – Piabanha	0,22
6 – Rio Dois Rios	0,17
7 – Baixo Paraíba do Sul	2,39
8 – Sub-bacia do Rio Pirai	0,09
Total Geral	12,25

Fonte: elaborado pelo Consórcio

¹⁵ Os valores de vazão estão dispostos até duas casas decimais. Para não haver perda de informações, os totais foram somados utilizando os números completos.

Figura 6-10 – Vazão de evaporação líquida média anual por unidade de planejamento da bacia do Rio Paraíba do Sul



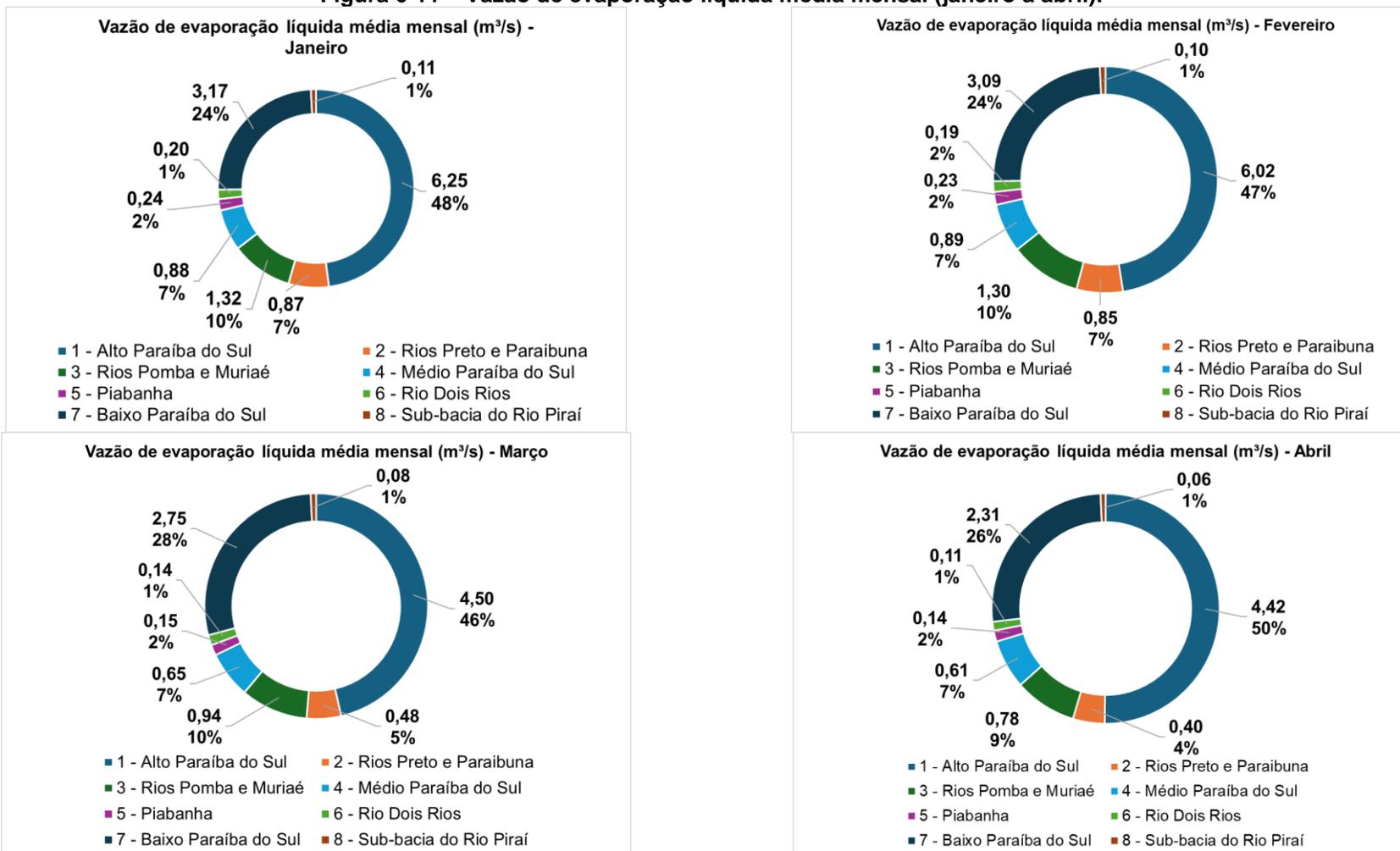
Fonte: elaborado pelo Consórcio

Quadro 6-17 – Vazão média de evaporação líquida mensal por unidade de planejamento da bacia do Paraíba do Sul.

UP	Janeiro (m³/s)	Fevereiro (m³/s)	Março (m³/s)	Abril (m³/s)	Mai (m³/s)	Junho (m³/s)	Julho (m³/s)	Agosto (m³/s)	Setembro (m³/s)	Outubro (m³/s)	Novembro (m³/s)	Dezembro (m³/s)	Média anual (m³/s)
1 - Alto Paraíba do Sul	6,25	6,02	4,50	4,42	5,93	6,39	7,65	8,74	9,31	7,60	6,30	5,65	6,55
2 - Rios Preto e Paraibuna	0,87	0,85	0,48	0,40	0,44	0,57	0,87	1,21	1,52	1,41	0,96	0,77	0,86
3 - Rios Pomba e Muriaé	1,32	1,30	0,94	0,78	0,65	0,66	0,83	1,18	1,48	1,56	1,29	1,20	1,10
4 - Médio Paraíba do Sul	0,88	0,89	0,65	0,61	0,64	0,72	0,88	1,13	1,16	1,02	0,81	0,82	0,87
5 - Piabanha	0,24	0,23	0,15	0,14	0,13	0,15	0,20	0,27	0,34	0,35	0,26	0,22	0,22
6 - Rio Dois Rios	0,20	0,19	0,14	0,11	0,10	0,10	0,13	0,18	0,24	0,25	0,21	0,17	0,17
7 - Baixo Paraíba do Sul	3,17	3,09	2,75	2,31	1,76	1,49	1,50	1,78	2,21	2,67	2,88	3,06	2,39
8 - Sub-bacia do Rio Pirai	0,11	0,10	0,08	0,06	0,06	0,07	0,08	0,11	0,13	0,12	0,11	0,11	0,09
Total Geral	13,05	12,68	9,70	8,83	9,71	10,13	12,15	14,60	16,39	14,98	12,82	12,00	12,25

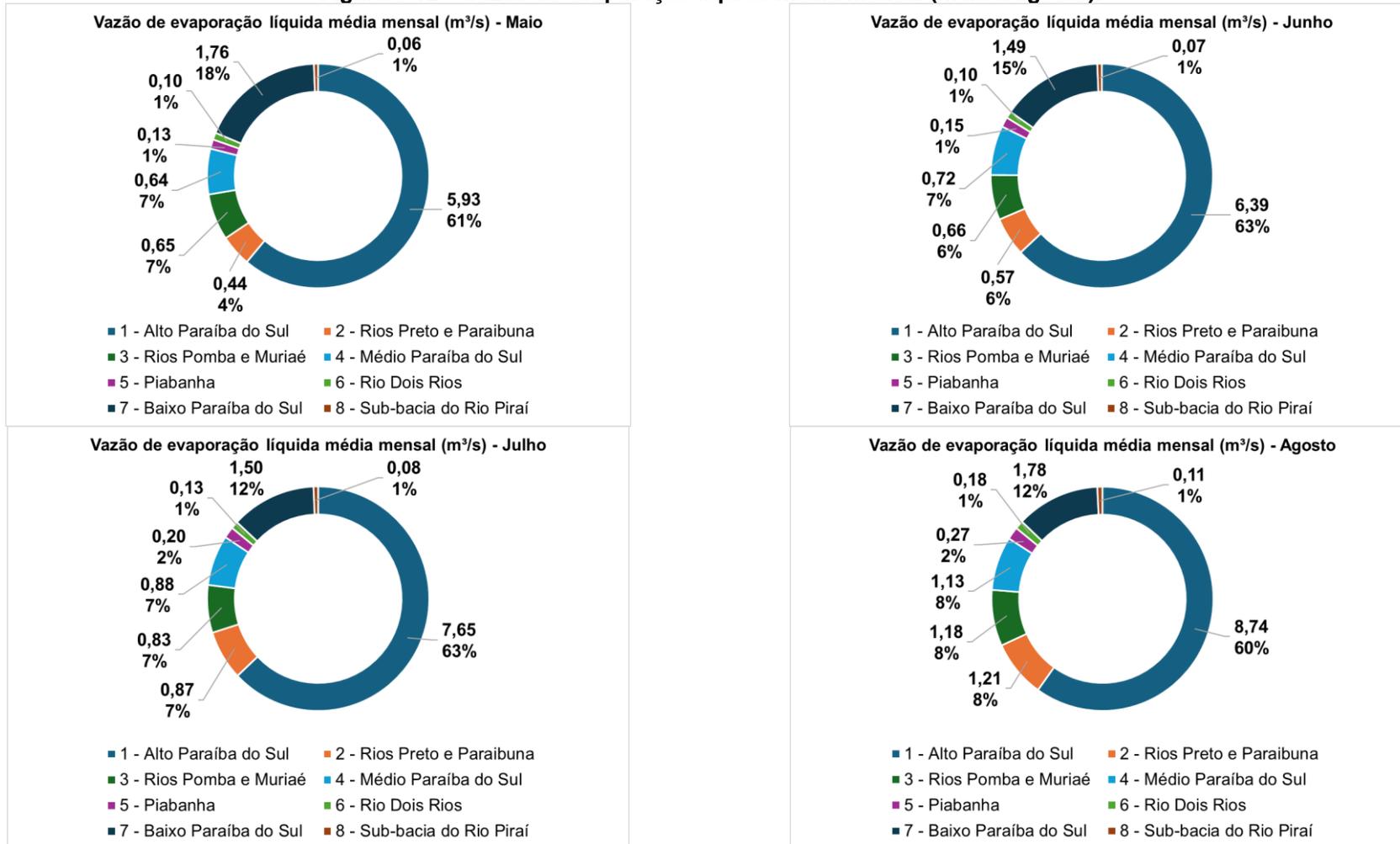
Fonte: elaborado pelo Consórcio.

Figura 6-11 – Vazão de evaporação líquida média mensal (janeiro a abril).



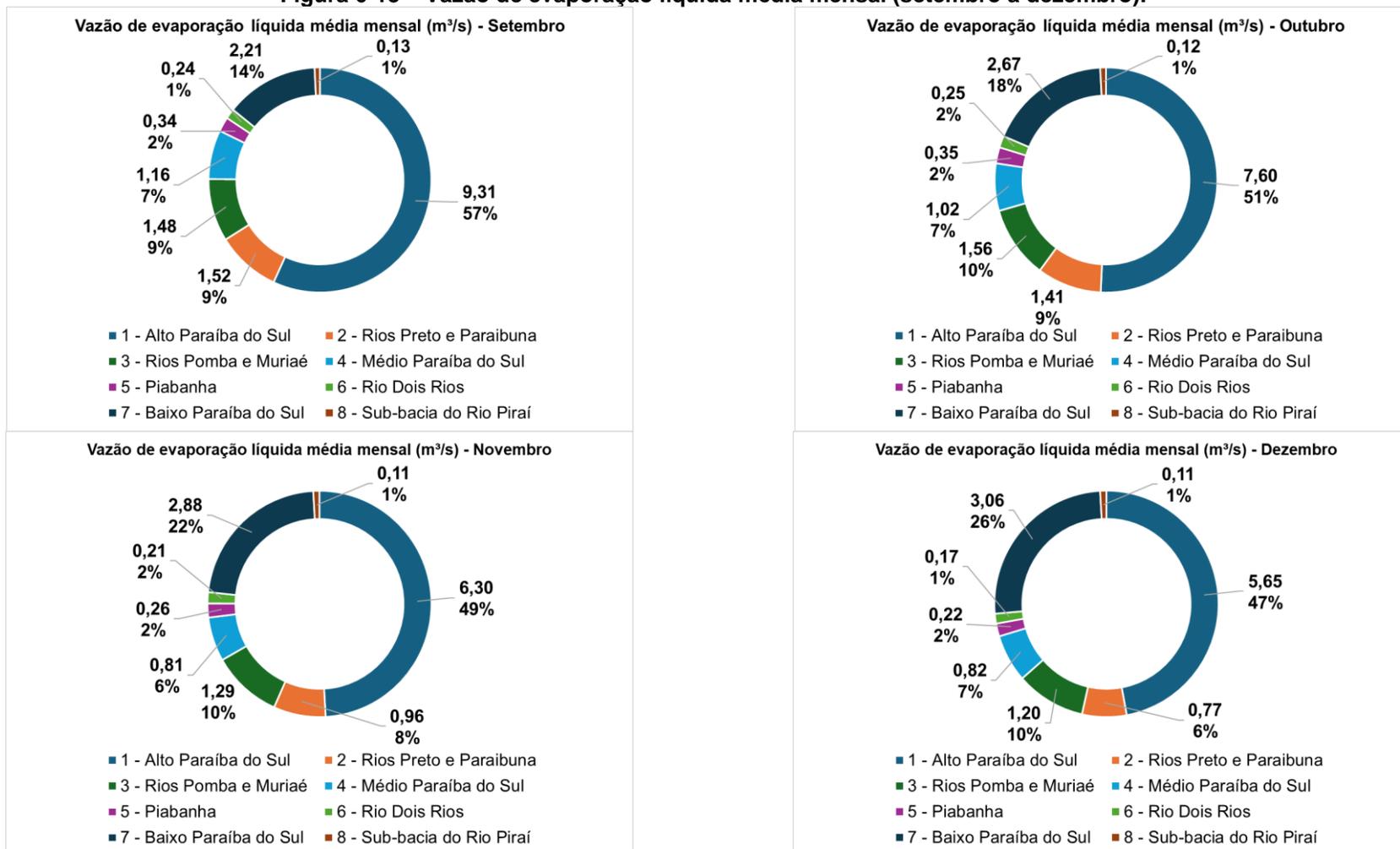
Fonte: elaborado pelo Consórcio.

Figura 6-12 – Vazão de evaporação líquida média mensal (maio a agosto).



Fonte: elaborado pelo Consórcio.

Figura 6-13 – Vazão de evaporação líquida média mensal (setembro a dezembro).



Fonte: elaborado pelo Consórcio.

6.1.9. Transposições

As transposições não devem ser consideradas de forma específica como usos de água, uma vez que o uso se dá por meio da finalidade estabelecida para o consumo de água. Nesse sentido, o uso de água se dá para irrigação, abastecimento humano, industrial etc. A transposição propriamente dita se trata de uma forma de captação de água e adução para um ponto em outra bacia hidrográfica para uso para alguma finalidade específica. De toda forma, apesar de não serem consideradas como uso propriamente ditos, são aqui apresentadas, uma vez que poderão influenciar de forma sensível nos balanços hídricos a serem realizados da bacia

No sistema de reservatórios da bacia do rio Paraíba do Sul, destacam-se 17 aproveitamentos em operação, cujas informações estão apresentadas no Quadro 6-18. Embora alguns estejam localizados fora dos limites da bacia, devido à transposição e ao manejo integrado dos recursos hídricos, todos os reservatórios são considerados como integrantes do sistema do Paraíba do Sul.

No contexto de vazão transferida, considera-se a vazão recebida ou cedida entre reservatórios por meio de canais, túneis, estações de bombeamento ou outras estruturas. Em casos de transposição de vazões, usualmente estão envolvidas duas usinas/reservatórios: a cedente e a receptora. Em algumas situações, ambas podem desempenhar os dois papéis. A Figura 6-14 apresenta a localização dos principais aproveitamentos e as transposições de vazões realizadas na bacia do rio Paraíba do Sul. Vale ressaltar que os caminhos das transposições indicadas no mapa representam apenas uma ilustração visual dos locais onde há troca de água na bacia.

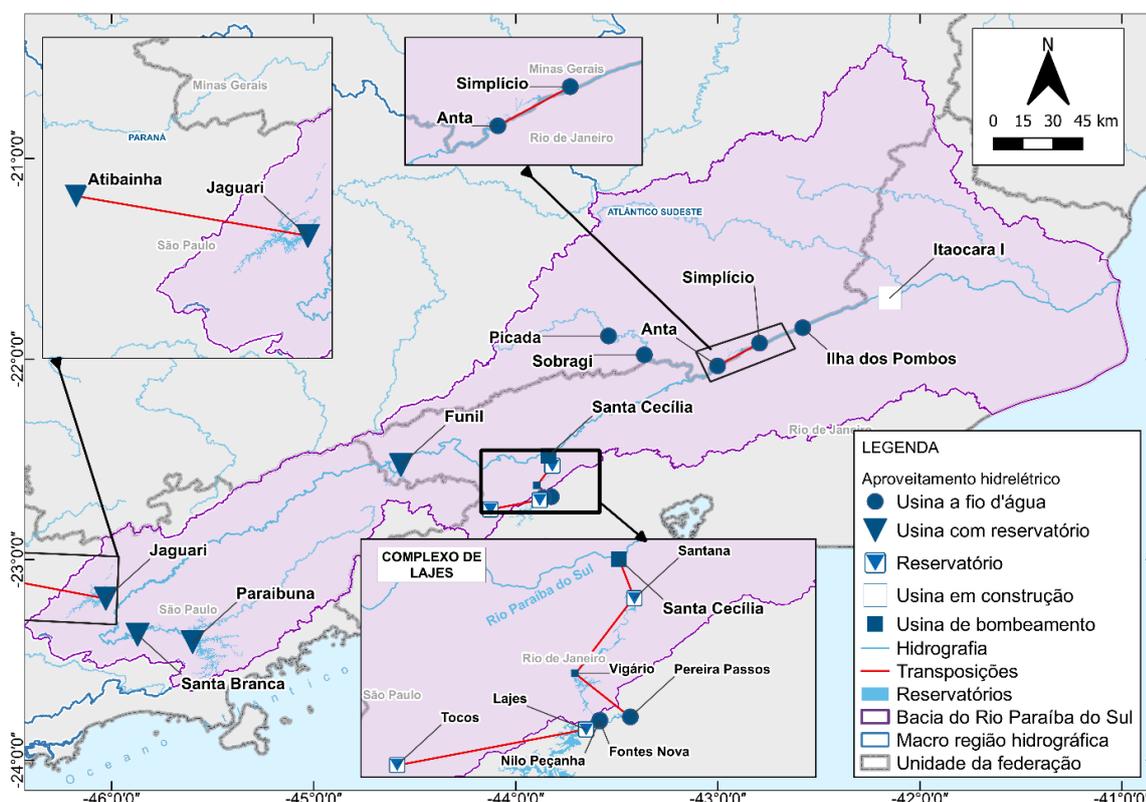
Quadro 6-18 – Principais aproveitamentos localizados na bacia do rio Paraíba do Sul.

Aproveitamento	Corpo Hídrico	Área de Drenagem (km ²)	Latitude	Longitude	Agente
UHE Paraibuna	Rio Paraibuna	4.086	23°24'35,541"S	45°36'2,234"W	AUREN
UHE Santa Branca	Rio Paraíba do Sul	4.912	23°22'26,97"S	45°52'17,79"W	LIGHT
UHE Jaguari	Rio Jaguari	1.310	23°11'42,73"S	46°01'42,68"W	FURNAS
UHE Funil	Rio Paraíba do Sul	13.499	22°31'43,72"S	44°34'04,55"W	FURNAS
UEL Santa Cecília	Rio Paraíba do Sul	16.630	22°28'52,98"S	43°50'19,40"W	LIGHT
RES Lajes	Rio Ribeirão das Lajes	304	22°41'26,84"S	43°51'49,11"W	LIGHT
UHE Fontes	Rio Ribeirão das Lajes	-	22°41'30,62"S	43°51'49,81"W	LIGHT
UHE Pereira Passos	Rio Ribeirão das Lajes	317	22°41'11,21"S	43°49'27,06"W	LIGHT
UHE Nilo Peçanha	Rio Guandu	-	22°40'59,871"S	43°52'23,705"W	LIGHT
RES Vigário	Rio Pirai	-	22°37'46,60"S	43°53'44,64"W	LIGHT

Aproveitamento	Corpo Hídrico	Área de Drenagem (km ²)	Latitude	Longitude	Agente
RES Tocos	Rio Pirai	382	22°44'57,20"S	44°07'31,46"W	LIGHT
RES Santana	Rio Pirai	882	22°31'55,38"S	43°49'08,23"W	LIGHT
UHE Picada	Rio do Peixe	1.721	21°53'04,73"S	43°32'26,69"W	AUREN
UHE Sobragi	Rio Paraibuna	3.721	21°58'43,98"S	43°21'48,22"W	CBA
RES Anta	Rio Paraíba do Sul	30.593	22°02'02,81"S	43°00'03,53"W	FURNAS
UHE Simplicio	Rio Paraíba do Sul	30.593	21°55'14,12"S	42°47'36,56"W	FURNAS
UHE Ilha dos Pombos	Rio Paraíba do Sul	32.233	21°50'36,68"S	42°34'46,22"W	LIGHT

Fonte: elaborado pelo Consórcio.

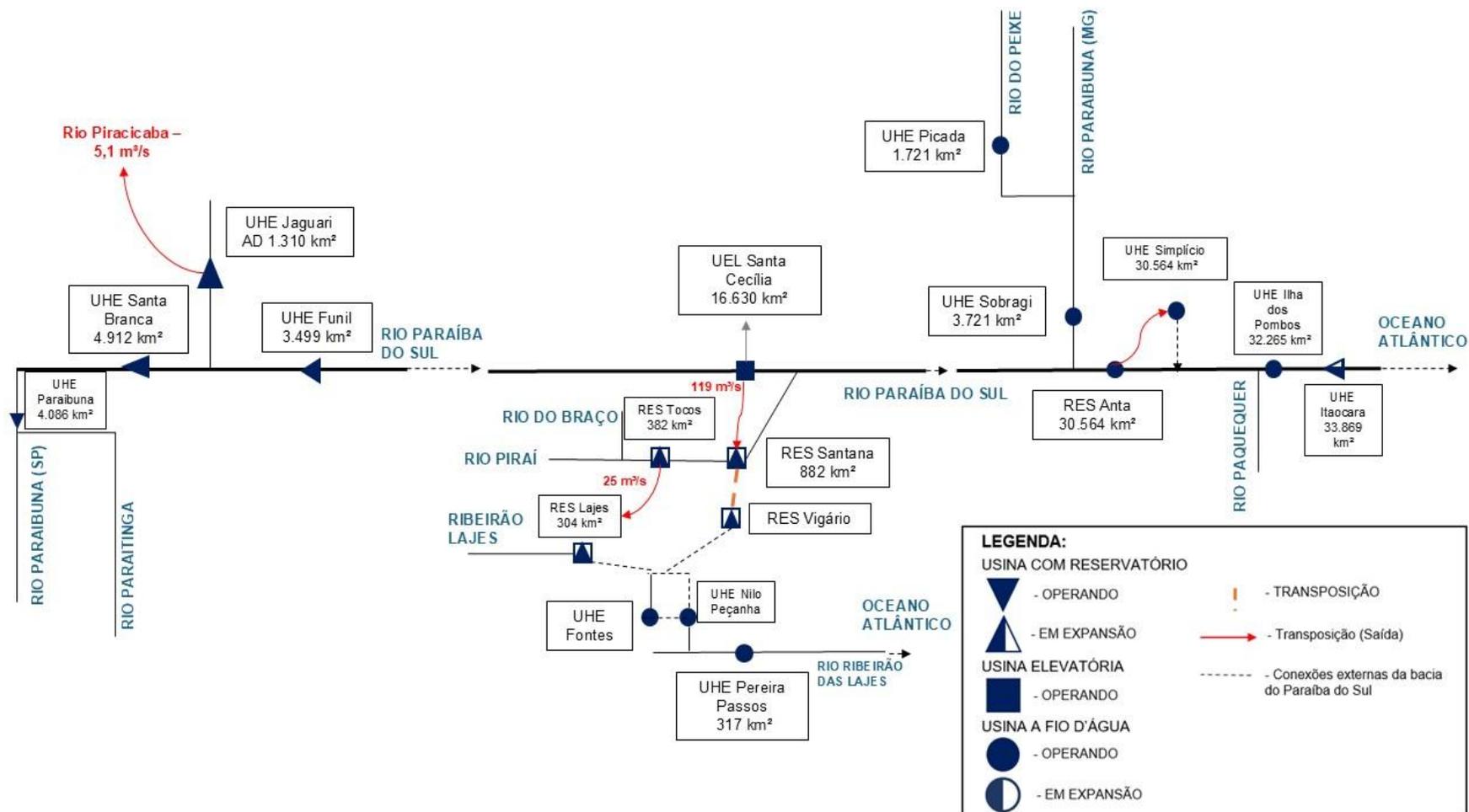
Figura 6-14 – Localização dos principais aproveitamentos hidrelétricos e transposições da bacia do rio Paraíba do Sul.



Fonte: elaborado pelo Consórcio.

As principais transposições de água na bacia do rio Paraíba do Sul estão relacionadas aos sistemas da bacia do rio Guandu, no Rio de Janeiro, e às bacias PCJ (Piracicaba, Capivari e Jundiá), em São Paulo. Ambas são importantes para o abastecimento dos centros urbanos e das capitais dos estados do Rio de Janeiro e São Paulo. No sistema Guandu, destaca-se também o abastecimento do polo industrial. A Figura 6-15 apresenta um esquema geral do percurso dos principais rios da bacia do Paraíba do Sul, incluindo os aproveitamentos e as transposições realizadas.

Figura 6-15 – Esquema geral do percurso dos principais rios e reservatórios da bacia do Paraíba do Sul.



Fonte: elaborado pelo Consórcio.

Para o caso das bacias PCJ/SP, a transposição é realizada através de um túnel que interliga o reservatório da UHE Jaguari com a represa Atibainha, em Nazaré Paulista, que compõe o Sistema Cantareira. A UHE Jaguari contribui com vazões transferidas para o sistema Cantareira com vazão média de 5,1 m³/s (PIRH-PS, 2021).

A transposição das águas do rio Paraíba do Sul para a bacia do rio Guandu é realizada pelo Complexo de Lajes, principal fonte de abastecimento público da região metropolitana do Rio de Janeiro (PIRH-PS, 2021). O sistema é composto por quatro reservatórios e estações elevatórias. O reservatório de Tocos transfere vazões para o reservatório de Lajes, localizado no ribeirão Lajes, por gravidade, através de um túnel com capacidade máxima de 25 m³/s (AGEVAP, 2014). Essa transposição contribui para aumentar a capacidade de geração da UHE Fontes. A usina elevatória (UEL) Santa Cecília, localizada no rio Paraíba do Sul, transfere vazões para o reservatório Santana, localizado no Pirai, com capacidade média de bombeamento de 119 m³/s (PIRH-PS, 2021). Após receber a vazão transferida, o reservatório Santana contribui com as vazões transferidas para o reservatório Vigário, que por sua vez transfere vazões para as UHEs Fontes e Nilo Peçanha. A funcionalidade dos aproveitamentos do complexo das Lajes está esquematizada na Figura 6-16.

Figura 6-16 – Esquema Geral dos Aproveitamentos Hidrelétricos dos rios Paraíba do Sul, Pirai e Ribeirão das Lajes.



Fonte: LIGHT, 2016.

Existem mais dois sistemas de transferência de vazões dentro dos limites da bacia do Paraíba do Sul. O reservatório Anta transfere vazão para a UHE Simplício, sendo as únicas vazões afluentes da UHE, desta forma, a vazão transferida é mantida dentro da bacia do Paraíba do Sul. Ainda, há também a transposição do rio Macabu para o rio Macaé, voltado para a produção de energia elétrica, com um valor médio transferido de 5,4 m³/s (CEIVAP, 2021) no local da transposição. Porém, tendo em vista que o rio Macabu não é parte da bacia do Paraíba do Sul e não existem dados de defluência no local da transposição, assim como no estudo de disponibilidade hídrica (EDH-PS) não foi avaliado o impacto dessa transposição.

O Quadro 6-19 apresenta as transposições consideradas na bacia do Paraíba do Sul para a cena atual, indicando a origem e o destino das vazões transferidas. Vale ressaltar que os documentos EDH-PS de 2024 e o PIRH-PS de 2021 não consideraram todas as transposições descritas nesse capítulo. Desta forma, para complementar as informações sobre as transposições realizadas na bacia do Paraíba do Sul, foram inseridas na tabela informações de localização das transposições que não haviam sido apresentadas nos estudos anteriores. No entanto, não está disponível publicamente série de dados de vazões transferidas para identificar as vazões destas transposições. Para a consolidação da cena atual, foi considerada a vazão média de transferência entre os aproveitamentos hidrelétricos.

Quadro 6-19 – Quadro resumo das transposições da cena atual da bacia do Paraíba do Sul.

Transposição	Sistema	Bacia de Origem	Bacia de Destino	Latitude (S)	Longitude (W)	Cena Atual (m ³ /s)	Fonte
Jaguari - Atibainha	Paraíba do Sul - PCJ	Paraíba do Sul	Rio Piracicaba	-23,20	-46,03	5,1	PIRH-PS, 2021
RES Tocos - RES Lajes	Complexo de Lajes	Rio Pirai	Rio Guandu	-22,75	-44,13	25,0 ¹⁶	Nota Técnica 30/2014/SAG-ANA (AGEVAP, 2014)
UEL Santa Cecília - RES Santana		Paraíba do Sul	Rio Guandu	-22,48	-43,84	119,0	PIRH-PS, 2021
RES Santana - RES Vigário		Paraíba do Sul e Pirai	Rio Guandu	-22,53	-43,82	-	-
RES Vigário - UHE Nilo Peçanha		Paraíba do Sul e Pirai	Rio Guandu	-22,63	-43,90	-	-
RES Vigário - UHE Fontes							
RES Anta - UHE Simplício	-	Paraíba do Sul	Paraíba do sul	-22,03	-43,00	-	-

Fonte: elaborado pelo Consórcio.

¹⁶ Estes 25 m³/s estão considerados nos 119 m³/s da UEL Santa Cecília – Reservatório Santana.

6.2. CONSOLIDAÇÃO DAS DEMANDAS – CENA ATUAL

Tratando da soma global de todos os setores usuários de recursos hídricos na bacia do rio Paraíba do Sul (sem considerar as transposições e evaporação líquida), observa-se uma demanda total de 63,02 m³/s, conforme observado na Figura 6-17. Vale destacar que para o estabelecimento desse valor, não são expostos dados de evaporação de reservatório, o que não é considerado como um uso de recursos hídricos.

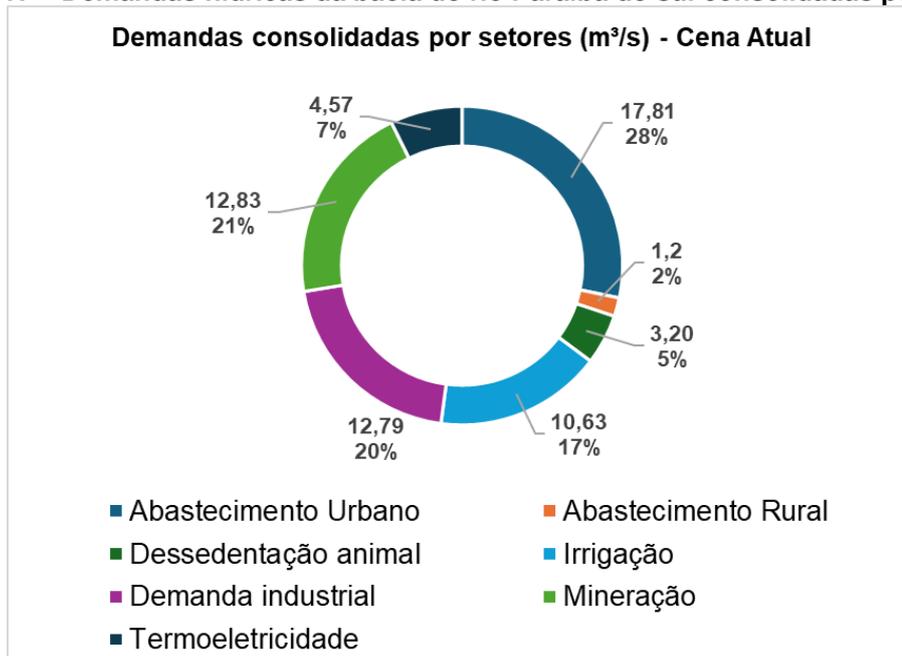
O setor com maior retirada de vazão é o de abastecimento urbano, representando a demanda de 28% do total, indicando que a maior demanda da bacia é diretamente interligada com a dinâmica populacional existente nos municípios que a constituem. Logo, as políticas públicas que envolvem os serviços de abastecimento urbano devem ser observadas de forma ativa, tendo em vista que tais serviços implicam na maior pressão sobre os recursos hídricos da bacia. Os setores de mineração e uso industrial representam aproximadamente 20% das demandas. Tais setores possuem conexão direta com as atividades econômicas desenvolvidas na região de estudo, tendo em vista que a área da bacia do rio Paraíba do Sul abrange os estados do Rio de Janeiro, São Paulo e Minas Gerais, considerados polos econômicos no Brasil. Outro setor que possui considerável influência é a irrigação, constituindo aproximadamente 17% da demanda total. Já os setores de dessedentação animal, abastecimento rural e termoelectricidade apresentam demandas inferiores a 10% do total, sendo os que menos exercem pressão direta nos usos consuntivos de recursos hídricos, com destaque para o abastecimento rural, com apenas 2% das demandas da bacia.

Destaca-se que neste total, não foram consideradas as demandas provenientes das transposições existentes na bacia, que sozinhas somam mais de 120 m³/s. Logo, observa-se que a maior parte das demandas da bacia possuem como fonte as transposições, que visam deslocar o montante hídrico para outras bacias (tendo seu principal destino a bacia hidrográfica do rio Guandu, responsável pelo abastecimento do município do Rio de Janeiro). Além disso, como exposto anteriormente, também não foram considerados os 12,25 m³/s provenientes da evaporação líquida de reservatórios, pois tal valor já está embutido nas disponibilidades hídricas do EDH-PS e não são considerados como usos de recursos hídricos propriamente ditos.

A Figura 6-18 apresenta os tipos de demanda (subterrânea ou superficial) para cada setor usuário. Em termos totais, as demandas de águas superficiais atingem 50,01 m³/s e as demandas de águas subterrâneas 13,01 m³/s, representando uma alta predominância das demandas superficiais (79%). A principal disparidade é observada no setor de irrigação, no

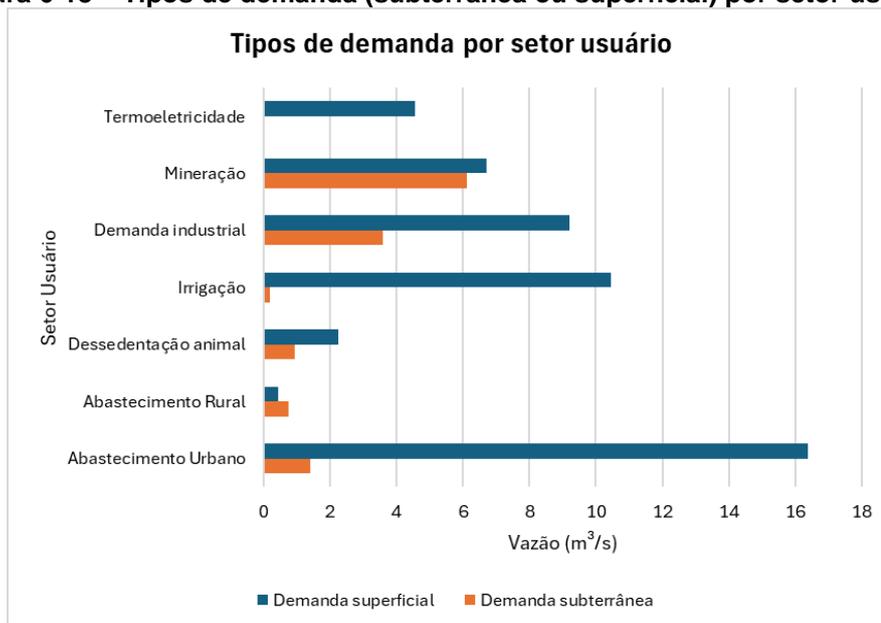
qual o uso subterrâneo é extremamente baixo (2% do total) quando comparado com o uso superficial (98% do total). Outros setores com altas diferenças entre as demandas são o setor de abastecimento urbano (1,41 m³/s de usos subterrâneos e 16,40 m³/s superficiais), e o industrial (3,58 m³/s de usos subterrâneos e 9,20 m³/s de usos superficiais). Dentre os setores com maior uso absoluto de recursos hídricos, nota-se um equilíbrio nos usos apenas no setor de mineração, com 6,12 m³/s de demanda subterrânea e 6,71 m³/s superficial.

Figura 6-17 – Demandas hídricas da bacia do rio Paraíba do sul consolidadas por setores.



Fonte: elaborado pelo Consórcio.

Figura 6-18 – Tipos de demanda (subterrânea ou superficial) por setor usuário.

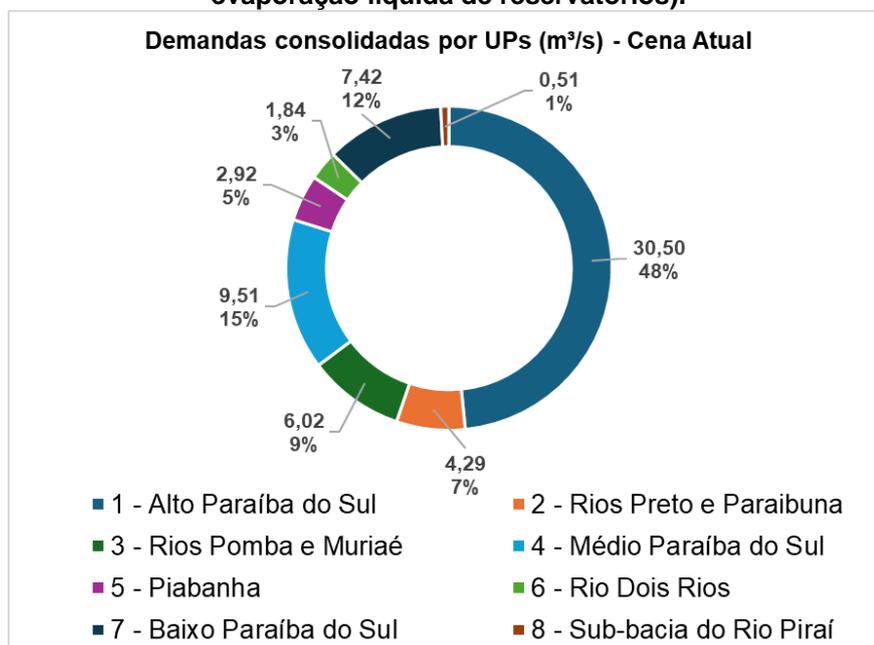


Fonte: elaborado pelo Consórcio.

A Figura 6-19 apresenta a distribuição das demandas hídricas consolidadas por Unidade de Planejamento. Observa-se que a maior predominância nos usos se encontra na UP do Alto Paraíba do Sul, atingindo um percentual de 48% do total da bacia, praticamente metade de toda demanda. Tal UP representa a porção paulista da bacia, logo, tendo em vista que o estado de São Paulo é o mais populoso do país (além do principal centro econômico), nota-se a correlação direta entre o desenvolvimento econômico com o aumento das demandas por recursos hídricos. Em relação as demais UPs, as UPs Médio e Baixo Paraíba do Sul, assim como a UP Rios Pomba e Muriaé possuem demandas intermediárias entre 10% e 20% (15%, 12% e 10% respectivamente), enquanto as demais possuem valores percentuais abaixo de 10%.

Citam-se como polos regionais no setor de dessedentação animal, rios Pomba e Muriaé (23% do total) e Baixo Paraíba do Sul (25% do total); setor de irrigação, rios Pomba e Muriaé (15% do total) e Baixo Paraíba do Sul (23% do total); setor industrial, Médio Paraíba do Sul (37% do total). Ressalta-se que em todos os setores citados acima a UP do Alto Paraíba do Sul também possui altas parcelas das demandas.

Figura 6-19 – Demandas consolidadas da Cena Atual por UPs (sem considerar transposições e evaporação líquida de reservatórios).



Fonte: elaborado pelo Consórcio.

Para resumir os resultados da cena atual, o Quadro 6-20 apresenta os valores consolidados das demandas hídricas da bacia do rio Paraíba do Sul (sem considerar transposições e sem evaporação líquida), tanto por unidade de planejamento como por setor usuário. No Apêndice A é apresentado o mapa de demandas hídricas da cena atual por Ottobacia.

Quadro 6-20 – Valores consolidados das demandas hídricas da bacia do rio Paraíba do Sul na Cena Atual (sem considerar transposições e evaporação líquida de reservatórios).¹⁷

UP	Demandas Hídricas (m³/s) – Cena atual																			
	Abastecimento Urbano			Abastecimento Rural			Dessedentação Animal			Irrigação			Indústria			Mineração			Termelétricas	Total
	Sub.	Sup.	Tot	Sub.	Sup.	Tot	Sub.	Sup.	Tot	Sub.	Sup.	Tot	Sub.	Sup.	Tot	Sub.	Sup.	Tot	Sup.	
1 - Alto Paraíba do Sul	0,81	5,63	6,44	0,23	0,09	0,32	0,17	0,43	0,59	0,05	4,78	4,82	2,997	2,997	5,99	6,11	3,52	9,63	2,71	30,50
2 - Rios Preto e Paraibuna	0,09	1,74	1,83	0,06	0,04	0,10	0,25	0,05	0,30	0,00	0,14	0,14	0,03	0,21	0,25	0,00	1,31	1,31	0,37	4,29
3 - Rios Pomba e Muriaé	0,25	1,76	2,01	0,21	0,00	0,22	0,26	0,49	0,75	0,08	1,48	1,55	0,18	0,46	0,64	0,00	0,61	0,61	0,25	6,02
4 - Médio Paraíba do Sul	0,02	3,12	3,14	0,04	0,04	0,08	0,00	0,32	0,32	0,00	0,30	0,30	0,11	4,57	4,68	0,00	0,52	0,52	0,46	9,51
5 - Piabanha	0,05	0,99	1,05	0,09	0,06	0,15	0,06	0,05	0,11	0,00	0,92	0,92	0,18	0,21	0,38	0,00	0,14	0,15	0,16	2,92
6 - Rio Dois Rios	0,01	0,69	0,69	0,03	0,05	0,08	0,00	0,26	0,26	0,03	0,43	0,46	0,03	0,06	0,08	0,00	0,14	0,14	0,13	1,84
7 - Baixo Paraíba do Sul	0,17	2,20	2,38	0,09	0,14	0,23	0,21	0,60	0,81	0,03	2,38	2,41	0,06	0,57	0,63	0,00	0,47	0,47	0,49	7,42
8 - Sub-bacia do Rio Pirai	0,01	0,27	0,28	0,00	0,02	0,02	0,00	0,05	0,05	0,00	0,02	0,02	0,00	0,13	0,13	0,00	0,01	0,01	0,00	0,51
Total	1,41	16,40	17,81	0,76	0,44	1,20	0,95	2,26	3,20	0,19	10,44	10,63	3,58	9,20	12,79	6,12	6,71	12,83	4,57	63,02

Fonte: elaborado pelo Consórcio.

¹⁷ Os valores de vazão estão dispostos até duas casas decimais. Para não haver perda de informações, os totais foram somados utilizando os números completos.

6.3. COMPARAÇÃO COM ESTUDOS ANTERIORES

6.3.1. Estudos consultados

Além dos dados de demandas atuais consolidadas, apresentadas no capítulo anterior, faz-se necessário para uma análise abrangente a comparação de tais resultados com outros estudos realizados na bacia hidrográfica do rio Paraíba do Sul. Dentre tais estudos, citam-se:

- Plano Integrado de Recursos Hídricos da Bacia Hidrográfica do Rio Paraíba do Sul (PIRH-PS): publicado em 2021, utilizou como fonte para os setores de Mineração e Termelétricas dados provenientes da ANA (ANA, 2017) e para os demais setores dados do SNIRH (SNIRH, 2015)
- Plano Estadual de Recursos Hídricos do Estado de São Paulo (PERH SP): publicado em 2020, utilizou para a estimativa das demandas dados provenientes de cadastros de outorga da ANA e do DAEE em conjunto com metodologias específicas para estimar as vazões requeridas por cada setor, tendo como ano base 2017. Os valores apresentados a seguir são referentes a Unidade de Gerenciamento de Recursos Hídricos (URGHI) 2, porção paulista da bacia do Rio Paraíba do Sul;
- Plano Estadual de Recursos Hídricos do Estado de Minas Gerais (PERH MG): publicado em 2011, em que as estimativas de demanda hídrica consideraram os usos consuntivos das atividades referentes ao abastecimento humano, indústria, irrigação (agricultura), pecuária (manejo e dessedentação) e mineração. Os valores apresentados são referentes às UPs afluentes do rio Paraíba do Sul inseridas no estado de Minas Gerais;
- Plano Estadual de Recursos Hídricos do Estado do Rio de Janeiro (PERHI RJ): publicado em 2014, as demandas setoriais foram extraídas por região hidrográfica e posteriormente agrupadas por tipo de uso. A partir da finalidade dos dados, não foram apresentadas informações a respeito do abastecimento humano rural;
- Planos Diretores de Recursos Hídricos das bacias hidrográficas localizadas no estado de Minas Gerais (PDRH MG): publicados em 2021, utilizando como fonte de dados para as estimativas de demanda hídrica para os setores de Mineração e Termelétricas dados provenientes da ANA (ANA, 2017) e para os demais setores dados do SNIRH (SNIRH, 2015);
- Planos de Recursos Hídricos das bacias hidrográficas localizadas no estado do Rio de Janeiro (PDRH RJ): cada bacia afluente possui planos de recursos hídricos, sendo publicados em 2018 (bacia do rio Piraí) e em 2021 (demais bacias). A articulação

utilizou como fonte para os setores de Mineração e Termelétricas dados provenientes da ANA (ANA, 2017), enquanto para os demais setores foram utilizados os dados publicados no SNIRH em 2015;

- Plano de Bacia Hidrográfica (PBH) da Unidade Hidrográfica de Gerenciamento de Recursos Hídricos 02 (UGRHI 2): correspondendo à porção paulista da bacia, foi publicado em 2021 com dados atualizados em 2019. Para a articulação das demandas atuais, o Plano realizou o levantamento dos bancos de dados de outorgas concedidas pelo DAEE e pela ANA na UGRHI 2 em 2019, tanto para captações de água superficial quanto subterrânea.

A seguir são apresentados os quadros com as demandas estimadas em cada estudo, separados por setor usuário: abastecimento humano urbano (Quadro 6-21), abastecimento humano rural (Quadro 6-22), dessedentação animal (Quadro 6-23), uso industrial (Quadro 6-25), mineração (Quadro 6-26), irrigação (Quadro 6-24) e a demanda total (Quadro 6-27).

Os valores de vazão dos usos consuntivos agrupados na categoria “outros usos” ou “não informado” não foram apresentados conforme os usos apresentados nos quadros anteriores. As metodologias dos estudos anteriores para definição desta categoria não são compatíveis entre si. Em cada estudo, diferentes usos consuntivos foram agrupados na categoria “outros”, o que torna inválida a comparação entre os valores de vazão dos diferentes estudos.

Entretanto, os estudos apresentam metodologia compatíveis de levantamento dos valores totais de vazão das demandas hídricas para a bacia de estudo. Portanto, os valores da categoria “outros usos” dos demais estudos foram considerados no Quadro 6-27, assim como as vazões estimadas do presente estudo no setor de termoeletricidade (os valores de evaporação líquida não foram considerados nos totais, assim como as transposições).

6.3.2. Análise comparativa por setor usuário

A análise das demandas hídricas abastecimento humano urbano (Quadro 6-21), considerando diferentes fontes de dados ao longo do tempo, indicam determinado nível de consistência ao longo do tempo e entre os diferentes estudos. O estudo atual apresenta uma demanda total de abastecimento humano urbano de 17,81 m³/s, destacando valores próximos do PIRH PS e as Estimativas de Uso Consuntivos da ANA, prosseguindo com a tendência de crescimento. É crucial, contudo, que as comparações entre estudos considerem os limites e as áreas de abrangência específicos de cada levantamento para garantir a consistência das análises.

Por exemplo, o PERH-SP de 2017, que abrange apenas a porção paulista da bacia do rio Paraíba do Sul, estimou uma retirada de 12,19 m³/s para abastecimento humano urbano. Ao

restringir a análise do estudo atual à mesma área, o consumo projetado é de 6,44 m³/s, o que representa uma diminuição expressiva em relação à estimativa do PERH-SP. Por outro lado, ainda na porção paulista, se observa que a estimativa da ANA (2022) indicou 6,19 m³/s para a demanda do setor, bem como a estimativa do PIRH-PS, que indicou 5,7 m³/s. Ou seja, as fontes de informação divergem sensivelmente no valor de demanda para a unidade de planejamento Alto Paraíba do Sul. A sensível diferença nesses valores pode ser explicada por alguns motivos:

- Bases de outorgas utilizadas no PERH-SP por exemplo, podem levar a maiores valores para abastecimento humano urbano, uma vez que usualmente se referem a demandas máximas de fim de plano e ao longo do ano;
- As informações utilizadas nos outros estudos trataram-se de médias anuais e para valores presentes, o que leva a valores inferiores;
- As bases de estimativas com informações de população e demandas médias per capita referem-se a valores mais próximos da realidade.

Já no caso do PERHI-RJ (2014), relacionado à porção fluminense da bacia, o estudo apontou uma demanda de 17,62 m³/s para abastecimento humano urbano, próxima ao total projetado para toda a bacia no presente estudo (17,44 m³/s). Observa-se que, na subdivisão por Unidades de Planejamento (UPs), os valores do PERHI-RJ são muito superiores aos do estudo atual e demais estudos (especialmente para a sub-bacia do rio Pirai, que sozinha apresenta demanda de 7,69 m³/s). Por outro lado, os resultados do estudo atual para a porção fluminense apresentaram razoável compatibilidade com os valores da ANA e do PIRH-PS.

Em linhas gerais, verificou-se que as estimativas de demandas hídricas do presente estudo, tanto para abastecimento humano urbano quanto abastecimento humano rural (Quadro 6-22), estão compatíveis com as apresentadas no PIRH-PS (2015 e 2017) e nos usos consuntivos da ANA (2022). Para abastecimento humano urbano, o valor estimado no PIRH-PS e nos usos consuntivos da ANA (2022) foi de, respectivamente, 16,09 m³/s e 17,22 m³/s, frente ao total de 17,81 m³/s do estudo atual. Já para abastecimento humano rural o valor estimado no PIRH-PS e nos usos consuntivos da ANA (2022) foi de, respectivamente, 0,72 m³/s e 0,98 m³/s, frente ao total de 1,2 m³/s do estudo atual. Tais diferenças podem ser atribuídas à tendência de evolução nas demandas ao longo do tempo, assim como metodologias díspares.

Quadro 6-21 – Demandas de abastecimento humano urbano por fonte de dados (m³/s).¹⁸

UP	Demandas Abastecimento Humano Urbano (m³/s)											
	PERH-MG (2011)	PERHI RJ (2014)	PIRH-PS (2015 e 2017)	PDRH MG (2015 e 2017)	PDRH RJ (2015 e 2017)	PERH SP (2017)	PBH UGRHI 2 (2019)		Estimativa de uso consuntivo ANA (2022)	Presente estudo (Cena Atual)		
	-	-	-	-	-	-	subt.	superf.	Total	subt.	superf.	Total
1 - Alto Paraíba do Sul	-	-	5,7	-	-	12,19	1,92	8,57	6,19	0,81	5,63	6,44
2 - Rios Preto e Paraibuna	1,53	-	1,74	1,74	-	-	-	-	1,52	0,09	1,74	1,83
3 - Rios Pomba e Muriaé	1,63	-	1,92	1,92	-	-	-	-	1,71	0,25	1,76	2,01
4 - Médio Paraíba do Sul	-	3,73	2,59	-	2,59	-	-	-	3,44	0,02	3,12	3,14
5 - Piabanha	-	2,04	1,23	-	1,23	-	-	-	1,19	0,05	0,99	1,05
6 - Rio Dois Rios	-	1,08	0,72	-	0,72	-	-	-	0,84	0,01	0,69	0,69
7 - Baixo Paraíba do Sul	-	3,07	2,02	-	2,02	-	-	-	2,1	0,17	2,20	2,38
8 - Sub-bacia do Rio Pirai	-	7,69	0,17	-	0,07	-	-	-	0,23	0,01	0,27	0,28
Total Geral	3,15	17,62	16,09	3,66	6,63	12,19	1,92	8,57	17,22	1,41	16,40	17,81

Fonte: elaborado pelo Consórcio.

¹⁸ Os valores de vazão estão dispostos até duas casas decimais. Para não haver perda de informações, os totais foram somados utilizando os números completos.

Quadro 6-22 – Demandas de abastecimento humano rural por fonte de dados (m³/s).¹⁹

UP	Demandas Abastecimento Humano Rural (m ³ /s)											
	PERH-MG (2011)	PERHI RJ (2014)	PIRH-PS (2015 e 2017)	PDRH MG (2015 e 2017)	PDRH RJ (2015 e 2017)	PERH SP (2017)	PBH UGRHI 2 (2019)		Estimativa de uso consuntivo ANA (2022)	Presente estudo (Cena Atual)		
	-	-	-	-	-	-	subt.	superf.	Total	subt.	superf.	Total
1 - Alto Paraíba do Sul	-	-	0,22	-	-	5,55	0,03	1,73	0,19	0,23	0,09	0,32
2 - Rios Preto e Paraibuna	-	-	0,05	0,05	-	-	-	-	0,04	0,06	0,04	0,10
3 - Rios Pomba e Muriaé	-	-	0,2	0,2	-	-	-	-	0,16	0,21	0,00	0,22
4 - Médio Paraíba do Sul	-	-	0,08	-	0	-	-	-	0,07	0,04	0,04	0,08
5 - Piabanha	-	-	0,1	-	0,1	-	-	-	0,08	0,09	0,06	0,15
6 - Rio Dois Rios	-	-	0,08	-	0,08	-	-	-	0,07	0,03	0,05	0,08
7 - Baixo Paraíba do Sul	-	-	0,18	-	0,1	-	-	-	0,16	0,09	0,14	0,23
8 - Sub-bacia do Rio Pirai	-	-	0,01	-	0,005	-	-	-	0,01	0,00	0,02	0,02
Total Geral	-	-	0,92	0,25	0,28	5,55	0,03	1,73	0,78	0,76	0,44	1,20

Fonte: elaborado pelo Consórcio.

¹⁹ Os valores de vazão estão dispostos até duas casas decimais. Para não haver perda de informações, os totais foram somados utilizando os números completos.

Os dados, apresentados no Quadro 6-23 indicam variações significativas nas demandas de dessedentação animal entre os diferentes estudos ao longo do tempo e nas diversas regiões da bacia do Paraíba do Sul. No estudo atual, o valor total de 3,20 m³/s apresenta um aumento quando comparado a levantamentos anteriores, como o PIRH-PS (2015 e 2017), que registrou 2,11 m³/s. Esse aumento de aproximadamente 52% reflete tanto mudanças no perfil de uso da água quanto metodologias distintas empregadas nos levantamentos. Entre os dois estudos não são observadas mudanças abruptas na divisão das demandas entre as unidades de planejamento, havendo incrementos variados.

Observa-se que os resultados do presente estudo em comparação com os estudos específicos de cada unidade de planejamento seguem um padrão de incremento nas demandas (exceto na Sub-bacia do Rio Piraí, pelo PERI RJ, que sofre uma redução de 0,04 m³/s). As estimativas de uso consuntivo da ANA possuem valores similares com o presente estudo (aumento de 8% do estudo atual em relação aos usos consuntivos da ANA).

Quadro 6-23 – Demandas de dessedentação animal por fonte de dados (m³/s).²⁰

UP	Demandas Dessedentação Animal (m ³ /s)*											
	PERH-MG (2011)	PERHI RJ (2014)	PIRH-PS (2015 e 2017)	PDRH MG (2015 e 2017)	PDRH RJ (2015 e 2017)	PERH SP (2017)	PBH UGRHI 2 (2019)		Estimativa de uso consuntivo ANA (2022)	Presente estudo (Cena Atual)		
	-	-	-	-	-	-	subt.	superf.	Total	subt.	superf.	Total
1 - Alto Paraíba do Sul	-	-	0,41	-	-	0	0	0,04	0,62	0,17	0,43	0,59
2 - Rios Preto e Paraibuna	0,22	-	0,19	0,19	-	-	-	-	0,24	0,25	0,05	0,30
3 - Rios Pomba e Muriaé	0,66	-	0,5	0,50	-	-	-	-	0,67	0,26	0,49	0,75
4 - Médio Paraíba do Sul	-	0,21	0,21	-	0,21	-	-	-	0,34	0,00	0,32	0,32
5 - Piabanha	-	0,09	0,09	-	0,09	-	-	-	0,11	0,06	0,05	0,11
6 - Rio Dois Rios	-	0,16	0,19	-	0,19	-	-	-	0,24	0,00	0,26	0,26
7 - Baixo Paraíba do Sul	-	0,60	0,49	-	0,49	-	-	-	0,68	0,21	0,60	0,81
8 - Sub-bacia do Rio Pirai	-	0,09	0,03	-	0,03	-	-	-	0,04	0,00	0,05	0,05
Total Geral	0,88	1,16	2,11	0,69	1,01	0	0	0,04	2,95	0,95	2,26	3,20

*O ano entre parênteses refere-se ao ano base utilizado no estudo.

Fonte: elaborado pelo Consórcio.

²⁰ Os valores de vazão estão dispostos até duas casas decimais. Para não haver perda de informações, os totais foram somados utilizando os números completos.

A análise do Quadro 6-24 revela que a cena atual apresenta um total de demandas de irrigação de 10,63 m³/s, valor superior à estimativa da ANA (2022), de 7,34 m³/s, indicando um aumento recente. Contudo, ao comparar com estudos mais antigos, como o PIRH-PS (2015 e 2017), que registrou 12,87 m³/s, observa-se uma redução de aproximadamente 17,4%. Essa diferença reflete tanto mudanças no uso do solo quanto variações metodológicas entre os estudos.

As maiores demandas de irrigação continuam sendo supridas por fontes superficiais (10,44 m³/s), enquanto as fontes subterrâneas representam uma fração mínima (0,19 m³/s). Em termos regionais, observa-se uma variação significativa nas demandas ao longo dos anos. No Baixo Paraíba do Sul (RJ), o PIRH-PS estimou 6,62 m³/s, enquanto a cena atual apresenta 2,41 m³/s, uma redução expressiva de 63,6%. Essa diminuição pode ser atribuída a fatores como a mudança no perfil econômico da região, com a diminuição de atividades agrícolas intensivas que demandam grandes volumes de água. Conforme apresentado no capítulo 7.3.4 - Perspectivas da Irrigação, a região rural de Campos dos Goytacases, que fica localizada no Baixo Paraíba do Sul, é a única da bacia que apresenta uma redução bastante acentuada na área irrigada (tanto analisando dados do IBGE quanto do Atlas Irrigação). Portanto, este resultado de uma redução na demanda de irrigação (de 12,87 m³/s no PIRH para 10,63 m³/s no estudo atual) é esperada.

Por outro lado, na unidade de planejamento Alto Paraíba do Sul, as demandas de irrigação aumentaram ligeiramente, com a cena atual estimando 4,82 m³/s, comparado a 2,36 m³/s no PIRH-PS (2015/2017), um crescimento de 104%. Esse comportamento sugere um aumento na atividade agrícola ou diferenças metodológicas entre os dois estudos.

Quadro 6-24 – Demandas de irrigação por fonte de dados (m³/s)²¹

UP	Demandas Irrigação (m ³ /s)*											
	PERH-MG (2011)	PERHI RJ (2014)	PIRH-PS (2015 e 2017)	PDRH MG (2015 e 2017)	PDRH RJ (2015 e 2017)	PERH SP (2017)	PBH UGRHI 2 (2019)		Estimativa de uso consuntivo ANA (2022)	Presente estudo (Cena Atual)		
	-	-	-	-	-	-	subt.	superf.	Total	subt.	superf.	Total
1 - Alto Paraíba do Sul	-	-	2,36	-	-	5,55	0,02	3,24	1,89	0,05	4,78	4,82
2 - Rios Preto e Paraibuna	0,18	-	0,15	0,15	-	-	-	-	0,14	0,00	0,14	0,14
3 - Rios Pomba e Muriaé	2,84	-	1,63	1,63	-	-	-	-	1,09	0,08	1,48	1,55
4 - Médio Paraíba do Sul	-	0,97	0,23	-	0,23	-	-	-	0,49	0,00	0,30	0,30
5 - Piabanha	-	10,22	0,89	-	0,89	-	-	-	1,85	0,00	0,92	0,92
6 - Rio Dois Rios	-	3,17	0,97	-	0,97	-	-	-	0,9	0,03	0,43	0,46
7 - Baixo Paraíba do Sul	-	5,47	6,62	-	6,62	-	-	-	0,97	0,03	2,38	2,41
8 - Sub-bacia do Rio Pirai	-	0,88	0,02	-	0,01	-	-	-	0,02	0,00	0,02	0,02
Total Geral	3,02	20,71	12,87	1,78	8,72	5,55	0,02	3,24	7,34	0,19	10,44	10,63

*O ano entre parênteses refere-se ao ano base utilizado no estudo.

Fonte: elaborado pelo Consórcio.

²¹ Os valores de vazão estão dispostos até duas casas decimais. Para não haver perda de informações, os totais foram somados utilizando os números completos.

A análise das demandas hídricas para uso industrial (Quadro 6-25), considerando diferentes fontes de dados ao longo do tempo, evidencia tendências importantes relacionadas ao crescimento desse uso. O estudo atual, realizado com base em informações de 2024, apresenta um total de 12,79 m³/s, indicando uma alteração em relação a estimativas anteriores. Contudo, é essencial observar que a comparação entre estudos deve considerar os limites e as áreas de abrangência específicos de cada levantamento para que as análises sejam consistentes. Por exemplo, o PERH-SP de 2017, que abrange apenas a porção paulista da bacia do Paraíba do Sul, apresenta um consumo estimado de 5,67 m³/s. Ao restringir a análise do estudo atual à porção paulista, o consumo projetado é de 5,99 m³/s. Isso representa um aumento moderado, mas significativo, de cerca de 5,8% em relação ao levantamento anterior, o que reflete uma ampliação gradual da demanda industrial nessa região específica. Nota-se que o estudo relacionado à porção fluminense da bacia (PERHI-RJ) apresenta maior diferença em relação aos resultados desse estudo e mesmo suas bases de outorgas. O valor apresentado no PERHI-RJ apenas para as demandas no Rio de Janeiro de 68,27 m³/s é maior do que a demanda total da bacia do rio Paraíba do Sul estimada no presente estudo, e 11,5 vezes maior do que a demanda das UPs referentes à porção fluminense da bacia calculada neste estudo. Logo, notam-se diferenças extremas em termos metodológicos.

Quando se considera o consumo total da bacia do Paraíba do Sul, o PIRH-PS (2015 e 2017), que cobre a mesma área de abrangência do estudo atual, estimou um total de 16,88 m³/s. Comparado ao valor atual de 12,79 m³/s, observa-se uma redução de 24,2%. Essa diferença pode ser atribuída a alterações nos métodos de levantamento de dados, atualizações em projeções de demanda industrial ou mudanças reais no consumo hídrico em função de fatores econômicos e ambientais.

Outra comparação relevante é com o estudo mais recente da ANA (2022), que estima um consumo consuntivo total de 5,64 m³/s. Esse valor é significativamente inferior ao estimado no presente estudo, indicando que os métodos e premissas utilizados pelo manual de usos consuntivos contém grandes incertezas associadas. Isso se deve ao fato de que o manual de usos consuntivos realiza as estimativas desse setor de maneira indireta por meio de uma matriz de coeficientes técnicos que representa as relações de usos das águas nas diferentes tipologias (vazão média por empregado, por tipologia industrial) aplicados ao número de trabalhadores de determinada tipologia em determinado município, utilizando como base de dados de número de trabalhadores o Relatório Anual de Informações Sociais (RAIS). Neste caso, percebe-se que o uso do método supracitado levou a uma subestimativa significativa nas demandas.

Quadro 6-25 – Demandas de uso industrial por fonte de dados (m³/s).²²

UP	Demandas Uso Industrial (m³/s)*											
	PERH-MG (2011)	PERHI RJ (2014)	PIRH-PS (2015 e 2017)	PDRH MG (2015 e 2017)	PDRH RJ (2015 e 2017)	PERH SP (2017)	PBH UGRHI 2 (2019)		Estimativa de uso consuntivo ANA (2022)	Presente estudo (Cena Atual)		
	-	-	-	-	-	-	subt.	superf.	Total	subt.	superf.	Total
1 - Alto Paraíba do Sul	-	-	4,4	-	-	5,67	1,41	4,32	2,13	2,997	2,997	5,99
2 - Rios Preto e Paraibuna	0,14	-	2,18	2,18	-	-	-	-	0,29	0,03	0,21	0,25
3 - Rios Pomba e Muriaé	0,26	-	0,85	0,85	-	-	-	-	0,45	0,18	0,46	0,64
4 - Médio Paraíba do Sul	-	16,89	7,62	-	7,62	-	-	-	1,8	0,11	4,57	4,68
5 - Piabanha	-	0,57	0,09	-	0,09	-	-	-	0,42	0,18	0,21	0,38
6 - Rio Dois Rios	-	0,26	0,03	-	0,03	-	-	-	0,14	0,03	0,06	0,08
7 - Baixo Paraíba do Sul	-	14,61	1,53	-	1,53	-	-	-	0,31	0,06	0,57	0,63
8 - Sub-bacia do Rio Pirai	-	35,94	0,18	-	0	-	-	-	0,09	0,00	0,13	0,13
Total Geral	0,4	68,27	16,88	3,03	9,27	5,67	1,41	4,32	5,64	3,58	9,20	12,79

*O ano entre parênteses refere-se ao ano base utilizado no estudo.

Fonte: elaborado pelo Consórcio.

²² Os valores de vazão estão dispostos até duas casas decimais. Para não haver perda de informações, os totais foram somados utilizando os números completos.

A análise das demandas hídricas do setor de mineração, apresentada no Quadro 6-26, indica variações significativas entre os diferentes estudos ao longo do tempo e nas diversas regiões da bacia do rio Paraíba do Sul. No presente estudo, o valor total de 12,83 m³/s representa um aumento significativo quando comparado a levantamentos anteriores, como o PIRH-PS (2015 e 2017), que registrou um total de 0,13 m³/s, e a estimativa de uso consuntivo ANA (2022) com um total de 0,08 m³/s. Esse aumento expressivo é causado principalmente pela Região Hidrográfica do Paraíba do Sul em seu trecho paulista, referente à unidade de planejamento Alto Paraíba do Sul, que sozinha representa cerca de 75% das demandas atuais. O próprio PERH SP apresenta um valor nulo para os usos de mineração nesta região, indicando que tais diferenças são provenientes das metodologias e bases de dados utilizadas para o cálculo das demandas em cada estudo.

Observa-se que os resultados, apresentados no Quadro 6-26, revelam variações de valores entre os estudos, evidenciando uma variabilidade nas fontes de dados em específico para o setor de mineração (outorgas e dados da Agência Nacional de Mineração – ANM). Enquanto o estudo atual utilizou de dados de outorgas para estimativa das demandas, os principais estudos anteriores (ANA e PIRH-PS) utilizaram de coeficientes e índices de produção mineral, o que aparentemente subestima os valores de demandas hídricas para o setor.

Quadro 6-26 – Demandas de mineração por fonte de dados (m³/s).²³

UP	Demandas Mineração (m ³ /s)*											
	PERH-MG (2011)	PERHI RJ (2014)	PIRH-PS (2015 e 2017)	PDRH MG (2015 e 2017)	PDRH RJ (2015 e 2017)	PERH SP (2017)	PBH UGRHI 2 (2019)		Estimativa de uso consuntivo ANA (2022)	Presente estudo (Cena Atual)		
	-	-	-	-	-	-	subt.	superf.	Total	subt.	superf.	Total
1 - Alto Paraíba do Sul	-	-	0,05	-	-	0	0	0,13	0,04	6,11	3,52	9,63
2 - Rios Preto e Paraibuna	0,02	-	0,01	0,01	-	-	-	-	0	0,00	1,31	1,31
3 - Rios Pomba e Muriaé	4,11	-	0,03	0,03	-	-	-	-	0,02	0,00	0,61	0,61
4 - Médio Paraíba do Sul	-	0,27	0,01	-	0,01	-	-	-	0	0,00	0,52	0,52
5 - Piabanha	-	0,03	0,01	-	0,01	-	-	-	0,01	0,00	0,14	0,15
6 - Rio Dois Rios	-	0,01	0,01	-	0,01	-	-	-	0	0,00	0,14	0,14
7 - Baixo Paraíba do Sul	-	1,12	0,01	-	0,01	-	-	-	0,01	0,00	0,47	0,47
8 - Sub-bacia do Rio Pirai	-	0,11	0	-	0	-	-	-	0	0,00	0,01	0,01
Total Geral	4,13	1,54	0,13	0,04	0,04	0	0	0,13	0,08	6,12	6,71	12,83

*O ano entre parênteses refere-se ao ano base utilizado no estudo.

Fonte: elaborado pelo Consórcio.

²³ Os valores de vazão estão dispostos até duas casas decimais. Para não haver perda de informações, os totais foram somados utilizando os números completos.

6.3.3. Análise comparativa do total de demandas

Os dados apresentados no Quadro 6-27 indicam variações nas demandas totais entre os diferentes estudos ao longo do tempo e nas diversas regiões da bacia do Paraíba do Sul. No estudo atual, o valor total de 63,02 m³/s (sem considerar transposições e evaporação líquida) apresenta um aumento quando comparado a levantamentos anteriores, como o PIRH-PS (2015 e 2017), que registrou 50,8 m³/s. A principal diferença pode ser observada na UP do Alto Paraíba do Sul, que praticamente dobra seus valores de demanda entre os estudos. Quando comparado com o estudo de ANA (2022), esse aumento é ainda maior, saindo de 35,2 m³/s para os atuais 63 m³/s. Esse aumento pode ser explicado, tanto em função de mudanças no uso da água quanto metodologias distintas empregadas nas estimativas de demandas hídricas.

Quadro 6-27 – Total de demandas hídricas da bacia do rio Paraíba do Sul por fonte de dados (m³/s).²⁴

UP	Total de Demandas (m³/s)*											
	PERH-MG (2011)	PERHI RJ (2014)	PIRH-PS (2015 e 2017)	PDRH MG (2015 e 2017)	PDRH RJ (2015 e 2017)	PERH SP (2017)	PBH UGRHI 2 (2019)		Estimativa de uso consuntivo ANA (2022)	Estudo atual		
	-	-	-	-	-	-	subt.	superf.	superf.	subt.	superf.	Total
1 - Alto Paraíba do Sul	-	-	14,26	-	-	24,19	3,97	24,93	12,16	10,35	20,15	30,50
2 - Rios Preto e Paraibuna	2,08	-	4,37	4,37	-	-	-	-	2,30	0,45	3,85	4,29
3 - Rios Pomba e Muriaé	9,50	-	5,13	5,13	-	-	-	-	4,10	0,98	5,04	6,02
4 - Médio Paraíba do Sul	-	22,08	10,74	-	10,74	-	-	-	6,14	0,17	9,34	9,51
5 - Piabanha	-	12,95	2,41	-	2,41	-	-	-	3,67	0,39	2,53	2,92
6 - Rio Dois Rios	-	4,69	2,00	-	2,00	-	-	-	2,18	0,09	1,75	1,84
7 - Baixo Paraíba do Sul	-	24,88	11,48	-	11,48	-	-	-	4,23	0,57	6,85	7,42
8 - Sub-bacia do Rio Pirai	-	44,71	0,4	-	0,12	-	-	-	0,40	0,01	0,50	0,51
Total Geral	11,58	109,30	50,79	9,50	26,75	24,19	3,97	24,93	35,18	13,01	50,01	63,02

*O ano entre parênteses refere-se ao ano base utilizado no estudo.

Fonte: elaborado pelo Consórcio.

²⁴ Os valores de vazão estão dispostos até duas casas decimais. Para não haver perda de informações, os totais foram somados utilizando os números completos.

7. CENÁRIOS DE DEMANDAS HÍDRICAS

Este capítulo apresenta os estudos realizados para construção dos cenários alternativos futuros da bacia do rio Paraíba do Sul, considerando horizontes de cinco (2030), dez (2035), quinze (2040) e vinte anos (2045) vindouros. No Item 7.1 são apresentados estudos referência para planejamento em recursos hídricos da bacia do rio Paraíba do Sul, que ajudaram a subsidiar a confecção dos cenários para a bacia. No Item 7.2 são apresentadas mudanças de grandes amplitudes, as quais norteiam as dinâmicas específicas dos setores no território da bacia do rio Paraíba do Sul. As dinâmicas setoriais locais são trabalhadas ao nível das atividades econômicas geradoras de demandas hídricas, sendo apresentadas no Item 7.3.

7.1. PLANEJAMENTOS REFERENCIAIS EM RECURSOS HÍDRICOS

Neste item, apresenta-se uma análise dos planejamentos existentes relacionados à bacia hidrográfica do rio Paraíba do Sul, com o objetivo de mapear elementos de prognóstico e estabelecer os elementos-chave que portam o seu futuro. A pesquisa foi conduzida com base em diferentes aspectos do planejamento, considerando o horizonte temporal das ações e as demandas hídricas articuladas para os períodos.

Primeiramente, buscou-se identificar as demandas hídricas por setor usuário, refletindo as necessidades antevistas dos setores econômicos. Buscou-se também as premissas de articulação futura para a estimativa dessas demandas, tal como crescimento populacional e econômico e suas justificativas (crescimento industrial, agrícola, populacional, Produto Interno Bruto – PIB etc.). Outro elemento apresentado, sempre que aclarado nos instrumentos pesquisados, foram as taxas de crescimento dos setores econômicos.

O objetivo dessa busca e sistematização é a integração dessas informações para a confecção dos cenários futuros para a bacia, considerando o que já fora previsto e o que de fato foi selado com o tempo, proporcionando uma base robusta para a articulação das demandas hídricas.

Os seguintes instrumentos de planejamento foram avaliados:

- Plano Integrado de Recursos Hídricos da Bacia Hidrográfica do Rio Paraíba do Sul – PIRH Paraíba do Sul;
- Plano Estadual de Recursos Hídricos do Estado de São Paulo – PERH SP;
- Plano Estadual de Recursos Hídricos do Estado de Minas Gerais – PERH MG;
- Plano Estadual de Recursos Hídricos do Estado do Rio de Janeiro – PERHI RJ; e
- Planos integrados das bacias afluentes estaduais

- Plano Diretor de Recursos Hídricos – Rios Preto e Paraibuna;
- Plano Diretor de Recursos Hídricos da Bacia Hidrográfica dos Afluentes Mineiros dos Rios Pomba e Muriaé;
- Plano de Bacia da Região Hidrográfica do Baixo Paraíba do Sul e Itabapoana;
- Plano de Bacia da Região Hidrográfica do Médio Paraíba do Sul;
- Plano de Bacia da Região Hidrográfica do Rio Piabanha e Sub-Bacias Hidrográficas dos Rios Paquequer e Preto (RH-IV);
- Plano de Bacia da Região Hidrográfica do Rio Dois Rios;
- Plano Estratégico de Recursos Hídricos das Bacias Hidrográficas dos Rios Guandu, da Guarda e Guandu-Mirim.

Nos Apêndices B e C está apresentada uma breve descrição de seus elementos de prognóstico, cabendo aqui tecer as conclusões que desse rico conjunto de dados emergem. As comparações de dados e informações de prognóstico se revela complexa pela variedade de premissas adotadas entre diferentes documentos, uma característica própria de exercícios de prospecção de conjunturas futuras como aqueles empregados para a estimativa de demandas hídricas. Além disso, a análise e sistematização dos elementos de prognóstico nos documentos considerados revelou discrepâncias em relação ao detalhamento de informações e fornecimento de dados segmentados, a exemplo do PIRH-PS, que não traz em seu relatório final, resultados das projeções de demandas hídricas por Unidade de Hidrográfica de Planejamento ou setor usuário, apenas apresentando valores totais de demanda no curto, médio e longo prazo.

Outro fator influenciando a comparabilidade dos resultados das projeções de demandas hídricas é a diferença entre horizontes temporais e a quantidade de cenários prospectivos adotados. Os Planos analisados - de abrangência federal, estadual ou regional - foram elaborados em diferentes épocas e para períodos distintos. Os Planos de Recursos Hídricos dos estados de Minas Gerais e Rio de Janeiro foram publicados há mais de dez anos e ainda estarão vigentes até o final desta década. Por outro lado, o Plano Estadual de Recursos Hídricos de São Paulo é revisado a cada quatro anos.

Nesse contexto, mais que valores absolutos de demandas hídricas, a análise de dados e informações disponíveis de prognóstico deve fornecer subsídios teóricos para a definição de uma abordagem prospectiva alinhada com as características da região. De maneira geral, a maior parte dos documentos analisados partiu de base de dados comuns, como levantamentos e projeções do IBGE e cadastros de outorgas, e assumiu premissas para a definição de taxas de crescimento de acordo com os cenários adotados.

Tais cenários geralmente representam pelo menos três conjunturas de desenvolvimento: uma tendencial; uma de característica inferior - representando trajetórias econômicas menos favoráveis - e outra de característica superior - correspondendo a trajetórias econômicas mais favoráveis. Nesse sentido, a análise das premissas adotadas nos diferentes planos evidenciou a importância em se definir cenários que representem situações de interesse, bem como capacidades reais dos sistemas de gestão de recursos hídricos.

Para além dos cenários prospectivos adotados, premissas específicas por setor usuário devem ser definidas de forma a refletir as características esperadas de cada conjectura. Tais premissas se relacionam, por exemplo, com as expectativas de crescimento populacional, índices de perdas na rede de distribuição, crescimento potencial da atividade industrial, medidas de eficiência empregadas no setor produtivo, capacidade de expansão de áreas irrigadas e do rebanho no setor de pecuária, entre outros.

No contexto da bacia do Rio Paraíba do Sul, uma das principais fontes de dados é o PIRH-PS, o Plano Integrado de Recursos Hídricos da Bacia Hidrográfica do Rio Paraíba do Sul, que avalia critérios quantitativos e qualitativos para todas as unidades de gestão inseridas na bacia como um todo, abrangendo os três estados. Em seu prognóstico, o PIRH-PS considera três cenários prospectivos, definidos principalmente pela taxa de crescimento do PIB, fixada em três faixas: 2,2%; 2,9% e 3,4%. Além disso, para as projeções setoriais, este Plano adota parâmetros de cenários elaborados pela Empresa de Pesquisa Energética, marcado mais por seu caráter macroeconômico. A metodologia adotada no PIRH-PS é replicada para os Planos de Bacia Hidrográfica dos afluentes mineiros e fluminenses da Bacia.

O Quadro 7-1 apresenta a compilação dos resultados de demandas hídricas totais projetadas para o final do horizonte temporal por Região Hidrográfica e fonte de dado consultada, trazendo os limites inferiores e superiores dos resultados, conforme os cenários prospectivos adotados em cada documento.

É possível observar que as variações constatadas entre as demandas hídricas atuais obtidas por diferentes fontes se mantêm entre as demandas projetadas, por exemplo entre os resultados para a porção paulista da bacia do rio Paraíba do Sul no PERH-SP e no PBH-UGRHI 2, de forma que os valores na primeira fonte em 2050 correspondem a quase metade dos da segunda fonte, projetados para 2031.

Outras discrepâncias notáveis ocorrem entre os valores obtidos pelo PERHI-RJ e pelos PBHs das regiões hidrográficas do Médio e Baixo Paraíba do Sul que, mesmo assumindo horizontes

finais similares - 2030 e 2033, respectivamente - apresentam resultados duas vezes maiores na primeira fonte em relação às outras duas

Como salientado, os diferentes planos analisados foram elaborados em momentos distintos de tempo, bem como apresentam premissas distintas, especialmente em relação à adoção das taxas de crescimento que balizam as projeções de demanda. Embora haja dificuldade de se aplicar no presente estudo algum resultado objetivo dos cenários avaliados, como demonstra com evidência o Quadro 7-1, nota-se que algumas tendências abordadas são persistentes e são consistentemente apresentadas, mesmo nos planos que distam em quase uma década entre si. Outras tendências são referenciadas como possibilidades de ocorrência em alguns dos cenários, mas não se consolidaram na prática, ao menos não no intervalo transcorrido até o presente momento.

Torna-se possível, então, identificar as tendências comuns aos planos, lidas por setor usuário de recursos hídricos da bacia hidrográfica do rio Paraíba do Sul, o que auxilia a entender como as demandas atuais podem evoluir no tempo. Destacam-se aqui os elementos dos cenários econômicos e populacionais que podem ser tidos como contemporâneos, seja na verificação de sua ocorrência, seja na verificação de sua não ocorrência.

Para a demanda hídrica do setor de abastecimento humano em área urbana, é ubíqua a vinculação com o crescimento populacional urbano. Os planos notam uma tendência de leve acréscimo na maior parte dos cenários, enquanto em outros o crescimento pode apresentar estabilidade ou até redução em determinadas regiões. Dessa forma, foram previstos crescimentos moderados na demanda por água para o setor, impulsionados pelo aumento populacional e pela urbanização.

Nos cenários de maior dinamismo econômico, sempre se espera que a bacia atraia mais população devido ao aumento de empregos no setor industrial, embora a realidade aponte, de forma geral, para um baixo crescimento populacional independente do rumo da economia. Nenhum dos planos fez uso dos resultados do Censo Demográfico mais recente (2022), que acaba por consolidar diversas das expectativas acerca da redução nos ritmos de crescimento da população urbana, em especial na região Sudeste.

.

Quadro 7-1 – Limite inferior e superior das demandas hídricas totais projetadas para o final do horizonte temporal por Região Hidrográfica e fonte de dado.

Região hidrográfica	PIRH-PS (2021)	PERH-SP (2023)	PERHI-RJ (2014)	PBH-UGRHI 2 (2019)	PDRH - PS1 (2021)	PDRH - PS2 (2021)	PBH RH-IX (2021)	PBH RH-III (2021)	PBH RH-IV (2021)	PBH RH-VII (2021)	PHB - GUANDU (2019)
1 - Paraíba do Sul (SP)	-	11,08; 15,05	-	18,69; 20,68	-	-	-	-	-	-	-
2 - Preto e Paraibuna (MG)	-	-	-	-	7,08; 7,61	-	-	-	-	-	-
3 - Pomba e Muriaé (MG)	-	-	-	-	-	10,26; 23,56	-	-	-	-	-
4 - Médio Paraíba do Sul (RJ)	-	-	27,55; 28,88	-	-	-	-	13,7; 14,03 ²⁵	-	-	-
5 - Piabanha (RJ)	-	-	3,53; 3,39	-	-	-	-	-	3,87; 4,09	-	-
6 - Rio Dois Rios (RJ)	-	-	2,30; 2,20	-	-	-	-	-	-	3,61; 3,88	-
7 - Baixo Paraíba do Sul (RJ)	-	-	29,66; 31,45	-	-	-	16,88; 18,06	-	-	-	-
8 - Sub-Bacia Rio Pirai (RJ)	-	-	0,163; 0,157	-	-	-	-	-	-	-	0,46; 0,80
Total Geral	76,37; 86,60	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Horizontes temporais: PIRH-PS; RH-IX; RH-III; RH-IV; RH-VII – 2033 PERH-SP – 2050 PERHI-RJ – 2030 PBH-UGRHI 2 – 2031 PS1; PS2 – 2038 GUANDU – 2042											

Fonte: elaborado pelo Consórcio a partir dos planos consultados e apresentados no Apêndice.

²⁵ Na RH III, a maior vazão projetada ao fim do horizonte temporal ocorre no cenário Tendencial.

Observa-se também que os planos citam a grande necessidade de investimentos em infraestrutura hídrica para atender ao crescimento populacional urbano, com expectativas de investimentos na redução das perdas nos sistemas de distribuição de água nos cenários econômicos mais intensos. Observa-se, no entanto, que estas perspectivas não foram alcançadas - perdas ainda significativas persistem, especialmente nos sistemas de abastecimento dos municípios mais populosos.

Já para o abastecimento da população rural, há convergência entre os planos na visão de uma redução dessa população na maioria dos cenários, com exceção de algumas regiões nas quais pode haver um leve crescimento. Nos cenários de maior dinamismo econômico, coloca-se a migração para áreas urbanas como sendo ainda mais acentuada. Observa-se que, de fato, a migração da população rural para áreas urbanas ocorreu, mas não no ritmo tão forte quanto se esperava. O resultado efetivo aponta para uma ligeira queda na demanda hídrica rural, com algumas regiões apresentando estabilidade ou até aumento devido à manutenção das atividades agropecuárias, principalmente de cunho familiar.

O setor usuário industrial apresenta variações muito significativas entre os cenários, o que é consistente nos diversos planos. Ou seja, é de fato muito difícil prever o comportamento das demandas desse setor usuário, devido, entre outros: (i) a dificuldade de antever seu crescimento; (ii) a dificuldade de espacializar o crescimento, caso ocorra; e (iii) a dificuldade de prever o desenrolar tecnológico de setores que podem reduzir suas taxas unitárias de retirada e consumo de água.

O que se nota ubíquo, então, é a vinculação das demandas hídricas do setor industrial às variações previstas para seu Valor Adicionado Bruto (VAB). Uma vez que os planos analisados não observaram perspectivas de forte crescimento industrial, nos cenários tendenciais se projeta um crescimento de forma apenas moderada, em conjunto com o aumento na eficiência hídrica e investimentos em tecnologias mais limpas. Em cenários mais otimistas, apenas, previa-se uma recuperação industrial mais robusta.

Na realidade, observa-se que o crescimento industrial foi inferior ao esperado até nos cenários tendenciais. Como se destaca no próximo item, a tendência de desindustrialização segue seu curso, mascarada pelo avanço de poucos setores industriais de alta relevância e competitividade. As crises hídricas e as perspectivas sóbrias dos efeitos das mudanças do clima tendem a acelerar a adoção de práticas de eficiência hídrica na indústria, embora as políticas voltadas para o reuso da água e a produção mais limpa não foram e não tendem a ser implementadas.

O setor usuário de irrigação, ao contrário do setor industrial, cresceu como previsto, superando inclusive alguns cenários de maior intensidade. De forma geral, a previsão dos planos é de acréscimo na área irrigada, com um aumento consequente nas demandas hídricas para a agricultura irrigada. Observa-se que, de fato, essa expansão ocorreu, especialmente nas culturas que utilizam pivôs centrais, valendo lembrar que são poucos na bacia. No entanto, a adoção de tecnologias mais eficientes tem sido desigual entre as regiões da bacia, o que significa que algumas áreas ainda apresentam um uso intensivo de água. Também se observa que as políticas públicas que incentivem a eficiência no uso da água e tecnologias avançadas de irrigação - apontadas como necessárias nos planos - não foram implementadas, e tampouco tendem a ser.

Já para o setor usuário de dessedentação animal, as projeções indicam um crescimento moderado, com taxas inferiores ao VAB agropecuário brasileiro. Nos cenários de maior dinamismo econômico, espera-se um aumento mais significativo na demanda hídrica. Dessa forma, e de modo geral, esperava-se um crescimento moderado da demanda hídrica desse setor. Verifica-se que, de fato, o crescimento da pecuária não foi muito intenso, mas tampouco foi modesto. Observa-se, ademais, a manutenção generalizada de práticas de manejo tradicionais, que tendem a continuar. Embora o manejo mais eficiente dos recursos hídricos para a criação animal seja ainda possível e crível, ainda restam incertezas acerca da velocidade de sua adoção. Nota-se que nenhum dos planos mencionados faz referência explícita à aquicultura, especialmente à criação de tilápias - atividade essa que cresceu de forma exponencial na última década.

O olhar prospectivo é e sempre será envolto em muitas incertezas, o que faz com que seja impreterível revisitar e atualizar constantemente o planejamento para refletir novas realidades e perspectivas. Prospectar o futuro é incerto e trabalhoso, uma forma de utopia²⁶.

7.2. MUDANÇAS DE GRANDE AMPLITUDE

As mudanças de grande amplitude podem ser tidas como “sementes de futuro”: fatos ou sinais que têm origem no passado e no presente e que sinalizam possibilidades de eventos vindouros que podem ou não “germinar e dar frutos”. Essas sementes de futuro abrigam e norteiam as dinâmicas específicas dos setores no território da bacia do rio Paraíba do Sul.

²⁶ "A utopia está lá no horizonte. Me aproximo dois passos, ela se afasta dois passos. Caminho dez passos e o horizonte corre dez passos. Por mais que eu caminhe, jamais alcançarei. Para que serve a utopia? Serve para isso: para que eu não deixe de caminhar." Trecho de: GALEANO, E. As palavras andantes. Gravuras de J. Borges. Porto Alegre, RS: L&PM, 2017.

No âmbito de influência nos recursos hídricos, destacam-se as "sementes de futuro" identificadas e descritas qualitativamente no Plano Nacional de Recursos Hídricos (Brasil, 2022). As tendências e incertezas identificadas foram usadas para conformar os cenários do PNRH 2022-2040 e atuam, assim, como as forças motrizes dos próprios cenários para a bacia do rio Paraíba do Sul.

Algumas são classificadas como "tendências de peso" por já ser notadas e das quais se espera manutenção de sua influência. A primeira destas é de alterações no regime hidrológico devido às mudanças climáticas. O tema é transversal e amplo, com interface clara com padrões de uso e ocupação do solo. Nesse sentido, vale destacar que as mudanças de padrões de uso e ocupação do solo podem influenciar diretamente o regime hidrológico de uma bacia hidrográfica, com incremento ou redução de demandas ou mesmo sua variação sazonal. A importância da tendência é tamanha que suas repercussões sobre as demandas hídricas são objeto de um produto específico deste estudo.

A pressão por crescimento econômico, geração de emprego e renda é outra das tendências de peso identificadas pelo PNRH. As repercussões na base produtiva da economia podem apresentar modificações de interesse, inclusive com questões voltadas à melhoria na eficiência do uso da água pelos setores usuários com incremento de reuso ou otimização de demandas, apresentando uma análise detalhada no item 7.2.1.

O crescimento da população também é considerado pelo PNRH como uma tendência de peso. A demografia, afinal, é fundamental na composição das demandas hídricas. Resultados do último recenseamento da população, assim como de novas perspectivas demográficas, são abordadas em detalhes no item 7.3.1

Uma outra tendência de peso trazida pelo PNRH aponta para uma produção agropecuária crescente e mais tecnificada. Trata-se de tema de grande repercussão nas demandas hídricas, condicionando usos como irrigação, dessedentação animal e aquicultura e também influenciando aspectos de uso e ocupação do solo, bem como a melhoria na eficiência de usos da água. Os itens de prospecção setorial abordam cada setor relevante.

A última das tendências de peso identificadas pelo PNRH é oriunda das demandas socioambientais: melhorias na distribuição de renda e na proteção ambiental. Essa dimensão é indiretamente abordada na concepção das variações de maior ou menor intensidade de crescimento das prospecções setoriais respectivas.

Além das tendências de peso, os cenários do PNRH também abordam incertezas críticas. Estes são fatores de muito grande amplitude que devem influenciar substancialmente os

cenários, o conteúdo e a tomada de decisões estratégicas. Embora as repercussões das incertezas críticas tendam a ter grande magnitude, seu tratamento no âmbito deste estudo se restringe ao contexto dado para as considerações de maior ou menor crescimento da pressão pelos recursos hídricos.

Uma das incertezas na dimensão sociedade/ambiente envolve as exigências globais em torno do meio ambiente e da equidade social. Outras incertezas críticas são de natureza econômica, como a crescente demanda mundial por produtos brasileiros e a produção industrial e mineral. Essas variações estão ligadas a cenários globais, que podem ou não manter altos níveis de comércio internacional e compromisso do Brasil com demandas ESG (*Environmental, Social and Governance*) (ambientais e sociais) dos países importadores. Além disso, o Brasil pode ou não investir em sua base produtiva para atender essas demandas sem enfrentar restrições internas.

Cenários globais favoráveis, aliados ao desenvolvimento econômico interno e ao cumprimento das demandas ESG, permitem uma expansão sustentada da produção sem restrições externas. Já um cenário global desfavorável limita as exportações brasileiras, exceto para países com dificuldades em atender suas necessidades alimentares e de minérios. No entanto, um cenário externo negativo não implica necessariamente retração econômica, pois o mercado interno pode compensar essas dificuldades com maior autonomia.

Embora os cenários elaborados não contemplem todas as incertezas críticas, a combinação de perspectivas econômicas internas e externas impacta diretamente o crescimento econômico, mudanças de uso e ocupação do solo e as pressões sobre os recursos hídricos. Assim, a repercussão tende a estar refletida nos cenários econômicos de maior ou menor pressão pelos recursos hídricos. Cabe, ainda, aos gestores da bacia monitorar as incertezas, permitindo respostas oportunas aos desafios futuros.

7.2.1. Perspectivas de Crescimento Econômico

No âmbito das perspectivas de crescimento econômico nacional, destaca-se a Estratégia Federal de Desenvolvimento para o Brasil (EFD) no período de 2020 a 2031 (EFD 2020-2031), última visão de longo prazo editada pelo Governo Federal, instituída pelo Decreto nº 10.531 de 26 de outubro de 2020.

A EFD estabelece três cenários para o Brasil até 2031, sendo um deles o cenário de referência, que pressupõe estabilidade macroeconômica com reformas que viabilizariam o equilíbrio fiscal de longo prazo, permitindo a retomada de uma trajetória de crescimento sustentado. Nesse cenário, há apenas melhorias marginais nas reformas microeconômicas;

o crescimento econômico seria baseado em ocupação da elevada capacidade ociosa atualmente disponível sendo, portanto, modesto e decrescente, devido ao fim do bônus demográfico. A taxa de investimento aumenta um pouco em relação à atual, que está baixa em função da recente recessão. O cenário projeta um crescimento médio anual do Produto Interno Bruto (PIB) de 2,2% que, considerando um crescimento da população de 0,6%, resulta em uma ampliação do PIB per capita de 1,6% ao ano.

Já o cenário transformador considera um conjunto mais amplo de reformas que impulsionaria o aumento da produtividade geral da economia e da taxa de investimento, sobretudo em infraestrutura; além do avanço mais intenso da escolaridade e, por conseguinte, de ganhos em termos do capital humano e da taxa de participação da população em idade ativa. As reformas requeridas para o equilíbrio fiscal e as reformas estruturais mais profundas promovem uma melhora qualitativa e substancial da economia, que cresce em média à taxa de 3,5%, gerando um crescimento médio anual do PIB per capita de 2,9%.

Por último, como cenário contrafactual, especula-se sobre o desequilíbrio fiscal, cujas consequências dramáticas confluiriam para o risco de insolvência do Estado. Nesse cenário, a ausência de reformas que permitam conter a elevação dos gastos públicos obrigatórios desencadeia uma trajetória explosiva para as contas públicas, aumentando a desconfiança dos investidores em relação à sustentabilidade da dívida pública, elevando os prêmios de risco e gerando uma crise de confiança que pode impossibilitar o refinanciamento da dívida. Embora tão plausível como os demais cenários, segundo a EFD, a quantificação do contrafactual é difícil e não foi realizada no referido estudo.

As projeções para o PIB trazidas pela EFD para o período entre 2020 e 2031 estão apresentadas, ano a ano, no Quadro 7-2.

Quadro 7-2 – Projeções da EFD 2020-2031 para o PIB (variação %).

Ano	Cenário Contrafactual	Cenário de Referência	Cenário Transformador
2020	-	-5,00	-5,00
2021	-	3,56	4,74
2022	-	2,60	4,20
2023	-	2,50	4,11
2024	-	2,26	3,89
2025	-	2,10	3,65
2026	-	1,98	3,56
2027	-	1,98	3,06
2028	-	1,94	3,03

Ano	Cenário Contrafactual	Cenário de Referência	Cenário Transformador
2029	-	1,94	3,01
2030	-	1,79	2,80
2031	-	1,58	2,74

Fonte: EFD, 2020.

Nota-se que a EFD foi editada em meio à pandemia por COVID-19, com perspectiva de queda brusca no PIB de 2020. Na prática, o PIB do Brasil foi retraído em 3,28% em 2020, ficando acima das expectativas do cenário de referência e do transformador. Em 2021, o PIB cresceu 4,76%, ou seja, em linha com o cenário transformador (4,7%). Em 2022, o crescimento do PIB foi de 3,02%, dessa vez entre as projeções apresentadas para os cenários de referência e transformador, mas mais próximo do primeiro. Em 2023, o crescimento efetivo foi de 2,91%, se alinhando ainda mais à perspectiva referencial (2,5%) do que à transformadora (4,1%).

Segundo as projeções econômicas dos agentes de mercado, apresentadas pelo Boletim Focus do Banco Central do Brasil (consultado no início de novembro de 2024), a previsão de crescimento para 2024 é de 3,0%. Já para o ano de 2025, a expectativa de crescimento para o PIB é menor, de 1,9%. Para os anos de 2026 e 2027, o mercado projeta uma expansão de 2,0% ao ano, alinhado ao cenário referencial da EFD.

O Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (IPEA), por meio da Nota de Conjuntura nº 22 da Carta de Conjuntura nº 64 (IPEA, 2024), revisa a previsão de crescimento do PIB para 2024, elevando-a para 3,3%, com expectativas de que o crescimento continue em 2025, embora em um ritmo mais moderado, projetando-se uma expansão de 2,4%. Há, portanto, um razoável alinhamento entre as expectativas de mercado (Boletim Focus) e do centro de Governo (IPEA) para os próximos anos, ambos alinhados ao cenário referencial da EFD.

Interessante comparar as expectativas expostas com a projeção econômica apresentada nos Estudos do Plano Decenal de Energia Elétrica (PDE) 2034 (PDE, 2034) da Empresa de Pesquisa Energética (EPE), intitulada "Premissas demográficas e econômicas", publicada em março de 2024 e elaborada em outubro de 2023 (Quadro 7-3). O documento traz as perspectivas para o Brasil no período de 2025 a 2034, esperando um crescimento médio anual do PIB brasileiro de 2,8% ao ano no cenário tendencial, denominado de "Cenário de Referência". Em termos setoriais, o agropecuário é protagonista, com expectativa de crescimento de 3,0% ao ano, seguido pelos serviços (2,9%) e depois pelo industrial (2,7%).

Entre as grandes indústrias, espera-se uma taxa de crescimento médio de 2,6% para a extrativa, de 2,7% para a construção, 2,8% para eletricidade, gás, água e esgoto e de 2,6%

para a transformação. Além disso, espera-se que os investimentos atinjam 19,3% do PIB entre 2024 e 2029, subindo posteriormente para 20,3% do PIB até o fim do período analisado.

Quadro 7-3 – Projeções da EPE 2025-2034 no Cenário de Referência.

Projeções	2014-2019	2019-2024	2024-2029	2029-2034
PIB (var %)	-0,5%	1,9%	2,6%	3,0%
Investimento (%PIB)	15,5%	18,0%	19,3%	20,3%
Produtividade Total dos Fatores	-0,9%	-0,2%	0,6%	0,7%
VA Agropecuária (var %)	2,6%	3,5%	3,0%	3,0%
VA Indústria (var %)	-2,2%	1,3%	2,5%	2,8%
VA Extrativa (var %)	0,0%	2,0%	3,5%	1,7%
VA Transformação (var %)	-2,1%	0,0%	2,3%	2,9%
VA Construção (var %)	-6,0%	3,3%	2,4%	3,0%
VA Serviços (var %)	-0,1%	1,9%	2,7%	3,2%

Fonte: EPE, 2024.

No cenário de menor crescimento, denominado de "Cenário Inferior", a EPE aponta um crescimento médio do PIB de 1,8% ao ano entre 2025 e 2034, o que está em linha com as expectativas do cenário referencial da EFD. Setorialmente, tem-se 2,3% de crescimento médio para a agropecuária, 1,5% para a indústria e 1,9% para os serviços.

Já no cenário de maior crescimento, denominado de "Cenário Superior", o crescimento médio projetado é de 3,8% ao ano; o que é superior ao cenário transformador da EFD. Setorialmente, tem-se 3,4% de crescimento médio para a agropecuária, 3,9% para a indústria e 3,7% para os serviços. Este cenário pressupõe um ritmo mais acelerado de reformas econômicas, maior dinamismo dos investimentos e um ambiente internacional mais favorável ao crescimento econômico brasileiro. Tais cenários são explicitados no Quadro 7-4.

Quadro 7-4 – Projeções da EPE 2025-2034 nos três cenários (2024-2034).

Projeções	Cenário Inferior	Cenário Referência	Cenário Superior
PIB (var %)	1,8%	2,8%	3,8%
VA Agropecuária (var %)	2,3%	3,0%	3,4%
VA Indústria (var %)	1,5%	2,7%	3,9%
VA Serviços (var %)	1,9%	2,9%	3,7%

Fonte: EPE, 2024.

Nota-se que os cenários para a economia brasileira da EPE diferem daqueles trazidos pela EFD. Embora estes últimos tenham sido editados em 2020, ainda apresentam as perspectivas de longo prazo que mais concedem coerência à leitura das perspectivas nacionais, haja vista

o histórico de crescimento recente e histórico do País. Os cenários da EPE tendem a ser mais otimistas do que vem ocorrendo com a economia nacional.

Afinal, a conjuntura econômica nacional atravessa notória estagnação, situação que se choca com os limites da restrição fiscal. Segundo IPEA (2024), o papel crescente dos gastos sociais no PIB, especialmente os benefícios previdenciários e assistenciais, por um lado dinamizam a economia no curto prazo, mas por outro representam um crescente desafio para a sustentabilidade fiscal no longo prazo, limitando a flexibilidade orçamentária do governo.

Essa conjuntura não é novidade: enquanto a média anual de crescimento nacional na década entre 2004 e 2013 tenha sido de 4,02% (inobstante as grandes oscilações que tiveram pico de 7,5% em 2010 e queda de 0,1% em 2009), já na década seguinte, entre 2014 e 2023, o crescimento anual médio foi de apenas 0,50%. Dessa forma, o Brasil de 2023 foi, em termos de riqueza, muito similar ao que o fora em 2013.

Cabe salientar que nas três décadas desde 1994 (início do Plano Real e controle inflacionário), o crescimento médio anual do PIB foi de 2,37%. Setorialmente, tem-se uma média anual de 3,79% para o PIB do setor primário, 1,51% para o industrial e 2,44% para o de serviços.

As perspectivas de crescimento econômico do PIRH-PS, que seguiram as perspectivas da EPE, à época, se mostraram muito otimistas em relação ao que de fato ocorreu: Ao menos no íterim de oito anos entre a conformação dos cenários (2016) e o ano de 2023, o PIB nacional cresceu à média anual de 1,02%. Conforme abordado anteriormente, no cenário de menor dinâmica econômica, o PIRH-PS esperava um crescimento anualizado de 2,2% do PIB (mais do que o dobro do que ocorreu); já no cenário tendencial, esperava-se um PIB de 2,9% ano; por fim, no cenário de maior dinâmica econômica, previu-se um PIB crescente à média 3,4%.

Certamente o ano de 2020 foi atípico, marcado pela pandemia por COVID-19 que afetou o mundo todo, mas sequer ela refresca os resultados pífios de crescimento dos nove anos precedentes. Para fins de comparação, as taxas médias de crescimento do PIB de alguns países Latino-Americanos na década finda em 2020 (2011-2020), foram: 3,2% no Peru; 3,0% na Colômbia; 2,3% no Chile; e 1,0% no México. No Brasil, foi de 0,33%.

Geralmente, estagnações assim longas precedem inflexões em tendências. Conforme traz a EFD 2020-2031, a capacidade ociosa da economia nacional ainda se encontra em níveis altos, já parcialmente recuperados da pandemia (verificado pelo crescimento rápido entre 2021 e 2022). Nos próximos anos, a utilização de fatores ociosos (humanos e capital) se

configura como os principais contribuintes para a sustentação do crescimento. Após esse período, no entanto, é necessário que haja maior investimento ou ganho de produtividade.

A baixa taxa de investimento público, cerca de 16% do PIB, é uma barreira ao crescimento, enquanto países como Índia e Coreia do Sul investem 27%. O alto gasto público sem receita correspondente pressiona os juros e desestimula o investimento privado. A rigidez dos gastos públicos pode levar a uma repactuação fiscal ou a um desequilíbrio difícil de reverter.

Quando se atinge o pleno emprego, projetado pela EFD para 2026, o estoque de capital de infraestrutura passa a ser a principal alavanca para suportar maiores taxas de crescimento, haja vista a notória estagnação da produtividade dos trabalhadores. Para garantir crescimento sustentável, é necessário elevar o capital físico por trabalhador e investir em infraestrutura, inovação, ciência e tecnologia. No entanto, o histórico de investimentos nesses setores não é muito animador.

Pois, além da infraestrutura, o crescimento depende de fatores como um ambiente propício à inovação, como centros de pesquisa, instituições governamentais flexíveis e mão de obra qualificada - processos que devem ser facilitados pelo governo para que o país desenvolva ciclos de expansão baseados em forças endógenas, destravando a expansão em ciência, tecnologia e inovação (que conduzem a maior produtividade dos fatores). Caso esse investimento fique aquém do necessário, o crescimento passa a ser cerceado e pode ocorrer (novo) processo inflacionário.

Tão importante quanto o crescimento global da economia, está a forma desse crescimento. Nesse quesito, observa-se que a geração e distribuição da riqueza nacional não se manteve intacta entre 2014 e 2023, embora a riqueza global tenha sido elevada em apenas 0,50% ao ano, na média.

- O PIB da agropecuária cresceu na média de 2,99% entre 2004-2013, e em 3,32% entre 2014-2023, sendo o único setor da economia que apresentou aceleração no crescimento;
- O PIB da indústria havia crescido 3,28% ao ano (média) entre 2004-2013, impulsionado pela demanda interna (primordialmente). No entanto, já havia indícios de perda de competitividade e de desindustrialização, com a crescente entrada de produtos importados e custos de produção nacional comparativamente elevados. Na década entre 2014-2023, então, a indústria sofreu uma forte contração, com uma taxa de variação negativa anualizada de 0,76%; e

- Já o PIB dos serviços, que havia crescido 4,06% ao ano entre 2004-2013 (refletindo o aumento da renda e do consumo das famílias, além da expansão do crédito e de serviços financeiros, de telecomunicações e comércio em geral), foi de 0,77% na década entre 2014-2023.

Observa-se que o setor agropecuário apresentou o melhor dos desempenhos e, de fato, sustentou o pouco crescimento da economia como um todo. Sua performance vindoura deve seguir o bom desempenho, pois o setor é beneficiado pela alta nos preços internacionais das commodities, pela perspectiva de retomada da demanda interna e pelo ajuste cambial. O país possui boa competitividade no mercado internacional e, internamente, são elevadas as perspectivas de expansão dos principais produtos agropecuários.

Nos últimos 50 anos, o Brasil passou de importador de alimentos para exportador de peso mundial, figurando dentre os maiores produtores de soja em grão, café, açúcar, suco de laranja, carne de frango, carne bovina, milho, óleo e farelo de soja, algodão e carne suína. Cerca da metade do valor das exportações brasileiras vem dessa cadeia produtiva, que gera cerca de uma terça-parte dos empregos.

As perspectivas gerais para o setor do agronegócio brasileiro no período de 2024 a 2034, conforme o estudo "Projeções do Agronegócio" (MAPA, 2024), são promissoras. A produção de grãos deve aumentar 27%, com incremento tanto da exportação como do consumo interno; o milho se destaca com aumento projetado de 32,3% na produção até 2033/34. A demanda interna de grãos é impulsionada pela alimentação animal, enquanto as exportações devem crescer 61,9%. O algodão, cujo mercado principal é o externo, também apresenta boas perspectivas, com aumento projetado na produção (26,7%) e nas exportações (29,2%) até 2033/34.

Por sua vez, para produtos essenciais e de consumo preponderantemente interno, como o arroz e o feijão, as projeções indicam estabilidade, com leve tendência de contração. No consumo interno, destacam-se as perspectivas para a fruticultura: a produção de banana deve crescer 16,5% no período; a de maçã deve aumentar 10%; a de manga, em torno de 17%; e a de uva 35%.

Quanto às carnes, a bovina deve crescer 15,6% nos próximos dez anos, com o mercado externo sendo o principal motor (exportações aumentando 25% contra crescimento de 9,2% no mercado interno). Já a produção de carne de frango deve crescer 27%, com um aumento de 31,8% nas exportações e de 24% no consumo interno. A carne suína está projetada para

crescer 22,2%, e, assim como a carne de frango, tanto o consumo interno (20%) quanto o externo (29%) apresentam perspectivas de crescimento.

Por fim, as projeções do MAPA indicam um crescimento de 25,5% na produção de celulose, 11,8% na produção de papel, e 26,9% nas exportações de celulose entre 2023/24 e 2033/34.

Decorrente desse movimento, pode-se observar uma ampliação da base industrial nos ramos que dependem de fatores primários sobre os quais o Brasil apresenta as evidentes vantagens comparativas traduzidas nas projeções do MAPA: agroindústria, papel e celulose e minérios. A indústria extrativa, em especial, ainda apresenta certa capacidade ociosa e pode responder ao possível aumento de demanda externa. A EPE (op. cit.) considera, no cenário referencial, uma expansão média de 3,5% ao ano entre 2024 e 2029 para a indústria extrativa, crescimento que reduz para 1,7% ao ano entre 2029 e 2034.

Observa-se que estes setores industriais foram os que de fato apresentaram crescimento no passado; já os demais enfrentam o longo processo de desindustrialização que se iniciou nos anos 1980, com a participação da indústria manufatureira no PIB caindo de 23% para menos de 10%. Os setores extrativos e relacionados ao setor primário (tais como a manutenção, reparação e instalação de máquinas e equipamentos e a fabricação de produtos alimentícios) se mantiveram ou mesmo cresceram, em detrimento da queda dos demais setores manufatureiros, especialmente os mais voltados para a economia doméstica.

Em 2024 foi editada, pelo Governo Federal, a política industrial nacional que intenta reverter esse quadro: a Nova Indústria Brasil 2033. Com foco em inovação e sustentabilidade, a política busca promover a modernização da indústria, a transformação ecológica e o fortalecimento da competitividade. São seis missões estratégicas que se aninham na política: segurança alimentar, saúde, bem-estar urbano, digitalização industrial, bioeconomia e defesa. Ela também articula instrumentos como linhas de crédito especiais, incentivos fiscais e compras públicas para estimular o setor produtivo. Planejam-se disponibilizar R\$ 300 bilhões para financiamentos até 2026, geridos pelo Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social – BNDES, Financiadora de Estudos e Projetos – Finep e Empresa Brasileira de Pesquisa e Inovação Industrial – EMBRAPA. Além disso, o programa Mais Inovação Brasil destina R\$ 66 bilhões para inovação industrial.

Cabe, ainda, tratar do setor de serviços: a EPE (op. cit.) apresenta uma expectativa de um crescimento médio de 2,7% ao ano entre 2024 e 2029, crescimento que aumenta para 3,2% ao ano entre 2029 e 2034 (cenário referencial). Esse aumento se deve à expansão da renda das famílias e das próprias atividades do setor industrial e agropecuário, impulsionando a

demanda por comércio e algumas atividades de serviços de transportes e serviços prestados às empresas e às famílias.

Um tema de crescente preocupação em relação às perspectivas de crescimento econômico advém das interações entre o risco climático e a condição econômica estrutural brasileira. Não obstante investimentos produtivos (infraestruturais e a nível das firmas) possam vir a ser realizados, a materialização do risco climático pode comprometer severamente o crescimento do País. Observa-se, para tanto, os diversos eventos extremos que marcaram os anos de 2023 e 2024, como secas, incêndios, chuvas e enchentes. Não se trata, aqui, dos efeitos da mudança do clima no balanço hídrico (afetando tanto as demandas quanto a oferta), mas sim do papel da mudança do clima em exacerbar o risco climático para o desenrolar da própria economia.

Senão, vejamos: a enchente que acometeu o Rio Grande do Sul, por exemplo, foi causada por chuvas acumuladas extremamente raras no clima "normal". A mudança climática induzida pelo homem aumentou a probabilidade dessas chuvas intensas, bem como incrementou sua intensidade em 6-9% devido à queima de combustíveis fósseis, refletindo a nova realidade do clima (WWA, 2024). Sem contar a perda de vidas humanas, esse evento gerou danos imediatos e ainda gera prejuízos econômicos, como perdas na produção agrícola e danos à infraestrutura urbana. Um estudo da CNC (2024) indicou que o evento pode gerar perdas de até R\$ 97 bilhões na economia brasileira em 2024, sendo R\$ 58 bilhões no próprio estado do Rio Grande do Sul e R\$ 38,9 bilhões em outras regiões do País.

Eis que em 2023, o planeta registrou seu ano mais quente em 125 mil anos (OMM, 2024), com a temperatura média global próxima da superfície de 1,45°C acima dos níveis pré-industriais (1850-1900). O ano de 2023 foi também o mais quente da série histórica do Brasil, no qual nove dos doze meses apresentaram médias mensais de temperatura acima da média histórica; o mês de setembro teve a maior anomalia de temperatura já registrada: 1,6°C acima da climatologia do período histórico no País (INMET, 2024).

A intensificação dos eventos climáticos exige estratégias para mitigar impactos e aumentar a resiliência dos sistemas humanos e naturais, sendo que a ciência oferece evidências mais do que suficientes para guiar ações de adaptação e mitigação; no entanto, se observa apenas uma tímida colaboração entre governos, setor privado e comunidades para fortalecer capacidades locais, desenvolver infraestrutura resiliente e garantir o financiamento necessário à adaptação.

A agropecuária nacional, que é hoje o pilar da economia nacional, foi fortemente afetada pelas mudanças climáticas. Com a elevação da temperatura e a irregularidade das chuvas, muitas culturas podem vir a sofrer perdas significativas, o que também pode resultar em dificuldades de financiamento rural e proteção aos produtores rurais. Esse risco não só reduz a produção agrícola, mas também afeta a renda deste setor e de seus trabalhadores (Távora, França e Lima, 2022).

Os eventos climáticos extremos também têm sido responsáveis por danos à infraestrutura, incluindo as conexões viárias e urbanas. Esses danos não só causam custos imediatos de reparo, mas também comprometem a capacidade do País de investir em novos projetos de infraestrutura, essenciais para o crescimento econômico (OCDE, 2023).

Eis que a resposta do setor público aos eventos climáticos tem sido predominantemente reativa. A necessidade de alocar recursos para emergências climáticas e reparos de infraestrutura compromete a capacidade fiscal do governo para investir em projetos de longo prazo que poderiam mitigar os efeitos das mudanças climáticas e promover o crescimento econômico. Como observa o Banco Mundial (2022), a combinação de um orçamento apertado com a necessidade urgente de adaptação climática coloca o País em uma situação delicada. O Brasil precisaria investir cerca de 1% do PIB anualmente apenas em ações climáticas adicionais, além dos investimentos necessários em infraestrutura. No entanto, o atual nível de investimento está muito aquém desse patamar.

Dessa forma, o impacto das mudanças climáticas sobre o nível de crescimento do País sugere que, nos próximos 20 anos, a economia brasileira enfrentará grandes desafios. A necessidade de políticas públicas proativas para adaptação e mitigação dos impactos climáticos torna-se imperativa, e mesmo com elas é coerente prever não só uma redução do PIB, mas também um aumento na desigualdade econômica e social, uma vez que as populações mais pobres são as mais vulneráveis aos efeitos das mudanças climáticas.

Segundo estudo do Banco Mundial (2023), os choques climáticos poderão levar de 800 mil a 3 milhões de pessoas para a extrema pobreza ainda em 2030. Para 2050, as projeções indicam a possibilidade de uma redução de até 9,7% no PIB brasileiro, com efeitos bastante sensíveis sobre setores-chave como agricultura e energia hidrelétrica.

Sem investimentos significativos em infraestrutura resiliente e políticas públicas eficazes, o Brasil corre o risco de ver seu crescimento econômico estagnado ou até mesmo revertido. A OCDE (op. cit.) estima que as mudanças climáticas já custam cerca de 1,3% do PIB brasileiro

anualmente, mas esse valor pode aumentar consideravelmente à medida que os eventos extremos se intensificam.

7.2.1.1. Conformação dos cenários macroeconômicos

Cenário tendencial: Com base na discussão realizada, e à luz da leitura integrada dos planos de recursos hídricos da bacia do rio Paraíba do Sul, adotam-se as perspectivas de mercado para a taxa de crescimento do PIB para os anos de 2024 a 2027 (3,0%, 1,9%, 2,0% e 2,0%, respectivamente); para 2028 a 2031, adotam-se as taxas da EFD em seu cenário referencial, reduzidas em 0,2% ao ano devido aos riscos de clima. Nessa conformação, há algum alívio das restrições ao crescimento econômico, e a atividade econômica segue se recuperando, com predominância da utilização de capacidade ociosa. A materialização de eventos climáticos extremos gera perdas limitadas.

No setor primário, a ênfase se concentra no mercado para exportação, porém com mais demanda no mercado interno e alguma inovação na agregação de valor. No setor secundário, pode-se esperar uma reversão gradual da desindustrialização, com retomada de capacidades ociosas de alguns nichos industriais se destacando, mas ainda com dificuldade de investimento em inovação. Já no setor terciário, esse cenário traz a demanda interna recuperando o ritmo de crescimento da década retrasada, com melhora expressiva em relação à situação atual. Uma vez que as reformas estruturais não são expressivas, não há manutenção de juros baixos, o que cerceia a sustentação do crescimento no longo prazo. Nos pequenos municípios, o setor público segue sendo o dinamizador econômico local.

Cenário de maior pressão sobre os recursos hídricos: para este cenário, adotam-se as taxas da EFD em seu cenário transformador, reduzidas em 0,2% ao ano devido aos riscos de clima. Ocorre a retomada de investimentos produtivos, aumento da produtividade do trabalhador, controle fiscal, retomada industrial e incremento na renda das famílias. Essas transformações requerem reformas que permitem gerar um alívio de restrições ao crescimento, com a utilização de capacidade ociosa alavancando o aproveitamento de novos investimentos em ativos físicos e não físicos para o crescimento.

Nesse contexto, o consumo interno agropecuário, incluindo carnes e commodities, cresce em paralelo ao externo, levando à retomada dos investimentos latentes no setor agropecuário, com inovação e maior agregação de valor à produção. No setor industrial, ocorre uma reversão da desindustrialização, não apenas com a retomada de capacidades ociosas, mas também com novos investimentos e inovações. A demanda interna se recupera de forma acelerada via aumento de renda e investimentos em qualidade de vida, em um caminho para

novas formas de serviços. Observa-se elevação no grau de inovação, e nos pequenos municípios, o setor público perde preponderância como dinamizador econômico local.

Cenário de menor pressão sobre os recursos hídricos: para este cenário, adotam-se taxas condizentes com os últimos dez anos, ou seja, de crescimento muito baixo do PIB (0,75% ao ano). Além de espelhar o passado efetivo, essa taxa baixa prediz uma perspectiva de futuro na qual a reestruturação da economia não consegue realizar seu potencial devido a uma interação entre a dinâmica fiscal e choques de oferta de natureza climática.

Nesse contexto, a demanda interna não tem como crescer, e apenas o mercado de commodities agrícolas para exportação sustenta a agropecuária. No setor industrial, ocorre uma manutenção da desindustrialização, sem investimentos ou inovações. Nesse contexto, a demanda interna não se recupera via aumento de renda, e há uma perda sensível de qualidade de vida devido ao aumento da pobreza. O setor público é altamente pressionado em termos orçamentários e o controle da inflação se torna cada vez mais custoso. Na sequência, o Quadro 7-5 apresenta as projeções adotadas para o PIB considerando os três cenários propostos.

Quadro 7-5 – Projeções Adotadas para o PIB (variação %).

Ano	Cenário de Menor Pressão	Cenário Tendencial	Cenário de Maior Pressão
2024	3,00%	3,00%	3,00%
2025	1,40%	1,90%	2,25%
2026	1,50%	2,00%	2,50%
2027	1,50%	2,00%	2,50%
2028	1,42%	1,74%	2,83%
2029	1,34%	1,74%	2,81%
2030	1,00%	1,59%	2,60%
2031	0,95%	1,38%	2,54%
2032-2045	0,90%	1,38%	2,52%

Fonte: elaborado pelo Consórcio.

A partir da leitura setorial realizada, são alocados os percentuais de variação relativa dentre cada setor e o PIB, sendo que uma variação de 1,00 representa uma evolução setorial pari passu. O Quadro 7-6 apresenta as variações relativas para cada cenário.

Quadro 7-6 – Projeções Setoriais Adotadas (variação relativa ao PIB).

Setor	Cenário de Menor Pressão	Cenário Tendencial	Cenário de Maior Pressão
VA da Administração Pública	1,20	1,00	0,90
VA dos Serviços (privados)	0,90	1,00	1,10

Setor	Cenário de Menor Pressão	Cenário Tendencial	Cenário de Maior Pressão
VA da Indústria	0,50	0,85	1,20
VA da Agropecuária	1,75	1,50	1,10

Fonte: elaborado pelo Consórcio.

De forma a simplificar a compreensão da reconfiguração dos cenários macroeconômicos prospectivos do PIRH-PS, é apresentada a síntese no Quadro 7-7.

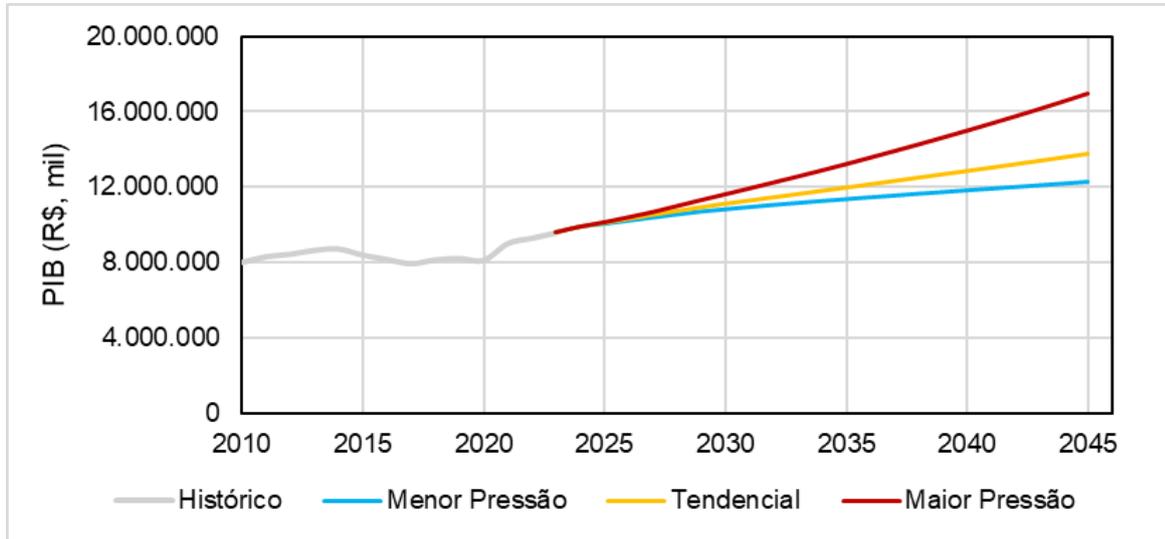
O atual contexto de inflexão conjuntural traz consigo um leque de possibilidades para a economia brasileira, muito embora não compete ao presente estudo se debruçar sobre quais rumos o País tomará. O que se almeja, tão somente, é preparar uma antevisão dos recursos hídricos na bacia do rio Paraíba do Sul em linha com os desenrolares plausíveis, concedendo robustez para a cenarização de suas demandas hídricas.

Quadro 7-7 – Cenários prospectivos adotados para a cenarização

Cenários	Descrição
Cenário de Menor Pressão sobre os recursos hídricos	O crescimento do PIB é muito baixo, refletindo uma economia estagnada por choques climáticos e problemas fiscais. A demanda interna não cresce, e o setor agropecuário depende exclusivamente das exportações de commodities. A desindustrialização persiste sem investimentos ou inovações. A pobreza aumenta, levando à deterioração da qualidade de vida. O setor público enfrenta sérias restrições orçamentárias, dificultando o controle da inflação.
Cenário Tendencial	O PIB cresce de forma moderada. A economia se recupera lentamente, utilizando capacidade ociosa, mas eventos climáticos extremos limitam os ganhos. O setor primário foca na exportação, com alguma inovação no mercado interno. A indústria começa a reverter, paulatinamente, a desindustrialização, mas enfrenta dificuldades em inovação. O setor terciário vê uma recuperação da demanda interna. No entanto, a falta de reformas estruturais impede a manutenção de juros baixos e limita o crescimento no longo prazo. Nos pequenos municípios, o setor público continua a ser o principal motor econômico.
Cenário de Maior Pressão sobre os recursos hídricos	O crescimento econômico é impulsionado por reformas que aumentam a produtividade e atraem novos investimentos; há investimentos massivos em medidas de adaptação climática, atenuando os impactos de eventos extremos. Tanto a demanda interna quanto a externa aumentam, especialmente no setor agropecuário, com mais inovação e agregação de valor. A indústria reverte a desindustrialização com novos investimentos e inovações. A renda das famílias aumenta, melhorando a qualidade de vida e acelerando o crescimento dos serviços. O setor público perde protagonismo nos pequenos municípios.

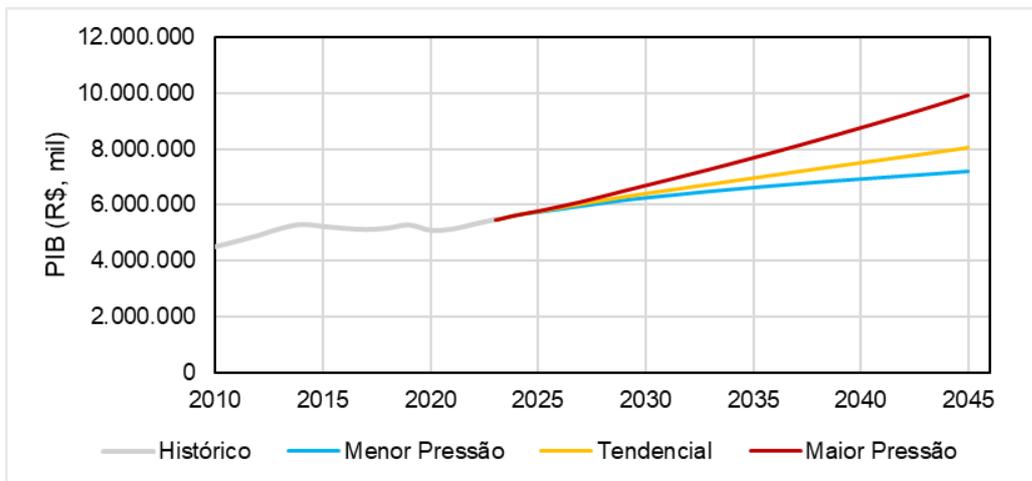
Fonte: elaborado pelo Consórcio.

Figura 7-1 – Projeções econômicas para o Brasil - Produto Interno Bruto (PIB) (R\$, mil).



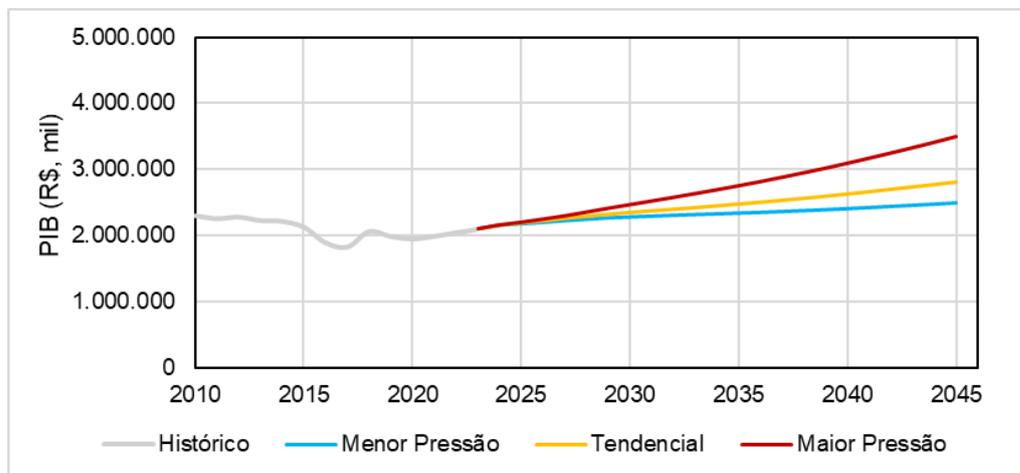
Fonte: elaborado pelo Consórcio.

Figura 7-2 – Projeções econômicas para o Brasil - Valor Adicionado dos Serviços (R\$, mil).



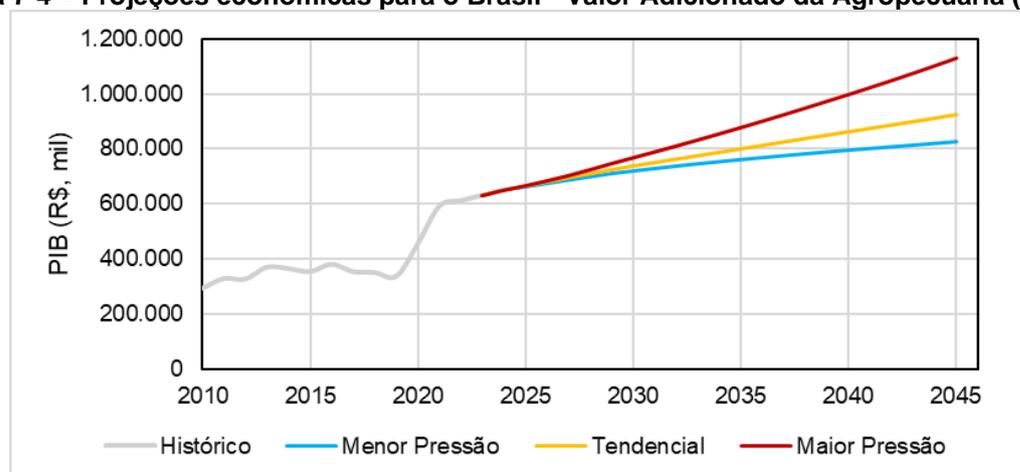
Fonte: elaborado pelo Consórcio.

Figura 7-3 – Projeções econômicas para o Brasil - Valor Adicionado da Indústria (R\$, mil).



Fonte: elaborado pelo Consórcio.

Figura 7-4 – Projeções econômicas para o Brasil - Valor Adicionado da Agropecuária (R\$, mil)



Fonte: elaborado pelo Consórcio.

As figuras acima apresentam as projeções econômicas para o Brasil, conforme as taxas e os raciais expostos. Nela, apresentam-se os VABs (valor agregado bruto) setoriais, calculados pela diferença entre o valor total da produção de bens e serviços e o consumo intermediário (insumos adquiridos de terceiros) utilizado por cada setor.

As projeções variam de forma significativa entre os cenários e os agregados econômicos, com maior sustentação do crescimento do setor primário em qualquer situação futura, uma vez que sua dinâmica depende menos das condições internas ao País do que os demais setores. O mais sensível é, sem dúvida, a indústria, que pode ter seu produto incrementado em grande monta, ou mesmo mantido praticamente estável, a depender da conformação de cada um dos cenários. Dentre os setores econômicos, os (relativamente) mais estáveis são o de serviços do setor público e do setor agropecuário. Já os setores de serviços privados e indústria apresentam as maiores amplitudes futuras.

É possível observar que as projeções dão conta das tendências futuras, porém, sem capturar a sazonalidade que certamente ocorrerá; padrão bastante evidente para os setores primário e secundário da economia. Uma vez que o setor terciário é responsável por cerca de 57% do PIB, as trajetórias de ambos se assemelham.

Em 2030, intervalo temporal de curto-prazo, tem-se as seguintes diferenças entre os três cenários: o PIB deve variar entre R\$ 10,82 trilhões (Menor Pressão) e R\$ 11,61 tri (Maior Pressão), com a tendência sendo um resultado de R\$ 11,12 tri. Trata-se de um resultado com uma amplitude relativa alta (7,3%) dado o curto espaço temporal espelhado.

A diferença entre o PIB sob Maior ou Menor Pressão em 2030 é continuamente majorada quando se lê os resultados de 2035: a diferença entre esses cenários (amplitude) passa para 16,3%, indicando que o crescimento acumulado, que resulta da base de cada um dos períodos anteriores, faz crescer a assimetria das trajetórias futuras. Mesmo com as curvas futuras suavizadas pela consideração de um decrescente grau de influência do passado, as diferentes bases que deverão ser conformadas nos próximos cinco anos levam a diferença projetada para o PIB de 2040 em 26,7%.

Já em 2045, último recorte no horizonte de 20 anos, apresenta uma diferença de 38,0% entre os dois cenários limítrofes (PIB entre R\$ 12,30 e R\$ 16,98 trilhões, com a perspectiva tendencial mostrando um resultado de R\$ 13,80 tri)

Qualquer projeção hoje realizada parte de alguma base passada, seja para dar seu nível atual, seja para, na maior parte das vezes, estender sua tendência no futuro. Embora essa técnica de retrovisor seja usual e bastante útil para situações de projeção no curto prazo e até no médio prazo; já no longo prazo, costuma deixar de captar eventuais modificações societárias mais profundas. É por conta dessa incerteza profunda que as projeções tendem a se alinhar com o passar do tempo.

Em termos metodológicos: são utilizados os resultados de valor adicionado de cada um dos três setores econômicos (primário, secundário e terciário) em série histórica de quinze anos, a preços correntes do IBGE, advinda das Contas Nacionais. Para o setor terciário, subdividem-se os componentes dos serviços públicos e privados. Uma vez que a base de dados traz valores a preços correntes, fez-se necessária a correção para preços constantes. Para o PIB, utiliza-se o deflator implícito do produto nacional (IBGE); para a atividade do setor primário, o Índice de Preços por Atacado-Oferta Global de Produtos Agrícolas (FGV); para o setor secundário, o Índice de Preços por Atacado-Oferta Global de Produtos Industriais (FGV);

e por fim, para o setor de serviços, o Índice de Preços ao Consumidor-Mercado (FGV). Todos os índices são disponibilizados no sistema de séries temporais do Banco Central do Brasil²⁷.

Ademais, os agregados econômicos embutem resultados pontuais de cada ano que refletem ciclos conjunturais que não necessariamente se farão repetir no futuro. Como forma de se corrigir resultados oriundos da sazonalidade de curto-prazo, aplicou-se o filtro de Hodrick-Prescott²⁸.

7.2.1.2. Planos estaduais de desenvolvimento

O tópico precedente enfocou os movimentos da economia nacional. Abaixo são apresentados planos estaduais que devem conformar as repercussões de âmbito nacional em cada um dos três estados que fazem parte da bacia hidrográfica do rio Paraíba do Sul. Buscou-se identificar planos com potenciais repercussões setoriais.

No estado de São Paulo, destaca-se o Plano de Desenvolvimento Econômico (PDE) 2022-2040 do Governo do Estado. O plano visa promover o crescimento sustentável do PIB paulista em 4% ao ano até 2040, com foco em geração de emprego, combate às desigualdades e promoção de tecnologia e inovação. O PDE foi elaborado com base em análises multissetoriais e inter-regionais, além de um processo participativo com a população. Desde 2019, São Paulo atraiu mais de R\$ 208 bilhões em investimentos, e concluiu 12 concessões e Parcerias Público-Privadas (PPPs), injetando mais de R\$ 45 bilhões na economia do estado.

Em São Paulo, também se destaca o Plano Estadual de Adaptação e Resiliência Climática (PEARC)²⁹, do Governo do Estado, encabeçado pela Secretaria Estadual de Meio Ambiente, Infraestrutura e Logística. O PEARC visa organizar e orientar ações para adaptação aos efeitos das mudanças climáticas, promovendo justiça climática e infraestrutura resiliente. O plano é estruturado em cinco eixos temáticos: biodiversidade, saúde única, segurança alimentar e nutricional, segurança hídrica e zona costeira. Além disso, inclui um eixo transversal focado em justiça climática e um eixo estruturante voltado à infraestrutura. O PEARC será implementado em ciclos incrementais de 10 anos, com o primeiro ciclo previsto

²⁷ Disponível em: <https://www3.bcb.gov.br/sgspub/localizarseries/>

²⁸ Uma vez que se objetiva resultados mais sensíveis às flutuações de longo prazo em detrimento das de curto prazo, utiliza-se do modelo matemático que remove o componente cíclico de séries temporais. O ajuste da sensibilidade da tendência às flutuações de curto prazo é fruto do multiplicador, λ , adotado como 50 por serem séries anuais.

²⁹ Disponível em: <https://semil.sp.gov.br/mudancas-climaticas-e-sustentabilidade/plano-estadual-de-adaptacao-e-resiliencia-climatica-pearc/>

para começar em 2025. Embora o plano sinalize a importância do tema, seu orçamento não foi divulgado.

O estado de São Paulo também lançou, em 2023, o SP Agro, pacote de incentivos públicos para fortalecer o setor agropecuário no estado. Embora não seja um plano propriamente dito, prevê uma série de iniciativas focadas em inovação, sustentabilidade e apoio financeiro para produtores rurais. Notadamente, o governo oferece linhas de crédito e subvenções para pequenos e médios produtores rurais, cooperativas e associações, com foco em custeio, investimento e comercialização. Além disso, são previstas melhorias de estradas vicinais e sistemas de irrigação; além de programas de capacitação técnica focados na utilização eficiente dos recursos naturais.

Já no estado de Minas Gerais, destaca-se o Plano Mineiro de Desenvolvimento Integrado (PMDI)³⁰ 2019-2030, do Governo do Estado (instituído pela Lei nº 23.577/2020). O plano é estratégico e de longo prazo, visando à recuperação fiscal e ao desenvolvimento sustentável. Ele estabelece diretrizes para diversas áreas, como educação, emprego e tecnologia, mas não apresenta metas específicas por setor econômico. O PMDI é elaborado desde 2000, constituindo-se um instrumento norteador que segue atualizações constantes para balizar a atuação do estado. Na última edição foram estabelecidas medidas emergenciais e necessárias à recuperação fiscal, e aprovados objetivos, metas e diretrizes que visam estabelecer um ambiente favorável ao desenvolvimento sustentável.

Mesmo sendo um instrumento de planejamento de longo prazo, o PMDI 2019-2030 não utiliza cenários prospectivos. Ao apresentar o histórico de diversos indicadores socioeconômicos, de educação, emprego e tecnologia, no entanto, acaba por revelar a dificuldade do Estado superar a restrição ao investimento necessário para se atingir as metas prescritas.

Ainda em Minas Gerais, identifica-se a Estratégia Sol de Minas (2020)³¹, da Secretaria de Estado de Desenvolvimento Econômico, que é parte do planejamento estratégico do Governo para alavancar o estado no setor de energia fotovoltaica, com previsão de investimentos em usinas fotovoltaicas em cerca de oitenta municípios.

Não foram encontrados planos de desenvolvimento estratégico no estado do Rio de Janeiro, mas destaca-se que os três estados contam com seus Planos Estaduais para Adaptação à Mudança do Clima e Baixa Emissão de Carbono na Agropecuária (Plano ABC+)³². Parte da

³⁰ Disponível em: <https://www.mg.gov.br/planejamento/documento/plano-mineiro-de-desenvolvimento-integrado-pmdi-2019-2030>

³¹ Disponível em: <https://desenvolvimento.mg.gov.br/inicio/projetos/projeto/1079>

³² Disponível em: <https://www.embrapa.br/tema-agricultura-de-baixo-carbono/perguntas-e-respostas>

estratégia nacional do Plano ABC+, as ações estaduais visam caracterizar a produção agrícola, pecuária e florestas plantadas, identificando vulnerabilidades frente às mudanças climáticas. Na sequência, são propostas medidas para reduzir emissões de gases de efeito estufa e aumentar a resiliência dos sistemas agropecuários com base na recuperação de pastagens degradadas, promoção de integração lavoura-pecuária-floresta, sistemas de plantio direto, fixação biológica de nitrogênio no solo e tratamento de dejetos animais.

No Rio de Janeiro, destaca-se também a Política Estadual de Desenvolvimento Rural Sustentável, de Agroecologia e de Produção Orgânica (Lei Nº 8625/2019)³³, que embora não seja um plano com ações (e, principalmente, com orçamento destacado), visa fomentar a produção agropecuária sustentável no estado.

7.2.1.3. Perspectivas de ampliação do capital fixo

O Plano Nacional de Logística e Transportes (PNLT)³⁴ com horizonte de 2025 a 2035, não apresenta expansões de transporte significativas para a região da bacia do rio Paraíba do Sul. Em consulta à situação rodoviária na bacia, não se verificam trechos de expansão planejados ou em construção. Ademais, há um único trecho de cerca de 6km, ao sul do município de Barra Mansa, que é classificado como abandonado.

Os resultados não surpreendem, pois se trata de uma das regiões notadamente consolidadas em termos de estruturas de transporte. De mais relevante, tem-se algumas melhorias previstas para a Rodovia Presidente Dutra (BR-116), que corta o vale formado pelo rio Paraíba do Sul, um dos principais corredores logísticos entre São Paulo e Rio de Janeiro. As obras de duplicação de trechos críticos e melhorias na infraestrutura para suportar o aumento no tráfego de cargas e passageiros não devem, no entanto, modificar os fluxos regionais - são obras que visam reduzir congestionamento. Existem outras obras de melhoria de conforto (como adições de ponto de parada e descanso), sem também modificar fluxos.

A Rodovia Fernão Dias (BR-381), que liga Belo Horizonte a São Paulo, embora não se localize na bacia, está contemplada no PNLT com relevante duplicação e ampliação da capacidade. Afinal, apenas o trecho entre São Paulo e Belo Horizonte é duplicado e concessionado (obra iniciada em 1993 e concluída em 2002). Mesmo que toda a rodovia seja duplicada, no entanto, não são previstas modificações suficientes para desviar tráfego representativo das rodovias

³³ Disponível em: <https://www.legisweb.com.br/legislacao/?id=385297>

³⁴ Disponível em: <https://www.gov.br/transportes/pt-br/assuntos/transporte-terrestre/plano-nacional-de-logistica-e-transportes>

que cortam o Paraíba do Sul, mantendo-se os fluxos atuais sem perspectivas de mudança estrutural.

As mesmas conclusões podem ser tomadas para a malha ferroviária, destacando-se que a EF-470 (Estrada de Ferro Minas e Rio, que operou entre 1884 e 1910) é operada com fins turísticos em pequenos trechos, como o Trem da Serra da Mantiqueira e o Trem das Águas. Os planos da ferrovia focam sua preservação histórica e o turismo ferroviário. As ferrovias EF-463 e a EF-105 transportam produtos industriais, siderúrgicos e agrícolas, sendo operadas pela concessionária MRS Logística. A EF-103, que conecta Vitória-ES a Niterói-RJ, também transporta minérios e produtos industriais, sendo operada pela concessionária Ferrovia Centro-Atlântica. Não há planos de expansão ou novas conexões para estas ferrovias.

Já no âmbito da produção de energia, o Plano Nacional de Energia 2050 da EPE (2020)³⁵ prevê ações para a adequação e modernização da geração de energia por hidrelétricas, obtendo-se assim maior eficiência para o parque gerador já instalado na bacia do rio Paraíba do Sul, porém sem a previsão de novas instalações. O Plano Decenal de Expansão de Energia³⁶, que apresenta a orientação tática para o desenrolar da estratégia traçada pelo plano de longo curso, está com a edição 2034 (2025-2034) em consulta pública na presente data.

De acordo com a publicação ainda não oficial, indica-se a modernização de usinas hidrelétricas existentes, bem como investimentos na manutenção e aprimoramento da transmissão (tal como os reforços para a região industrial de Mairiporã, Jaguari e São José dos Campos). No elenco de diversos projetos energéticos previstos, nenhum se localiza na bacia do rio Paraíba do Sul. Tem-se a indicação de novas usinas termelétricas contratadas a biomassa, sendo 20% com resíduos florestais ou cavaco de madeira que podem vir a se localizar na bacia do rio Paraíba do Sul por conta da disponibilidade de combustível, embora não haja essa projeção, apenas possibilidade. Também de forma indicativa, tem-se a contratação de geração via bagaço de cana e biogás de resíduos sólidos urbanos.

Uma vez que o planejamento do setor energético é dado pela contratação de empreendimentos privados via leilão para fornecimento ao Sistema Interligado Nacional (SIN), guiados pelo Plano Decenal, cabe observar o que já está cadastrado na Agência Nacional de Energia Elétrica em seu Sistema de Informações de Geração (SIGA). Esta base de dados

³⁵ Disponível em: <https://www.epe.gov.br/pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/Plano-Nacional-de-Energia-2050>

³⁶ Disponível em: <https://www.epe.gov.br/pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/plano-decenal-de-expansao-de-energia-pde>

apresenta os empreendimentos em fase de operação, em construção ou em fase de construção não iniciada. As últimas duas categorias (em construção ou construção não iniciada) remetem aos empreendimentos que já participaram com sucesso dos leilões ou que serão instalados para fornecimento próprio de energia; de qualquer forma, estão em fase avançada do processo de implantação e podem ser alinhados ao cenário tendencial.

Os dois últimos setores a serem considerados nas perspectivas de ampliação do capital fixo são o saneamento básico e suas estruturas hídricas. Nota-se que o Governo Federal tem incentivado o aumento da participação privada nos serviços de abastecimento de água e esgotamento sanitário como resposta à baixa capacidade de investimento público, tanto no condizente aos volumes aportados de recursos, como na capacidade de efetivação de obras. Mesmo com o apoio federal, qualquer iniciativa de arranjo público-privado deve ser acompanhada e validada pelo titular dos serviços: o município e, em regiões metropolitanas, os municípios integrantes e o estado.

Existe uma perspectiva de crescimento dos investimentos no setor de saneamento rumo à universalização. Uma das principais atualizações da legislação (Lei nº 14.026/2020) foi a dotação, à Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico, da regulação a nível federal. A ANA passou a ter competência para instituir normas de referência para a regulação dos serviços, fato que emerge como pilar para o aumento da segurança jurídica do setor ao promover a harmonização da regulação e a implementação de critérios mínimos de qualidade. Adicionalmente, uma vez que o Marco Legal condiciona a existência de entidade reguladora independente à validade dos contratos de delegação da prestação dos serviços, a ampliação da participação da iniciativa privada passa a estar condicionada à regulação. Estas perspectivas de ampliação dos serviços podem ser replicadas para os municípios da bacia, repercutindo em ampliação de demanda para o saneamento urbano, rural e para alguns de seus elementos-chave, como o controle das perdas na distribuição de água tratada.

Além do saneamento básico, é importante avaliar os aportes de capital fixo voltados à infraestrutura hídrica de suporte ao saneamento. Nesse âmbito, destaca-se o Plano Nacional de Segurança Hídrica (PNSH), lançado em 2019 pela ANA, que tem como objetivo abordar o quadro de insegurança hídrica no Brasil e propor intervenções que vão desde a implantação de infraestrutura hídrica até o aperfeiçoamento da gestão de recursos hídricos, que inclui o planejamento, controle e monitoramento do uso da água, além da gestão dos riscos associados aos sistemas operantes e à crescente vulnerabilidade a eventos climáticos. Assim, o PNSH se caracteriza por sua natureza estratégica e abrangência local, buscando soluções

integradas em âmbito nacional e totalizando 624 propostas de intervenções específicas distribuídas em todo território brasileiro.

Para a bacia do rio Paraíba do Sul, foram identificadas oito intervenções com o potencial de impactar a disponibilidade hídrica e a gestão da água na região. Sete destas intervenções estão relacionadas ao componente denominado “Estudo de Alternativas em Áreas de Alta Vulnerabilidade a Inundações-Bacia do Rio Paraíba do Sul”, e consistem em obras estruturais destinadas à mitigação das cheias, sendo proposta a construção de cinco barragens nos afluentes da porção mineira do rio Paraíba do Sul e duas barragens na porção fluminense da bacia. Outra intervenção relevante para a gestão hídrica no Paraíba do Sul é o Sistema Produtor Guandu, que consiste na ampliação da Estação de Tratamento de água (ETA) Nova Guandu. A ampliação da ETA Nova Guandu é de importância para a bacia do rio Paraíba do Sul devido a transposição já existente. Porém, segundo o Relatório de Identificação de Obra do Sistema Produtor Novo Guandu (ANA, 2021), a captação da ETA será realizada diretamente no rio Guandu, sem alteração na vazão deslocada pela transposição. O Quadro 7-8 e o Quadro 7-9 detalham as intervenções planejadas para a bacia do rio Paraíba do Sul, segundo informações contidas no PNSH.

Quadro 7-8 – Detalhamento das barragens previstas no PNSH para o controle de cheias na Bacia do Rio Paraíba do Sul.

Código	Barragem	Manancial Fonte Hídrica	Localização	Altura (metros)	Volume Máximo de Reservação (hm ³)	Prazo previsto de conclusão da obra
CC-MG-008	Barragem Xotopó	Rio Xotopó	Entre Astolfo Dutra e Dona Eusébia/MG	40,0	61,4	2028
CC-MG-009	Barragem dos Rios Muriaé e Preto	Rio Preto	Muriaé/MG	27,0	43,2	2025
CC-MG-010	Barragem Muriaé	Rio Muriaé	Muriaé/MG	14,0	28,5	2028
CC-MG-011	Barragem Carangola	Rio Carangola	Carangola/MG	28,0	26,6	2028
CC-MG-012	Barragem Tombos	Rio Carangola	Tombos/MG	18,5	21	2028
CC-RJ-001	Barragem de Itaperuna	Rio Muriaé	Itaperuna/RJ	-	14,6	2026
CC-RJ-002	Barragem de Laje do Muriaé	Rio Muriaé	Entre Laje do Muriaé e Itaperuna/RJ	-	9,6	2027

Fonte: ANA, 2019.

Quadro 7-9 – Detalhamento da obra do Sistema Produtor Guandu previsto no PNSH.

Código	Manancial – Fonte Hídrica	Localização	Finalidade	Capacidade	Prazo previsto de conclusão da obra
RJ-012	Rio Paraíba do Sul (transposição) e Guandu	Nova Iguaçu/RJ	Abastecimento humano	24 m ³ /s (em duas etapas de 12 m ³ /s)	2022

Fonte: ANA, 2019.

Embora as intervenções de controle de cheia tenham sido previstas pelo PNSH para os anos de 2025, 2026, 2027 e 2028, nenhuma delas foi iniciada ou está em processo de estudo ou estruturação. Essas informações constam do 3º e mais recente Boletim de Monitoramento do PNSH (MDR, 2022), no qual é possível conhecer o andamento de cada intervenção planejada, de acordo com o seu estágio de implementação apresentado no Caminho da Segurança Hídrica³⁷.

³⁷ No estado de Minas Gerais, as seguintes obras estavam em andamento ou em fase de licitação: MG-001 - Sistema Adutor Capim Branco; MG-002 - Sistema Adutor Congonhas-Montes Claros; MG-003 - Sistema Adutor de Governador Valadares (Ampliação); MG-004 - Sistema Adutor de Uberaba (Ampliação); MG-007 - Sistema Adutor de Itabira (Ampliação); MG-013 - Barragem Congonhas; MG-015 - Barragem Prainha. No estado do Rio de Janeiro, estavam em obras RJ-003 - Sistema Adutor Prolagos (Ampliação); e RJ-012 - Sistema Produtor Guandu (Ampliação ETA Nova Guandu); sendo que em planejamento estavam RJ-006 - Desvio dos Rios Poços, Queimados e Ipiranga; e RJ-009 - Barragem Guapiaçu.

Identifica-se a análise de custo-benefício do complexo de barragens como um Estudo de Caso do Manual de Análise Custo-Benefício em Infraestrutura hídrica para a tipologia de controle de cheias (SDI & PNUD, 2021). O estudo avalia duas alternativas: a primeira envolve a construção de três barragens e obras de canalização, enquanto a segunda propõe apenas canalizações urbanas, com custos mais elevados. As intervenções contempladas pelo referido estudo são: Barragem dos Rios Muriaé e Preto (CC-MG-009), Barragem Muriaé (CC-MG-010); Barragem Carangola (CC-MG-011); e Barragem Tombos (CC-MG-012). A Alternativa 1 apresenta um índice benefício/custo de 1,21, gerando benefícios sociais que superam em 21% os custos totais do projeto.

Nota-se que as barragens de Itaperuna (CC-RJ-001) e Barragem de Laje do Muriaé (CC-RJ-002) não são contempladas no estudo.

7.2.1.4. Regionalização das perspectivas de crescimento econômico

Tal como conceituado no item de abordagem metodológica, a bacia do rio Paraíba do Sul é receptora de dinâmicas a ela exógenas, macro dinâmicas que perfazem o “pano de fundo” dos cenários, pois é sobre elas que as dinâmicas locais vêm a se rebater. Seus elementos fulcrais são os desenrolares da economia (mediante a especificidade dos três grandes setores econômicos) e da demografia (mediante a consideração da população urbana e rural, conforme descrito em item respectivo na sequência).

As projeções econômicas nacionais representam as perspectivas de grande amplitude e devem ser rebatidas sobre os municípios que compõem a bacia hidrográfica de forma a determinar o ritmo de crescimento específico das diversas porções da área de interesse. Adota-se o município como a menor unidade administrativa que se pode trabalhar com dados econômicos e demográficos, permitindo assim pormenorizar o local de forma mais detalhada possível.

A passagem de uma projeção de âmbito nacional para cada um dos 168 municípios cujas sedes se localizam na bacia do rio Paraíba do Sul é realizada pela transferência da projeção nacional para o nível municipal considerando as mudanças de ritmos relativos. Denomina-se essa técnica de “regionalização” de projeções *mutatis-mutandi*³⁸, e é utilizada tanto para as projeções econômicas como para as populacionais. Seu nome advém do fato de que todas as partes são mutáveis de acordo com a influência de seus agregados maiores. E, de fato,

³⁸ Método derivado da análise de economia regional conhecida como *shift-share*, em que se faz a decomposição de um agregado em componentes para análises de suas contribuições relativas.

todas as partes se alteram de acordo com os graus de influência relativa de seus pares locais e/ou estaduais e/ou regionais e/ou nacional.

Na metodologia de escolha, os ritmos e contribuições relativas entre agregados são mais importantes do que as suas próprias magnitudes, uma vez que interessa (em se tratar de macro dinâmica) delinear o contexto de um conjunto interligado e não de um município de forma isolada do conjunto. Para cada um dos cenários, a projeção do agregado maior é a que se altera, refletindo nos municípios as dinâmicas exógenas que a eles se sobrepõem. Em termos matemáticos, tem-se o exemplo do PIB de um município i em um dado ano t :

$$PIB_{mun_{it}} = PIB_{regiãointermediária_{it}} \cdot GPR_{mun_{it}}$$

onde: GPR = grau de participação relativa, definido por sua vez como:

$$GPR_{mun_{it}} = GPR_{mun_{it-1}} \cdot \alpha_{mun_{it}}$$

onde: α = variação do grau de participação relativa.

A expressão pode ser traduzida como a alocação da variável desejada por meio do grau de participação relativa (de cada agregado menor em seu maior). Para um adequado nível de detalhamento, utiliza-se da Divisão Regional do Brasil do IBGE (2017), que espelha, no território, elementos tais como a rede urbana, classificação hierárquica dos centros urbanos, fluxos de gestão pública, dentre outros. Em ordem decrescente, tem-se: País > Região > Estado > Região Intermediária > Município.

Na metodologia adotada, é o grau de participação relativa que varia, ano a ano, em função da projeção histórica (coeficiente angular da série de dez anos passados), ponderado pelo grau decrescente de influência do passado no futuro. Significa dizer que cada município crescerá de acordo com seu próprio histórico de longo prazo em acordo com a influência recebida pelo ritmo de crescimento passado de sua região intermediária, de seu estado, de sua região e, também, claro, pelo maior agregado de todos, o Brasil (cuja variação esperada, em cada cenário, é alterada de acordo com o contexto das macros dinâmicas descritas).

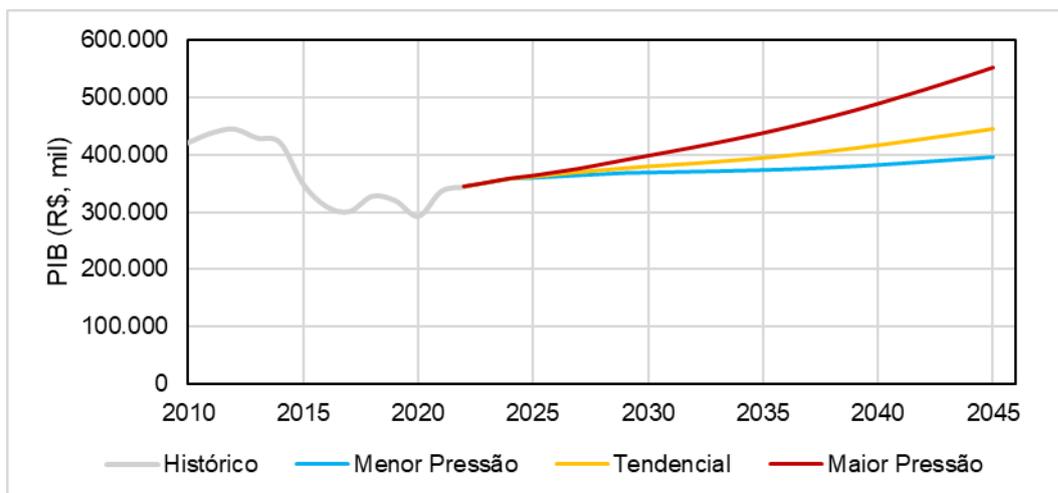
Trabalhou-se nesse mister com os dados das respectivas séries históricas de PIB e VAB a nível municipal, seguindo os mesmos passos metodológicos descritos na conformação dos cenários macroeconômicos. Capturou-se a linha tendencial de cada uma das curvas das contribuições relativas passadas como modelador da tendência de comportamento futuro. Para os cálculos do PIB, agregam-se os três setores e se atribui a razão média dos impostos realizada nos cinco últimos anos, por agregado (razão mantida fixa ao longo da projeção, para

fins de simplificação). Um último ajuste diz respeito ao decréscimo da importância relativa do passado ao se aproximar das taxas de crescimento projetadas para o longo prazo.

A identificação dos ritmos passados de um agregado em relação ao outro evita que, nas projeções, um local que nunca havia crescido a taxas mais altas que seu estado, de um repente, o faça. É claro que um município em específico poderá de fato receber um determinado investimento e crescer a ritmo acelerado, ou ainda adensar-se demograficamente e passar a ter uma maior concentração urbana; mas estas especificidades, no entanto, são fruto da avaliação das dinâmicas setoriais abordadas no próximo item (7.3).

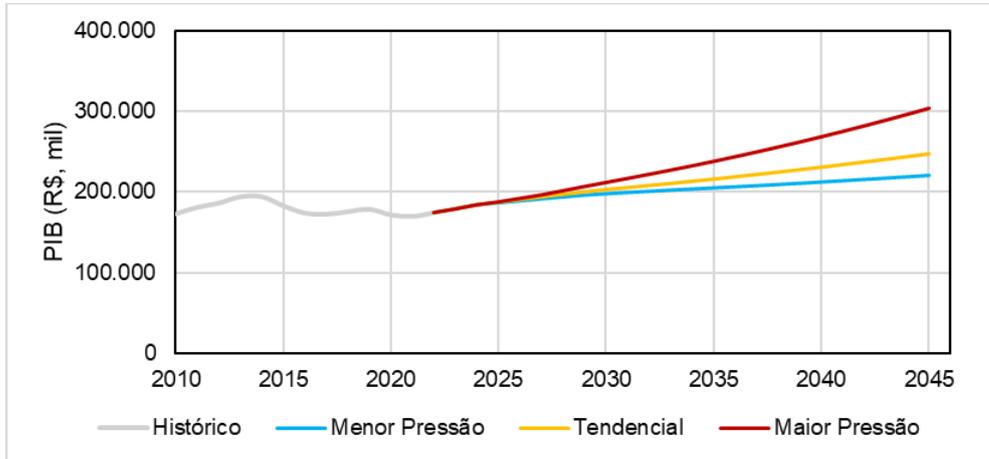
Da Figura 7-5 à Figura 7-8 são apresentados os resultados das projeções agregadas para o conjunto de 168 municípios que compõem a bacia hidrográfica do rio Paraíba do Sul (com sede na bacia). Trata-se de resultado-síntese, uma vez estes são obtidos em nível municipal e subsequentemente acumulados para o nível de bacia.

Figura 7-5 – Projeções econômicas para a bacia do rio Paraíba do Sul - Produto Interno Bruto (PIB) (R\$, mil)



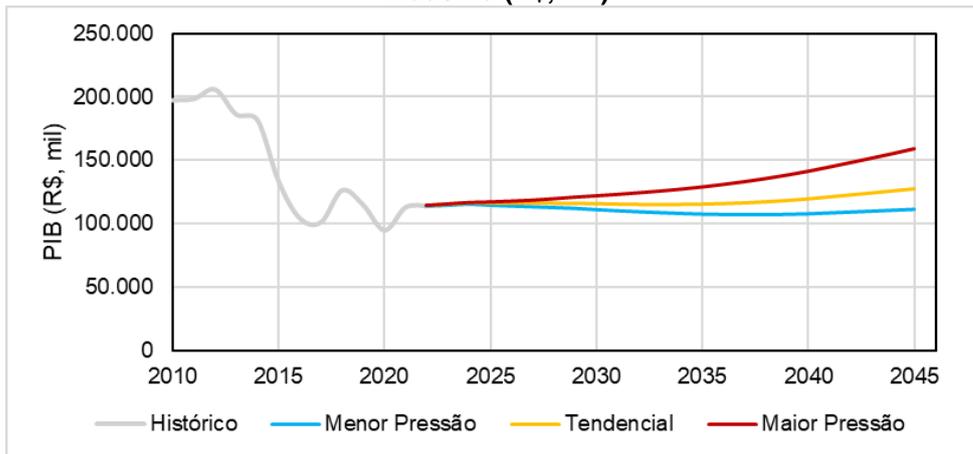
Fonte: elaborado pelo Consórcio.

Figura 7-6 – Projeções econômicas para a bacia do rio Paraíba do Sul - Valor Adicionado dos Serviços (R\$, mil)



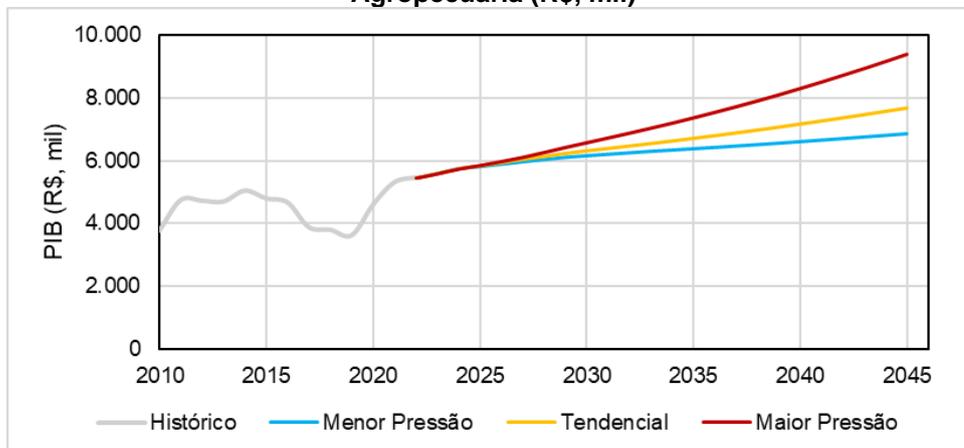
Fonte: elaborado pelo Consórcio.

Figura 7-7 – Projeções econômicas para a bacia do rio Paraíba do Sul - Valor Adicionado da Indústria (R\$, mil)



Fonte: elaborado pelo Consórcio.

Figura 7-8 – Projeções econômicas para a bacia do rio Paraíba do Sul - Valor Adicionado da Agropecuária (R\$, mil)



Fonte: elaborado pelo Consórcio.

Os quadros no Apêndice apresentam os resultados das projeções agregadas para o conjunto de municípios que compõem cada uma das sub bacias hidrográficas.

7.2.2. Perspectivas de Crescimento Demográfico

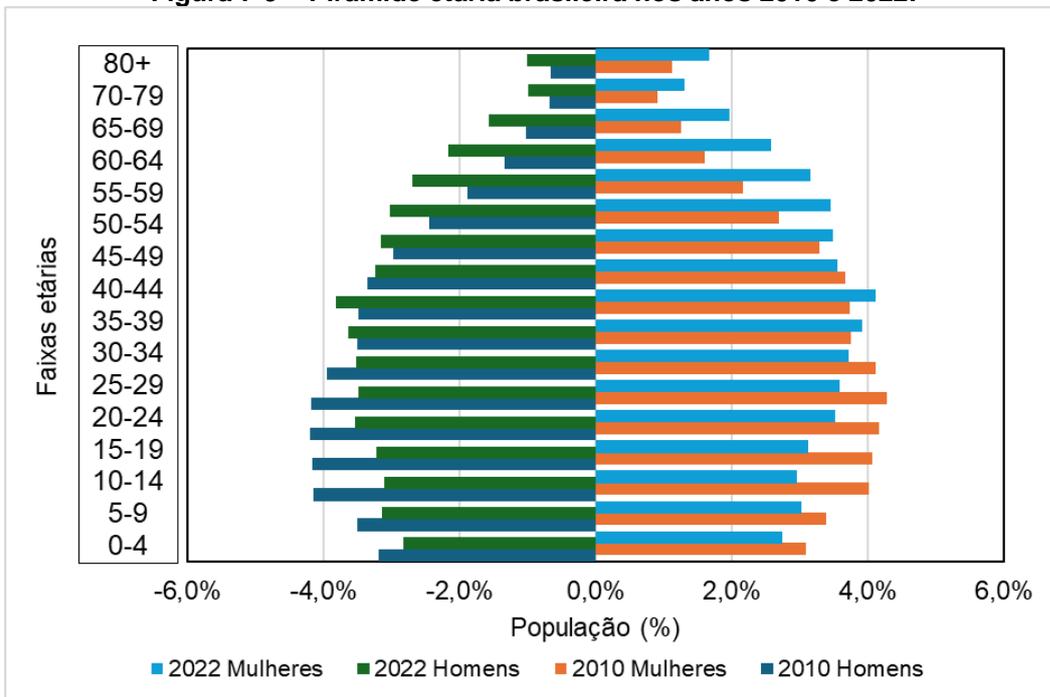
O Brasil atravessa uma transição demográfica marcada pela queda nas taxas de crescimento populacional. Em 2000, a taxa de crescimento geométrica nacional era de 1,22%; em 2010, havia caído para 0,82%; já em 2022, com base no último censo demográfico, revelou-se uma Taxa Geométrica de Crescimento (TGC) de 0,36%. Os três estados componentes da bacia do Paraíba do Sul apresentaram reduções similares.

- Em São Paulo, a TGC de 2000 era de 1,29%, caindo para 0,87% em 2010 e finalmente para 0,19% em 2022;
- No estado do Rio de Janeiro, a TGC de 2000 era 1,11%, caindo para 0,48% em 2010 e finalmente para negativos 0,05% em 2022; e
- Em Minas Gerais, a TGC de 2000 era de 1,16%, caindo para 0,56% em 2010 e finalmente para 0,29% em 2022.

Parte da queda nas taxas de crescimento é oriunda da queda na taxa de fecundidade total (número de filhos por mulher), que no Brasil era de 2,73 em 1991, passa para 2,32 quando mensurada pelo censo demográfico de 2000, alcança níveis europeus ainda em 2010 (1,75), e cai ainda mais em 2022 (1,58). Embora diferentes regiões do País apresentem níveis distintos de fecundidade, todas compartilham da redução.

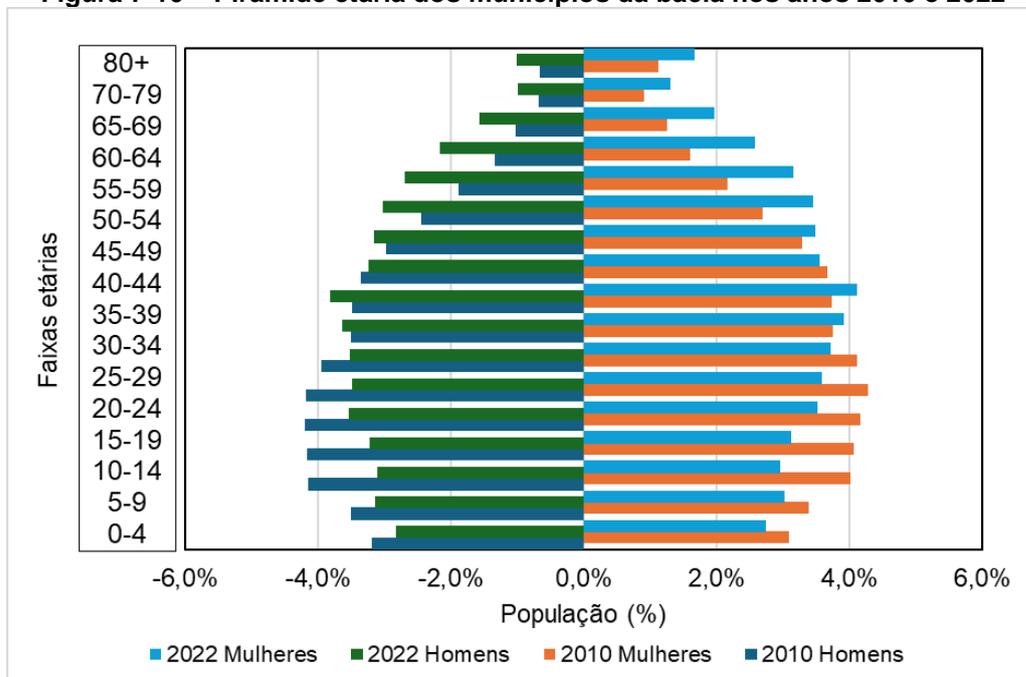
Comparando-se os anos de 2010 com 2022, ou seja, no último intervalor censitário, nota-se na distribuição etária da população do país um estreitamento da base da pirâmide etária concomitante ao alargamento do seu centro e, também, aumento de seu topo. Em 2010, 24,1% da população nacional tinha menos de 15 anos; já em 2022, essa razão caiu para 19,8%. Em contrapartida, a proporção da população com mais de 65 anos, que era de 7,4% em 2010, passou a ser de 10,9% em 2022. Esta modificação na estrutura etária pode ser observada pelas pirâmides demográficas da Figura 7-9 e da Figura 7-10. Além da "pirâmide" nacional, apresenta-se a resultante da somatória dos 168 municípios cujas sedes se localizam na bacia do rio Paraíba do Sul.

Figura 7-9 – Pirâmide etária brasileira nos anos 2010 e 2022.



Fonte: elaborado pelo Consórcio.

Figura 7-10 – Pirâmide etária dos municípios da bacia nos anos 2010 e 2022



Fonte: elaborado pelo Consórcio.

A transformação etária observada no País é ainda mais intensa nos municípios da bacia. Em 2010, 21,3% da população somada dos seus municípios tinha menos de 15 anos; já em 2022,

essa razão caiu para 17,8%. Em contrapartida, a proporção da população da bacia com mais de 65 anos, que era de 8,6% em 2010, passou a ser de 13,2% em 2022.

Esses dados traduzem a modificação estrutural na demografia do País e evidenciam a interação em diversos graus de aspectos como a independência feminina, melhor instrução, maior capacidade de planejamento familiar, melhores acessos às formas de controle de natalidade e uma maior renda. Existem, outrossim, uma miríade de outros aspectos plausíveis que, embora certamente influentes, são menos claros quando de uma análise generalista.

O censo demográfico de 2022 evidenciou o definitivo arrefecimento do fenômeno conhecido como “bônus demográfico”, pois a população mais velha, que volta a demandar serviços públicos e seguridade social, já passa a compor frações crescentes da população, reduzindo os ganhos econômicos da transição na qual há um desproporcional número de pessoas em idade economicamente ativa.

No Brasil, o índice de envelhecimento, calculado como a razão da população de 65 anos ou mais sobre a população de até 15 anos, era de 29,5 em 2010 e passa a ser de 51,1 em 2022. No estado de São Paulo, os índices eram de, respectivamente, 34,1 e 57,8; no Rio de Janeiro, de 40,3 e 67,1; já em Minas Gerais, de 35,3 e 65,1.

A esperança de vida ao nascer é outro indicador que apresenta uma clara tendência de melhora. Segundo o IBGE, a expectativa de vida ao nascer era de 71,10 anos em 2000, e subiu para 74,36 anos em 2010. Já em 2022, é de 75,45 anos. No estado de São Paulo, a expectativa de vida ao nascer era de, respectivamente, 71,89 anos, 75,11 anos e, finalmente, 75,93 anos; no Rio de Janeiro, foi de 70,78 anos, para 73,24 anos e 74,74 anos; já em Minas Gerais, foi de 71,60 anos, para 74,79 anos e 76,51 anos.

O IBGE realiza projeções populacionais de longo curso para o Brasil e para seus estados, articulando a dinâmica intercensitária e o desenrolar das passagens de gerações, as quais refletem as modificações no perfil demográfico comentadas acima. Segundo a edição de 2018 dessas projeções, o Brasil de 2022 teria uma população de 214,83 milhões de habitantes. Os resultados do Censo Demográfico de 2022, no entanto, revelaram que estavam muito elevadas: a população revelada foi de 203,08 milhões (-11,75 milhões de pessoas).

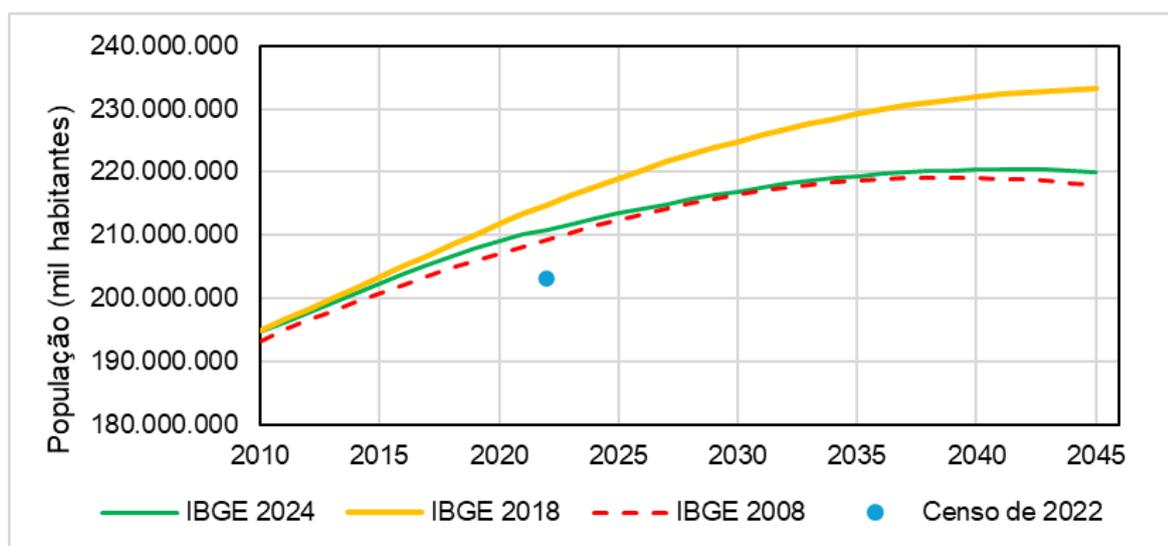
Essa diferença se justifica pela intensificação dos movimentos demográficos ora em comento, quais sejam, quedas maiores do que o esperado nas taxas de fecundidade e nas taxas de mortalidade infantil, combinados com uma ampliação da expectativa de vida ao nascer.

Embora os movimentos demográficos sejam mais lentos e menos voláteis que os movimentos em outras searas (econômicos, por exemplo), as projeções embutem incertezas não desprezíveis. As transformações simultâneas e intensas nas taxas de fecundidade, mortalidade e migração podem fazer com que haja um leque de futuros plausíveis nos próximos 20 anos que precisa ser explorado. Dado que o objetivo dos cenários é embasar as estimativas de demandas hídricas futuras e explicitar as incertezas inerentes, deve-se elaborar cenários demográficos.

A partir dos resultados censitários, o IBGE editou novas projeções populacionais de longo curso para o País e seus estados (IBGE, 2024). Nota-se que os órgãos estaduais de estatística - a Fundação SEADE - Sistema Estadual de Análise de Dados - em São Paulo, a Fundação CEPERJ - Centro Estadual de Estatísticas, Pesquisas e Formação de Servidores Públicos do Rio de Janeiro, e a Fundação João Pinheiro em Minas Gerais - costumam realizar projeções demográficas para os municípios. Muito embora essas projeções poderiam ser utilizadas para analisar os movimentos demográficos da bacia do rio Paraíba do Sul, observa-se que ainda não consideram os resultados do censo demográfico de 2022, que foram distintos da base de projeções do IBGE de 2018.

Também se observa que as projeções demográficas apresentadas pela EPE, de março de 2024, constantes do caderno "Premissas demográficas e econômicas", tampouco foram atualizadas com os dados do Censo 2022. A Figura 7-11 apresenta uma síntese das projeções demográficas do IBGE para o Brasil.

Figura 7-11 – Projeções demográficas do IBGE para o Brasil, em três edições



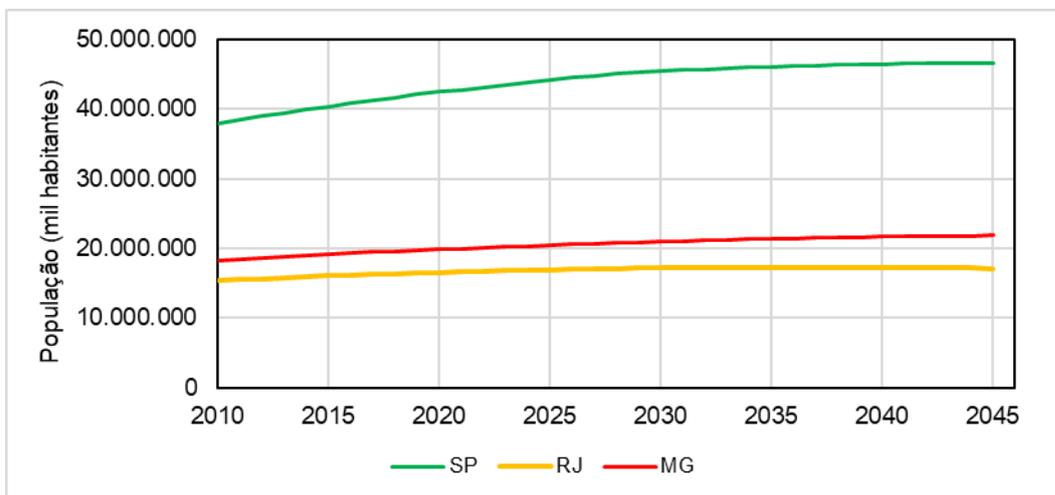
Fonte: elaborado pelo Consórcio com base nas fontes citadas na legenda.

Realiza-se, pois, novas projeções demográficas, espelhando os resultados mais atualizados possível, ou seja, do censo demográfico de 2022 e das projeções de longo curso de 2024 do IBGE, que consideram os resultados do recenseamento.

Dada a sua relevância como a base de projeções demográficas para todo o País e para os seus estados, as projeções de longo curso do IBGE em sua edição de 2024 conformam um dos cenários de população. Pode-se aplicar exatamente as mesmas taxas de variação a partir de 2023 para a população censitária de 2022, corrigindo assim a diferença verificada no resultado populacional.

Uma vez que as projeções de longo curso do IBGE são realizadas para cada um dos estados do País, apresenta-se na Figura 7-12 os resultados da edição de 2024 para cada um dos estados componentes da bacia do rio Paraíba do Sul. Observa-se que nenhum dos três estados apresenta perspectivas de grande crescimento. Mesmo assim, espera-se que a população de Minas Gerais enfrente o maior crescimento relativo (2,8% entre 2022 e 2045). O estado de São Paulo deve crescer em uma taxa menor, sendo a diferença entre a população de 2022 e 2045 de 1,0%. Já para o estado do Rio de Janeiro, apresenta-se uma perspectiva de redução populacional, sendo que em 2045 projeta-se uma população 2,5% menor do que a de 2022.

Figura 7-12 – Projeções demográficas do IBGE (edição 2024) para os estados da bacia



Fonte: elaborado pelo Consórcio.

Ainda mais interessante que as modificações previstas para a população total dos estados, é a mudança na estrutura populacional. Do Quadro 7-10 ao Quadro 7-12 são apresentadas as projeções realizadas pelo IBGE para a população dos estados, segregadas em 4 grandes faixas etárias, para demonstrar o fim do bônus demográfico nos próximos vinte anos.

Quadro 7-10 – Projeções da população do estado de São Paulo com base em IBGE - Censos demográficos e projeções populacionais (edição 2024).

Milhões de pessoas		Estado de São Paulo					
		Censos		Projeções			
Faixa Etária	Indicador	2010	2022	2030	2035	2040	2045
De zero a 14 anos	pop.	8,865	7,975	7,706	6,919	6,515	6,271
	%	21,48%	17,96%	16,58%	14,84%	13,99%	13,57%
De 15 a 44 anos	pop.	20,449	20,082	19,425	18,805	17,929	16,867
	%	49,56%	45,22%	41,80%	40,32%	38,51%	36,50%
De 45 a 64 anos	pop.	8,715	11,069	12,512	13,010	13,188	13,004
	%	21,12%	24,92%	26,92%	27,90%	28,33%	28,14%
Acima de 65	pop.	3,234	5,285	6,831	7,902	8,921	10,066
	%	7,84%	11,90%	14,70%	16,94%	19,16%	21,78%
Total Geral	pop.	41,262	44,411	46,473	46,636	46,553	46,208

Fonte: elaborado pelo Consórcio.

Quadro 7-11 – Projeções da população do estado do Rio de Janeiro com base em IBGE - Censos demográficos e projeções populacionais (edição 2024).

Milhões de pessoas		Estado do Rio de Janeiro					
		Censos		Projeções			
Faixa Etária	Indicador	2010	2022	2030	2035	2040	2045
De zero a 14 anos	pop.	3,387	2,856	2,742	2,462	2,332	2,238
	%	21,18%	17,79%	15,93%	14,35%	13,71%	13,34%
De 15 a 44 anos	pop.	7,594	6,992	7,074	6,837	6,423	5,944
	%	47,49%	43,55%	41,09%	39,85%	37,76%	35,43%
De 45 a 64 anos	pop.	3,583	4,104	4,635	4,735	4,807	4,784
	%	22,41%	25,56%	26,92%	27,60%	28,26%	28,52%
Acima de 65	pop.	1,427	2,103	2,766	3,122	3,448	3,809
	%	8,92%	13,10%	16,07%	18,20%	20,27%	22,70%
Total Geral	pop.	15,990	16,055	17,218	17,156	17,011	16,775

Fonte: elaborado pelo Consórcio.

Quadro 7-12 – Projeções da população do estado de Minas Gerais com base em IBGE - Censos demográficos e projeções populacionais (edição 2024).

Milhões de pessoas		Estado de Minas Gerais					
		Censos		Projeções			
Faixa Etária	Indicador	2010	2022	2030	2035	2040	2045
De zero a 14 anos	pop.	4,394	3,708	3,549	3,272	3,065	2,902
	%	22,42%	18,05%	16,36%	14,96%	14,00%	13,57%
De 15 a 44 anos	pop.	9,543	9,183	8,980	8,656	8,238	7,735
	%	48,69%	44,71%	41,40%	39,58%	37,63%	36,50%
De 45 a 64 anos	pop.	4,065	5,106	5,758	6,022	6,204	6,227
	%	20,74%	24,86%	26,54%	27,54%	28,34%	28,14%
Acima de 65	pop.	1,596	2,543	3,404	3,918	4,384	4,898
	%	8,15%	12,38%	15,69%	17,92%	20,03%	21,78%
Total Geral	pop.	19,597	20,540	21,692	21,869	21,891	21,763

Fonte: elaborado pelo Consórcio.

Os quadros evidenciam a evolução demográfica ocorrida nos últimos doze anos, assim como a perspectiva de continuação de algumas tendências. Para o estado de São Paulo, a população de zero a 14 anos apresenta uma queda contínua, tanto em números absolutos quanto em percentual. Enquanto em 2010 representava 21,48% da população, em 2045 cairá para 13,57%, refletindo a tendência de envelhecimento populacional e continuidade da redução das taxas de natalidade. Em contraste, a população acima de 65 anos cresce de forma acelerada. Enquanto em 2010 representava apenas 7,84%, em 2045 será responsável por 21,78% da população total.

A faixa de 15 a 44 anos, que inclui os mais jovens da população economicamente ativa (PEA), diminui ao longo do tempo. Em 2010, essa faixa era quase metade da população (49,56%), mas em 2045 cairá para 36,50%. Já a faixa de 45 a 64 anos, que representa os trabalhadores mais velhos, cresce até 2040 (28,33%), mas começa a se estabilizar e até diminuir levemente até 2045 (28,14%).

Para o estado do Rio de Janeiro, as mesmas tendências se verificam, mas de forma ainda mais intensa. Em 2010, a população de até 14 anos representava 21,18% do total, devendo cair para 13,34% em 2045. A faixa de 15 a 44 anos, que representava 47,49% da população, cairá para 35,43%. Já a faixa de 45 a 64 anos, que representa os trabalhadores mais velhos, aumenta até 2045, passando de 22,41% em 2010 para 28,52%. Por fim, a população acima de 65 anos cresce significativamente. Enquanto em 2010 representava 8,92% da população, em 2045 será responsável por 22,70% da população.

Por fim, no estado de Minas Gerais, a população de 0 a 14 anos cai de 22,42% em 2010 para 13,57% em 2045. A faixa de 15 a 44 anos diminui de 48,69% em 2010 para 36,50% em 2045; enquanto isso, aumenta a proporção na faixa de 45 a 64 anos - de 20,74% passará para 28,14%. Já a população acima de 65 anos sobe de 8,15% em 2010 para 21,78% em 2045.

Em termos de contingente populacional, São Paulo deve crescer dos atuais 44,41 milhões para 46,47 milhões em 2030 (adição de 2,06 milhões de habitantes), mas a partir de então, o crescimento é apenas marginal e após 2035 começa a reduzir. Em 2045, deverá haver 1,80 milhão de pessoas a mais do que na cena atual. No Rio de Janeiro, a população total tende a passar dos atuais 16,06 milhões para 17,22 milhões em 2030 (adição de 1,16 milhão de habitantes), mas a partir de então, o ritmo de crescimento cai significativamente. Em 2045, o estado deverá contar com cerca de 720 mil pessoas a mais do que na cena atual. Por fim, o estado de Minas Gerais deve passar dos atuais 20,54 milhões de habitantes para 21,69 milhões em 2030 (adição de 1,15 milhão). Diferentemente dos dois outros estados, deverá haver um continuado acréscimo de população, embora em ritmos paulatinamente decrescentes. As Minas Gerais de 2045 deverão ter 1,22 milhão de pessoas a mais do que na cena atual.

Reconhecendo as inerentes incertezas quanto aos desdobramentos demográficos, cabe apresentar as perspectivas de evolução da população em cenários de maior e menor pressão sobre os recursos hídricos. Uma forma de se demonstrar perspectivas de maior crescimento demográfico - e, logo, de maior pressão hídrica - é pela utilização da projeção de longo curso do IBGE na edição de 2018, que apresenta um balizador maior da pressão demográfica que até recentemente embasa as projeções nacionais e subnacionais.

Ainda uma outra possibilidade de modificação na população é considerar a sua alocação entre as áreas urbanas e rurais. Uma vez que a pressão pelos recursos hídricos é maior quanto maior for o grau de urbanização, uma perspectiva de desaceleração da concentração da população no meio urbano, tendo como contrapartida uma manutenção maior da população no meio rural, pode demonstrar as repercussões desse fenômeno na demanda hídrica. Esse cenário se torna plausível quando se observa que entre os censos demográficos de 2010 e 2022, houve uma redução na taxa de urbanização (embora tenha havido uma continuada redução na densidade de moradores por domicílio). Uma das formas de se realizar tal cenário é com base na projeção de uma redução dos graus de urbanização observados - projetando-se que em cada município este movimento seja mais lento.

7.2.2.1. Regionalização das perspectivas de crescimento demográfico

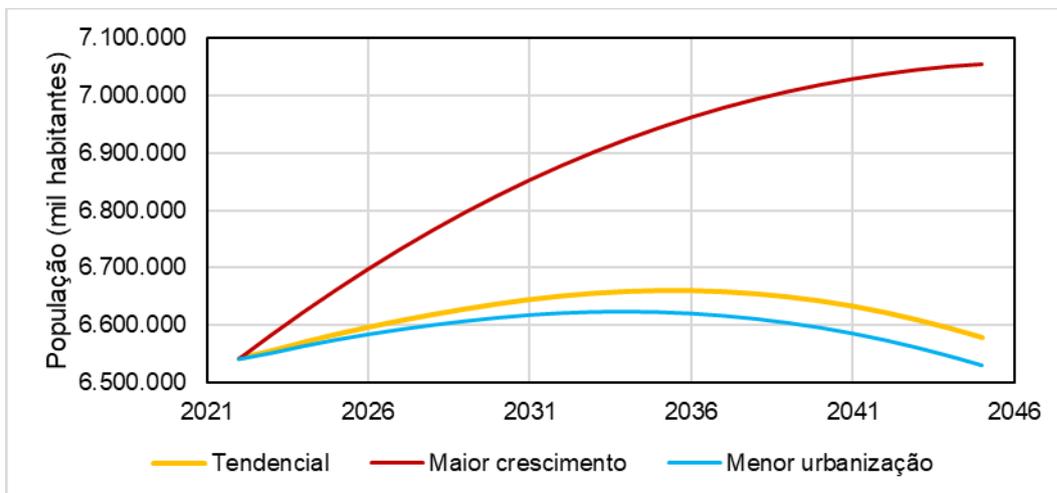
A partir da definição dos três cenários populacionais, cabe realizar a regionalização a nível de município. Para tanto, aplica-se a mesma metodologia, *mutatis-mutandi*, que para a regionalização das perspectivas de crescimento econômico. Uma vez que o censo demográfico do IBGE não publicou o grau de urbanização para o ano de 2022, o primeiro passo é realizar essa estimativa. Fez-se uso, especificamente, da relação entre o número total de domicílios de um dado município e o número de domicílios desse município que contava em 2022 com acesso à rede de abastecimento de água. Assumiu-se, assim, que a proporção de domicílios com acesso à rede de água é equivalente à proporção de pessoas em área urbana.

Já para a projeção da população urbana e rural, a partir da estimativa dos resultados de 2022, se deu pela projeção da continuidade de modificação no grau de urbanização passado (revelada pelos censos demográficos de 2000 e 2010 e das estimativas de 2022) para cada município por meio de equação polinomial de 2º grau, com dois limitadores³⁹. O primeiro é a não permissão da redução da urbanização, uma vez que o histórico mostra que essa situação, embora possível, seja muito rara. O segundo é a não permissão de se urbanizar acima da taxa de urbanização dada pela soma da situação de 2022 com 85% da amplitude da urbanização verificada entre 2000 e 2022, de forma a impedir movimentos muito bruscos e, assim, possivelmente equivocados (como passar de 30% para 80% de urbanização, por exemplo), especificamente em municípios de menor porte.

Os resultados da regionalização das projeções demográficas, enfim, são apresentados da Figura 7-13 à Figura 7-15, que ilustram o comportamento geral para todo o conjunto de municípios da bacia hidrográfica do rio Paraíba do Sul, exibindo os três cenários de evolução populacional ao longo dos anos de 2022 a 2045.

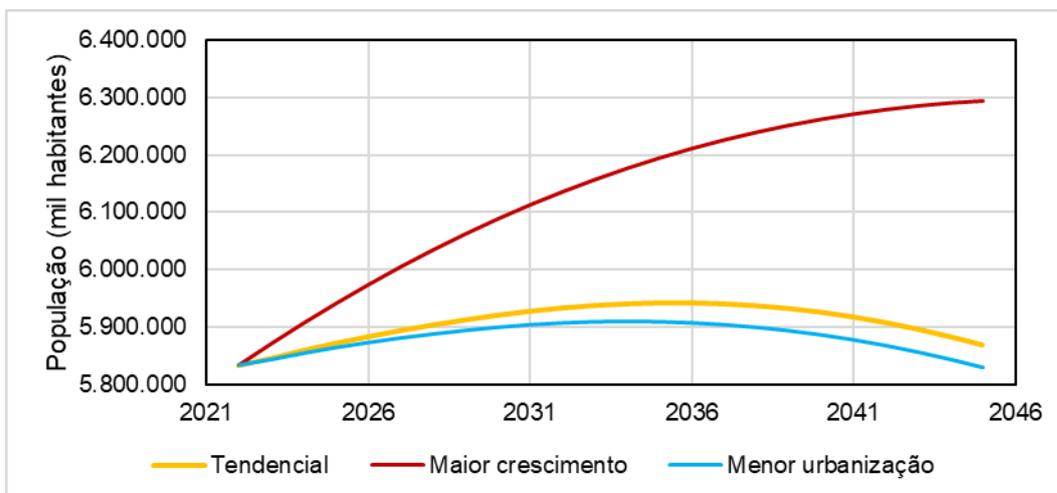
³⁹ É necessário projetar a população urbana e a rural, pois ambas têm demandas hídricas distintas. As projeções do IBGE que foram utilizadas como base (Revisão 2024 das projeções de longo curso) são apresentadas por UF, sem fazer a distinção de população municipal ou mesmo da população urbana/rural. Dessa forma, para se obter as necessárias projeções de população urbana e rural, foi adotada a metodologia descrita. O Censo Demográfico do IBGE de 2022 tampouco apresenta a população urbana e rural.

Figura 7-13 – Cenários demográficos para a bacia do Paraíba do Sul - Projeção da população total.



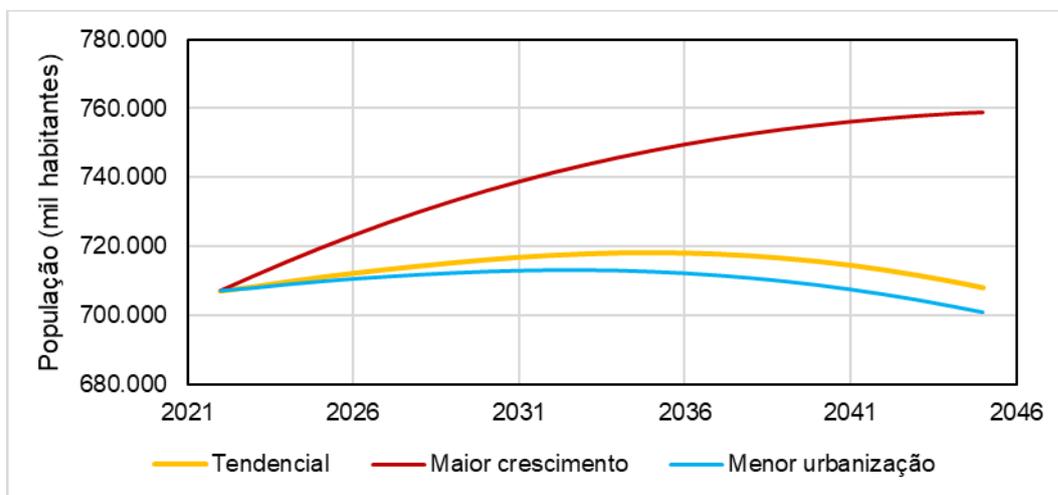
Fonte: elaborado pelo Consórcio.

Figura 7-14 – Cenários demográficos para a bacia do Paraíba do Sul - Projeção da população urbana.



Fonte: elaborado pelo Consórcio.

Figura 7-15 – Cenários demográficos para a bacia do Paraíba do Sul - Projeção da população rural.



Fonte: elaborado pelo Consórcio.

O cenário que regionaliza as projeções demográficas do IBGE para a população total (urbana e rural) de cada um dos três estados da bacia nos seus respectivos municípios, pode ser visto como Cenário Tendencial. Nessa perspectiva, não se verifica um crescimento absoluto expressivo, mas há uma continuada urbanização, fruto da leitura de continuidade das taxas passadas. Partindo dos atuais 6,54 milhões de habitantes revelados pelo Censo Demográfico de 2022, a população da bacia do rio Paraíba do Sul atinge 6,64 milhões em 2030, 6,66 milhões em 2035, 6,64 milhões em 2040 e, finalmente, 6,58 milhões em 2045. Nota-se que o pico populacional para a população da bacia ocorre exatamente no intervalo dos próximos vinte anos (aproximadamente em 2035).

O cenário de urbanização menos acelerada, por sua vez, apresenta praticamente a mesma quantidade de habitantes em termos absolutos; varia, no entanto, a distribuição da população nas áreas urbana e rural dos municípios. As variações, no entanto, são pequenas no agregado e se revelam mais significativas apenas quando se avaliam os municípios individualmente. No Apêndice C, são apresentados quadros com os resultados somados por sub-bacia hidrográfica, permitindo destacar onde, no território, as maiores possibilidades de diferença entre as populações urbana e rural são previstas.

Já o cenário de crescimento demográfico mais intenso, que regionaliza para cada município da área de estudo as projeções do IBGE em sua edição de 2018, traz para a bacia a perspectiva de se ter, em 2045, uma população total de 7,05 milhões de habitantes. Nesse cenário, haveria o acréscimo de cerca de 475 mil habitantes a mais do que se prevê no Tendencial. A diferença não é muito grande (a amplitude dos resultados é de apenas 8%), o

que demonstra que são as migrações internas que deverão ser os elementos mais fulcrais da demografia do rio Paraíba do Sul nas duas décadas vindouras.

Há, ainda, questão possível de se pensar, relacionada a um possível incremento nas demandas de regiões metropolitanas no entorno da bacia e que poderiam influenciar as vazões de transposições existentes. No entanto, além de tratar de tema polêmico à bacia, dependeria de análise de disponibilidade e balanço hídrico e futura emissão de outorgas, tornando complexa sua consideração neste momento.

É importante ressaltar que, como todas as projeções, estas são estimativas baseadas em diferentes metodologias e premissas. Fatores como as taxas de natalidade, mortalidade e, principalmente, migração, serão determinantes da trajetória que será efetivamente percorrida, valendo lembrar que as projeções de cada município apresentam variações próprias.

7.3. DINÂMICAS SETORIAIS LOCAIS

As macros dinâmicas apresentadas no item precedente (Item 7.2) articulam mudanças de grande amplitude, tal como o crescimento da produção econômica, que acabam por se sobrepor ao território da bacia do rio Paraíba do Sul. As dinâmicas setoriais locais são, então, influenciadas pelas dinâmicas de grande amplitude, modificando-se de acordo. Estas dinâmicas locais (microdinâmicas) são trabalhadas ao nível das atividades econômicas geradoras de demandas hídricas. Não basta saber, afinal, que o valor agregado bruto agropecuário do município x crescerá em y milhões, mas sim a repercussão possível dessa variação na geração de novas demandas de irrigação ou dessedentação animal.

Cada uma das demandas quantitativas é influenciada por desenrolares de atividades específicas dentro da bacia, cuja composição se reflete diretamente nas taxas de utilização do recurso hídrico. Estas perspectivas são identificadas de três formas, a primeira sendo pelo levantamento de séries históricas das condicionantes específicas aos municípios da bacia para identificar as tendências futuras (por exemplo: os rebanhos bovinos vêm apresentando crescimento nos últimos dez anos?). A segunda forma é pela repercussão dos planos e investimentos previstos, conforme item precedente. Estes planos podem balizar os graus de influência nos cenários alternativos. Por fim, realiza-se a consulta a estudos e outras informações setoriais como forma de balizar os seus graus de influência nos cenários. Todas essas formas são refletidas, naturalmente, em alterações de aspectos de uso e ocupação do solo e da eficiência dos usos da água, com utilização de tecnologias que levem à otimização do uso, com recirculação ou reúso de água, por exemplo.

Como metodologia de cenarização, identifica-se nas séries históricas das variáveis de interesse, os municípios que se destacam como polos de suas regiões intermediárias em suas respectivas atividades (exemplo: criação de bovinos ou plantio de cana-de-açúcar). Para isso, adota-se a combinação de dois critérios que permitem qualificar as projeções de macro para micro com base nos diferenciais de micro para macro.

O primeiro desses critérios é a consideração do porte da atividade ao longo dos últimos dez anos em relação ao valor adicionado bruto agregado dos setores econômicos. Exemplifica-se com o setor de serviços privados (valor agregado da atividade privada do comércio e de serviços excluídos aqueles relativos ao setor público): em um determinado município, tem-se 50% de representatividade deste setor em relação aos demais setores econômicos combinados (valor agregado dos setores agropecuário, industrial e de serviços). Pela média e desvio padrão dessa série, dentro da região intermediária, tem-se resultados respectivos de 35% e 11%. O município exemplificado, com 50% de participação, pode ser considerado como um polo de serviços na região, haja vista que seu resultado está além de um desvio padrão positivo na série que compara este resultado com o de seus pares (resultado este que seria de 46%). Trata-se de um critério relativo, adotado visto o potencial local.

Esse primeiro critério é, então, combinado ao segundo critério, que traz o porte absoluto da atividade em relação ao total gerado na região intermediária: calcula-se a participação do valor adicionado da atividade de cada município em relação aos demais da região. No exemplo dado, tem-se que a participação do setor de serviços privados representa, na média dos últimos cinco anos, 79% do total do valor agregado dos serviços privados de sua região intermediária. A média dessa participação por entre os demais municípios da região é, por exemplo, de 15%, sendo que o desvio padrão é de 18%. Novamente, assim, tem-se a identificação de um município-polo.

Com essa mesma mecânica, identificam-se os municípios que detêm valores superiores a um desvio padrão para cada um dos dois critérios. A identificação de um dos dois critérios é suficiente para sensibilizar as projeções a maior para o determinado município, sendo que a presença simultânea de ambos os critérios identifica os polos de cada atividade.

Dada a existência de planos ou projetos de investimento que interfiram diretamente em um município, um terceiro critério é adicionado, perfazendo assim o reflexo das expectativas locais no conjunto de projeções ao nível da atividade.

7.3.1. Perspectivas da Demanda da População Atendida por Sistema de Abastecimento

A relação do abastecimento humano em área urbana com os recursos hídricos perpassa diversos aspectos, sendo a quantidade de pessoas que demandam os serviços um dos principais condicionadores das demandas hídricas. De acordo com a regionalização das perspectivas populacionais para a bacia do rio Paraíba do Sul, apresentadas no item 7.2.2, tem-se a população urbana projetada para cada um dos cenários em cada um dos quatro recortes temporais em cada um dos municípios da bacia.

Esses dados de população são insumo direto para a aplicação do método de cálculo da demanda hídrica de acordo com a metodologia do Manual de usos Consuntivos da Água no Brasil (ANA, 2024). Conforme abordado, o método não é apenas pautado no contingente populacional, mas também nos coeficientes de uso per capita e das perdas na distribuição da água. Para tanto, recorre-se aos dados do Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (SNIS)⁴⁰ para investigar as perspectivas das taxas de uso e de perdas, o que considera, inclusive, potencial reúso de água pelos municípios, ao estabelecer os índices de uso per capita de água e valores de água nova necessária.

O Manual de Usos Consuntivos (MUC) adota uma classificação de porte municipal de acordo com a população total do município, sendo que essa mesma métrica pode ser replicada com base nos resultados do censo de 2022 do IBGE para os 168 municípios cuja sede se localiza na bacia do rio Paraíba do Sul. O Quadro 7-13 apresenta resultados do indicador de consumo médio per capita de água (IN022) do SNIS para cada um dos quatro portes municipais, expresso em litros por habitante por dia.

Quadro 7-13 – Consumo médio per capita de água na bacia do rio Paraíba do Sul.

Porte Populacional	Média em 2020	Média em 2022	Variação entre 2022 e 2020	Média entre 2013 e 2020	Média entre 2013 e 2022
Menor que 5 mil hab.	172,09	192,97	12,1%	145,00	150,33
Entre 5 e 35 mil hab.	161,92	191,04	18,0%	167,27	169,91
Entre 35 e 75 mil hab.	144,85	179,26	23,8%	158,58	160,88
Maior que 75 mil hab.	149,85	154,23	2,9%	154,57	154,54

Fonte: elaborado pelo Consórcio com base no SNIS.

⁴⁰ Disponível em: <https://app4.mdr.gov.br/serieHistorica/>

Observa-se que o índice de consumo aumentou consideravelmente no ano de 2022 (ano mais recente de publicação do SNIS) em relação ao ano de 2020 para todas as faixas de porte municipal, o que se justifica pela redução (brusca, em vários casos) da população que era estimada pelo IBGE para os municípios e foi revelada pelo Censo Demográfico de 2022. Uma vez que esse indicador considera a população em seu denominador, a verificação de uma população menor do que a esperada eleva a razão entre o volume consumido de água e a população subjacente.

Uma importante observação é que no ano de 2021 os municípios não apresentaram os dados para esse (e outros vários) indicadores do SNIS, fato pelo qual os resultados dos últimos dez anos, apresentados na última coluna do quadro, consideram os nove anos com dados entre 2013 e 2022.

O Quadro 7-14 apresenta as médias de consumo per capita para o ano de 2022 de todos os municípios de cada um dos estados que compõe a bacia do rio Paraíba do Sul. Trata-se de uma forma de ampliar a leitura dos índices e verificar se há convergência com os valores encontrados para o recorte dos 168 municípios da bacia.

Quadro 7-14 – Consumo médio per capita de água nos estados da bacia.

Porte Populacional	Estado de São Paulo		Estado do Rio de Janeiro		Estado de Minas Gerais	
	Qtde. Municípios	Média em 2022 (L/hab.dia).	Qtde. Municípios	Média em 2022 (L/hab.dia).	Qtde. Municípios	Média em 2022 (L/hab.dia).
Menor que 5 mil hab.	150	193,83	0	-	247	177,56
Entre 5 e 35 mil hab.	320	205,31	44	198,99	504	162,30
Entre 35 e 75 mil hab.	77	190,69	15	170,58	51	166,99
Maior que 75 mil hab.	98	177,61	33	131,39	51	170,75

Fonte: elaborado pelo Consórcio.

Observam-se algumas diferenças, sendo que os municípios de São Paulo, por exemplo, apresentam os maiores consumos médios em quase todas as faixas populacionais. Por exemplo, municípios com menos de 5 mil habitantes têm um consumo médio de 193,83 contra 177,56 L/hab.dia em Minas Gerais. Já os municípios fluminenses com mais de 75 mil habitantes apresentam consumo significativamente menor, registrando apenas 131,39 L/hab.dia enquanto seus pares em São Paulo apresentam 177,61 e em Minas Gerais 170,75 L/hab.dia).

Nos três estados analisados, no entanto, há uma clara convergência para índices menores conforme aumenta o porte populacional. A faixa populacional entre 35 e 75 mil habitantes apresenta valores relativamente próximos entre os três estados. Mais importante é que os dados estaduais se alinham aos resultados médios encontrados para os municípios da bacia do rio Paraíba do Sul, permitindo utilizá-los para as projeções.

Já quanto às tendências de consumo per capita, observa-se pela diferença entre os resultados do ano de 2020 para os resultados médios entre os anos de 2013 e 2020, que houve um crescimento considerável nos municípios de menor porte (menores que 5 mil habitantes). Já nas demais faixas populacionais, observa-se que o ano de 2020 apresenta um consumo próximo ou até ligeiramente inferior à média de longo prazo.

Uma vez que já se verificou tal notável aumento na taxa de consumo dos municípios de menor porte, ao passo que se observa uma estabilidade nas dos municípios de maior porte, adota-se a manutenção dos índices de consumo de 2022 para as projeções. Considerando que as projeções demográficas já consideram os resultados do último recenseamento, estas são as taxas de consumo ideais para servirem de base de partida para as projeções.

Uma vez que o indicador de consumo per capita é bastante sensível ao resultado do denominador, destacam-se os resultados para o ano de 2010, por ter sido ano censitário. Os municípios com menos de 5 mil habitantes apresentavam consumo de 142,06 L/hab.dia; nas localidades com população entre 5 mil e 35 mil habitantes, o consumo médio foi de 176,04 L/hab.dia; já para municípios com população entre 35 mil e 75 mil habitantes, o consumo foi de 161,61 L/hab.dia; e por fim, nas cidades com mais de 75 mil habitantes, o consumo médio foi de 160,77 L/hab.dia. Em 2010, portanto, nota-se um consumo médio per capita de água inferior ao atual para as faixas populacionais menores, mas relativamente similar para os municípios de maior porte populacional. Dessa forma, esses dados corroboram as demais análises realizadas.

Como forma de se corrigirem eventuais variações oriundas de reporte dos dados ao SNIS por parte dos municípios, adotam-se os resultados médios (por faixa populacional) para os municípios com índices inferiores ou superiores a 0,5 desvio padrão (por faixa populacional). Para os demais, mantêm-se os valores reportados no SNIS. Com essa mecânica, os resultados médios das quatro faixas populacionais passam a ser de 188,07 L/hab.dia para os municípios com população inferior a 5 mil pessoas; 181,60 L/hab.dia para os da faixa entre 5 e 35 mil; 179,91 L/hab.dia para os da faixa entre 35 e 75 mil; e finalmente de 161,29 L/hab.dia

para os maiores de 75 mil habitantes. A síntese dos resultados dessa análise é apresentada no Quadro 7-15.

Não se antevê variação nas taxas de consumo nos cenários, de forma que são mantidas constantes para o cenário tendencial e para os cenários de maior ou menor pressão. Observa-se, ademais, que os índices de consumo apresentados são as médias para os municípios da bacia, trazidas para ilustrar os resultados obtidos. Faz-se uso, para o cálculo das demandas futuras, dos dados a nível de município, sabendo-se que no coeficiente de uso per capita estão somadas as demandas públicas, comerciais, de serviços e industriais, todas geradas no meio urbano e abastecidas pelas redes das empresas de saneamento. Ou seja, os índices de consumo de água per capita que não abarcam exclusivamente o consumo domiciliar.

Quadro 7-15 – Consumo médio per capita de água nos estados da bacia (L/hab.dia).

Porte Populacional	Cena Atual	Todos os cenários			
		2030	2035	2040	2045
Menor que 5 mil hab.	188,07	188,07	188,07	188,07	188,07
Entre 5 e 35 mil hab.	181,60	181,60	181,60	181,60	181,60
Entre 35 e 75 mil hab.	179,91	179,91	179,91	179,91	179,91
Maior que 75 mil hab.	161,29	161,29	161,29	161,29	161,29

Fonte: elaborado pelo Consórcio.

Um outro elemento necessário para a estimativa das demandas futuras da população urbana é relativo ao atendimento dos sistemas de distribuição de água. Afinal, caso uma determinada parcela da população esteja em área urbana, mas não seja atendida por rede, sua demanda por água deve ser considerada de forma alternativa à que é atendida pelas companhias de saneamento - sujeitas aos índices de consumo acima estimados e às perdas de água, conforme se explora na sequência.

Consultando-se os últimos dados disponíveis no Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento, é possível notar que os municípios da bacia do rio Paraíba do Sul apresentam altos índices de atendimento de água, ou seja, resultados elevados para o indicador IN023 - Índice de atendimento urbano de água. Para os municípios com população menor que 5 mil habitantes, a média de atendimento é de 96,7%; já dentre os municípios cuja população tem entre 5 e 35 mil hab., a média cai ligeiramente para 93,4%; nos municípios de faixa populacional entre 35 e 75 mil hab., tem-se o mais baixo indicador, de 91,0%; enquanto nos municípios com população acima de 75 mil hab., o índice é elevado para 97,0%. Esse indicador é dado em percentual, e para o ano de 2022, foi atualizado com base nos dados censitários.

Nota-se que, por ser uma média, os dados apenas reportados mascaram alguns graus bastante baixos de cobertura de atendimento, principalmente na porção carioca da bacia. Doze municípios contam com cobertura inferior a 80%, quais sejam: Trajano de Moraes - RJ (66%); Mendes - RJ (69%); Santa Maria Madalena - RJ (69%); São Francisco de Itabapoana - RJ (72%); Rio das Flores - RJ (73%); Igaratá - SP (74%); Santa Branca - SP (75%); Sumidouro - RJ (77%); Guiricema - MG (77%); Belmiro Braga - MG (78%); Carapebus - RJ (78%); e Barra do Piraí - RJ (79%).

Eis que o aumento da cobertura de atendimento de água (e de esgotamento sanitário) se constitui em meta nacional dada pelo novo marco legal do saneamento (Lei nº 14.026/2020), que estipula:

- 99% da população atendida com água potável até 31 de dezembro de 2033; e
- 90% da população com coleta e tratamento de esgoto até a mesma data.

A Norma de Referência nº 8/2024, publicada pela ANA, trata especificamente da universalização dos serviços de saneamento básico no Brasil, trazendo metas progressivas para a universalização dos serviços e definindo os indicadores de acesso e sistema de avaliação para monitorar o progresso. Essa normativa revoga a anterior Norma de Referência nº 2/2021.

Em seu Art. 9º, a Norma traz que a universalização do acesso ao abastecimento de água potável e esgotamento sanitário é de responsabilidade do titular e deve ser entendida como a ampliação progressiva do acesso de todos os domicílios ocupados em todo o conjunto de seus serviços e suas atividades, infraestruturas e instalações operacionais. Os indicadores que definem a universalização do abastecimento de água, conforme a normativa, são:

- IAA - Índice de atendimento de abastecimento de água (percentual de domicílios residenciais ocupados atendidos com rede pública de abastecimento de água ou com solução alternativa adequada de abastecimento de água prevista pela entidade reguladora infranacional - ERI); e
- ICA - Índice de cobertura de abastecimento de água (percentual de domicílios residenciais e não residenciais, ocupados ou não ocupados, cobertos por rede pública de abastecimento de água ou com solução alternativa adequada de abastecimento de água prevista pela entidade reguladora infranacional - ERI).

Nota-se que o primeiro dos indicadores é compatível com o indicador do SNIS IN023, embora este último traga o cálculo do atendimento pela população, que é estimada (exceto nos anos de recenseamento demográfico), e a Norma considere os domicílios residenciais, que são de

conhecimento do prestador (inclusive objeto de faturamento), independentemente de quantas pessoas habitem cada domicílio.

A Norma também concede à Agência Reguladora Infranacional a definição da área de abrangência da prestação dos serviços, que incluem soluções individuais ou coletivas que não sejam via rede geral. Dessa forma, e dados os preceitos da Norma de Referência, tem-se que o atendimento deve ser ampliado para além do meio urbano *stricto sensu*, significando abranger a população em meio urbano que ainda não é atendida com sistema de abastecimento e a população em distritos rurais e outras aglomerações que passam a ser atendidas com sistemas simplificados.

De toda forma, pode-se para fins de cenarização, compreender que grande esforço deve ser realizado para que se faça cumprir a meta estabelecida de universalização do atendimento do abastecimento de água. Assim, pode-se realizar a seguinte associação dos graus atuais de atendimento com os cenários econômicos:

- Cenário de Menor Pressão: dada a situação econômica ilustrada por este cenário, não são empreendidas ampliações na cobertura dos serviços, mantendo-se os índices atuais;
- Cenário Tendencial: aumento dos graus de atendimento, porém a ritmos mais lentos do que os previstos pelas metas de universalização, chegando-se a 93% em 2035, 96% em 2040 e cumprindo-se a meta em 2045; e
- Cenário de Maior Pressão: dada a situação econômica ilustrada por este cenário, são empreendidas melhorias significativas na ampliação da cobertura, atingindo-se a meta em 2035. Uma questão que pode-se esperar de forma mais clara para esse cenário de maior desenvolvimento trata de um maior índice de reúso das águas urbanas, aproveitando-se da possibilidade associada a melhores índices de tratamento de esgotos, também previstos para um cenário como esse. Tais índices já são considerados no contexto dos valores de percentuais de atendimento.

Para os municípios que já detêm, na cena atual, um grau de cobertura superior aos valores assumidos de progressão, os resultados são mantidos constantes. Para os demais, aplicam-se os graus propostos. Nota-se que nos cenários de menor pressão e no tendencial, não se prevê o cumprimento da meta até o ano de 2035 - refletindo o histórico do País no (não) cumprimento de metas de saneamento.

Uma das mais evidentes transgressões vem do eixo de gestão de resíduos sólidos, no qual a Política Nacional setorial, instituída pela Lei nº 12.305/2010, estabeleceu a meta de eliminar

todos os lixões no Brasil até 2014. Contudo, não apenas esse prazo não foi cumprido, como os novos prazos posteriormente estipulados, com prorrogações até 2024 para municípios menores, flagrantemente também não o foram. De acordo com o Panorama dos Resíduos Sólidos no Brasil de 2023, da Associação Brasileira de Resíduos e Meio Ambiente, 38,9% dos resíduos sólidos urbanos ainda não tem destinação adequada.

O Quadro 7-16 apresenta os resultados das projeções do índice de atendimento de abastecimento de água, sendo que no cenário de menor pressão, permanecem os índices verificados na cena atual. No caso do cenário de maior pressão os índices são apresentados no Quadro 7-17.

Quadro 7-16 – Consumo médio per capita tendencial de água nos estados da bacia.

Porte Populacional	Cena Atual	Cenário Tendencial			
		2030	2035	2040	2045
Menor que 5 mil hab.	96,7%	96,8%	97,9%	98,5%	99,5%
Entre 5 e 35 mil hab.	93,4%	93,6%	96,6%	97,8%	99,4%
Entre 35 e 75 mil hab.	91,0%	91,3%	95,2%	97,0%	99,2%
Maior que 75 mil hab.	97,0%	97,1%	98,3%	98,7%	99,6%

Fonte: elaborado pelo Consórcio.

Quadro 7-17 – Consumo médio per capita de maior pressão de água nos estados da bacia.

Porte Populacional	Cena Atual	Cenário Maior Pressão			
		2030	2035	2040	2045
Menor que 5 mil hab.	96,7%	97,0%	99,5%	99,5%	99,5%
Entre 5 e 35 mil hab.	93,4%	93,8%	99,4%	99,4%	99,4%
Entre 35 e 75 mil hab.	91,0%	91,6%	99,2%	99,2%	99,2%
Maior que 75 mil hab.	97,0%	97,2%	99,6%	99,6%	99,6%

Fonte: elaborado pelo Consórcio.

Nota-se que, segundo o Manual de usos Consuntivos da Água no Brasil (ANA, 2024), a população urbana não é considerada de forma *stricto sensu*, mas sim é equivalente à população que é atendida por rede geral de abastecimento de água. Dessa forma, a população urbana na cena atual e projetada, conforme abordado no item 7.2.2, já reflete a manutenção dos graus atuais de atendimento de água, restando aplicar o aumento do grau de atendimento aqui calculado nos cenários tendencial e de maior pressão. Já quanto ao restante da população, este é entendido como a somatória da população urbana que não é atendida por rede geral com a população rural que vive, efetivamente, em meio rural.

Finalmente, a estimativa das demandas de retirada da população atendida por rede geral requer a consideração das perdas que ocorrem nas redes de distribuição de água,

independentemente de terem características físicas (vazamentos), comerciais (ligações clandestinas e outras fraudes) ou ainda ocorrer por problemas de medição (macromedição e hidrometração deficientes e imprecisão inerente aos dispositivos).

Para exemplificar o efeito das perdas, tem-se que em um sistema cujo índice de consumo per capita seja de 130 L/hab.dia, caso haja perda de 120 L/lig.dia e, supondo-se uma densidade de 3 habitantes por ligação, ter-se-ia um coeficiente de demanda de retirada equivalente a 170 L/hab.dia (130 demandados para uso e 40 perdidos para que essa demanda seja plenamente atendida).

O Quadro 7-18 apresenta os índices médios de perdas na distribuição de água, em litros por ligação por dia (indicador IN051 do SNIS) para o ano de 2022. Uma vez que esse índice é calculado por ligação, não é afetado pelos resultados do Censo Demográfico, mas a mesma observação acerca da falta de dados no ano 2021 se replica. Nota-se que o índice de perdas é maior nos municípios de maior porte e foram, em 2022, de cerca de 300 litros por ligação por dia.

Quadro 7-18 – Índice de perdas de água por ligação na bacia do rio Paraíba do Sul (L/lig.dia).

Porte Populacional	Média em 2022	Média entre 2013 e 2022
Menor que 5 mil hab.	175,31	165,65
Entre 5 e 35 mil hab.	276,25	293,32
Entre 35 e 75 mil hab.	315,77	374,22
Maior que 75 mil hab.	332,40	365,17

Fonte: elaborado pelo Consórcio.

Observa-se que houve uma redução entre os resultados do ano de 2022 e as médias de 2013 a 2022, embora seja importante ressaltar que a base de dados desse indicador é passível de falhas, observando-se desde dados faltantes até dados pouco compatíveis (como perdas de 2 mil litros por ligação). Os dados médios apresentados para 2022 foram ajustados para essas possíveis falhas, aplicando-se os dados médios da bacia, por faixa de município.

Com base na Resolução ANA nº 211, de 19 de setembro de 2024, que aprova a Norma de Referência nº 9/2024, tem-se o estabelecimento de um padrão de referência para o índice de perdas por ligação de 216 L/lig.dia. Nota-se que na média, os municípios de menor porte da bacia já apresentam níveis de perdas inferiores ao padrão de referência. Já os demais estão significativamente acima e, portanto, podem ter suas eficiências aumentadas para o uso deste recurso natural escasso. Dado o índice atual de cerca de 300 L/lig.dia e o padrão de referência, tem-se um gap de 84 L/lig.dia.

Eis que o controle de perdas na distribuição de água é custoso e não necessariamente prioritário para os serviços de saneamento com orçamentos justos frente à necessidade de investimentos para expansão dos sistemas de água e - principalmente - de esgoto sanitário (metas de universalização). Dessa forma, pode-se realizar a seguinte associação dos índices de perdas com os cenários econômicos:

- Cenário de Menor Pressão: dada a situação econômica ilustrada por este cenário, não são empreendidas melhorias na redução de perdas, mantendo-se os índices médios atuais;
- Cenário Tendencial: redução dos índices atuais de perdas na distribuição, cobrindo-se 50% do gap até o ano de 2045 (Quadro 7-19); e
- Cenário de Maior Pressão: dada a situação econômica ilustrada por este cenário, são empreendidas melhorias na redução de perdas, cobrindo-se todo o gap até o ano de 2045 (Quadro 7-20).

Partindo-se da situação atual de cada município em relação ao índice de perdas na distribuição, pode-se realizar a simulação das melhorias em cada cenário, sendo que para os municípios que já contam com índices de perdas inferiores ao padrão, são mantidos os resultados ao longo de todo o período.

Quadro 7-19 – Projeção cenário tendencial do índice de perdas de água por ligação (L/lig.dia).

Porte Populacional	Cena Atual	Cenário Tendencial			
		2030	2035	2040	2045
Menor que 5 mil hab.	175,31	174,47	173,31	172,37	168,64
Entre 5 e 35 mil hab.	276,25	270,56	262,59	256,22	230,72
Entre 35 e 75 mil hab.	315,77	308,95	299,39	291,75	261,17
Maior que 75 mil hab.	332,40	324,38	313,15	304,16	268,23

Fonte: elaborado pelo Consórcio.

Quadro 7-20 – Projeção cenário de maior pressão do índice de perdas de água por ligação (L/lig.dia).

Porte Populacional	Cena Atual	Cenário Maior Pressão			
		2030	2035	2040	2045
Menor que 5 mil hab.	175,31	175,31	173,64	171,31	169,44
Entre 5 e 35 mil hab.	276,25	276,25	264,87	248,93	236,19
Entre 35 e 75 mil hab.	315,77	315,77	302,12	283,01	267,72
Maior que 75 mil hab.	332,40	332,40	316,36	293,90	275,93

Fonte: elaborado pelo Consórcio.

A partir da cenarização dos índices de perdas de água por ligação (L/lig.dia), pode-se aplicar as mesmas taxas de variação sobre os índices de perdas na distribuição de água (IN049 do

SNIS) de forma a aplicar o método do Manual de Usos Consuntivos. Os índices de perdas na cena atual refletem os valores reportados ao SNIS no último ano disponível (2022) e que passaram pelo processo de consistência. Nota-se que no cenário de menor pressão, os índices se mantêm tal como na cena atual. O Quadro 7-21 apresenta as projeções desse indicador para o cenário tendencial, que expressa o percentual do volume de água produzido que não é consumido pelos usuários, seja por perdas físicas (vazamentos), comerciais (ligações clandestinas e fraudes), ou por problemas de medição. Na sequência, o Quadro 7-22 apresenta a projeção para o cenário de maior pressão.

Quadro 7-21 – Projeção do índice de perdas na distribuição de água (percentual).

Porte Populacional	Cena Atual	Cenário Tendencial			
		2030	2035	2040	2045
Menor que 5 mil hab.	30,7%	30,6%	30,3%	30,0%	29,3%
Entre 5 e 35 mil hab.	36,5%	35,9%	34,5%	32,6%	28,8%
Entre 35 e 75 mil hab.	38,6%	37,9%	36,2%	34,0%	29,3%
Maior que 75 mil hab.	39,4%	38,6%	36,7%	34,1%	28,9%

Fonte: elaborado pelo Consórcio.

Quadro 7-22 – Projeção do índice de perdas na distribuição de água (percentual) – Cenário de maior pressão.

Porte Populacional	Cena Atual	Cenário Maior Pressão			
		2030	2035	2040	2045
Menor que 5 mil hab.	30,7%	30,5%	30,0%	29,4%	28,2%
Entre 5 e 35 mil hab.	36,5%	35,3%	32,6%	29,2%	23,1%
Entre 35 e 75 mil hab.	38,6%	37,2%	34,0%	29,8%	22,3%
Maior que 75 mil hab.	39,4%	37,8%	34,1%	29,5%	21,5%

Fonte: elaborado pelo Consórcio.

O último passo na consolidação dos cenários de demandas hídricas é a aplicação dos coeficientes apresentados acima para cada uma das perspectivas de população, gerando então as demandas hídricas em m³/s, o que é apresentado no próximo capítulo deste documento.

7.3.2. Perspectivas da Demanda da População Não Atendida por Sistema de Abastecimento

A relação do abastecimento humano em área rural com os recursos hídricos não perpassa aspectos da distribuição desta via sistema (rede) geral, pois a população rural é dispersa no território e não conta, necessariamente, com o serviço de fornecimento de água tratada. Geralmente, seu abastecimento é realizado por métodos alternativos, descentralizados ou mesmo por soluções individuais.

O principal condicionador das demandas hídricas é, por óbvio, o contingente populacional, que já foi analisado e estimado em três cenários no item 7.2.2. A população rural projetada para cada um dos cenários em cada um dos quatro recortes temporais em cada um dos municípios da bacia, é o elemento subjacente para a projeção da demanda hídrica.

No entanto, como visto no item precedente, a Norma de Referência da ANA de Nº 8/2024 prevê a ampliação da cobertura dos serviços, seja por rede geral ou por soluções alternativas. Dessa forma, e dado o conceito do Manual de Usos Consuntivos de que a população "rural" é a não atendida por serviços de abastecimento, e não apenas as pessoas que habitam o meio rural (logo dispersas), tem-se uma importante dissociação entre as projeções da população rural propriamente dita e o que passa, aqui, a ser tratado como população não atendida por sistema de abastecimento. A base das projeções continua sendo a população rural, mas ajustada a menor em função da fração de população que passa a ser atendida com sistema de abastecimento (item anterior, 7.3.1).

Conforme a metodologia do Manual de usos Consuntivos da Água no Brasil, outro elemento necessário é o coeficiente de uso per capita da população não atendida com sistema de abastecimento, realizada de forma mais simplificada pela adoção de coeficientes assumidos de retirada per capita. Segundo o Manual de Usos Consuntivos da Água e o Atlas Águas (ANA, 2022), o coeficiente de retirada per capita é de 125 L/hab.dia para os três estados da bacia.

Nota-se que o Novo Marco Legal do Saneamento (Lei Federal nº 14.026/2020) apresenta a inclusão de métodos alternativos, descentralizados ou individuais no rol de serviços do prestador de serviços públicos de saneamento, cabendo, inclusive, a tarifação por sua prestação. O Decreto nº 11.467/2023 mantém o dispositivo previsto no Decreto nº 10.588/2020 que aclara que as ações e os serviços operados pelos próprios usuários, por meio de associações comunitárias ou multicomunitárias, não constituem serviço público de saneamento básico. Essa recente clareza de papéis, somada à Norma de Referência de Universalização (ANA, Nº 8/2024), traz viabilidade jurídica para que essas associações se desenvolvam e possam prestar os serviços de forma mais organizada do que é geralmente observado.

É relevante, ainda, considerar os esforços empreendidos pelo Programa Saneamento Brasil Rural, da Fundação Nacional de Saúde, estabelecido pelo Ministério da Saúde (Portaria nº 3.174/2019), que visa articular e incrementar ações para universalizar o acesso ao saneamento básico em áreas rurais e comunidades tradicionais.

Tem-se, assim, perspectivas de melhoria do abastecimento humano no meio rural, o que tende a fazer com que as taxas de consumo per capita se elevem, assemelhando-se àquelas verificadas para os municípios de população pequena. Afinal, dentre outros, o meio rural passa a ter acessos rodoviários que, mesmo de forma paulatina, acabam sendo aprimorados; tem certo acúmulo de riqueza, fruto do efeito “gotejamento” (mesmo que pequeno) da produção de commodities agropecuárias; conta com novas tecnologias de comunicação que ampliam meios de comercialização dos frutos do campo e permitem trabalho remoto.

Pode-se realizar a seguinte associação das taxas de consumo com os cenários econômicos:

- Cenário de Menor Pressão: dada a situação econômica ilustrada por este cenário, não são empreendidas melhorias no saneamento rural, com manutenção das taxas atuais de consumo de 125 L/hab.dia;
- Cenário Tendencial: ocorrem melhorias do saneamento no meio rural, porém não são tempestivas, o que implica em aumento mais lento da demanda hídrica, que passa para 135 L/hab.dia em 2030 e para 150 L/hab.dia em 2040; e
- Cenário de Maior Pressão: dada a situação econômica ilustrada por este cenário, há melhoria mais rápida do saneamento no meio rural, o que implica em aumento na demanda hídrica para 150 L/hab.dia em 2030 e para 175 L/hab.dia em 2040 (em linha com as demandas de consumo no meio urbano).

O Quadro 7-23 apresenta as taxas apenas descritas, para cada um dos horizontes temporais cenarizados para a população não atendida com sistema de abastecimento.

Quadro 7-23 – Projeção da taxa de consumo de água da população não atendida com sistema de abastecimento (L/hab.dia).

Cenários	Cena Atual	Horizonte Temporal			
		2030	2035	2040	2045
Cenário de Menor Pressão	125,0	125,0	125,0	125,0	125,0
Cenário Tendencial	125,0	135,0	142,5	150,0	150,0
Cenário de Maior Pressão	125,0	150,0	160,0	170,0	170,0

Fonte: elaborado pelo Consórcio.

7.3.3. Perspectivas da Criação Animal

7.3.3.1. Rebanhos animais

Para cada município localizado na bacia do rio Paraíba do sul (incluindo aqueles cuja fração de área se insere na bacia hidrográfica, mas não abrange a sede municipal), identificou-se o coeficiente angular de variação dos dados históricos de criação animal, a partir dos dados da

cena atual obtidos pela Pesquisa da Pecuária Municipal (PPM/IBGE)⁴¹, considerando tanto os últimos dez anos como os últimos cinco. Essa tendência é, então, modificada (intensificada ou refreada) mediante a influência das projeções de cada um dos três cenários das dinâmicas de grande amplitude. Embora haja perspectiva de crescimento do setor agropecuário em todos os três cenários econômicos, cada um apresenta ritmo e intensidade distinto. Para balizar a macrodinâmica, adota-se uma composição das taxas de crescimento do VAB de serviços privados (que representa a demanda interna) e do VAB da agropecuária. No cenário de menor pressão, a demanda interna é menos preponderante.

Adotam-se, ainda, os dois critérios que identificam os municípios que se destacam como polos de suas regiões em suas respectivas atividades (exemplo: criação de bovinos), qualificando assim as projeções das dinâmicas de grande amplitude para as locais com os potenciais diferenciais setoriais (conforme descrição no início deste item). Os critérios são de natureza relativa e absoluta. A identificação de um dos dois critérios é suficiente para sensibilizar as projeções a maior para o determinado município, sendo que a presença simultânea de ambos os critérios identifica os polos de cada atividade, na qual há tendência de agregação da atividade econômica.

- Cenário de Menor Pressão: a dinâmica de grande amplitude é balizada pela composição das taxas de crescimento do VAB de serviços privados (demanda interna) e do VAB da agropecuária dada a situação econômica ilustrada por este cenário; a dinâmica local é calibrada para a continuidade das expansões em municípios polo (discretizados por rebanho), mas não nos demais;
- Cenário Tendencial: composição das taxas dos VABs dada a situação econômica ilustrada por este cenário; dinâmica local responde com expansões em vários municípios e mais forte nos polos; e
- Cenário de Maior Pressão: composição das taxas dos VABs dada a situação econômica ilustrada por este cenário; dinâmica local responde com expansões em todos os municípios e mais forte nos polos.

Vale destacar que as diferenças de rebanhos apresentadas nos três cenários naturalmente são influenciadas e influenciam o uso e ocupação do solo no meio rural, o que também foi levado em consideração para a construção das possibilidades de futuros relacionadas a esse setor usuário. Para fins de cálculo das demandas, é ainda necessária a diferenciação entre

⁴¹ Disponível em: <https://sidra.ibge.gov.br/pesquisa/ppm/tabelas>

galinhas poedeiras e vacas ordenhadas, pois a demanda hídrica é distinta (para o gado de corte, a taxa de retirada diária é de 50 litros; já a de vacas ordenhadas é de 127,5 litros).

Do Quadro 7-24 ao Quadro 7-32 são apresentados os resultados das projeções para os rebanhos na bacia do rio Paraíba do Sul, considerando todos os municípios nela inseridos. Os valores apresentados são somatórias simples dos rebanhos projetados de todos os municípios componentes da bacia, inclusive os que apresentam apenas uma fração de seus territórios. Nota-se que o cálculo das demandas hídricas é realizado por município e posteriormente é espacializado - etapa na qual é realizada a alocação dos rebanhos nas frações de suas áreas correspondentes na bacia. O Apêndice C traz estes mesmos resultados por sub-bacia, permitindo consultar os resultados agregados a esse nível.

Quadro 7-24 – Projeção dos rebanhos de corte na baía do rio Paraíba do Sul (animais).

Cenários	Cena Atual	Rebanho avícola de corte			
		2030	2035	2040	2045
Cenário de Menor Pressão	19.540.214	22.418.402	24.019.289	25.254.779	26.288.367
Cenário Tendencial	19.540.214	22.548.465	25.586.185	28.018.575	30.085.874
Cenário de Maior Pressão	19.540.214	23.035.481	26.836.486	30.669.873	34.777.908

Fonte: elaborado pelo Consórcio.

Quadro 7-25 – Projeção dos rebanhos de postura na baía do rio Paraíba do Sul (animais).

Cenários	Cena Atual	Rebanho avícola de postura			
		2030	2035	2040	2045
Cenário de Menor Pressão	2.278.655	2.550.461	2.685.919	2.819.204	2.928.411
Cenário Tendencial	2.278.655	2.612.556	2.841.913	3.051.579	3.267.546
Cenário de Maior Pressão	2.278.655	2.682.947	3.048.704	3.441.629	3.892.156

Fonte: elaborado pelo Consórcio.

Quadro 7-26 – Projeção dos rebanhos bovinos de corte na baía do rio Paraíba do Sul (animais).

Cenários	Cena Atual	Rebanho bovino de corte			
		2030	2035	2040	2045
Cenário de Menor Pressão	3.658.424	3.993.218	4.104.245	4.203.535	4.354.305
Cenário Tendencial	3.658.424	4.167.922	4.513.173	4.812.677	5.141.824
Cenário de Maior Pressão	3.658.424	4.302.982	4.828.344	5.395.829	6.088.600

Fonte: elaborado pelo Consórcio.

Quadro 7-27 – Projeção dos rebanhos bovinos de leite na baía do rio Paraíba do Sul (animais).

Cenários	Cena Atual	Rebanho bovino de leite			
		2030	2035	2040	2045
Cenário de Menor Pressão	662.213	737.800	774.942	804.841	834.701
Cenário Tendencial	662.213	723.978	799.154	859.494	919.269
Cenário de Maior Pressão	662.213	733.493	831.983	934.245	1.055.251

Fonte: elaborado pelo Consórcio.

Quadro 7-28 – Projeção dos rebanhos suínos na baía do rio Paraíba do Sul (animais).

Cenários	Cena Atual	Rebanho suíno			
		2030	2035	2040	2045
Cenário de Menor Pressão	280.964	314.904	331.678	345.172	358.326
Cenário Tendencial	280.964	315.917	360.211	392.158	419.807
Cenário de Maior Pressão	280.964	323.571	372.440	420.218	475.087

Fonte: elaborado pelo Consórcio.

Quadro 7-29 – Projeção dos rebanhos caprino e ovino na baía do rio Paraíba do Sul (animais).

Cenários	Cena Atual	Rebanho caprino e ovino			
		2030	2035	2040	2045
Cenário de Menor Pressão	62.887	69.379	72.308	74.720	77.407
Cenário Tendencial	62.887	68.799	75.551	80.955	86.502
Cenário de Maior Pressão	62.887	70.026	79.035	88.450	99.808

Fonte: elaborado pelo Consórcio.

Quadro 7-30 – Projeção dos rebanhos equinos na baía do rio Paraíba do Sul (animais).

Cenários	Cena Atual	Rebanho equino			
		2030	2035	2040	2045
Cenário de Menor Pressão	144.145	157.872	163.756	170.172	176.351
Cenário Tendencial	144.145	160.140	171.246	181.882	194.314
Cenário de Maior Pressão	144.145	163.728	182.893	204.230	230.419

Fonte: elaborado pelo Consórcio.

Quadro 7-31 – Projeção dos rebanhos bubalinos na baía do rio Paraíba do Sul (animais).

Cenários	Cena Atual	Rebanho bubalino			
		2030	2035	2040	2045
Cenário de Menor Pressão	17.315	18.520	18.740	18.982	19.600
Cenário Tendencial	17.315	19.557	21.349	22.690	24.160
Cenário de Maior Pressão	17.315	20.342	22.688	25.134	28.289

Fonte: elaborado pelo Consórcio.

Quadro 7-32 – Projeção dos rebanhos de codornas na baía do rio Paraíba do Sul (animais).

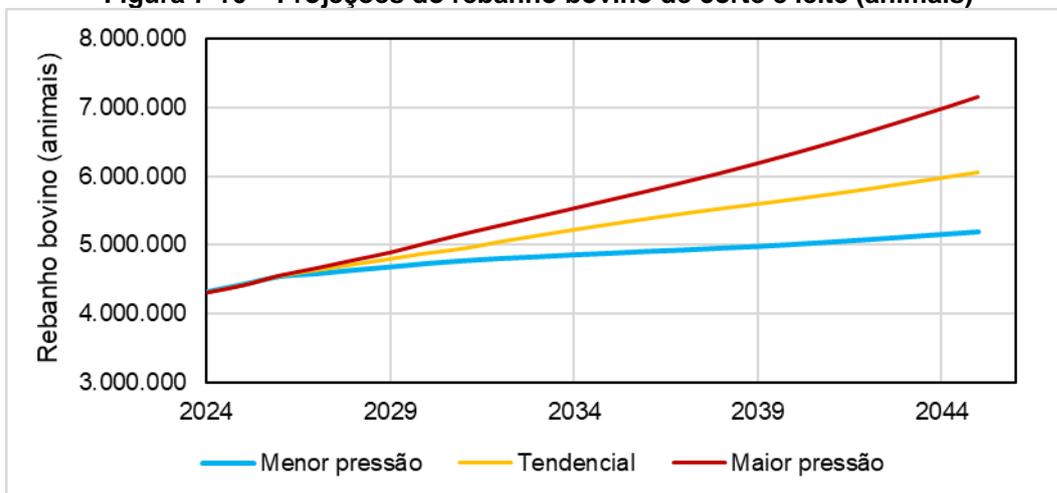
Cenários	Cena Atual	Rebanho de codornas			
		2030	2035	2040	2045
Cenário de Menor Pressão	465.464	520.690	549.149	578.083	600.215
Cenário Tendencial	465.464	527.580	574.217	615.822	659.064
Cenário de Maior Pressão	465.464	540.027	613.085	691.042	781.204

Fonte: elaborado pelo Consórcio.

Nota-se que os principais rebanhos são o de gado (corte e leite) e o galináceo (corte e postura). Ambos são projetados para crescer de forma acelerada no cenário de Maior Pressão

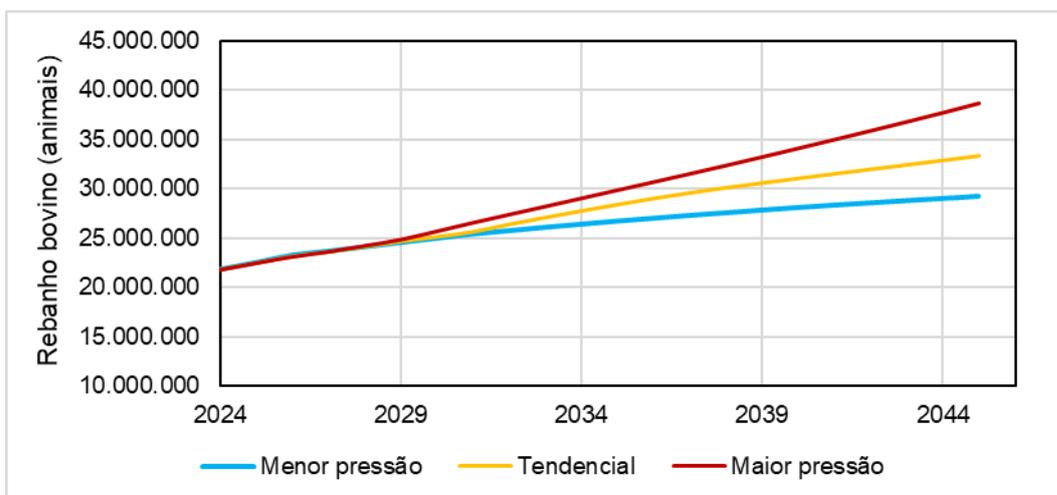
pelos recursos hídricos. A Figura 7-16 e a Figura 7-17 apresentam as trajetórias destes rebanhos, de forma a ilustrar os resultados das projeções.

Figura 7-16 – Projeções do rebanho bovino de corte e leite (animais)



Fonte: elaborado pelo Consórcio.

Figura 7-17 – Projeções do rebanho galináceo de corte e postura (animais)



Fonte: elaborado pelo Consórcio.

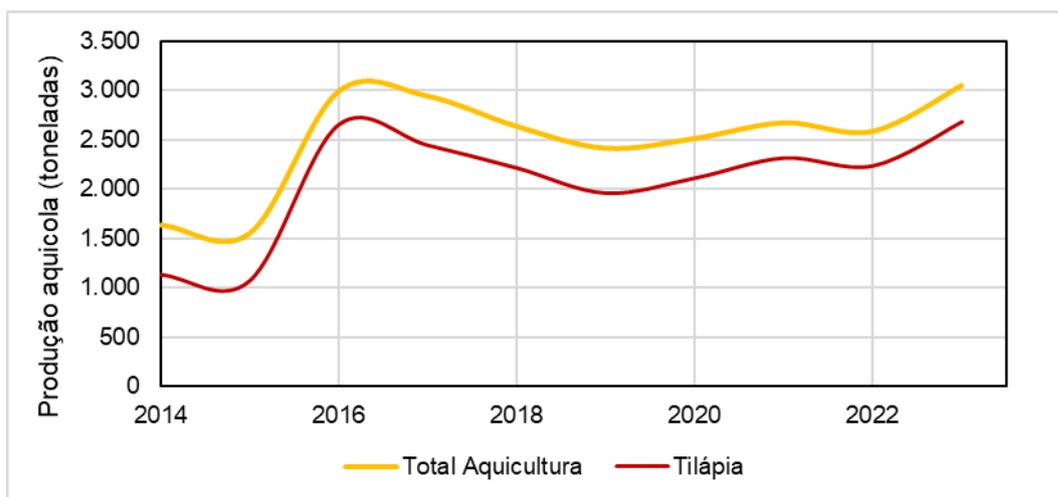
7.3.3.2. Aquicultura

Além dos rebanhos tratados acima, cabe cenarizar a atividade de aquicultura, que também é associada à demanda hídrica quando ocorre em tanques escavados. Afinal, além do enchimento dos tanques para a criação de peixes e outros organismos aquáticos, há necessidade de se repor a água que é evaporada.

A produção da aquicultura nos três estados é majoritariamente voltada para a tilápia: a espécie representava 69% do total da produção em 2014 e atualmente, em 2023, representa 88%. A

Figura 7-18 permite observar a produção da aquicultura na somatória de todos os municípios da bacia do rio Paraíba do Sul, podendo-se observar sua evidente ascensão. A taxa de crescimento da atividade, anualizada para o período de 2014 a 2023 (última década), é de 10%.

Figura 7-18 – Evolução histórica da produção aquícola (toneladas)



Fonte: elaborado pelo Consórcio.

A sub-bacia dos rios Pomba e Muriaé concentra 38% da produção de tilápia, tendo apresentado uma taxa de crescimento anualizada de 18% na última década. A sub-bacia do Paraíba do Sul – Trecho Paulista é a segunda mais relevante, com 23% do total e uma taxa de crescimento anualizada de 11%. Já a sub-bacia do Baixo Paraíba do Sul, cuja produção representa 12% do total na bacia, teve uma evolução anualizada comparativamente menos intensa, mesmo assim bastante expressiva de 6%. Nota-se ainda que a atividade tende à especialização, pois na sub-bacia do Preto Paraibuna houve um decréscimo anualizado de 8%.

Esses dados não surpreendem, haja vista que a produção de tilápia é uma das que mais cresce dentro da piscicultura brasileira, dada a facilidade de comercialização e manejo, que combina um ciclo curto de produção, quando comparada a espécies nativas e peixes de maior porte (chega ao peso de abate com seis meses) com uma alta adaptabilidade. Nota-se que a espécie consegue se adaptar inclusive a ambientes de salinidade intermediária, o que aumenta os locais onde sua criação é possível (EMBRAPA, 2017). A espécie, de origem africana, adapta-se com facilidade ao cultivo em tanque-rede (principalmente em áreas de represas hidrelétricas) e em tanque escavado.

Os tanques escavados são pequenos reservatórios escavados no solo, nos quais há entrada e saída controlada de água. A demanda hídrica ocorre pela necessidade de reposição das

perdas por evaporação e para reenchimento após as despescas, que requerem o esvaziamento de metade a duas terças parte do volume para que seja facilitada. Com base nas características típicas de produção das tilápias, é possível estimar a área de superfície para cálculo das perdas por evaporação, bem como o volume para reposição após um ciclo de cultivo.

Parte-se da quantidade produzida de tilápias (toneladas), informação disponibilizada na PPM/IBGE e passível de ser cenarizada. Sabe-se que a densidade de estocagem média da criação, dada pelo limite inferior do sistema intensivo e limite superior do sistema extensivo, é de 30 kg por m³ (o que resulta em um volume de 33,33 m³ para cada tonelada). A profundidade média dos tanques escavados, por sua vez, é de 1,5 metros, o que significa que para cada tonelada de tilápia, é necessário um espelho d'água de aproximadamente 22,22 m² (supondo que não há variação na profundidade entre partes mais rasas ou profundas).

Conservadoramente, pode-se supor um ciclo produtivo de 8 meses, o que resulta em 1,5 ciclos por ano. Se a cada ciclo é necessário repor ao menos 41,67% do volume do tanque, a cada ano a criação de 1 tonelada de tilápias requer o consumo de 20,83 m³.

Com estes parâmetros, é possível calcular tanto a demanda hídrica de reposição das perdas por evaporação, quanto a demanda hídrica de retirada. Resta, pois, cenarizar os volumes de produção para os quatro horizontes temporais nos três cenários. Para tanto, capturou-se junto ao banco de dados do IBGE, a quantidade histórica da produção nos últimos dez anos (de 2014 a 2023). Para cada município, identificou-se o coeficiente angular de variação dos dados históricos, tanto nos últimos dez anos como nos últimos cinco. Realizou-se, assim, os mesmos passos que para a projeção dos rebanhos:

- Cenário de Menor Pressão: a dinâmica de grande amplitude é balizada pela composição das taxas de crescimento do VAB de serviços privados (demanda interna) e do VAB da agropecuária dada a situação econômica ilustrada por este cenário; a dinâmica local é calibrada para a continuidade das expansões da criação de tilápia em municípios polo, mas não nos demais;
- Cenário Tendencial: composição das taxas dos VABs dada a situação econômica ilustrada por este cenário; dinâmica local responde com expansões da criação de tilápia em vários municípios e mais forte nos polos; e
- Cenário de Maior Pressão: composição das taxas dos VABs dada a situação econômica ilustrada por este cenário; dinâmica local responde com expansões da criação de tilápia em todos os municípios e mais forte nos polos.

O Quadro 7-33 apresenta os resultados das projeções para a produção de tilápia na bacia do rio Paraíba do Sul, considerando todos os municípios nela inseridos. Os valores abaixo são somatórias simples dos resultados de todos os municípios componentes da bacia, inclusive os que apresentam apenas uma fração de seus territórios. O Apêndice C apresenta esses mesmos resultados por sub-bacia, permitindo consultar os resultados agregados a esse nível.

Quadro 7-33 – Projeção da produção de tilápia na baía do rio Paraíba do Sul (toneladas).

Cenários	Cena Atual	Tilápias (ton.)			
		2030	2035	2040	2045
Cenário de Menor Pressão	2.884	3.128	3.225	3.421	3.551
Cenário Tendencial	2.884	3.466	3.836	4.115	4.396
Cenário de Maior Pressão	2.884	3.664	4.143	4.632	5.226

Fonte: elaborado pelo Consórcio.

7.3.4. Perspectivas da Irrigação

Uma forma de consultar as áreas irrigadas na bacia do Paraíba do Sul é pelos resultados verificados em campo (primários) do Censo Agropecuário, cuja última edição é de 2017. O Quadro 7-34 apresenta as áreas irrigadas por grupos de métodos de irrigação. No agrupamento "superficial", estão somados os métodos de inundação, sulcos e outros; no "aspersão (outros)" estão os métodos de aspersão que não são pivô central, somados os de aspersões autopropelido, carretel enrolador e convencional; no agrupamento "localizado" estão somados o gotejamento, a microaspersão e outros localizados não especificados; já no agrupamento "outros métodos", estão somados a irrigação subsuperficial e a molhação.

Quadro 7-34 – Área irrigada (hectare) por método em 2017.

UP	Superficial	Aspersão por Pivô Central	Aspersão (outros)	Localizado	Outros métodos	Área Total Irrigada
Paraíba do Sul - Paulista	3.842	218	1.750	387	725	6.922
Preto Paraibuna	1	0	363	111	110	585
Pomba e Muriaé	91	27	3.386	1.635	792	5.931
Médio Paraíba do Sul	772	0	1.216	315	1.660	3.963
Piabanha	22	35	13.343	562	1.042	15.004
Rio Dois Rios	8	211	7.016	1.759	1.941	10.935
Baixo Paraíba do Sul	1.625	453	5.340	3.073	3.356	13.847
Sub-bacia do Rio Pirai	0	0	0	46	157	203

UP	Superficial	Aspersão por Pivô Central	Aspersão (outros)	Localizado	Outros métodos	Área Total Irrigada
Mun. sem sede na bacia	4	27	2.979	2.075	696	5.781
Total Geral	6.365	971	35.393	9.963	10.479	63.171

Fonte: IBGE, Censo Agropecuário.

No total, observa-se o registro de 63 mil hectares de cultivos irrigados, sendo que 56% são com base na aspersão convencional (não sendo por pivô central), com destaque para a sub-bacia do Piabanha e a do rio Dois Rios. A adoção de métodos localizados é realizada em 16% das áreas, com destaque para a do rio Pirai.

Os dados apresentados são resultado da somatória das estimativas de áreas de cada um dos municípios componentes da bacia, inclusive os que apresentam apenas uma fração de seus territórios. Nota-se que o cálculo das demandas hídricas é realizado por município e posteriormente é espacializado - etapa na qual é realizado o ajuste espacial destas frações de suas áreas correspondentes.

Para uma perspectiva temporal dos resultados, observa-se no Quadro 7-35 as áreas irrigadas identificadas pelo Censo Agropecuário de 2006 para cada um dos municípios das sub-bacias, notando-se que as áreas eram significativamente superiores.

Quadro 7-35 – Área irrigada (hectares) por método em 2006.

UP	Superficial	Aspersão por Pivô Central	Aspersão (outros)	Localizada	Outros métodos	Área Total Irrigada
Paraíba do Sul - Paulista	6.068	0	1.450	194	4.278	11.990
Preto Paraibuna	0	0	333	3	394	730
Pomba e Muriaé	559	0	4.713	927	2.837	9.036
Médio Paraíba do Sul	26	0	570	40	1.493	2.129
Piabanha	18	829	15.048	101	1.327	17.323
Rio Dois Rios	163	1.269	6.014	1.464	2.744	11.654
Baixo Paraíba do Sul	2.313	5.279	20.778	1.245	6.319	35.934
Sub-bacia do Rio Pirai	0	0	66	0	81	147
Mun. sem sede na bacia	7	0	4.474	462	1.549	6.492
Total	9.154	7.377	53.446	4.436	21.022	95.435

Fonte: IBGE, Censo Agropecuário.

Comparando-se os dois anos censitários do Quadro 7-35 com o do Quadro 7-34, observa-se uma redução anualizada de 3,68% no total de áreas irrigadas. A aspersão por pivô central foi a que mais foi reduzida (passando de 7,38 mil ha para 971 ha, ou seja, uma redução anualizada de 16,48%). A adoção da categoria "outros métodos" se reduziu à taxa anualizada

de 6,13%; enquanto a aspersão convencional reduziu-se ao ritmo anual de 3,68%. A irrigação com métodos de superfície também caiu à taxa anual de 3,25%. Em contrapartida, o único método de irrigação que cresceu em área foi a localizada, que em 2006 ocupava 4,44 mil hectares na bacia e passou a ocupar 9,96 mil em 2017 (crescimento anualizado de 7,63%).

Notam-se ainda importantes diferenças nas sub-bacias - a que mais perdeu área irrigada entre 2006 e 2017 foi a do Baixo Paraíba do Sul. A porção paulista da bacia também apresenta redução da área cultivada com arroz inundado.

Uma outra importante base de dados sobre a irrigação é o Atlas de Irrigação da ANA, em sua segunda edição (ANA, 2021). Segundo essa publicação, na bacia do rio Paraíba do Sul havia cerca de 44 mil hectares irrigados para o ano de 2019 - resultado inferior ao do Censo Agropecuário de 2017.

Segundo os dados da ANA, 84% da irrigação que ocorre na bacia é de uma combinação de culturas e sistemas de irrigação que são definidos por sua exceção: não são arroz inundado, café, cana-de-açúcar ou outras culturas irrigadas por sistema de pivô central.

O Quadro 7-36 apresenta os dados para o ano de 2019, pelos quais se observa que fora a classificação de "outras culturas e sistemas", as demais áreas irrigadas são de arroz inundado, cultivado exclusivamente na sub-bacia paulista. O cultivo de café também ocorre na bacia, mas em quantidades diminutas de área plantada.

Quadro 7-36 – Área irrigada (hectare) por tipologia de cultura e sistema em 2019.

UP	Arroz Inundado	Café	Cana-de-Açúcar Irrigada	Outras Culturas em Pivôs Centrais	Outras culturas e sistemas	Área Total Irrigada
Paraíba do Sul - Paulista	6.439	0	0	244	2.517	9.200
Preto Paraibuna	0	0	0	0	573	573
Pomba e Muriaé	0	122	0	21	5.449	5.592
Médio Paraíba do Sul	0	0	0	0	3.136	3.136
Piabanha	0	240	0	0	10.287	10.527
Rio Dois Rios	0	0	0	0	5.148	5.148
Baixo Paraíba do Sul	0	23	0	89	4.516	4.628
Sub-bacia do Rio Pirai	0	0	0	0	175	175

UP	Arroz Inundado	Café	Cana-de-Açúcar Irrigada	Outras Culturas em Pivôs Centrais	Outras culturas e sistemas	Área Total Irrigada
Mun. sem sede na bacia	0	0	0	0	5.359	5.359
Total Geral	6.439	385	0	354	37.160	44.338

Fonte: ANA, 2021.

Embora os dados totais do Censo Agropecuário de 2017 não sejam convergentes aos do Atlas Irrigação, nota-se que há maior aderência entre as sub-bacias. Pelo Censo, identificam-se 45,36 mil hectares irrigados com métodos localizados (16%) e a aspersão por outros métodos que não-pivô (56%), convergindo com o Atlas que coloca 37,16 mil hectares irrigados por "outras culturas e sistemas".

Além de realizar o mapeamento das áreas irrigadas no ano de 2019, o Atlas Irrigação (op. cit.) apresenta perspectivas tendenciais para os anos de 2030 e 2040. Estas projeções foram realizadas a partir de sofisticada modelagem territorial que considerou o uso e ocupação do solo, a aptidão agrícola (solos, clima e relevo), a demanda hídrica e o balanço hídrico climático, outros usos da água, a disponibilidade hídrica dos mananciais e, por fim, a infraestrutura para produção (energia, transporte e armazenamento). O Atlas aponta, então, as áreas adicionais irrigáveis, considerando tanto a intensificação da atividade (adoção da irrigação com água superficial sobre áreas de agricultura de sequeiro), quanto a expansão (conversão potencial de pastagens para agricultura irrigada).

O Quadro 7-37 e o Quadro 7-38 apresentam os resultados do Atlas quanto às áreas adicionais irrigáveis nas sub-bacias do Paraíba do Sul, para os horizontes temporais de 2030 e 2040.

Quadro 7-37 – Projeção da área irrigada (hectare) por tipologia de cultura e sistema.

UP	Projeções de área irrigada em 2030					
	Arroz Inundado	Café	Cana-de-Açúcar Irrigada	Outras Culturas em Pivôs Centrais	Outras culturas e sistemas	Área Total Irrigada
Paraíba do Sul - Paulista	4.601	0	0	329	3.519	8.451
Preto Paraibuna	0	0	0	0	801	801
Pomba e Muriaé	0	147	0	23	7.648	7.816
Médio Paraíba do Sul	0	0	0	0	4.390	4.390
Piabanha	0	288	0	0	14.441	14.729
Rio Dois Rios	0	0	0	0	7.200	7.200

Baixo Paraíba do Sul	0	28	0	93	6.321	6.442
Sub-bacia do Rio Pirai	0	0	0	0	245	245
Mun. sem sede na bacia	0	0	0	0	7.496	7.496
Total Geral	4.601	463	0	445	52.061	57.570

Fonte: ANA, 2021.

Quadro 7-38 – Projeção da área irrigada (hectare) por tipologia de cultura e sistema.

Unidades de Planejamento	Projeções de área irrigada em 2040					
	Arroz Inundado	Café	Cana-de-Açúcar Irrigada	Outras Culturas em Pivôs Centrais	Outras culturas e sistemas	Área Total Irrigada
Paraíba do Sul - Paulista	2.928	0	0	415	4.456	7.798
Preto Paraibuna	0	0	0	0	1.015	1.015
Pomba e Muriaé	0	170	0	25	9.691	9.886
Médio Paraíba do Sul	0	0	0	0	5.552	5.552
Piabanha	0	334	0	0	16.995	17.329
Rio Dois Rios	0	0	0	0	9.109	9.109
Baixo Paraíba do Sul	0	32	0	98	8.003	8.133
Sub-bacia do Rio Pirai	0	0	0	0	310	310
Mun. sem sede na bacia	0	0	0	0	9.489	9.489
Total Geral	2.928	536	0	538	64.620	68.621

Fonte: ANA, 2021.

Nota-se, primeiramente, uma projeção de queda na área cultivada pelo método de arroz por inundação, que é um método com alto consumo de água dada sua baixa eficiência. Dos 6,44 mil hectares assim cultivados em 2019, o Atlas projeta uma redução para 4,60 mil em 2030 e para 2,93 mil hectares para 2040. Em contrapartida, a irrigação das demais culturas e sistemas segue a tendência de aumento já identificada pela edição do Atlas Irrigação de 2017, como abordado pelos cenários do PIRH-PS.

Para o grupo "outras culturas e sistemas", é previsto o acréscimo de 14,90 mil ha para o ano de 2030 e de adicionais 12,60 mil em 2040, culminando em um acréscimo total de 27,46 mil hectares irrigados. A quantidade total de área irrigada na bacia, contando tanto o acréscimo

de "outros" como a redução do arroz inundado, passa dos 44,34 mil para 57,57 mil em 2030 (taxa anualizada de crescimento de 2,40%); e para 68,62 mil ha em 2040 (taxa anualizada, no período total, de 2,10%). Há uma redução no ritmo de crescimento previsto entre os anos de 2030 e 2040, cuja taxa anualizada cai para 1,77% no período. Todas as projeções do Atlas apontam para um crescimento da área de agricultura na bacia do rio Paraíba do Sul.

Os resultados do Censo Agropecuário e do Atlas Irrigação foram, até aqui, apresentados por sub-bacia. Eis que, para fins de análises agropecuárias, pode-se tomar como base um recorte territorial mais apropriado, tal como o proposto pelo IBGE em 2015 para as Regiões Rurais do Brasil. Essa visão do território reflete a dinâmica geográfica da produção agroindustrial, composta por municípios contíguos e organizadas segundo critérios como uso e ocupação do solo, funções urbanas, fluxos de bens e serviços, e a influência das cidades sobre essas áreas rurais. A regionalização busca fornecer uma base adequada para a divulgação de estatísticas agropecuárias e para o planejamento territorial, sendo, portanto, adequada para a compreensão das práticas de agricultura e da irrigação, dirimindo eventuais erros de entrada nas bases de dados e permitindo capturar movimentos mais estáveis nas unidades geográficas onde os padrões mercadológicos e tecnológicos encontram maior aderência.

São seis as regiões rurais que perpassam a bacia do rio Paraíba do Sul: a da Capital Regional de Juiz de Fora (144 municípios, 85 deles com alguma fração de área na bacia); a das Capitais Regionais de Ipatinga e Governador Valadares (153 municípios, 8 deles na bacia); a da Capital Regional de Campos dos Goytacazes (20 municípios, 19 deles na bacia); a da Metrópole Nacional de Rio de Janeiro (67 municípios, 32 deles na bacia); a da Capital Regional de São José dos Campos (38 municípios, 33 deles na bacia); e a da Grande Metrópole Nacional de São Paulo (181 municípios, 8 deles com alguma fração de área na bacia, mas nenhum com sua sede na bacia).

O Quadro 7-39 aponta os resultados dos censos agropecuários de 2006 e 2017 ao lado das estimativas para 2019 e projeções para 2030 e 2040 do Atlas Irrigação para as áreas totais irrigadas (em hectares) de cada uma das seis Regiões Rurais na totalidade de seus municípios componentes.

Quadro 7-39 – Área irrigada total (hectares) do Atlas Irrigação e Censo Agropecuário.

Regiões Rurais	Censo Agropecuário		Atlas Irrigação		
	2006	2017	2019	2030	2040
RR de Juiz de Fora	24.971	22.914	18.398	26.001	33.126
RR de Ipatinga e Governador Valadares	66.741	167.481	84.322	109.645	134.246
RR de Campos dos Goytacazes	46.449	15.616	13.780	6.840	8.636

Regiões Rurais	Censo Agropecuário		Atlas Irrigação		
	2006	2017	2019	2030	2040
RR de Rio de Janeiro	33.024	31.760	24.590	29.947	36.586
RR de São José dos Campos	13.574	19.018	11.861	12.174	12.512
RR de São Paulo	193.088	267.036	302.812	142.291	186.976
Total Geral	377.847	523.825	455.763	326.899	412.083

Fonte: elaborado pelo Consórcio.

Identificam-se algumas convergências e outras divergências a depender das regiões, salientando-se que são as áreas totais irrigadas, não discretas ao nível de cultura ou sistema de irrigação. Os resultados dos censos agropecuários do IBGE apontam forte crescimento na área irrigada em Ipatinga e Governador Valadares, bem como um crescimento mais discreto na região de São José dos Campos. O Atlas, por sua vez, projetou continuidade desse crescimento em Ipatinga e Governador Valadares, mas com uma base distinta na cena atual. Já para a região de São José dos Campos, prevê uma estabilização das atividades de irrigação. A mesma projeção de baixo crescimento é considerada para a região do Rio de Janeiro. Todos apontam uma redução bastante acentuada da irrigação na região de Campos dos Goytacazes. Na região de Juiz de Fora, por fim, projeta-se um crescimento acentuado.

Os dados contrastantes indicam a necessidade de investigar as perspectivas para a agricultura de forma geral para compreender qual é a tendência da atividade como um todo, para qual a irrigação é uma forma de realização e não um fim *per se*. Como forma de investigar as perspectivas de crescimento das áreas de agricultura, compilou-se junto ao banco de dados da Pesquisa Agrícola Municipal (PAM/IBGE)⁴², a área histórica plantada com as culturas de maior importância na região, aproximadamente em linha com as tipologias de culturas e métodos de irrigação do Atlas Irrigação:

- Arroz, tipicamente irrigado por inundação;
- Café, que perfaz uma categoria única de cultura e método;
- Cana-de-açúcar, que também perfaz categoria única e apresenta áreas de cultivo na bacia, embora não irrigadas; e
- Demais culturas temporárias e permanentes, que são componentes do grupo "outras culturas e sistemas", incluindo a aspersão convencional e a localizada.

Uma vez que não há área significativa cultivada com o método de pivô de irrigação, e as tendências trazidas tanto pelos censos agropecuários como pelo Atlas apontam na mesma

⁴² Disponível em: <https://sidra.ibge.gov.br/pesquisa/pam/tabelas>

direção, assume-se que culturas como milho, soja e feijão sejam cultivados na bacia no conjunto dos "outras culturas e sistemas".

A partir dessa compatibilização de culturas e métodos, é possível comparar as áreas irrigadas trazidas pelo Atlas, para o ano de 2019, e a quantidade total de hectares cultivados (irrigados ou não) reportadas na PAM para o mesmo ano de 2019. Essa comparação é ainda realizada para o recorte das Regiões Rurais. Na somatória de culturas perenes e temporárias dos municípios que compõem cada uma das seis regiões rurais, verifica-se que a atividade agrícola ocupava, em 2019, 1,91 milhão de hectares, contrastando com os 184 mil hectares que foram irrigados nesse mesmo ano, indicando uma taxa de adoção global de 9,7% da irrigação.

O Quadro 7-40 apresenta os resultados para a somatória dos municípios das regiões rurais, independentemente de estarem ou não contidos na bacia do rio Paraíba do Sul, perfazendo a maior base de análise possível para capturar os padrões típicos da atividade de irrigação.

Quadro 7-40 – Área irrigada (Atlas) e área cultivada (PAM), em hectare, no ano de 2019.

Regiões Rurais	Arroz		Café		Cana-de-açúcar		Outros	
	Atlas	PAM	Atlas	PAM	Atlas	PAM	Atlas	PAM
RR de Juiz de Fora	0	248	135	27.539	0	6.909	16.738	157.104
RR de Ipatinga e Governador Valadares	191	399	48.107	305.822	212	24.402	32.287	61.066
RR de Campos dos Goytacazes	0	23	23	10.572	0	45.246	4.799	16.942
RR de Rio de Janeiro	0	263	240	1.802	0	8.233	21.164	29.996
RR de São José dos Campos	6.439	7.561	0	5	0	2.345	5.179	8.395
RR de São Paulo	0	30	0	57.534	130	623.686	49.067	512.106
Total Geral	6.630	8.524	48.504	403.274	343	710.821	129.235	785.609

Fonte: elaborado pelo Consórcio.

A comparação das regiões rurais pela área cultivada (PAM) e irrigada (Atlas) no mesmo ano se torna uma forma adequada de compreender o papel da irrigação na cena atual. É possível identificar, por exemplo, que 85% do cultivo de arroz na porção paulista da bacia é irrigado. Já para o cultivo do café, observa-se o oposto: na região de Ipatinga e Governador Valadares, na qual há maior produção, apenas 16% era irrigado. Para o cultivo de cana-de-açúcar, nota-se que praticamente não há irrigação. Por fim, para o grande grupo de outras culturas,

observa-se uma provável alta taxa de adoção da irrigação, variando significativamente entre as regiões rurais, mas com média de 29%⁴³.

Mais do que precisões, enfim, o objetivo desse comparativo é compreender, em quais regiões e de forma típica, quais culturas são associadas à irrigação de forma mais intensa. Para se compor os cenários da agricultura irrigada para os próximos vinte anos, portanto, um primeiro passo é projetar as áreas cultivadas nos municípios da bacia. O segundo passo é estimar o crescimento da adoção da irrigação para essas áreas.

Para o primeiro passo, portanto, adota-se a mesma metodologia que para a projeção dos rebanhos. Para cada uma das culturas de interesse, parte-se dos dados históricos da PAM para as áreas cultivadas em cada um dos municípios da bacia. A projeção de futuro é realizada a partir do coeficiente angular de variação dos dados na série histórica dos últimos dez anos, assim como pela identificação de municípios-polo.

A tendência é modificada (intensificada ou ainda refreada) mediante a influência das projeções de cada um dos três cenários da dinâmica de grande amplitude. Tal como para as projeções da criação animal, adota-se para a área de agricultura uma composição das taxas de crescimento do VAB de serviços privados (que representa a demanda interna) e do VAB da agropecuária.

- Cenário de Menor Pressão: a dinâmica de grande amplitude é balizada pela composição das taxas de crescimento do VAB de serviços privados (demanda interna) e do VAB da agropecuária dada a situação econômica ilustrada por esse cenário; a dinâmica local é calibrada para a continuidade das expansões em municípios polo (discretizados por cultura), mas não nos demais;
- Cenário Tendencial: composição das taxas dos VABs dada a situação econômica ilustrada por esse cenário; dinâmica local responde com expansões em vários municípios e mais forte nos polos; e
- Cenário de Maior Pressão: composição das taxas dos VABs dada a situação econômica ilustrada por este cenário; dinâmica local responde com expansões em todos os municípios e mais forte nos polos.

⁴³ No recorte específico da bacia do rio Paraíba do Sul, nota-se que dentre o grande grupo de "outros", havia 55,68 mil hectares cultivados em 2019, com destaque para as culturas de milho, com uma área plantada de 13,41 mil hectares, feijão, com 8,45 mil ha; tomate, com 2,59 mil ha; e soja, com 1,59 mil.

Do Quadro 7-41 ao Quadro 7-44 são apresentados os resultados das áreas projetadas para a agricultura (não necessariamente irrigada) para os municípios componentes da bacia do rio Paraíba do Sul.

Quadro 7-41 – Projeção das áreas cultivadas de arroz na baía do rio Paraíba do Sul (hectares).

Cenários	Cena Atual	Arroz			
		2030	2035	2040	2045
Cenário de Menor Pressão	7.527	8.254	8.570	8.925	9.239
Cenário Tendencial	7.527	8.342	8.913	9.443	10.076
Cenário de Maior Pressão	7.527	8.538	9.545	10.640	11.984

Fonte: elaborado pelo Consórcio.

Quadro 7-42 – Projeção das áreas cultivadas de café na baía do rio Paraíba do Sul (hectares).

Cenários	Cena Atual	Café			
		2030	2035	2040	2045
Cenário de Menor Pressão	50.204	57.828	62.493	66.927	69.792
Cenário Tendencial	50.204	58.497	64.948	70.695	75.938
Cenário de Maior Pressão	50.204	59.595	68.995	78.859	89.424

Fonte: elaborado pelo Consórcio.

Quadro 7-43 – Projeção das áreas cultivadas de cana de açúcar na baía do rio Paraíba do Sul (hectares).

Cenários	Cena Atual	Cana-de-Açúcar			
		2030	2035	2040	2045
Cenário de Menor Pressão	50.073	51.144	50.631	51.219	52.653
Cenário Tendencial	50.073	51.104	51.758	53.076	56.264
Cenário de Maior Pressão	50.073	52.133	55.227	59.595	66.713

Fonte: elaborado pelo Consórcio.

Quadro 7-44 – Projeção das áreas cultivadas de outras culturas na baía do rio Paraíba do Sul (hectares).

Cenários	Cena Atual	Outras culturas temporárias e permanentes			
		2030	2035	2040	2045
Cenário de Menor Pressão	63.253	68.922	73.594	77.785	81.391
Cenário Tendencial	63.253	71.357	77.407	83.140	88.791
Cenário de Maior Pressão	63.253	74.021	82.655	92.973	104.531

Fonte: elaborado pelo Consórcio.

Dentre as projeções, nota-se que a do arroz aponta para um crescimento relativamente baixo, perdendo importância relativa para outras culturas. O café tende a crescer de forma mais intensa, com taxas anualizadas de 2,58% até 2030, 2,37% até 2035, 2,16% até 2040 e de 1,99% até 2045. A cana-de-açúcar, por sua vez, tem taxas de muito inferiores de crescimento

previsto, anualizadas em 0,34% até 2030, 0,30% até 2035, 0,36% até 2040 e 2045. Já o grupo de outras culturas tende a crescer significativamente.

Como um segundo passo, deve-se projetar as áreas irrigadas, dentre as áreas cultivadas. Para tanto, tem-se como ponto de partida os dados para o ano de 2019 que comparam a PAM e o Atlas de Irrigação, conforme Quadro 7-45.

Quadro 7-45 – Fração de adoção da agricultura irrigada no ano de 2019.

Regiões Rurais	Arroz	Café	Cana-de-açúcar	Outros
RR de Juiz de Fora	0,0%	0,5%	0,0%	10,7%
RR de Ipatinga e Governador Valadares	48,0%	15,7%	0,9%	52,9%
RR de Campos dos Goytacazes	0,0%	0,2%	0,0%	28,3%
RR de Rio de Janeiro	0,0%	13,3%	0,0%	70,6%
RR de São José dos Campos	85,2%	0,0%	0,0%	61,7%
RR de São Paulo	0,0%	0,0%	0,0%	9,6%
Total Geral	77,8%	12,0%	0,0%	16,5%

Fonte: elaborado pelo Consórcio.

A partir dos percentuais de adoção da irrigação na cena atual, pode-se tecer considerações acerca da perspectiva de crescimento dessa prática agrícola. Uma das sementes de futuro identificadas é a maior imprevisibilidade trazida pela mudança do clima. A irrigação, nesse contexto, é vista como uma medida de adaptação, que faz com que haja maiores perspectivas de adoção da irrigação. A prática, afinal, garante a produtividade mesmo sob períodos de escassez hídrica.

A adoção da irrigação também é realizada para que o produtor obtenha aumentos de produtividade e a melhoria da qualidade dos produtos, especialmente relevante para a fruticultura e para a produção de hortícolas, culturas componentes do grande grupo "outras culturas e sistemas" que preponderam na bacia do rio Paraíba do Sul. A irrigação também viabiliza a produção de segundas e terceiras safras, embora essa não seja uma questão diferencial na bacia dada a baixa existência de cultivo de grãos (tipicamente irrigados com pivôs centrais).

Em resumo, embora a irrigação acarrete uma elevação dos custos de produção, notadamente pelo investimento nos equipamentos e nas subsequentes despesas com energia elétrica, são observados benefícios como o aumento da produtividade, a redução de custos unitários, a atenuação dos impactos da variabilidade climática e a otimização de insumos e equipamentos.

Com base nas regiões rurais, é possível calcular o que o Atlas Irrigação traz como perspectiva para o crescimento tendencial das áreas irrigadas. O Quadro 7-46 apresenta as taxas anualizadas de variação para o período de 2019 a 2030 e depois para o período de 2030 a 2040.

Quadro 7-46 – Taxa anualizada de crescimento da agricultura irrigada (Atlas Irrigação).

Regiões Rurais	Arroz		Café		Cana-de-açúcar		Outros	
	2019-2030	2030-2040	2019-2030	2030-2040	2019-2030	2030-2040	2019-2030	2030-2040
RR de Juiz de Fora	-	-	1,67%	1,48%	-	-	3,11%	2,39%
RR de Ipatinga e G. Valadares	-100%	-	1,46%	1,43%	2,02%	1,64%	4,44%	2,68%
RR de Campos dos Goytacazes	-	-	1,67%	1,48%	-	-	3,11%	2,39%
RR de Rio de Janeiro	-	-	1,67%	1,48%	-100%	-	3,12%	2,03%
RR de São José dos Campos	-3,01%	-4,41%	-	-	-	-	3,10%	2,38%
RR de São Paulo	-	-	-	-	1,70%	1,40%	3,17%	2,42%

Fonte: elaborado pelo Consórcio.

A cena atual dos cenários, portanto, é composta pelas áreas cultivadas em 2023, segundo os dados da PAM, multiplicadas pelo percentual de adoção da irrigação também na cena atual (desvendado pela comparação da PAM e Atlas de 2019 nas regiões rurais). A partir dessa base de partida, tem-se as projeções de acréscimo nas áreas irrigadas trazidas pelo Atlas, aderentes ao cenário tendencial. A partir disso, configuram-se os demais cenários:

- Cenário de Menor Pressão: dada a situação econômica ilustrada por esse cenário, a adoção da irrigação avança de forma muito lenta, sendo uma terça-parte das taxas previstas pelo Atlas para a adoção da irrigação (haja vista que as culturas típicas da bacia não são voltadas ao mercado de commodities, que continuará a crescer em ritmo mais intenso), aplicadas às áreas projetadas sob menor pressão;
- Cenário Tendencial: dada a situação econômica ilustrada por esse cenário, a adoção da irrigação avança de forma tendencial, mantendo-se as taxas previstas pelo Atlas para a adoção da irrigação, aplicadas às áreas projetadas no cenário tendencial; e
- Cenário de Maior Pressão: dada a situação econômica ilustrada por esse cenário, a adoção da irrigação avança em ritmo mais forte, sendo 20% superiores às taxas previstas pelo Atlas para a adoção da irrigação, aplicadas às áreas projetadas sob maior pressão.

Mais uma vez vale lembrar que as avaliações de projeções históricas e análises realizadas no contexto do Atlas Irrigação consideraram bases de uso e ocupação do solo além de censos agropecuários.

O resultado das projeções pode ser observado do Quadro 7-47 ao Quadro 7-49, que apresentam as áreas irrigadas para cada grupo de cultura e sistema de irrigação. Nota-se que as áreas projetadas para o cultivo de cana-de-açúcar irrigado são desprezíveis. Os resultados são apenas ilustrativos dos movimentos previstos para a bacia, obtidos pela somatória das áreas irrigadas em cada um dos municípios da bacia. O Apêndice C traz estes mesmos resultados por sub-bacia, permitindo consultar os resultados agregados a esse nível.

Quadro 7-47 – Projeção das áreas irrigadas de arroz inundado na baía do rio Paraíba do Sul (hectares).

Cenários	Cena Atual	Arroz Inundado			
		2030	2035	2040	2045
Cenário de Menor Pressão	7.425	6.105	4.891	3.593	2.760
Cenário Tendencial	7.425	6.653	5.821	4.804	4.101
Cenário de Maior Pressão	7.425	7.119	6.763	6.204	5.853

Fonte: elaborado pelo Consórcio.

Quadro 7-48 – Projeção das áreas irrigadas de café na baía do rio Paraíba do Sul (hectares).

Cenários	Cena Atual	Café			
		2030	2035	2040	2045
Cenário de Menor Pressão	5.529	6.612	7.320	8.018	8.563
Cenário Tendencial	5.529	7.196	8.609	10.040	11.579
Cenário de Maior Pressão	5.529	7.491	9.488	11.761	14.530

Fonte: elaborado pelo Consórcio.

Quadro 7-49 – Projeção das áreas irrigadas de outras culturas na baía do rio Paraíba do Sul (hectares).

Cenários	Cena Atual	Outras culturas e sistemas			
		2030	2035	2040	2045
Cenário de Menor Pressão	35.589	41.602	45.388	49.112	53.358
Cenário Tendencial	35.589	49.932	55.225	60.610	71.821
Cenário de Maior Pressão	35.589	52.190	60.723	71.186	88.852

Fonte: elaborado pelo Consórcio.

Dadas as projeções de área irrigada por tipologia de cultura e sistema (que seguem os agrupamentos propostos pelo Atlas Irrigação), uma última consideração deve ser realizada - as lâminas de irrigação que são aplicadas por hectare irrigado. Afinal, tão importante quanto a área cultivada com irrigação, é a quantidade de água que se aplica para cada cultura. A demanda unitária de água depende, por sua vez, do método de irrigação que é utilizado.

Segundo o Atlas Irrigação, há uma clara tendência de substituição de métodos menos eficientes de irrigação por métodos mais eficientes. Como observado pela comparação dos censos agropecuários de 2006 e 2017, na bacia do rio Paraíba do Sul as únicas culturas que aumentaram suas áreas irrigadas foram as que utilizam de métodos localizados de irrigação (que são os mais eficientes). A maior eficiência dos métodos é fruto de fatores como a economicidade da adoção de equipamentos que usam menos água, principalmente por sua relação com o consumo de energia elétrica, e do perfil da cultura.

De acordo com o Atlas, a eficiência máxima dos sistemas de aspersão é de 80%; já para os sistemas de irrigação localizada, é de 90%. Para os sistemas de irrigação superficial, como a inundação, esse coeficiente cai para 60%. Por fim, no caso dos pivôs de irrigação - método do sistema de aspersão que é praticado de forma reduzida na bacia do rio Paraíba do Sul - o padrão de eficiência máxima é de 85%. Estes graus de eficiência são vistos como os padrões de referência, ou seja, o que ocorreria na situação ideal.

O arroz irrigado, como já mencionado, o é pelo método de inundação, e sua eficiência, portanto, é de 60% no máximo. O café é outro grupo de cultura que está geralmente associado ao uso de microaspersores ou gotejamento, embora também possa ser irrigado com pivô central. Como esse último método não é muito presente na bacia (respondia por 1,5% da área irrigada em 2017), conclui-se que o café, na bacia do rio Paraíba do Sul, é irrigado por métodos com eficiência já elevada (localizados).

Já o grande grupo de "outras culturas e sistemas" responde, na bacia do rio Paraíba do Sul, por 88% da área irrigada e é coberto por diversos métodos. Para se estimar a eficiência atual destes cultivos irrigados, podem-se consultar os dados primários do Censo Agropecuário de 2017, que apresenta a área irrigada para cada sistema. O Quadro 7-50 traz a área irrigada em cada Região Rural, assim como a estimativa de eficiência ponderada. Novamente, utiliza-se das regiões rurais como agregados mais representativos das práticas agropecuárias típicas. Não são incluídos os sistemas de irrigação por superfície (inundação e sulcos) e por pivô central. Conservadoramente, assume-se que a eficiência do agrupamento "outros".

Quadro 7-50 – Área irrigada por sistema de irrigação e eficiência ponderada.

Eficiência Máxima / Regiões Rurais	Aspersão (exceto pivô central)	Localizado	Outros métodos	Eficiência Ponderada
Eficiência máxima	80,0%	90,0%	80,0%	-
RR de Juiz de Fora	8.430	8.119	2.203	84,3%
RR de Ipatinga e Governador Valadares	32.856	121.201	4.817	87,6%

Eficiência Máxima / Regiões Rurais	Aspersão (exceto pivô central)	Localizado	Outros métodos	Eficiência Ponderada
RR de Campos dos Goytacazes	5.882	4.052	2.903	83,2%
RR de Rio de Janeiro	20.416	2.390	6.353	80,8%
RR de São José dos Campos	11.836	415	1.259	80,3%
RR de São Paulo	166.889	37.288	3.147	81,8%

Fonte: elaborado pelo Consórcio.

Observa-se que na maior parte das regiões rurais há espaço significativo para aumento da eficiência, caso os cultivos que atualmente utilizam de métodos subsuperficiais ou aspersões passem para irrigação localizada. A Região Rural de Ipatinga e Governador Valadares é aquela na qual o grau de eficiência ponderada é mais elevado.

Como forma de antever as modificações nos graus de eficiência e suas repercussões nas demandas hídricas, pode-se associar o grau de modificação aos cenários:

- Cenário de Menor Pressão: dada a situação econômica ilustrada por este cenário, a penetração de sistemas mais eficientes não avança; e a eficiência atual é mantida;
- Cenário Tendencial: a penetração de sistemas mais eficientes avança de forma lenta, atingindo-se o máximo de eficiência em 2045; e
- Cenário de Maior Pressão: dada a situação econômica ilustrada por este cenário, a penetração de sistemas mais eficientes avança mais rapidamente; e a eficiência máxima possível é atingida em 2035.

As variações nos graus de eficiência podem ser refletidas nas próprias lâminas de irrigação das culturas, uma vez que a necessidade de irrigação é uma função tanto do déficit de consumo de água (parcela da necessidade fisiológica da planta que não é suprida pelas condições de precipitação), quanto das perdas do sistema de irrigação.

Para o cálculo das demandas hídricas futuras, então, é necessário estimar as lâminas de irrigação. Para isso, parte-se da identificação, para cada região rural, do município que mais detém área cultivada, conforme se observa no Quadro 7-51. Esse município passa a ser a referência para o consumo de água unitário, valendo destacar que não necessariamente tratam de municípios da bacia, mas sim da Região Rural.

Quadro 7-51 – Município de referência na região rural (maior área irrigada em 2019).

Regiões Rurais	Arroz	Café	Outros
RR de Juiz de Fora	-	Ervália (MG)	São João del Rei (MG)
RR de Ipatinga e Governador Valadares	-	-	Rio Casca (MG)
RR de Campos dos Goytacazes	-	-	São Francisco de Itabapoana (RJ)
RR de Rio de Janeiro	-	-	Mangaratiba (RJ)
RR de São José dos Campos	Guaratinguetá (SP)	-	Taubaté (SP)
RR de São Paulo	-	-	Itapetininga (SP)

Fonte: elaborado pelo Consórcio.

Para a cultura do arroz, considera-se apenas a referência da Região Rural de São José dos Campos, pois é lá onde se concentra o cultivo dessa cultura na bacia. Analogamente, para o café se considera a Região Rural de Juiz de Fora. Para o grupo "outros", cada uma das regiões rurais é considerada por seu próprio município de referência, haja vista toda a bacia ter cultivos irrigados.

Para cada município de referência, foi realizado o levantamento dos coeficientes técnicos de uso da água para a agricultura irrigada a partir do painel do Atlas Irrigação⁴⁴, adotando-se as mesmas configurações utilizadas pela ANA no cálculo das demandas hídricas, quais sejam: consideração de 100% da média mensal de precipitação efetiva esperada; e 90% de eficiência do uso da água. Nota-se que esse grau de eficiência é o máximo dos sistemas localizados, mas a eficiência ponderada efetiva nas regiões rurais é abaixo desse limite.

Uma vez que o painel do Atlas Irrigação também permite consultar as lâminas de irrigação com graus menores de eficiência de irrigação, compilaram-se também estes dados de forma a se obter as lâminas de irrigação na cena atual (com menores graus de eficiência para o grupo "outras culturas e sistemas"). Dessa forma, e com base nesses parâmetros, obteve-se a necessidade de irrigação em litros por segundo por hectare médio anual na cena atual (de 80% a 85% de eficiência, a depender da região rural) e na configuração de mais alta eficiência hídrica possível (90% de eficiência).

Para o arroz e o café, culturas autodefinidas, consultou-se a lâmina de irrigação dos municípios de referência (Guaratinguetá-SP e Ervália-MG, respectivamente). Nota-se que, além de ser cultivado em apenas uma das regiões rurais, o arroz é cultivado sob inundaçã

⁴⁴ Disponível em:
<https://app.powerbi.com/view?r=eyJrIjojYWw0NDMzNmYtNTYxZC00ZThjLWlyYjctM2NlMDVjZTQxOWI3liwidCI6ImUwYmI0MDYyLTgxMGItNDY5YS04YjRkLTY2N2ZjZDFiYWY4OCJ9>

cuja eficiência máxima é de 60%, sem variação nos cenários. O café também é irrigado com sistemas localizados, com eficiência máxima (90%).

Já para o grupo "outros", realizou-se a ponderação das lâminas de irrigação com base na consulta às culturas predominantes que são cultivadas nas respectivas regiões rurais. Foram avaliados, para tanto, os dados de 60 cultivos agrícolas, dentre temporários e permanentes, identificado os que compunham ao menos 80% da área cultivada no grupo "outros". Cada região rural detém sua composição específica, conforme lista-se abaixo:

- Na Região Rural da Capital Regional de Juiz de Fora, os cultivos de maior relevância são: feijão (27,7%), milho (42,0%) e soja (14,4%), que juntos respondem por 84,1% da área cultivada no grupo "outros";
- Na Região Rural das Capitais Regionais de Ipatinga e Governador Valadares, os cultivos de maior relevância são: banana (11,6%), feijão (29,5%) e milho (44,6%), que juntos respondem por 85,8% da área cultivada no grupo "outros";
- Na Região Rural da Capital Regional de Campos dos Goytacazes, os cultivos de maior relevância são: mandioca (46,0%), milho (5,3%), tomate (4,7%) e abacaxi (27,2%), que juntos respondem por 83,1% da área cultivada no grupo "outros";
- Na Região Rural da Metrópole Nacional de Rio de Janeiro, os cultivos de maior relevância são: banana (30,6%), laranja e limão (20,1%), feijão (2,6%), mandioca (21,6%), milho (3,0%) e tomate (4,1%), que juntos respondem por 82,0% da área cultivada no grupo "outros";
- Na Região Rural da Capital Regional de São José dos Campos, os cultivos de maior relevância são: banana (19,2%), feijão (8,1%), mandioca (3,6%), milho (36,5%) e soja (18,9%), que juntos respondem por 86,3% da área cultivada no grupo "outros"; e
- Na Região Rural da Grande Metrópole Nacional de São Paulo, os cultivos de maior relevância são: laranja e limão (21,8%), milho (35,4%) e soja (22,9%), que juntos respondem por 80,1% da área cultivada no grupo "outros".

Assim, para o grupo "outros", os coeficientes foram calculados com base nas lâminas de cada cultura em cada região rural, ponderados ainda o coeficiente "genérico" do município de referência para a fração de área que não está coberta pelas culturas identificadas acima. Os resultados são apresentados no Quadro 7-52, destacando-se as diferenças para as lâminas na cena atual e sob eficiência máxima.

Quadro 7-52 – Coeficientes médios anuais de retirada de irrigação por cultura e região rural (L/s.ha).

Grupo de cultura e sistema / Eficiência na Irrigação / Regiões Rurais	Arroz (irrigação por inundação)	Café (irrigação localizada)	Outras culturas e sistemas	
	Eficiência máxima		Eficiência atual	Eficiência máxima
RR de Juiz de Fora	-	0,0770	0,0885	0,0846
RR de Ipatinga e Governador Valadares	-	-	0,1057	0,1013
RR de Campos dos Goytacazes	-	-	0,1072	0,1027
RR de Rio de Janeiro	-	-	0,0773	0,0708
RR de São José dos Campos	0,0350	-	0,0467	0,0427
RR de São Paulo	-	-	0,0768	0,0705

Fonte: elaborado pelo Consórcio.

Finalmente, então, pode-se realizar a cénarização das lâminas de irrigação com base nas perspectivas de velocidade de penetração de sistemas mais eficientes para o grupo de "outras culturas e sistemas". Reforça-se que para o arroz e para o café não há essa variação, sendo que as lâminas consultadas são aplicadas para todos os recortes temporais futuros. Para estas culturas, apenas a área irrigada (em hectares) é que gera a variação nas demandas hídricas. Para o grupo "outros", as demandas são composições das áreas irrigadas e das lâminas. Do Quadro 7-53 ao Quadro 7-58 são apresentadas as lâminas para estes grupos, por cenário e por região rural, assumindo-se um ritmo linear de penetração dos métodos mais eficientes ao longo do horizonte temporal de cada cenário.

Quadro 7-53 – Projeção dos coeficientes médios anuais de retirada de irrigação (L/s.ha) para o grupo "outras culturas e sistemas".

Cenários	Cena Atual	Região Rural da Capital Regional de Juiz de Fora			
		2030	2035	2040	2045
Cenário de Menor Pressão	0,0885	0,0885	0,0885	0,0885	0,0885
Cenário Tendencial	0,0885	0,0872	0,0864	0,0855	0,0846
Cenário de Maior Pressão	0,0885	0,0862	0,0846	0,0846	0,0846

Fonte: elaborado pelo Consórcio.

Quadro 7-54 – Projeção dos coeficientes médios anuais de retirada de irrigação (L/s.ha) para o grupo "outras culturas e sistemas".

Cenários	Cena Atual	Região Rural das Capitais Regionais de Ipatinga e Governador Valadares			
		2030	2035	2040	2045
Cenário de Menor Pressão	0,1057	0,1057	0,1057	0,1057	0,1057
Cenário Tendencial	0,1057	0,1043	0,1033	0,1023	0,1013
Cenário de Maior Pressão	0,1057	0,1031	0,1013	0,1013	0,1013

Fonte: elaborado pelo Consórcio.

Quadro 7-55 – Projeção dos coeficientes médios anuais de retirada de irrigação (L/s.ha) para o grupo "outras culturas e sistemas".

Cenários	Cena Atual	Região Rural da Capital Regional de Campos dos Goytacazes			
		2030	2035	2040	2045
Cenário de Menor Pressão	0,1072	0,1072	0,1072	0,1072	0,1072
Cenário Tendencial	0,1072	0,1058	0,1047	0,1037	0,1027
Cenário de Maior Pressão	0,1072	0,1046	0,1027	0,1027	0,1027

Fonte: elaborado pelo Consórcio.

Quadro 7-56 – Projeção dos coeficientes médios anuais de retirada de irrigação (L/s.ha) para o grupo "outras culturas e sistemas".

Cenários	Cena Atual	Região Rural da Metrópole Nacional de Rio de Janeiro			
		2030	2035	2040	2045
Cenário de Menor Pressão	0,0773	0,0773	0,0773	0,0773	0,0773
Cenário Tendencial	0,0773	0,0753	0,0738	0,0723	0,0708
Cenário de Maior Pressão	0,0773	0,0735	0,0708	0,0708	0,0708

Fonte: elaborado pelo Consórcio.

Quadro 7-57 – Projeção dos coeficientes médios anuais de retirada de irrigação (L/s.ha) para o grupo "outras culturas e sistemas".

Cenários	Cena Atual	Região Rural da Capital Regional de São José dos Campos			
		2030	2035	2040	2045
Cenário de Menor Pressão	0,0467	0,0467	0,0467	0,0467	0,0467
Cenário Tendencial	0,0467	0,0455	0,0445	0,0436	0,0427
Cenário de Maior Pressão	0,0467	0,0444	0,0427	0,0427	0,0427

Fonte: elaborado pelo Consórcio.

Quadro 7-58 – Projeção dos coeficientes médios anuais de retirada de irrigação (L/s.ha) para o grupo "outras culturas e sistemas".

Cenários	Cena Atual	Região Rural da Grande Metrópole Nacional de São Paulo			
		2030	2035	2040	2045
Cenário de Menor Pressão	0,0768	0,0768	0,0768	0,0768	0,0768
Cenário Tendencial	0,0768	0,0748	0,0734	0,0719	0,0705
Cenário de Maior Pressão	0,0768	0,0731	0,0705	0,0705	0,0705

Fonte: elaborado pelo Consórcio.

7.3.5. Perspectivas da Indústria

O desenvolvimento da indústria é muito importante para a estimativa das demandas hídricas, especialmente na bacia do rio Paraíba do Sul, que conta com uma ampla base industrial e se localiza entre as principais metrópoles nacionais - as demandas industriais setoriais são, assim, muito expressivas.

Não obstante, e exatamente por ser de natureza pontual, torna-se bastante difícil antever onde, exatamente, as novas indústrias deverão vir a se instalar. Conforme os levantamentos

dos prognósticos dos planos de recursos hídricos abordados no item 7.1, o que resta diante da ampla incerteza acerca das atividades industriais é a antecipação das demandas por meio da adoção de taxas de crescimento projetadas sobre as demandas atuais. Essa é a mecânica empreendida aqui, que respeita tanto a localização provável das indústrias como os níveis de demandas associados às tecnologias adotadas pelas firmas efetivamente instaladas na bacia. Importante destacar que as indústrias tendem a se concentrar em uma determinada área geográfica, pois a aglomeração gera benefícios econômicos. Afinal, a proximidade entre as empresas reduz custos de transporte, facilita o compartilhamento de infraestrutura e promove a troca de conhecimento e inovação. A concentração também atrai mão-de-obra qualificada, centros de treinamento e serviços complementares (como gestão de resíduos, reparo de máquinas e equipamentos, serviços de atendimento ambulatorial, serviços de alimentação e de hospedagem, dentre outros), criando um ambiente favorável que acaba por atrair novas indústrias.

Na bacia, nota-se ainda a existência de polos industriais. Na vertente paulista, destacam-se o da indústria aeroespacial em São José dos Campos, sede da Embraer; o automotivo e metalúrgico de Taubaté; e o polo diversificado com indústrias de papel e celulose, química e alimentos em Jacareí. Na vertente fluminense, destacam-se o de Volta Redonda, sede da Companhia Siderúrgica Nacional; o cluster automotivo de Resende, Porto Real, Itatiaia e Quatis, que abriga as montadoras Nissan, PSA Peugeot Citroën, Jaguar Land Rover, dentre outras. Outros municípios da bacia se destacam com produções industriais relevantes, embora menos polarizados. É o caso das fluminenses Barra Mansa, com destaque para a indústria metalúrgica e de transformação; Três Rios, com indústrias de alimentos; e Campos dos Goytacazes, com produção de energia e petróleo.

Polos industriais surgem quando indústrias motrizes, que lideram o crescimento local, atraem outras empresas relacionadas, como fornecedoras de insumos ou compradoras de seus produtos. Na bacia do rio Paraíba do Sul, esse processo de aglomeração é ainda mais intenso quando promovido pela indústria automobilística⁴⁵.

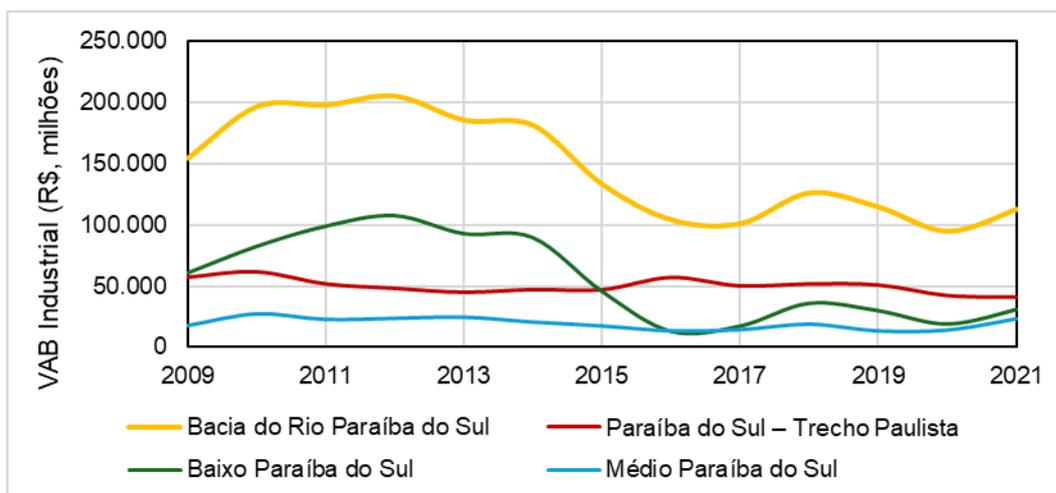
O parque industrial que atende à lógica da indústria automobilística forma um complexo de empresas com a configuração de fornecedores que acabam por definir o tecido industrial da região hóspede, estabelecendo instalações adjacentes que assumem a condição de

⁴⁵ O consórcio modular da MAN, por exemplo, produz caminhões e ônibus Volkswagen e MAN com base em módulos das empresas que compartilham da área da montadora, chamados de sistemistas: Meritor - eixos; Suspensys - suspensão; Maxion - montagem do chassi; Remon - rodas e pneus; Powertrain - motores; AKC Aethra - armação da cabine; Carese - pintura; Continental - acabamento da cabine.

fornecedores cativos. A montadora controla o complexo, além de projetar um sistema de produção compatível com os módulos dos produtos que deseja. O alto grau de perenidade e proximidade atingido distancia esse tipo de formação da lógica estruturante puramente de mercado, onde há um Consórcio entre empresas independentes que compartilham vantagens locacionais e de serviços, porém, sem integração tecnológica/mercadológica.

Eis que, conforme abordado no item 7.2 de mudanças de grande amplitude, não se percebe crescimento da indústria voltada à manufatura e atendimento à demanda consumidora interna. Os setores industriais que crescem são os voltados à agroindústria e à extração mineral. Nenhuma destas, no entanto, se destaca na bacia. Pela Figura 7-19, é possível observar a evolução do VAB Industrial desde 2009, para a bacia como um todo e para as três sub-bacias que mais se destacam nesse setor. Os valores estão a preços correntes de 2021, corrigidos historicamente pelo Índice de Preços por Atacado-Oferta Global de Produtos Industriais (FGV).

Figura 7-19 – Evolução histórica do VAB Industrial em milhões de reais.



Fonte: elaborado pelo Consórcio.

O VAB industrial de todas as sub-bacias foi reduzido em comparação com os resultados de dez anos atrás. Na soma dos resultados dos municípios com sede na bacia, o valor agregado bruto da indústria caiu de R\$ 205,42 bilhões em 2012 para R\$ 113,25 bi em 2021, representando uma taxa de variação anualizada negativa de -6,40% ao longo do período. A sub-bacia do rio Paraíba do Sul - Paulista, que havia apresentado crescimento entre 2012 e 2016 (4,38%), sofreu uma queda significativa no quinquênio subsequente (-6,55%), resultando em uma taxa negativa de -1,84% no período total. A sub-bacia Preto Paraibuna, por outro lado, teve um movimento inverso (reduzindo no primeiro quinquênio e crescendo no segundo). Nas sub-bacias dos rios Pomba e Muriaé, do rio Piabanha, e do Rio Dois Rios,

houve declínio nos dois quinquênios, culminando reduções anualizadas de, respectivamente, 3,79%, 4,49% e 7,03%.

Nos dois quinquênios avaliados, a sub-bacia Médio Paraíba do Sul apresentou um brusco movimento de queda (12,74% entre 2012-2016), seguida por uma recuperação expressiva de 11,17%. Mesmo assim, o resultado de 2021 é inferior ao de dez anos atrás. A sub-bacia do Baixo Paraíba do Sul mostrou o maior declínio entre 2012 e 2016 (40,96%), mas recuperou-se parcialmente entre 2016 e 2021 (18,73%), ainda assim resultando em taxa anualizada no período fortemente negativa (12,96%). Por fim, a sub-bacia do rio Pirai apresentou menores oscilações, culminando em uma queda anualizada de 1,91% na década. O Quadro 7-59 apresenta os resultados históricos, que perfazem o ponto de partida para as projeções.

Quadro 7-59 – Valor agregado bruto da indústria.

Região	VAB Industrial (R\$, milhões)			Tx. anualizada de variação		
	2012	2016	2021	2012 e 2016	2016 e 2021	2012 e 2021
Paraíba do Sul - Paulista	48.384	57.424	40.931	4,38%	-6,55%	-1,84%
Preto Paraibuna	5.750	4.650	4.913	-5,17%	1,10%	-1,73%
Pomba e Muriaé	6.379	5.208	4.504	-4,94%	-2,86%	-3,79%
Médio Paraíba do Sul	23.593	13.679	23.224	-12,74%	11,17%	-0,17%
Piabanha	8.756	6.615	5.791	-6,77%	-2,63%	-4,49%
Rio Dois Rios	2.982	2.153	1.547	-7,82%	-6,40%	-7,03%
Baixo Paraíba do Sul	107.907	13.107	30.931	-40,96%	18,73%	-12,96%
Sub-bacia do Rio Pirai	1.672	1.750	1.406	1,15%	-4,29%	-1,91%
Total Geral	205.423	104.588	113.246	-15,53%	1,60%	-6,40%

Fonte: elaborado pelo Consórcio.

A conformação dos cenários de demanda hídrica do setor industrial pode ser realizada com base nas trajetórias antevistas para o VAB setorial, que serve então de âncora para as expectativas futuras.

As projeções nos três cenários para o valor adicionado bruto industrial partem das dinâmicas de grande amplitude, que capturam as tendências passadas e as balizam frente às perspectivas de desenvolvimento do País e dos estados. Os resultados gerados, de forma geral, espelham o contexto do conjunto de municípios componentes da bacia hidrográfica do rio Paraíba do Sul e indicam onde há tendência de se incrementar a produção industrial, bem como o porte que essa atividade poderá ter.

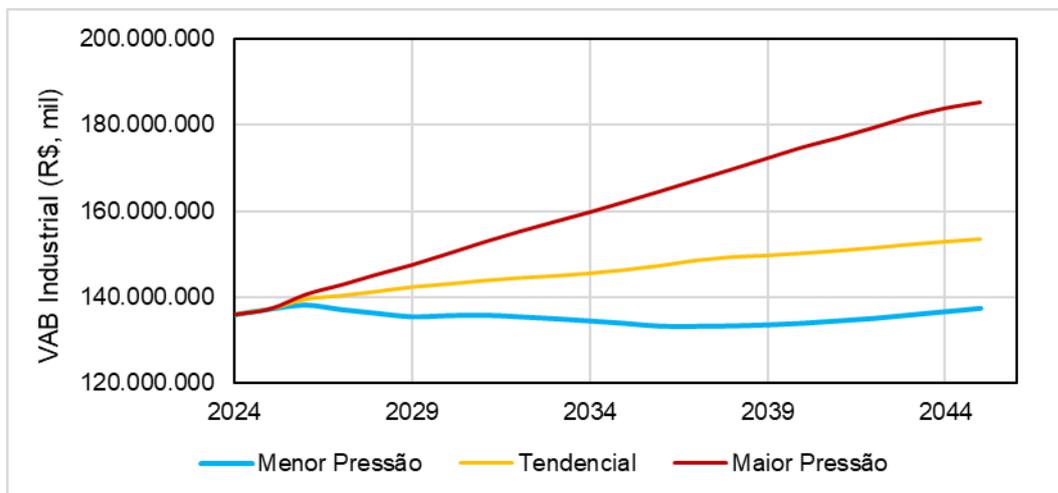
Como forma de se contemplar as dinâmicas locais, identificaram-se os municípios-polo de acordo com a combinação dos critérios já descritos no item introdutório a este (absoluto e relativo), qualificando assim as projeções de influência macroeconômica e as de âmbito local

que as diferenciam. A identificação dos municípios-polo embasa a calibração das variações observadas pelo VAB Industrial, permitindo identificar assim o que pode vir a ocorrer nesses municípios que se destacam.

- Cenário de Menor Pressão: a dinâmica de grande amplitude é balizada pela taxa de crescimento do VAB da indústria, dada a situação econômica ilustrada por este cenário; a dinâmica local é calibrada pelo passado recente da atividade em cada município;
- Cenário Tendencial: a dinâmica de grande amplitude é balizada pela taxa de crescimento do VAB da indústria, dada a situação econômica ilustrada por este cenário; a dinâmica local é calibrada pelo passado recente da atividade em cada município, identificando-se os polos nos quais há maior tendência de retomada; e
- Cenário de Maior Pressão: a dinâmica de grande amplitude é balizada pela taxa de crescimento do VAB da indústria, dada a situação econômica ilustrada por este cenário; a dinâmica local é calibrada pelo passado recente da atividade em cada município, identificando-se os polos nos quais há maior tendência de novas aglomerações industriais.

A Figura 7-20 permite observar as modificações antevistas para o VAB agregado da indústria nos municípios da bacia, notando-se que são considerados os 168 cujas sedes estão em seu recorte. Conforme discutido no item 7.2, existem grandes incertezas acerca dos desenrolares industriais no país, principalmente para a manufatura e a indústria que atende o mercado consumidor interno. Estas incertezas se refletem nas perspectivas do VAB setorial na bacia. Vale destacar, inclusive, que a análise histórica que leva à base para o desenvolvimento das estimativas de crescimento naturalmente considera tendências de otimização e racionalização de usos com o uso de tecnologias mais eficientes visando à recirculação de água e reúso, quando possível.

Figura 7-20 – Projeções do VAB industrial (R\$, mil).



Fonte: elaborado pelo Consórcio.

Do Quadro 7-60 ao Quadro 7-62 são apresentados os resultados do VAB Industrial nos recortes temporais de cada cenário para cada sub-bacia.

Quadro 7-60 – Projeções para o valor agregado bruto da indústria (R\$, milhões).

Região	Cenário Tendencial				
	Cena Atual	2030	2035	2040	2045
Paraíba do Sul - Paulista	49.117	51.608	52.477	53.536	54.824
Preto Paraibuna	5.895	6.363	6.617	6.907	7.223
Pomba e Muriaé	5.405	5.867	6.138	6.421	6.692
Médio Paraíba do Sul	27.869	31.393	34.267	36.147	36.298
Piabanha	6.949	7.631	8.063	8.440	8.711
Rio Dois Rios	1.856	1.968	2.013	2.079	2.172
Baixo Paraíba do Sul	37.117	36.247	34.576	34.316	34.552
Sub-bacia do Rio Piraí	1.687	1.957	2.178	2.356	2.440
Total Geral	135.896	143.034	146.327	150.203	152.912

Fonte: elaborado pelo Consórcio.

Quadro 7-61 – Projeções para o valor agregado bruto da indústria (R\$, milhões).

Região	Cenário de Maior Pressão				
	Cena Atual	2030	2035	2040	2045
Paraíba do Sul - Paulista	49.117	53.936	58.360	63.219	67.112
Preto Paraibuna	5.895	6.552	7.210	7.965	8.688
Pomba e Muriaé	5.405	6.061	6.719	7.446	8.083
Médio Paraíba do Sul	27.869	32.298	36.898	41.302	43.322
Piabanha	6.949	7.875	8.769	9.686	10.363
Rio Dois Rios	1.856	2.064	2.262	2.476	2.654
Baixo Paraíba do Sul	37.117	39.274	39.623	40.144	40.862

Região	Cenário de Maior Pressão				
	Cena Atual	2030	2035	2040	2045
Sub-bacia do Rio Pirai	1.687	2.018	2.362	2.692	2.886
Total Geral	135.896	150.078	162.203	174.929	183.970

Fonte: elaborado pelo Consórcio.

Quadro 7-62 – Projeções para o valor agregado bruto da indústria (R\$, milhões).

Região	Cenário de Menor Pressão				
	Cena Atual	2030	2035	2040	2045
Paraíba do Sul - Paulista	49.117	49.668	49.106	48.616	49.617
Preto Paraibuna	5.895	6.216	6.300	6.375	6.534
Pomba e Muriaé	5.405	5.713	5.822	5.905	6.055
Médio Paraíba do Sul	27.869	30.051	32.250	33.387	34.389
Piabanha	6.949	7.437	7.712	7.875	8.086
Rio Dois Rios	1.856	1.919	1.907	1.906	1.949
Baixo Paraíba do Sul	37.117	32.762	28.610	27.573	27.728
Sub-bacia do Rio Pirai	1.687	1.909	2.090	2.210	2.285
Total Geral	135.896	135.676	133.796	133.848	136.644

Fonte: elaborado pelo Consórcio.

As projeções econômicas apresentadas pelos cenários não correspondem de forma direta às variações nas demandas hídricas. Aplica-se, para tal, um grau de elasticidade de 0,5. Ou seja, para uma variação de 1% no VAB industrial a demanda hídrica dessas finalidades varia em 0,5%, considerando que não são todas as tipologias de indústria que fazem uso dos recursos hídricos. Além disso, o uso desse coeficiente suporta a consideração de tecnologias mais eficientes de uso da água nas condições futuras.

7.3.6. Perspectivas da Mineração

Conforme observado no item de mudanças de grande amplitude (7.2), a indústria extrativa nacional vem apresentando crescimento, motivado pelos favoráveis termos de troca e demanda internacional. Não obstante, a perspectiva de grande amplitude - que aponta crescimento - não se materializa na bacia do rio Paraíba do Sul porque a atividade extrativa que lá ocorre é predominantemente de pedra, brita e areia em leito de rio. Verifica-se também a extração de minerais para adubos e fertilizantes - vinculados à atividade agropecuária, mas em pequena escala.

Dessa forma, as demandas hídricas de mineração da bacia são mais vinculadas à construção civil do que ao setor industrial propriamente dito. A atividade econômica de serviços consegue, então, capturar a ideia de compasso das demandas hídricas deste setor usuário. O Quadro

7-63 apresenta os resultados históricos para os últimos dez anos de VAB de serviços, compondo assim o ponto de partida para as projeções. Observa-se que houve uma estagnação das taxas de crescimento, notando-se que os valores estão a preços correntes de 2021, corrigidos historicamente pelo Índice de Preços ao Consumidor-Mercado (FGV). Não se tem, no entanto, as quedas bruscas que foram registradas para o setor industrial.

Quadro 7-63 – Valor agregado bruto dos serviços.

Região	VAB Serviços (R\$, milhões)			Tx. anualizada de variação		
	2012	2016	2021	2012 e 2016	2016 e 2021	2012 e 2021
Paraíba do Sul - Paulista	59.394	60.976	60.229	0,66%	-0,25%	0,16%
Preto Paraibuna	14.400	14.896	14.404	0,85%	-0,67%	0,00%
Pomba e Muriaé	12.312	13.059	12.651	1,48%	-0,63%	0,30%
Médio Paraíba do Sul	31.354	32.379	30.513	0,81%	-1,18%	-0,30%
Piabanha	15.952	17.644	15.098	2,55%	-3,07%	-0,61%
Rio Dois Rios	7.370	8.194	7.719	2,69%	-1,19%	0,52%
Baixo Paraíba do Sul	44.455	25.515	28.120	-12,96%	1,96%	-4,96%
Sub-bacia do Rio Pirai	1.401	1.628	1.389	3,83%	-3,13%	-0,10%
Total Geral	186.638	174.291	170.122	-1,70%	-0,48%	-1,02%

Fonte: elaborado pelo Consórcio.

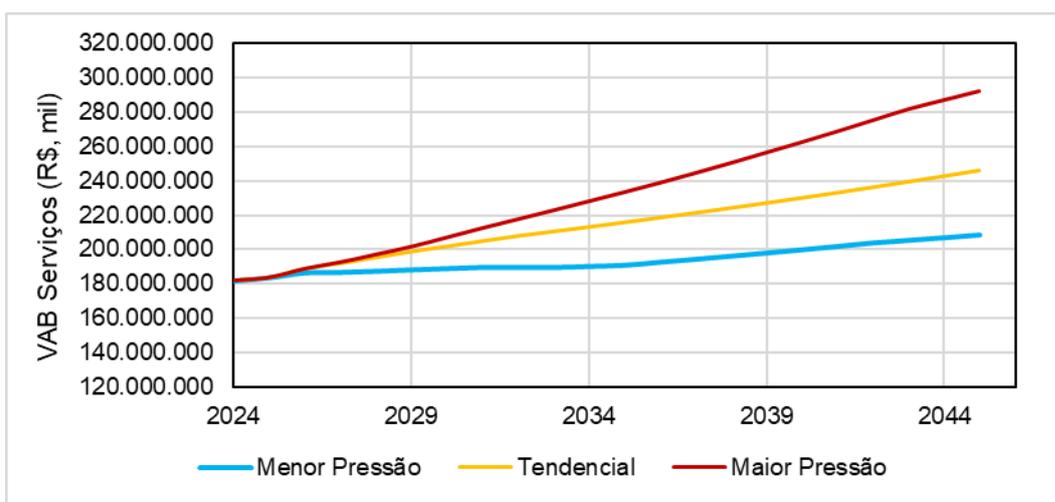
As projeções nos três cenários para o valor adicionado bruto de serviços partem das dinâmicas de grande amplitude, que capturam as tendências passadas e as balizam frente às perspectivas de desenvolvimento do País e dos estados, indicando onde há tendência de se incrementar a atividade econômica dos serviços e o porte de mudança dessa atividade. Como forma de se contemplar as dinâmicas locais, replica-se a metodologia realizada para as projeções da indústria, podendo-se conformar os cenários:

- Cenário de Menor Pressão: a dinâmica de grande amplitude é balizada pela taxa de crescimento do VAB dos serviços, dada a situação econômica ilustrada por este cenário; a dinâmica local é calibrada pelo passado recente da atividade em cada município;
- Cenário Tendencial: a dinâmica de grande amplitude é balizada pela taxa de crescimento do VAB dos serviços, dada a situação econômica ilustrada por este cenário; a dinâmica local é calibrada pelo passado recente da atividade em cada município, identificando-se os polos de crescimento;
- Cenário de Maior Pressão: a dinâmica de grande amplitude é balizada pela taxa de crescimento do VAB dos serviços, dada a situação econômica ilustrada por este

cenário; a dinâmica local é calibrada pelo passado recente da atividade em cada município, identificando-se os polos de crescimento.

A Figura 7-21 permite observar as modificações antevistas para o VAB de serviços agregado nos municípios da bacia, notando-se que são considerados os 168 cujas sedes estão em seu recorte.

Figura 7-21 – Projeções do VAB de Serviços (R\$, mil)



Fonte: elaborado pelo Consórcio.

A seguir são apresentados os resultados do VAB de Serviços nos recortes temporais de cada cenário para cada sub-bacia.

Quadro 7-64 – Projeções para o valor agregado bruto dos serviços (R\$, milhões).

Região	Cenário Tendencial				
	Cena Atual	2030	2035	2040	2045
Paraíba do Sul - Paulista	64.445	72.592	78.665	84.549	89.371
Preto Paraibuna	15.412	17.327	18.766	20.148	21.290
Pomba e Muriaé	13.537	15.281	16.572	17.828	18.850
Médio Paraíba do Sul	32.649	36.145	38.559	41.027	43.279
Piabanha	16.155	17.815	18.948	20.113	21.206
Rio Dois Rios	8.259	9.199	9.872	10.543	11.129
Baixo Paraíba do Sul	30.088	31.939	32.863	34.204	35.928
Sub-bacia do Rio Piraí	1.486	1.640	1.740	1.846	1.946
Total Geral	182.030	201.938	215.985	230.258	243.000

Fonte: elaborado pelo Consórcio.

Quadro 7-65 – Projeções para o valor agregado bruto dos serviços (R\$, milhões).

Região	Cenário de Maior Pressão				
	Cena Atual	2030	2035	2040	2045
Paraíba do Sul - Paulista	64.445	74.443	85.031	96.410	105.607
Preto Paraibuna	15.412	17.785	20.284	22.950	24.974
Pomba e Muriaé	13.537	15.655	17.903	20.327	22.369
Médio Paraíba do Sul	32.649	37.054	41.657	46.752	51.122
Piabanha	16.155	18.258	20.441	22.865	24.909
Rio Dois Rios	8.259	9.431	10.660	12.003	13.108
Baixo Paraíba do Sul	30.088	32.737	35.496	38.970	42.437
Sub-bacia do Rio Piraí	1.486	1.678	1.877	2.102	2.315
Total Geral	182.030	207.041	233.349	262.379	286.842

Fonte: elaborado pelo Consórcio.

Quadro 7-66 – Projeções para o valor agregado bruto dos serviços (R\$, milhões).

Região	Cenário de Menor Pressão				
	Cena Atual	2030	2035	2040	2045
Paraíba do Sul - Paulista	64.445	68.847	70.984	74.660	77.290
Preto Paraibuna	15.412	16.846	17.641	18.398	18.983
Pomba e Muriaé	13.537	13.206	12.747	13.832	14.495
Médio Paraíba do Sul	32.649	33.379	33.351	35.035	36.310
Piabanha	16.155	17.275	17.752	18.342	18.895
Rio Dois Rios	8.259	8.389	8.348	8.834	9.178
Baixo Paraíba do Sul	30.088	30.022	29.220	29.843	30.733
Sub-bacia do Rio Piraí	1.486	1.296	1.132	1.255	1.329
Total Geral	182.030	189.260	191.177	200.200	207.213

Fonte: elaborado pelo Consórcio.

As projeções econômicas apresentadas pelos cenários não correspondem de forma direta as variações nas demandas hídricas da mineração, pois a influência do valor agregado bruto dos serviços é apenas indiretamente correlacionada com a demanda por novas construções civis que, por sua vez, remetem à atividade de mineração de pedra, areia e cascalho. Aplica-se, portanto, um grau de elasticidade de 0,35. Ou seja, para uma variação de 1% no VAB industrial a demanda hídrica dessas finalidades varia em 0,35%. Assim como no caso do setor industrial, esse coeficiente também abarca a consideração de tecnologias mais eficientes de uso da água nas condições futuras.

7.3.7. Perspectivas da Termoeletricidade

Assim como para o setor industrial, uma quantidade pequena de empreendimentos termelétricos pode vir a representar significativa demanda hídrica, haja vista seu alto potencial de consumo. Dessa forma, requer-se realizar uma prospecção cuidadosa.

O ponto de partida para toda cenarização é a observação da situação atual. Conforme apresentado no Item 6.1.7, na bacia, identificam-se 106 usinas termelétricas operantes, com diferentes combustíveis e potências. O Quadro 7-67 apresenta a estratificação desse quantitativo e sua potência nas sub-bacias.

Quadro 7-67 – Potência instalada nas usinas termelétricas.

Unidade de Planejamento	Potência instalada (MW)				
	Cena Atual	2030	2035	2040	2045
Paraíba do Sul - Paulista	117,40	146,20	2,00	4,30	3,2 (F)
Preto Paraibuna	8,00	89,00	-	4,30	-
Pomba e Muriaé	7,00	-	-	-	-
Médio Paraíba do Sul	3,10	178,00	-	-	21,0 (C)
Piabanha	4,50	1,10	-	-	-
Rio Dois Rios	3,60	-	-	-	-
Baixo Paraíba do Sul	3,00	1367,30	44,00	-	-
Sub-bacia do Rio Piraí	-	4,30	-	-	-
Total Geral	146,70	1785,90	46,00	8,60	24,20

* F = Resíduos florestais; C = Carvão mineral

Fonte: elaborado pelo Consórcio.

Como forma de prospectar quais novas usinas termelétricas estão em construção ou aptas a serem construídas e operarem, consultou-se o Portal RALLIE - Registro e Acompanhamento de Licenciamento e Leilões de Empreendimentos, plataforma destinada ao acompanhamento de projetos que incluem os do setor energético. No Portal, é possível consultar dados do projeto como localização geográfica (permitindo selecionar os que estão localizados na bacia de interesse), o status de licenciamento ambiental, se fazem ou não parte dos leilões de energia promovidos pela Agência Nacional de Energia Elétrica, qual é a fase de instalação ou em operação, e o ano previsto para que se inicie a operação.

Os resultados dessa consulta, realizada para os três estados componentes da bacia, retornaram um total de 65 projetos. Apenas cinco se localizam na bacia do rio Paraíba do Sul, conforme indica o Quadro 7-68.

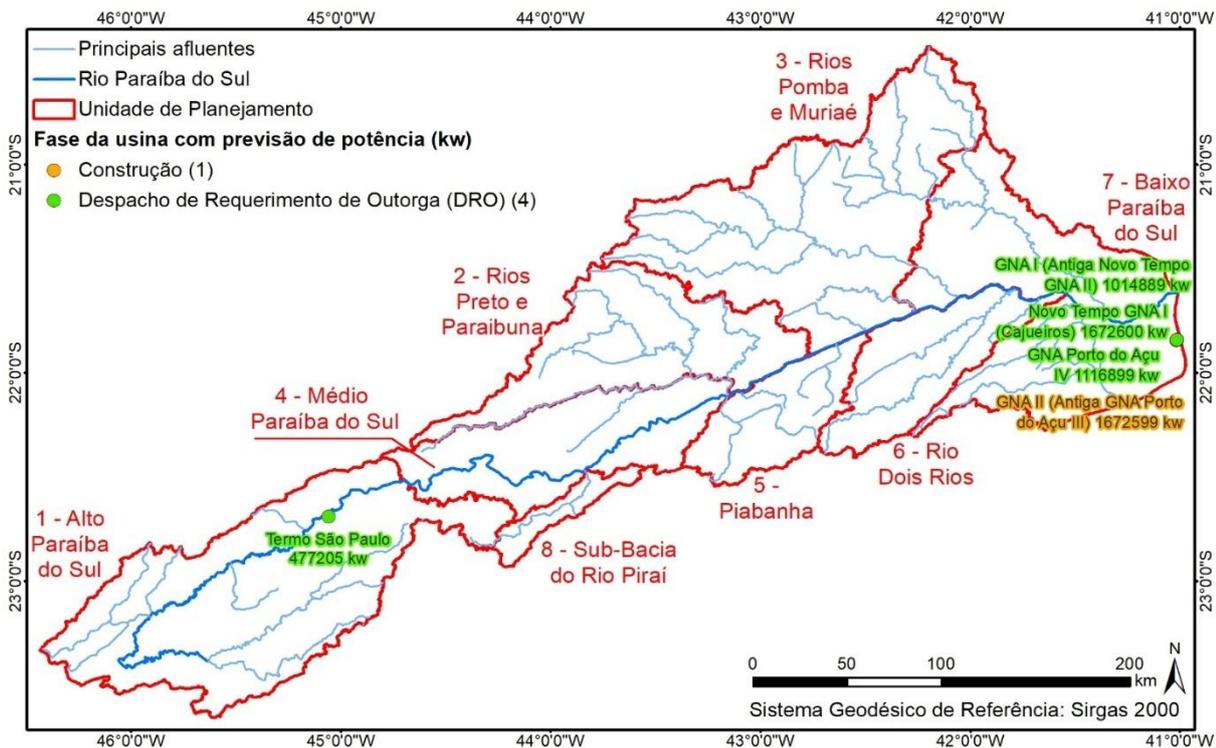
Quadro 7-68 – Usinas termelétricas a serem instaladas na bacia.

Sub-bacia	Município	Empreendimento	Combustível	Potência (MW)
Paraíba do Sul - Paulista	Canas (SP)	Termo São Paulo	Gás natural	477,21
Baixo Paraíba do Sul	São João da Barra (RJ)	GNA I (Antiga Novo Tempo GNA II)	Gás natural	1.014,89
Baixo Paraíba do Sul	São João da Barra (RJ)	GNA Porto do Açú IV	Gás natural	1.116,90
Baixo Paraíba do Sul	São João da Barra (RJ)	Novo Tempo GNA I (Cajueiros)	Gás natural	1.672,60
Baixo Paraíba do Sul	São João da Barra (RJ)	GNA II (Antiga GNA Porto do Açú III)	Gás natural	1.672,60

Fonte: elaborado pelo Consórcio.

De forma adicional, a Figura 7-22 representa a localização das usinas dentro da área da bacia, sendo um empreendimento em construção, denominada GNA II e as 4 restantes com status de “Despacho de Requerimento de Outorga”, DRO.

Figura 7-22 – Representação cartográfica das termelétricas em fase de construção e DRO.



Fonte: Portal RALIE - Acompanhamento de expansão da oferta de geração e ANEEL, 2024.

Estas usinas compõem todos os cenários prospectivos, pois são empreendimentos programados para a expansão de energia no País por meio de leilões. Identifica-se, ademais, que apenas a GNA II (Antiga GNA Porto do Açú III) está em fase de implantação. Os prazos

de instalação das demais usinas, no entanto, podem variar conforme os cenários, que indicam situações econômicas de grande amplitude mais ou menos favoráveis.

- Cenário de Menor Pressão: as UTEs programadas começam a operar em 2040, dada a situação econômica ilustrada por este cenário;
- Cenário Tendencial: as UTEs programadas começam a operar em 2035, dada a situação econômica ilustrada por este cenário; e
- Cenário de Maior Pressão: as UTEs programadas começam a operar em 2030, dada a situação econômica ilustrada por este cenário.

Conforme a análise no item 7.2.1, sobre as ampliações no capital fixo, sabe-se que o planejamento do setor elétrico aponta a tendência de maior geração de energia via biomassa, para a qual há perspectivas de crescimento, inclusive mediante avanços tecnológicos. A produção agroindustrial na bacia do rio Paraíba do Sul, no entanto, não tem destaque na produção agrícola como seria necessário - atividades industriais como abatedouros e produtos da carne, papel e celulose e agroindústrias em geral. Apenas os municípios de Campos dos Goytacazes (RJ) e Barbacena (MG) são polos concomitantes de agricultura e indústria. Dessa forma, embora se saiba que há alta probabilidade de se ter a instalação de novas usinas termelétricas na bacia, prospectar suas localizações e portes se torna bastante difícil.

Uma vez projetando-se a instalação das 5 novas UTEs já programadas, cabe investigar dois aspectos fundamentais para a compreensão de seus impactos nas demandas hídricas de retirada: primeiramente, tem-se a necessidade de estimar o coeficiente de consumo (em litros por KWh); e, também, o tempo de funcionamento das usinas ao longo de um ano, haja vista se tratar de fontes geradoras que não necessariamente se mantém funcionando de forma contínua.

Conforme identificado pelo Manual de Usos Consuntivos da Água no Brasil, as UTEs a gás natural são geralmente associadas à tecnologia de ciclo combinado, tendo como sistema de resfriamento torres úmidas, com coeficiente de demanda hídrica de 0,9 L/KWh. Quanto ao tempo de funcionamento das usinas termelétricas, assume-se que sejam usinas de operação contínua. Com base nesses pressupostos, se torna possível, estimar as demandas vindouras desse setor usuário.

7.3.8. Perspectivas dos Reservatórios

Primeiramente, retoma-se a perspectiva de se ter, na bacia, a instalação de novos reservatórios voltados ao controle de cheias, todos na sub-bacia dos rios Pomba e Muriaé

(conforme abordou-se no item 7.2.1). O complexo de barragens para contenção de cheias que foi objeto da Análise Custo-Benefício e espelha estudos pretéritos de detalhamento, é composto pelas seguintes barragens: Carangola (CC-MG-011) e Tombos (CC-MG-012), no rio Carangola e barragem do rio Muriaé, em Muriaé (CC-MG-010), com alturas variando de 14 m a 28 m (codificação do PNSH).

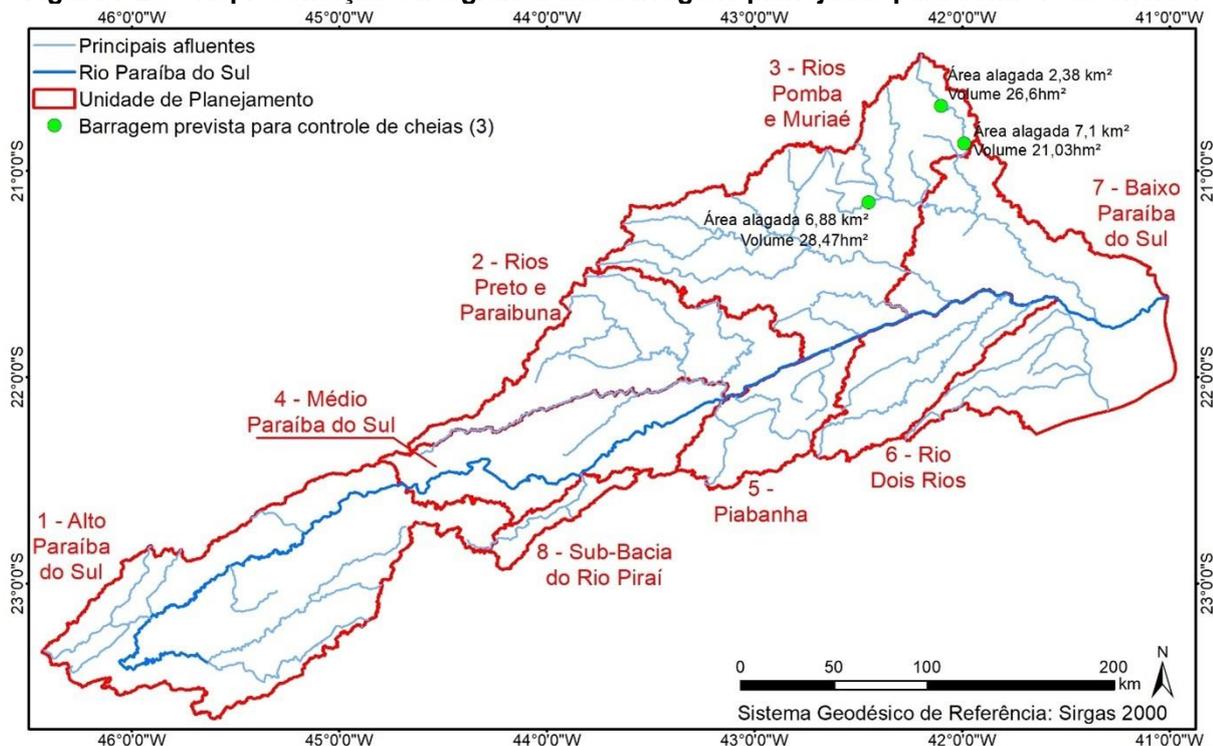
Segundo os estudos que embasaram a elaboração das propostas de intervenção de controle de cheias, denominados de SIEMEC – Sistema de Intervenções Estruturais para Mitigação dos Efeitos das Cheias (ANA, 2011), tem-se as especificações mostradas no Quadro 7-69 para cada uma das três barragens consideradas. A Figura 7-23 representa a localização cartográfica das barragens prevista para o controle de cheias.

Quadro 7-69 – Projetos de barragens de controle de cheias previstos na bacia.

Sub-bacia	Município	Corpo d'água	Localização do eixo		Reservatório (NA Máximo Maximorum)	
			Lat.	Long	Área alagada (km ²)	Volume (hm ³)
Pomba e Muriaé	Carangola	Rio Carangola	-20,6870	-36,1013	2,38	26,6
Pomba e Muriaé	Tombos	Rio Carangola	-20,8669	-41,9901	7,10	21,03
Pomba e Muriaé	Muriaé	Muriaé	-21,1540	-36,4493	6,88	28,47

Fonte: ANA, 2011.

Figura 7-23 – Representação cartográfica das barragens planejadas para controle de cheias.



Embora se conte com o detalhamento necessário para a estimativa da demanda hídrica de evaporação dos reservatórios das três barragens de controle de cheias, nota-se que suas implementações efetivas são bastante incertas. Seu estudo de concepção data de 2011, e foram previstas pelo PNSH (2019) para os anos de 2025 e 2027. Não obstante, foram sequencialmente retiradas dos relatórios de acompanhamento do PNSH e não há indicativos de que estejam prestes a serem iniciadas. Trata-se, assim, de uma possibilidade a ser contemplada no cenário de maior pressão pelos recursos hídricos, cuja situação econômica permite maior folga orçamentária para estas obras. Uma vez que se trata de um complexo de barragens, sua instalação deve se dar de forma conjunta e integrada, sendo entendida de acordo com o exposto no Quadro 7-70.

Quadro 7-70 – Consideração dos empreendimentos de controle de cheias nos cenários.

Cenários	Ano de consideração dos reservatórios			
	2030	2035	2040	2045
Cenário de Menor Pressão	-	-	-	-
Cenário Tendencial	-	-	-	-
Cenário de Maior Pressão	-	Complexo de barragens para controle de cheias		

Fonte: elaborado pelo Consórcio.

Além dos reservatórios das barragens de contenção de cheias, sabe-se que existem aproveitamentos hidrelétricos previstos para a bacia que também requerem reservatórios. Assim, para compreender as futuras demandas hídricas relacionadas à evaporação dos aproveitamentos hidrelétricos previstos, foram consultadas as bases de dados do Sistema de Informações Georreferenciadas do Setor Elétrico (SIGEL) e do Relatório de Acompanhamento da Expansão da Oferta de Geração de Energia Elétrica (RALIE), ambos pertencentes à Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL). Verificou-se o andamento e planejamento de todos os aproveitamentos previstos para a bacia do Paraíba do Sul.

Esta consulta resultou-se um total de 41 projetos hidráulicos previstos. O Quadro 7-71 apresenta o detalhamento destes projetos. Ademais, a Figura 7-24 demonstra de forma visual a localização destes projetos em relação a área da bacia.

Quadro 7-71 – Detalhamento dos projetos hidráulicos.

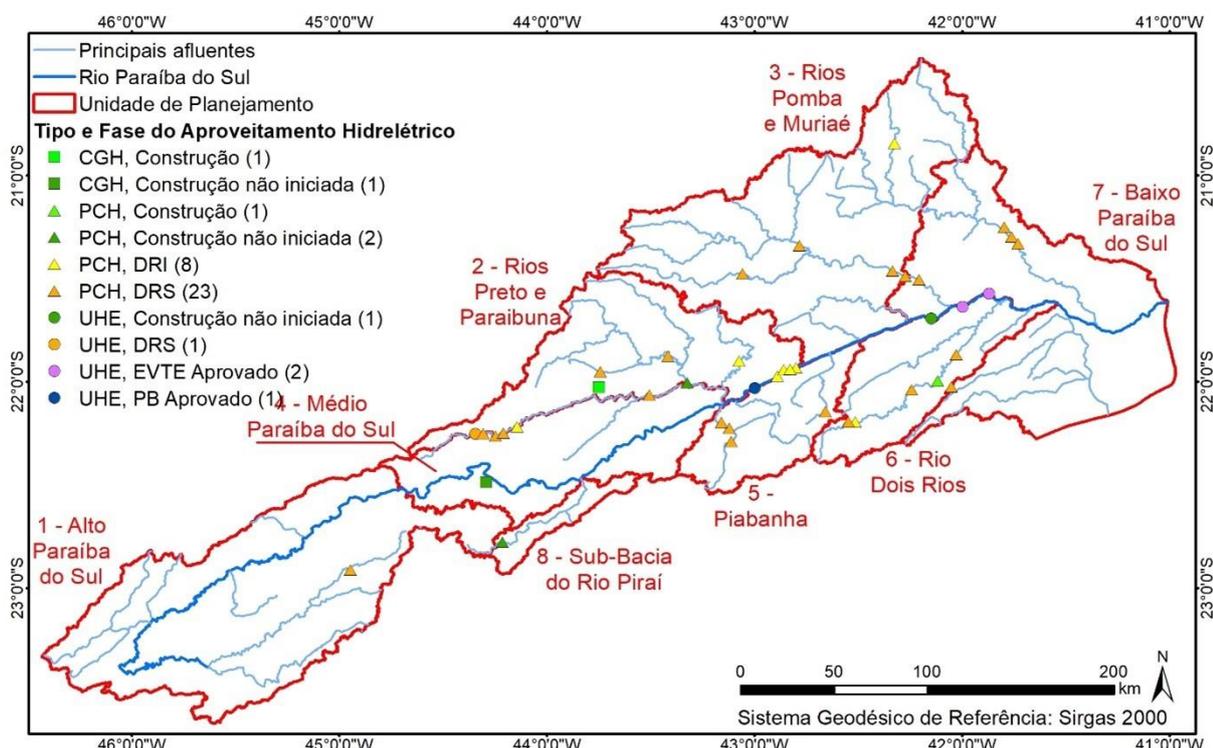
Sub-bacia	Município	Tipo e Nome	Potência (MW)	Fase (ANEEL)
Rio Dois Rios	Santa Maria Madalena	PCH - Jambo	14,0	Construção
Preto Paraibuna	Santa Bárbara do Monte Verde	CGH - Serra Negra	3,0	Construção
Rio Dois Rios	Itaocara	UHE - Itaocara I	150,0	Construção não iniciada

Sub-bacia	Município	Tipo e Nome	Potência (MW)	Fase (ANEEL)
Preto Paraibuna	Simão Pereira	PCH - Cabuí	16,0	Construção não iniciada
Sub-bacia do Rio Piraí	Rio Claro	PCH - Fazenda Santana	9,6	Construção não iniciada
Médio Paraíba do Sul	Barra Mansa	CGH - Cachoeira do Salto	0,1	Construção não iniciada
Médio Paraíba do Sul	Valença	PCH - Córrego Santa Maria	6,5	DRI
Pomba e Muriaé	Além Paraíba	PCH - Coqueiros	18,4	DRI
Pomba e Muriaé	Além Paraíba	PCH - Santo Antônio	18,4	DRI
Pomba e Muriaé	Além Paraíba	PCH - Boa Vista	20,0	DRI
Pomba e Muriaé	Além Paraíba	PCH - Mangueiral	18,8	DRI
Preto Paraibuna	Mar de Espanha	PCH - Saudade	9,9	DRI
Pomba e Muriaé	São Francisco do Glória	PCH - Juá	5,3	DRI
Rio Dois Rios	Nova Friburgo	PCH - Rio Grandina	7,1	DRI
Médio Paraíba do Sul	Resende	UHE - Aldeia Velha	32,7	DRS
Baixo Paraíba do Sul	Itaperuna	PCH - São Joaquim	12,0	DRS
Baixo Paraíba do Sul	Itaperuna	PCH - Aré	13,1	DRS
Baixo Paraíba do Sul	Itaperuna	PCH - Paraíso	7,2	DRS
Baixo Paraíba do Sul	Trajano de Moraes	PCH - Sossego	17,0	DRS
Pomba e Muriaé	Descoberto	PCH - Laje	13,2	DRS
Médio Paraíba do Sul	Rio das Flores	PCH - Santa Rosa I	17,3	DRS
Rio Dois Rios	Santa Maria Madalena	PCH - Boa Vista	14,0	DRS
Rio Dois Rios	São Sebastião do Alto	PCH - Bonança	9,8	DRS
Baixo Paraíba do Sul	Santo Antônio de Pádua	PCH - Cachoeira Alegre	12,0	DRS
Pomba e Muriaé	Palma	PCH - Bela Vista	10,7	DRS
Médio Paraíba do Sul	Quatis	PCH - Ribeirão da Onça	5,6	DRS
Pomba e Muriaé	Dona Eusébia	PCH - Dona Eusébia	16,0	DRS
Preto Paraibuna	Passa Vinte	PCH - Bela Vista	9,6	DRS
Rio Dois Rios	Nova Friburgo	PCH - Xavier	9,8	DRS
Paraíba do Sul – Trecho Paulista	Lorena	PCH - Paraitinga	6,3	DRS
Piabanha	Areal	PCH - São Sebastião	17,1	DRS
Piabanha	Petrópolis	PCH - Posse	15,8	DRS
Médio Paraíba do Sul	Quatis	PCH - Falcão	8,5	DRS
Pomba e Muriaé	Palma	PCH - Paraoquena	14,0	DRS
Preto Paraibuna	Santa Bárbara do Monte Verde	PCH - Monte Verde	5,4	DRS
Piabanha	Areal	PCH - Monte Alegre	19,0	DRS
Preto Paraibuna	Juiz de Fora	PCH - Cotegipe	19,0	DRS
Piabanha	Sumidouro	PCH - Conde D'Eu	8,0	DRS

Sub-bacia	Município	Tipo e Nome	Potência (MW)	Fase (ANEEL)
Rio Dois Rios	Itaocara	UHE - Barra do Pomba	80,0	EVTE Aprovado
Rio Dois Rios	São Fidélis	UHE - Cambuci	50,0	EVTE Aprovado
Preto Paraibuna	Chiador	UHE - Anta	28,0	PB aprovado

Fonte: elaborado pelo Consórcio.

Figura 7-24 – Representação cartográfica dos projetos de geração de energia hidráulica.



Fonte: Portal RALIE - Acompanhamento de expansão da oferta de geração e ANEEL, 2024.

Os projetos foram ordenados de acordo com a fase que estão registrados no banco de dados da ANEEL. A agência é responsável por receber e analisar as solicitações de geração de energia elétrica, fornecer o registro, a autorização e as instruções para a concessão dos empreendimentos planejados. Os empreendimentos na fase de "construção" podem ser previstos para o primeiro horizonte temporal possível, 2030, em todos os três cenários. Os empreendimentos em fase de "construção não iniciada", que significa que foram obtidas todas as licenças necessárias, também podem ser considerados como operantes no ano de 2030 nos três cenários. Entende-se que para chegar nessa avançada fase no ciclo de planejamento do projeto, há comprometimento o suficiente para que sejam instalados de fato.

Nos casos de potência inferior a 50 MW, é exigido o Projeto Básico (PB), e a autorização é emitida através do Despacho de Registro de Intenção à Outorga (DRI). Para empreendimentos acima de 50 MW, devem ser realizados Estudos de Viabilidade Técnica e Econômica (EVTE), com autorização inicial também via DRI.

Após a aprovação do EVTE, é feito o PB com base no potencial hidráulico e elaborado o Sumário Executivo, que, caso esteja de acordo com o Inventário Hidrelétrico, gera o Despacho de Registro de Adequabilidade do Sumário (DRS).

Com o DRS, a ANEEL solicita a Declaração de Reserva de Disponibilidade Hídrica (DRDH), permitindo o início do processo de licenciamento. Com a conclusão do licenciamento e concessão de comercialização de energia, o projeto é aprovado para execução e início das obras. A fase DRS indica que há documentação necessária para integrar o empreendimento no sistema elétrico. Trata-se de fase avançada no processo de autorização para instalação. Desta forma esses empreendimentos são previstos no cenário tendencial e de maior pressão para o ano de 2035.

Os empreendimentos nas outras fases (DRI, EVTE e PB aprovados) não são considerados no cenário tendencial, pois a tendência de descentralização da geração de energia elétrica via fontes como solar, eólica e biomassa passam a ser mais viáveis do que as pequenas centrais hidrelétricas. Estas, além de terem custos cada vez mais elevados, apresentam crescente resistência devido aos impactos ambientais gerados. No cenário de maior pressão econômica, no entanto, são considerados sob a lógica de que há maior demanda por energia elétrica, assim como mais recursos para a efetivação de programas ambientais e adoção de medidas compensatórias. Neste cenário, prevê-se que os empreendimentos entrem em operação em 2035. O Quadro 7-72 apresenta a consolidação do que foi considerado em cada cenário.

Quadro 7-72 – Consideração dos empreendimentos hidro energéticos nos cenários.

Cenários	Ano de consideração de cada fase atual na ANEEL			
	2030	2035	2040	2045
Cenário de Menor Pressão	Construção, Construção não iniciada	-	-	-
Cenário Tendencial	Construção, Construção não iniciada	Fase DRS	-	-
Cenário de Maior Pressão	Construção, Construção não iniciada	Fase DRS	DRI	EVTE, PB Aprovado

Fonte: elaborado pelo Consórcio.

Salienta-se que não foram considerados como potenciais os empreendimentos nas seguintes fases: Anulado, em que o projeto foi cancelado por decisão administrativa ou judicial; Cancelado, quando o projeto não será levado adiante; Eixo disponível, que representa locais disponíveis para novos projetos futuros, mas sem concessão, autorização ou projeto específico aprovado; Revogada, quando a autorização ou concessão foi retirada, impedindo a continuidade do projeto até nova autorização; e Extinta, em que o direito de concessão foi permanentemente perdido. Por fim, outra fonte de formação de espelhos d'água é a atividade de aquicultura em tanque escavado, mas essa atividade está cenarizada no item 7.3.3, de criação animal.

8. CONSOLIDAÇÃO DAS DEMANDAS ATUAIS E FUTURAS

Este item apresenta as demandas hídricas consolidadas da bacia do rio Paraíba do Sul na cena atual e em cenas futuras. Esta consolidação foi realizada por setor usuário, detalhando os resultados por unidade de planejamento (bacia interestadual) e bacias afluentes. Cabe ressaltar que as demandas foram espacializadas por Ottobacia utilizando a mesma discretização aplicada nos estudos de disponibilidade hídrica da bacia do rio Paraíba do sul (EDH-PS).

8.1. DEMANDAS HÍDRICAS POR SETOR USUÁRIO

8.1.1. Abastecimento humano urbano

As perspectivas de crescimento e/ou retração populacional alinhadas às metas de redução de perdas do sistema de abastecimento humano urbano possibilitaram a concepção de um prognóstico das demandas nos três cenários (tendencial, maior e menor pressão), conforme os horizontes de 2030, 2035, 2040 e 2045. O Quadro 8-1 apresenta as demandas nos períodos supracitados, segmentadas por unidade de planejamento e pela origem.

De modo geral, a tendência do abastecimento humano urbano é de redução ao longo dos cenários. A demanda na cena atual, de 17,81 m³/s, reduz para 17,50 m³/s em 2045 no cenário de menor pressão e para 15,04 m³/s e 14,68, no mesmo período, nos cenários tendencial e de maior pressão respectivamente. Essa redução reflete os efeitos das mudanças nas dinâmicas populacionais nos três estados e as metas de redução de perdas nos sistemas de abastecimento de água.

De modo geral, o índice de perda na distribuição é o principal fator de variância na demanda ao longo dos cenários, mesmo que a população varie para mais conforme a maior pressão pelo uso dos recursos hídricos. A junção desses fatores ocasiona a redução gradativa da demanda nos cenários, que confere influência da projeção populacional, mas especialmente do grande gap que alguns municípios apresentam quanto a perda atual e nos cenários futuros.

Além do resultado por Unidade de Planejamento, a apresentação dos resultados do abastecimento humano urbano atual e nas cenas futuras pode ser observado conforme a distribuição por sub-bacia (Quadro 8-2 ao Quadro 8-4).

Quadro 8-1 – Consolidação das demandas nos cenários futuros para o setor de abastecimento humano urbano (m³/s), por unidade de planejamento.⁴⁶

UP	Cena Atual		Cenário de Menor Pressão								Cenário Tendencial								Cenário de Maior Pressão							
			2030		2035		2040		2045		2030		2035		2040		2045		2030		2035		2040		2045	
	Sub	Sup	Sub	Sup	Sub	Sup	Sub	Sup	Sub	Sup	Sub	Sup	Sub	Sup	Sub	Sup	Sub	Sup	Sub	Sup	Sub	Sup	Sub	Sup	Sub	Sup
1 - Alto Paraíba do Sul	0,81	5,63	0,81	5,62	0,82	5,67	0,82	5,66	0,81	5,62	0,81	5,57	0,81	5,42	0,78	5,21	0,76	4,82	0,83	5,66	0,83	5,48	0,81	5,22	0,79	4,79
2 - Rios Preto e Paraíba	0,09	1,74	0,10	1,79	0,10	1,81	0,10	1,81	0,10	1,80	0,09	1,76	0,10	1,73	0,10	1,68	0,10	1,60	0,11	1,79	0,10	1,79	0,10	1,71	0,10	1,55
3 - Rios Pomba e Muriaé	0,25	1,76	0,25	1,78	0,26	1,80	0,26	1,79	0,25	1,78	0,25	1,78	0,26	1,82	0,26	1,81	0,26	1,76	0,26	1,81	0,27	1,88	0,27	1,84	0,27	1,78
4 - Médio Paraíba do Sul	0,02	3,12	0,02	3,12	0,02	3,10	0,02	3,07	0,02	3,02	0,02	3,06	0,02	2,89	0,02	2,66	0,02	2,31	0,02	3,05	0,02	2,78	0,02	2,49	0,02	2,14
5 - Piabanha	0,05	0,99	0,04	0,83	0,04	0,82	0,04	0,81	0,04	0,80	0,04	0,84	0,04	0,83	0,04	0,81	0,04	0,78	0,04	0,85	0,05	0,85	0,04	0,83	0,04	0,79
6 - Rio Dois Rios	0,01	0,69	0,01	0,72	0,01	0,72	0,01	0,72	0,01	0,71	0,01	0,71	0,01	0,70	0,01	0,67	0,01	0,62	0,01	0,73	0,01	0,71	0,01	0,67	0,01	0,60
7 - Baixo Paraíba do Sul	0,17	2,20	0,15	1,99	0,15	1,98	0,15	1,97	0,15	1,94	0,15	1,95	0,15	1,87	0,14	1,74	0,13	1,52	0,15	1,96	0,15	1,84	0,14	1,66	0,12	1,42
8 - Sub-bacia do Rio Pirai	0,01	0,27	0,01	0,45	0,01	0,44	0,01	0,44	0,01	0,43	0,01	0,43	0,01	0,43	0,01	0,38	0,01	0,31	0,01	0,43	0,01	0,40	0,01	0,33	0,01	0,26
Total	1,41	16,40	1,39	16,30	1,40	16,35	1,40	16,28	1,39	16,12	1,39	16,09	1,40	15,69	1,37	14,95	1,32	13,71	1,44	16,28	1,45	15,73	1,41	14,76	1,36	13,33
Total Geral	17,81		17,69		17,75		17,68		17,50		17,49		17,08		16,31		15,04		17,72		17,18		16,17		14,68	

Fonte: elaborado pelo Consórcio.

⁴⁶ Os valores de vazão estão dispostos até duas casas decimais. Para não haver perda de informações, os totais foram somados utilizando os números completos.

-
- A divisão das demandas por sub-bacia permite avaliar quais regiões estão mais suscetíveis à pressão para o abastecimento urbano. Destaca-se que o Médio Vale Superior do rio Paraíba e o Médio Vale do rio Paraíba têm as maiores demandas na cena atual, com 6,29 m³/s e 2,84 m³/s respectivamente. Em contrapartida, o Alto Vale do Rio Paraíba apresenta o menor valor 0,12 m³/s. Quando analisada a distribuição superficial e subterrânea, observa-se que a demanda superficial nas sub-bacias é bastante superior à subterrânea;
 - O cenário de menor pressão possui as mesmas características observadas na cena atual, além disso, é possível observar onde a redução da demanda é mais concentrada (diferentes sub-bacias possuem diferentes comportamentos, de aumento e redução). Em 2035, a demanda total do Baixo Vale do Rio Paraíba é de 1,24 m³/s, na cena atual era de 1,46 m³/s. Neste mesmo período, a bacia do rio Pirai aumentou sua demanda de 0,28 m³/s para 0,44 m³/s;
 - O cenário tendencial e de maior pressão apresentam demandas totais inferiores à cena atual. A sub-bacia que apresentou maior redução quando comparado o horizonte de 2045 com a cena atual foram as sub-bacias do Rio Preto e Baixo Vale do Rio Paraíba (com reduções de 41% e 33% considerando o cenário de maior pressão). Conforme já destacado, o índice de perdas na distribuição é o principal fator de variância na demanda ao longo dos cenários, mesmo que a população varie para mais conforme a maior pressão pelo uso dos recursos hídricos.

Quadro 8-2 – Demandas do cenário de menor pressão por sub-bacia para o setor de abastecimento humano urbano (m³/s), por sub-bacia.⁴⁷

Sub-bacia	Cena Atual		Cenário de Menor Pressão							
			2030		2035		2040		2045	
	sub	sup	sub	sup	sub	sup	sub	sup	sub	sup
Alto Vale do Rio Paraíba	0,00	0,12	0,00	0,12	0,00	0,12	0,00	0,12	0,00	0,12
Baixo Vale do Rio Paraíba	0,17	1,29	0,15	1,12	0,15	1,11	0,15	1,11	0,15	1,09
Médio Vale do Rio Paraíba	0,00	2,83	0,00	2,91	0,00	2,90	0,00	2,87	0,00	2,83
Médio Vale Inferior do Rio Paraíba	0,03	0,48	0,03	0,49	0,03	0,50	0,03	0,49	0,03	0,49
Médio Vale Superior do Rio Paraíba	0,81	5,49	0,81	5,48	0,82	5,53	0,82	5,52	0,81	5,48
Rio Carangola	0,01	0,28	0,01	0,28	0,01	0,28	0,01	0,28	0,01	0,28
Rio Dois Rios	0,01	0,58	0,01	0,61	0,01	0,61	0,01	0,61	0,01	0,60
Rio Muriaé	0,04	0,92	0,04	0,90	0,04	0,90	0,04	0,90	0,04	0,89
Rio Paraibuna	0,07	1,70	0,08	1,75	0,08	1,77	0,08	1,78	0,08	1,77
Rio Piabanha	0,05	0,94	0,04	0,77	0,03	0,76	0,03	0,75	0,03	0,74
Rio Pirai	0,01	0,27	0,01	0,45	0,01	0,44	0,01	0,44	0,01	0,43
Rio Pomba	0,19	1,19	0,20	1,20	0,20	1,20	0,20	1,20	0,20	1,19
Rio Preto	0,03	0,31	0,02	0,22	0,02	0,22	0,02	0,22	0,02	0,21
Total	1,41	16,40	1,39	16,30	1,40	16,35	1,40	16,28	1,39	16,12
Total geral	17,81		17,69		17,75		17,68		17,50	

Fonte: elaborado pelo Consórcio.

⁴⁷ Os valores de vazão estão dispostos até duas casas decimais. Para não haver perda de informações, os totais foram somados utilizando os números completos.

Quadro 8-3 – Demandas do cenário de tendencial por sub-bacia para o setor de abastecimento humano urbano (m³/s), por sub-bacia.

Sub-bacia	Cena Atual		Cenário Tendencial							
			2030		2035		2040		2045	
	sub	sup	sub	sup	sub	sup	sub	sup	sub	sup
Alto Vale do Rio Paraíba	0,00	0,12	0,00	0,12	0,00	0,12	0,00	0,12	0,00	0,11
Baixo Vale do Rio Paraíba	0,17	1,29	0,15	1,10	0,15	1,07	0,14	1,02	0,13	0,91
Médio Vale do Rio Paraíba	0,00	2,83	0,00	2,85	0,00	2,69	0,00	2,47	0,00	2,15
Médio Vale Inferior do Rio Paraíba	0,03	0,48	0,03	0,49	0,03	0,50	0,03	0,49	0,03	0,47
Médio Vale Superior do Rio Paraíba	0,81	5,49	0,81	5,42	0,81	5,28	0,78	5,06	0,76	4,68
Rio Carangola	0,01	0,28	0,01	0,28	0,01	0,27	0,01	0,25	0,01	0,23
Rio Dois Rios	0,01	0,58	0,01	0,60	0,01	0,60	0,01	0,57	0,01	0,53
Rio Muriaé	0,04	0,92	0,04	0,88	0,04	0,85	0,04	0,80	0,04	0,72
Rio Paraibuna	0,07	1,70	0,08	1,72	0,08	1,70	0,08	1,64	0,08	1,57
Rio Piabanha	0,05	0,94	0,04	0,78	0,03	0,76	0,03	0,74	0,03	0,72
Rio Pirai	0,01	0,27	0,01	0,43	0,01	0,43	0,01	0,38	0,01	0,31
Rio Pomba	0,19	1,19	0,20	1,19	0,20	1,20	0,20	1,18	0,20	1,13
Rio Preto	0,03	0,31	0,03	0,22	0,03	0,21	0,03	0,20	0,03	0,19
Total	1,41	16,40	1,39	16,09	1,40	15,69	1,37	14,95	1,32	13,71
Total geral	17,81		17,49		17,08		16,31		15,04	

Fonte: elaborado pelo Consórcio.

Quadro 8-4 – Demandas do cenário de maior pressão por sub-bacia para o setor de abastecimento humano urbano (m³/s), por sub-bacia.

Sub-bacia	Cena Atual		Cenário de Maior Pressão									
			2030		2035		2040		2045			
	sub	sup	sub	sup	sub	sup	sub	sup	sub	sup		
Alto Vale do Rio Paraíba	0,00	0,12	0,00	0,12	0,00	0,12	0,00	0,12	0,00	0,12	0,00	0,11
Baixo Vale do Rio Paraíba	0,17	1,29	0,15	1,12	0,15	1,08	0,14	0,99	0,12	0,85	0,12	0,85
Médio Vale do Rio Paraíba	0,00	2,83	0,00	2,84	0,00	2,59	0,00	2,32	0,00	1,99	0,00	1,99
Médio Vale Inferior do Rio Paraíba	0,03	0,48	0,03	0,50	0,03	0,51	0,03	0,50	0,03	0,47	0,03	0,47
Médio Vale Superior do Rio Paraíba	0,81	5,49	0,83	5,52	0,83	5,33	0,81	5,07	0,79	4,65	0,79	4,65
Rio Carangola	0,01	0,28	0,01	0,28	0,01	0,27	0,01	0,25	0,01	0,22	0,01	0,22
Rio Dois Rios	0,01	0,58	0,01	0,62	0,01	0,60	0,01	0,57	0,01	0,52	0,01	0,52
Rio Muriaé	0,04	0,92	0,04	0,88	0,04	0,84	0,04	0,77	0,04	0,71	0,04	0,71
Rio Paraibuna	0,07	1,70	0,08	1,75	0,08	1,75	0,08	1,67	0,08	1,51	0,08	1,51
Rio Piabanha	0,05	0,94	0,04	0,79	0,04	0,78	0,03	0,76	0,03	0,73	0,03	0,73
Rio Pirai	0,01	0,27	0,01	0,43	0,01	0,40	0,01	0,33	0,01	0,26	0,01	0,26
Rio Pomba	0,19	1,19	0,20	1,21	0,21	1,23	0,21	1,20	0,21	1,13	0,21	1,13
Rio Preto	0,03	0,31	0,04	0,22	0,03	0,22	0,03	0,20	0,03	0,17	0,03	0,17
Total	1,41	16,40	1,44	16,28	1,45	15,73	1,41	14,76	1,36	13,33	1,36	13,33
Total geral	17,81		17,72		17,18		16,17		14,68		14,68	

Fonte: elaborado pelo Consórcio.

8.1.2. Abastecimento humano rural

Os dados apresentados no Quadro 8-5 consolidam as vazões de demanda nos três cenários distintos, conforme a proporção de captação subterrânea e superficial, e por unidade de planejamento.

Ao observar os resultados do setor abastecimento humano rural, o cenário de menor pressão apresenta pouca variação entre as vazões ao longo dos horizontes de tempo, cerca de 0,1 m³/s, enquanto o cenário tendencial possui um aumento inicial para 1,29 m³/s em 2030 e uma conseguinte redução até 1,12 m³/s no último ano dos horizontes estudados. Por fim, o cenário de maior pressão apresenta um aumento substancial inicialmente, de 1,46 m³/s no ano de 2030, passando até uma redução de 1,36 m³/s no final de plano (2045). Essas variações resultam das projeções populacionais nos cenários alinhadas às variações da taxa de consumo per capita ao longo dos anos.

No cenário com as maiores variações (Maior Pressão), nota-se nas UPs do Alto Paraíba do Sul e Piabanha aumentos percentuais significativos nas demandas (cerca de 30% e 40%, respectivamente). Por outro lado, na UP Rios Pomba e Muriaé há uma tendência inversa: há uma diminuição de cerca de 30% nas demandas no horizonte final.

Quadro 8-5 – Consolidação das demandas nos cenários futuros para o setor de abastecimento humano rural (m³/s), por unidade de planejamento.⁴⁸

UP	Cena atual		Cenário de Menor Pressão								Cenário Tendencial								Cenário de Maior Pressão							
			2030		2035		2040		2045		2030		2035		2040		2045		2030		2035		2040		2045	
	sub	sup	sub	sup	sub	sup	sub	sup	sub	sup	sub	sup	sub	sup	sub	sup	sub	sup	sub	sup	sub	sup	sub	sup	sub	sup
1 - Alto Paraíba do Sul	0,23	0,09	0,23	0,09	0,23	0,09	0,23	0,09	0,23	0,09	0,24	0,10	0,25	0,10	0,25	0,10	0,24	0,10	0,28	0,11	0,28	0,11	0,30	0,12	0,30	0,12
2 - Rios Preto e Paraibuna	0,06	0,04	0,06	0,04	0,06	0,04	0,06	0,04	0,06	0,04	0,07	0,04	0,07	0,04	0,07	0,04	0,03	0,02	0,07	0,04	0,04	0,02	0,04	0,02	0,04	0,02
3 - Rios Pomba e Muriaé	0,21	0,00	0,22	0,00	0,22	0,00	0,22	0,00	0,22	0,00	0,23	0,00	0,18	0,00	0,16	0,00	0,14	0,00	0,25	0,00	0,16	0,00	0,17	0,00	0,17	0,00
4 - Médio Paraíba do Sul	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,03	0,05	0,05	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04
5 - Piabanha	0,09	0,06	0,09	0,06	0,09	0,06	0,09	0,06	0,09	0,06	0,10	0,06	0,11	0,07	0,11	0,07	0,10	0,07	0,12	0,07	0,12	0,07	0,13	0,08	0,13	0,08
6 - Rio Dois Rios	0,03	0,05	0,03	0,05	0,03	0,05	0,03	0,05	0,03	0,05	0,03	0,06	0,03	0,06	0,03	0,06	0,03	0,06	0,04	0,06	0,04	0,07	0,04	0,07	0,04	0,07
7 - Baixo Paraíba do Sul	0,09	0,14	0,09	0,14	0,09	0,14	0,09	0,14	0,09	0,14	0,10	0,15	0,10	0,14	0,10	0,15	0,09	0,14	0,11	0,17	0,10	0,16	0,11	0,17	0,11	0,17
8 - Sub-bacia do Rio Pirai	0,00	0,02	0,00	0,02	0,00	0,02	0,00	0,02	0,00	0,02	0,00	0,02	0,00	0,02	0,00	0,02	0,00	0,02	0,00	0,03	0,00	0,02	0,00	0,02	0,00	0,02
Total	0,76	0,44	0,76	0,44	0,77	0,44	0,76	0,44	0,76	0,43	0,82	0,47	0,77	0,46	0,77	0,48	0,69	0,43	0,92	0,54	0,77	0,49	0,83	0,53	0,83	0,53
Total Geral	1,20		1,20		1,21		1,20		1,19		1,29		1,23		1,24		1,12		1,46		1,26		1,35		1,36	

Fonte: elaborado pelo Consórcio.

⁴⁸ Os valores de vazão estão dispostos até duas casas decimais. Para não haver perda de informações, os totais foram somados utilizando os números completos.

A distribuição da vazão por sub-bacia na cena atual e nos cenários futuros é evidenciada do Quadro 8-6 ao Quadro 8-8.

- As demandas no cenário de menor pressão mostraram-se bem próximas das demandas na cena atual em todos os períodos, mantendo-se praticamente constante. Apenas em 2045 há redução de 0,01 m³/s na demanda total, que é de 1,19 m³/s. Analisando os resultados por sub-bacia, observa-se que o médio vale superior do Rio Paraíba concentra a maior demanda do setor, com 0,26 m³/s, que representa cerca de 22% da demanda total;
- O cenário tendencial tem maior variação em relação à cena atual. No curto prazo (2030) a demanda aumenta de 1,20 m³/s (atual) para 1,29 m³/s, entre 2035 e 2040 reduz e se mantém em torno de 1,23 m³/s, essa tendência de redução é mantida no fim de plano, com demanda estimada de 1,12 m³/s em 2045. Tais resultados representam principalmente a retração demográfica prevista para o fim de plano. Neste cenário, a sub-bacia do Rio Pirai tem a menor demanda total em todos os períodos, cerca de 0,02 m³/s. O Médio Vale Superior do Rio Paraíba mantém a maior pressão pela demanda, seguido pelo Baixo Vale do Rio Paraíba e pelo Rio Pomba;
- O cenário de maior pressão tem as maiores variações com relação à demanda atual e, também, entre as demandas de cada plano. Em 2030, a demanda total é 21,8% maior que na demanda atual, em 2035 essa variação a mais é de 5,4%. No fim de plano, a diferença é bem parecida, cerca de 13% em 2040 e 2045. A proporção da demanda com relação à origem é de 67% subterrânea e 33% superficial em 2030, e nos demais períodos, 65% subterrânea e 35% superficial.

Quadro 8-6 – Demandas do cenário de menor pressão por sub-bacia para o setor de abastecimento humano rural (m³/s), por sub-bacia.⁴⁹

Sub-bacia	Cena Atual		Cenário de Menor Pressão							
			2030		2035		2040		2045	
	sub	sup	sub	sup	sub	sup	sub	sup	sub	sup
Alto Vale do Rio Paraíba	0,03	0,02	0,03	0,02	0,04	0,02	0,04	0,02	0,03	0,02
Baixo Vale do Rio Paraíba	0,12	0,05	0,12	0,05	0,12	0,05	0,12	0,05	0,11	0,05
Médio Vale do Rio Paraíba	0,06	0,01	0,06	0,01	0,06	0,01	0,06	0,01	0,06	0,01
Médio Vale Inferior do Rio Paraíba	0,04	0,00	0,04	0,00	0,04	0,00	0,04	0,00	0,04	0,00
Médio Vale Superior do Rio Paraíba	0,19	0,07	0,19	0,07	0,19	0,07	0,19	0,07	0,19	0,07
Rio Carangola	0,03	0,00	0,03	0,00	0,03	0,00	0,03	0,00	0,03	0,00
Rio Dois Rios	0,02	0,05	0,02	0,05	0,02	0,05	0,02	0,05	0,02	0,05
Rio Muriaé	0,04	0,05	0,04	0,05	0,04	0,05	0,04	0,05	0,04	0,05
Rio Paraibuna	0,05	0,03	0,05	0,03	0,05	0,03	0,05	0,03	0,05	0,03
Rio Piabanha	0,07	0,05	0,07	0,05	0,07	0,05	0,07	0,05	0,07	0,05
Rio Pirai	0,00	0,02	0,00	0,02	0,00	0,02	0,00	0,02	0,00	0,02
Rio Pomba	0,15	0,00	0,15	0,00	0,15	0,00	0,15	0,00	0,15	0,00
Rio Preto	0,00	0,03	0,00	0,03	0,00	0,03	0,00	0,03	0,00	0,03
Total	0,80	0,39	0,81	0,40	0,81	0,40	0,81	0,39	0,80	0,39
Total geral	1,20		1,20		1,21		1,20		1,19	

Fonte: elaborado pelo Consórcio.

⁴⁹ Os valores de vazão estão dispostos até duas casas decimais. Para não haver perda de informações, os totais foram somados utilizando os números completos.

Quadro 8-7 – Demandas do cenário tendencial por sub-bacia para o setor de abastecimento humano rural (m³/s), por sub-bacia.

Sub-bacia	Cena Atual		Cenário Tendencial							
			2030		2035		2040		2045	
	sub	sup	sub	sup	sub	sup	sub	sup	sub	sup
Alto Vale do Rio Paraíba	0,03	0,02	0,04	0,03	0,04	0,03	0,04	0,03	0,04	0,03
Baixo Vale do Rio Paraíba	0,12	0,05	0,13	0,06	0,13	0,06	0,13	0,06	0,12	0,06
Médio Vale do Rio Paraíba	0,06	0,01	0,06	0,01	0,05	0,01	0,06	0,01	0,06	0,01
Médio Vale Inferior do Rio Paraíba	0,04	0,00	0,04	0,00	0,04	0,00	0,04	0,00	0,03	0,00
Médio Vale Superior do Rio Paraíba	0,19	0,07	0,20	0,08	0,20	0,08	0,21	0,08	0,20	0,07
Rio Carangola	0,03	0,00	0,04	0,00	0,04	0,00	0,04	0,00	0,03	0,00
Rio Dois Rios	0,02	0,05	0,03	0,05	0,03	0,05	0,03	0,05	0,03	0,05
Rio Muriaé	0,04	0,05	0,04	0,05	0,04	0,05	0,04	0,05	0,04	0,04
Rio Paraibuna	0,05	0,03	0,05	0,03	0,06	0,03	0,06	0,03	0,02	0,01
Rio Piabanha	0,07	0,05	0,07	0,06	0,08	0,06	0,08	0,06	0,08	0,06
Rio Pirai	0,00	0,02	0,00	0,02	0,00	0,02	0,00	0,02	0,00	0,02
Rio Pomba	0,15	0,00	0,16	0,00	0,11	0,00	0,09	0,00	0,08	0,00
Rio Preto	0,00	0,03	0,00	0,04	0,00	0,04	0,00	0,04	0,00	0,03
Total	0,80	0,39	0,86	0,43	0,81	0,42	0,81	0,43	0,73	0,39
Total geral	1,20		1,29		1,23		1,24		1,12	

Fonte: elaborado pelo Consórcio.

Quadro 8-8 – Demandas do cenário de maior pressão por sub-bacia para o setor de abastecimento humano rural (m³/s), por sub-bacia.

Sub-bacia	Cena Atual		Cenário de Maior Pressão							
			2030		2035		2040		2045	
	sub	sup	sub	sup	sub	sup	sub	sup	sub	sup
Alto Vale do Rio Paraíba	0,03	0,02	0,04	0,03	0,05	0,03	0,05	0,03	0,05	0,03
Baixo Vale do Rio Paraíba	0,12	0,05	0,14	0,07	0,14	0,06	0,15	0,07	0,15	0,07
Médio Vale do Rio Paraíba	0,06	0,01	0,07	0,01	0,06	0,01	0,06	0,01	0,06	0,01
Médio Vale Inferior do Rio Paraíba	0,04	0,00	0,05	0,01	0,04	0,00	0,04	0,00	0,04	0,00
Médio Vale Superior do Rio Paraíba	0,19	0,07	0,23	0,09	0,22	0,08	0,24	0,09	0,24	0,09
Rio Carangola	0,03	0,00	0,04	0,00	0,04	0,00	0,04	0,00	0,04	0,00
Rio Dois Rios	0,02	0,05	0,03	0,06	0,03	0,06	0,03	0,07	0,03	0,07
Rio Muriaé	0,04	0,05	0,05	0,06	0,04	0,05	0,04	0,05	0,04	0,05
Rio Paraibuna	0,05	0,03	0,06	0,04	0,02	0,01	0,02	0,01	0,02	0,01
Rio Piabanha	0,07	0,05	0,08	0,07	0,09	0,07	0,10	0,07	0,10	0,07
Rio Pirai	0,00	0,02	0,00	0,03	0,00	0,02	0,00	0,02	0,00	0,02
Rio Pomba	0,15	0,00	0,17	0,00	0,09	0,00	0,09	0,00	0,09	0,00
Rio Preto	0,00	0,03	0,00	0,04	0,00	0,04	0,00	0,04	0,00	0,04
Total	0,80	0,39	0,97	0,48	0,82	0,44	0,88	0,47	0,88	0,48
Total geral	1,20		1,46		1,26		1,35		1,36	

Fonte: elaborado pelo Consórcio.

8.1.3. Dessedentação animal

Os dados apresentados no Quadro 8-9 referem-se às vazões subterrâneas e superficiais projetadas para as Unidades de Planejamento (UPs) ao longo dos anos de 2030, 2035, 2040 e 2045, considerando três cenários distintos: Cenário de Menor Pressão, Cenário Tendencial e Cenário de Maior Pressão. O objetivo é compreender as tendências de disponibilidade de recursos hídricos em cada UP e como elas podem variar conforme diferentes pressões ambientais e de uso.

Em termos gerais, observa-se que as vazões totais (subterrâneas e superficiais) aumentam ao longo do tempo, principalmente nos cenários de Maior Pressão, com um crescimento de 3,20 m³/s na situação atual para 5,64 m³/s no ano de 2045, o que representa um aumento de aproximadamente 76%. Para este horizonte, a menor demanda projetada encontra-se no cenário de menor pressão, de 4,02 m³/s, representando um aumento total lento, de 26%. Esse aumento é um reflexo da projeção de maior demanda devido à tendência de crescimento de rebanhos. Dessa forma, para o cenário mais crítico (maior pressão), há um intervalo de 26% a 76% de aumento, balizado pelas premissas indicadas no item 6.3.3.

Para o setor de dessedentação animal, nota-se um aumento progressivo em todos os cenários avaliados, ao longo dos horizontes temporais. Destacam-se os aumentos no cenário de maior pressão das UPs Rios Pomba e Muriaé e Rios Preto e Paraibuna (86% e 105% respectivamente). Ainda assim, todas as demais UPs possuem aumentos consideráveis no cenário de maior pressão, variando entre 50% e 80%.

Quadro 8-9 – Consolidação das demandas nos cenários futuros para o setor de dessedentação animal (m³/s), por unidade de planejamento.⁵⁰

UP	Cena Atual		Cenário de Menor Pressão								Cenário Tendencial								Cenário de Maior Pressão							
			2030		2035		2040		2045		2030		2035		2040		2045		2030		2035		2040		2045	
	Sub	Sup	Sub	Sup	Sub	Sup	Sub	Sup	Sub	Sup	Sub	Sup	Sub	Sup	Sub	Sup	Sub	Sup	Sub	Sup	Sub	Sup	Sub	Sup	Sub	Sup
1 - Alto Paraíba do Sul	0,17	0,43	0,20	0,51	0,20	0,53	0,21	0,54	0,22	0,56	0,20	0,53	0,22	0,57	0,24	0,61	0,25	0,65	0,21	0,54	0,24	0,61	0,26	0,68	0,30	0,77
2 - Rios Preto e Paraibuna	0,25	0,05	0,29	0,05	0,31	0,06	0,33	0,06	0,36	0,07	0,30	0,06	0,33	0,06	0,36	0,07	0,39	0,07	0,30	0,06	0,35	0,07	0,40	0,08	0,46	0,09
3 - Rios Pomba e Muriaé	0,26	0,49	0,30	0,56	0,33	0,60	0,34	0,63	0,35	0,65	0,31	0,58	0,35	0,64	0,38	0,70	0,41	0,76	0,34	0,62	0,39	0,72	0,46	0,84	0,54	1,00
4 - Médio Paraíba do Sul	0,00	0,32	0,00	0,37	0,00	0,38	0,00	0,39	0,00	0,41	0,00	0,38	0,00	0,42	0,00	0,44	0,00	0,48	0,00	0,39	0,00	0,44	0,00	0,49	0,00	0,56
5 - Piabanha	0,06	0,05	0,07	0,06	0,07	0,06	0,07	0,07	0,07	0,06	0,07	0,06	0,08	0,07	0,08	0,07	0,09	0,08	0,07	0,06	0,08	0,07	0,09	0,08	0,10	0,09
6 - Rio Dois Rios	0,00	0,26	0,00	0,29	0,00	0,30	0,00	0,31	0,00	0,33	0,00	0,30	0,00	0,33	0,00	0,35	0,00	0,37	0,00	0,31	0,00	0,35	0,00	0,39	0,00	0,44
7 - Baixo Paraíba do Sul	0,21	0,60	0,22	0,63	0,22	0,63	0,22	0,63	0,23	0,65	0,22	0,65	0,24	0,69	0,25	0,72	0,27	0,77	0,23	0,67	0,25	0,73	0,28	0,80	0,31	0,90
8 - Sub-bacia do Rio Pirai	0,00	0,05	0,00	0,06	0,00	0,06	0,00	0,06	0,00	0,06	0,00	0,06	0,00	0,07	0,00	0,07	0,00	0,07	0,00	0,06	0,00	0,07	0,00	0,08	0,00	0,09
Total	0,95	2,26	1,08	2,54	1,13	2,62	1,18	2,69	1,22	2,80	1,11	2,61	1,21	2,84	1,31	3,05	1,41	3,26	1,15	2,72	1,31	3,06	1,49	3,44	1,71	3,93
Total Geral	3,20		3,62		3,76		3,87		4,02		3,72		4,05		4,36		4,67		3,87		4,37		4,93		5,64	

Fonte: elaborado pelo Consórcio.

⁵⁰ Os valores de vazão estão dispostos até duas casas decimais. Para não haver perda de informações, os totais foram somados utilizando os números completos.

No Quadro 8-10, Quadro 8-11 e Quadro 8-12 são apresentadas as demandas hídricas futuras para o setor de dessedentação animal, separadas em cenários de Menor Pressão, Tendencial e Maior Pressão, respectivamente, para diferentes sub-bacias na bacia do Rio Paraíba do Sul. Os valores são expostos para os horizontes de 2030, 2035, 2040 e 2045, abrangendo tanto vazões de fontes subterrâneas quanto superficiais.

As demandas hídricas apresentam variações significativas entre as sub-bacias, mas a tendência geral é de crescimento. No Cenário de Menor Pressão, a sub-bacia do Rio Pomba se destaca com um aumento de 26,3% em sua vazão superficial, passando de 0,38 m³/s para 0,48 m³/s até 2045. O Médio Vale Superior do Rio Paraíba também mostra crescimento contínuo nas vazões subterrâneas (de 0,10 m³/s para 0,14 m³/s) e superficiais (de 0,26 m³/s para 0,35 m³/s). O Rio Pirai e o Rio Preto, por sua vez, apresentam um crescimento mais discreto, com valores baixos em relação às demais sub-bacias. No Cenário de Maior Pressão, as demandas hídricas crescem de forma expressiva, destacando as sub-bacias do Rio Pomba, do Médio Vale Superior do Rio Paraíba e do Baixo Vale do Rio Paraíba como as mais críticas em relação à demanda neste setor usuário. Sub-bacias com demandas menores, como o Rio Piabanha e o Rio Pirai, possuem contribuição reduzida, mas podem gerar desafios locais.

Quadro 8-10 – Demandas do cenário de menor pressão por sub-bacia para o setor de dessedentação animal (m³/s), por sub-bacia.⁵¹

Sub-bacia	Cena atual		Cenário de Menor Pressão							
			2030		2035		2040		2045	
	sub	sup	sub	sup	sub	sup	sub	sup	sub	sup
Alto Vale do Rio Paraíba	0,06	0,15	0,06	0,17	0,07	0,17	0,07	0,18	0,07	0,19
Baixo Vale do Rio Paraíba	0,00	0,42	0,00	0,44	0,00	0,43	0,00	0,43	0,00	0,45
Médio Vale do Rio Paraíba	0,00	0,25	0,00	0,29	0,00	0,30	0,00	0,31	0,00	0,32
Médio Vale Inferior do Rio Paraíba	0,00	0,25	0,00	0,28	0,00	0,30	0,00	0,31	0,00	0,31
Médio Vale Superior do Rio Paraíba	0,10	0,26	0,13	0,32	0,13	0,33	0,13	0,34	0,14	0,35
Rio Carangola	0,01	0,11	0,01	0,13	0,01	0,13	0,01	0,13	0,01	0,14
Rio Dois Rios	0,04	0,12	0,05	0,13	0,05	0,13	0,05	0,14	0,06	0,15
Rio Muriaé	0,34	0,10	0,37	0,11	0,38	0,11	0,39	0,11	0,41	0,12
Rio Paraibuna	0,18	0,04	0,21	0,05	0,22	0,05	0,23	0,06	0,25	0,06
Rio Piabanha	0,04	0,00	0,05	0,00	0,05	0,00	0,05	0,00	0,04	0,00
Rio Pirai	0,00	0,05	0,00	0,06	0,00	0,06	0,00	0,06	0,00	0,06
Rio Pomba	0,15	0,38	0,17	0,43	0,18	0,45	0,19	0,47	0,19	0,48
Rio Preto	0,00	0,16	0,00	0,18	0,00	0,19	0,00	0,20	0,00	0,22
Total	0,92	2,28	1,05	2,58	1,09	2,66	1,13	2,74	1,17	2,85
Total geral	3,20		3,62		3,76		3,87		4,02	

Fonte: elaborado pelo Consórcio.

⁵¹ Os valores de vazão estão dispostos até duas casas decimais. Para não haver perda de informações, os totais foram somados utilizando os números completos.

Quadro 8-11 – Demandas do cenário tendencial por sub-bacia para o setor de dessedentação animal (m³/s), por sub-bacia.

Sub-bacia	Cenário atual		Cenário Tendencial							
			2030		2035		2040		2045	
	sub	sup	sub	sup	sub	sup	sub	sup	sub	sup
Alto Vale do Rio Paraíba	0,06	0,15	0,07	0,17	0,07	0,19	0,08	0,21	0,08	0,22
Baixo Vale do Rio Paraíba	0,00	0,42	0,00	0,45	0,00	0,47	0,00	0,49	0,00	0,52
Médio Vale do Rio Paraíba	0,00	0,25	0,00	0,30	0,00	0,32	0,00	0,35	0,00	0,37
Médio Vale Inferior do Rio Paraíba	0,00	0,25	0,00	0,29	0,00	0,32	0,00	0,34	0,00	0,37
Médio Vale Superior do Rio Paraíba	0,10	0,26	0,13	0,33	0,14	0,36	0,15	0,38	0,16	0,41
Rio Carangola	0,01	0,11	0,01	0,13	0,01	0,14	0,01	0,15	0,01	0,16
Rio Dois Rios	0,04	0,12	0,05	0,13	0,06	0,14	0,06	0,16	0,06	0,17
Rio Muriaé	0,34	0,10	0,38	0,11	0,42	0,12	0,45	0,13	0,48	0,14
Rio Paraibuna	0,18	0,04	0,21	0,05	0,23	0,05	0,26	0,06	0,28	0,07
Rio Piabanha	0,04	0,00	0,05	0,00	0,05	0,00	0,06	0,00	0,06	0,00
Rio Pirai	0,00	0,05	0,00	0,06	0,00	0,07	0,00	0,07	0,00	0,08
Rio Pomba	0,15	0,38	0,18	0,45	0,19	0,49	0,21	0,54	0,23	0,59
Rio Preto	0,00	0,16	0,00	0,18	0,00	0,20	0,00	0,22	0,00	0,24
Total	0,92	2,28	1,08	2,65	1,17	2,87	1,27	3,09	1,37	3,31
Total geral	3,20		3,72		4,05		4,36		4,67	

Fonte: elaborado pelo Consórcio.

Quadro 8-12 – Demandas do cenário de maior pressão por sub-bacia para o setor de dessedentação animal (m³/s), por sub-bacia.

Sub-bacia	Cenário atual		Cenário de Maior Pressão							
			2030		2035		2040		2045	
	sub	sup	sub	sup	sub	sup	sub	sup	sub	sup
Alto Vale do Rio Paraíba	0,06	0,15	0,07	0,18	0,08	0,20	0,09	0,22	0,10	0,25
Baixo Vale do Rio Paraíba	0,00	0,42	0,00	0,46	0,00	0,50	0,00	0,54	0,00	0,61
Médio Vale do Rio Paraíba	0,00	0,25	0,00	0,31	0,00	0,34	0,00	0,38	0,00	0,43
Médio Vale Inferior do Rio Paraíba	0,00	0,25	0,00	0,30	0,00	0,34	0,00	0,38	0,00	0,43
Médio Vale Superior do Rio Paraíba	0,10	0,26	0,13	0,34	0,15	0,38	0,17	0,43	0,19	0,48
Rio Carangola	0,01	0,11	0,01	0,13	0,01	0,15	0,02	0,16	0,02	0,18
Rio Dois Rios	0,04	0,12	0,05	0,14	0,06	0,15	0,07	0,17	0,08	0,20
Rio Muriaé	0,34	0,10	0,39	0,11	0,44	0,13	0,49	0,14	0,56	0,16
Rio Paraibuna	0,18	0,04	0,21	0,05	0,25	0,06	0,29	0,07	0,32	0,08
Rio Piabanha	0,04	0,00	0,05	0,00	0,05	0,00	0,06	0,00	0,07	0,00
Rio Pirai	0,00	0,05	0,00	0,06	0,00	0,07	0,00	0,08	0,00	0,09
Rio Pomba	0,15	0,38	0,19	0,49	0,22	0,57	0,26	0,67	0,32	0,81
Rio Preto	0,00	0,16	0,00	0,19	0,00	0,22	0,00	0,25	0,00	0,28
Total	0,92	2,28	1,12	2,75	1,27	3,10	1,44	3,49	1,65	3,99
Total geral	3,20		3,87		4,37		4,93		5,64	

Fonte: elaborado pelo Consórcio.

8.1.4. Irrigação

Os dados apresentados no Quadro 8-13 referem-se às vazões subterrâneas e superficiais projetadas para as Unidades de Planejamento (UPs) ao longo dos anos de 2030, 2035, 2040 e 2045, considerando três cenários distintos: Cenário de Menor Pressão, Cenário Tendencial e Cenário de Maior Pressão. O objetivo é compreender as tendências de demanda de recursos hídricos para irrigação em cada UP e como elas podem variar conforme diferentes pressões ambientais e de uso.

Em termos gerais, observa-se que as vazões de demanda de irrigação (subterrâneas e superficiais) aumentam ao longo do tempo, principalmente nos cenários de Maior Pressão, com um crescimento de 10,63 m³/s na situação atual para 20,55 m³/s no ano de 2045, o que representa um aumento de aproximadamente 93%. Para este horizonte, a menor demanda projetada encontra-se no cenário de menor pressão, de 13,23 m³/s, representando um aumento total lento, de 24%. Dessa forma, para o cenário mais crítico (maior pressão), há um intervalo de 26% a 93% de aumento, balizado pelas premissas indicadas em 7.3.4.

No setor de irrigação, para o último horizonte de tempo no cenário de maior pressão (o com maiores variações), notam-se aumentos expressivos em termos percentuais nas UPs Preto e Paraibuna, Pomba e Muriaé e Baixo Paraíba do Sul (169%, 178% e 118%, respectivamente). Em termos absolutos, também deve-se atentar para a UP do Alto Paraíba do Sul, que tem um aumento de 4,82 m³/s para 7,75 m³/s. Esta UP, em conjunto com Rio Pomba e Muriaé e o Baixo Paraíba do Sul apresentam na atualidade as maiores demandas absolutas na bacia, com tais características sendo propagadas para cenários futuros.

Quadro 8-13 – Cenários de demandas hídricas futuras para o setor de irrigação (m³/s), por unidade de planejamento.⁵²

UP	Cena Atual		Cenário de Menor Pressão								Cenário Tendencial								Cenário de Maior Pressão							
			2030		2035		2040		2045		2030		2035		2040		2045		2030		2035		2040		2045	
	Sub	Sup	Sub	Sup	Sub	Sup	Sub	Sup	Sub	Sup	Sub	Sup	Sub	Sup	Sub	Sup	Sub	Sup	Sub	Sup	Sub	Sup	Sub	Sup	Sub	Sup
1 - Alto Paraíba do Sul	0,05	4,78	0,05	5,19	0,05	5,32	0,05	5,49	0,05	5,75	0,06	5,98	0,06	5,86	0,05	5,67	0,06	6,25	0,06	6,31	0,06	6,30	0,06	6,46	0,07	7,68
2 - Rios Preto e Paraibuna	0,00	0,14	0,01	0,16	0,01	0,17	0,01	0,19	0,01	0,20	0,01	0,18	0,01	0,21	0,01	0,25	0,01	0,30	0,01	0,19	0,01	0,23	0,01	0,29	0,01	0,37
3 - Rios Pomba e Muriaé	0,08	1,48	0,09	1,69	0,09	1,83	0,10	1,98	0,11	2,14	0,10	1,97	0,12	2,32	0,14	2,73	0,16	3,19	0,11	2,13	0,13	2,59	0,16	3,23	0,21	4,11
4 - Médio Paraíba do Sul	0,00	0,30	0,00	0,33	0,00	0,33	0,00	0,33	0,00	0,35	0,00	0,38	0,00	0,35	0,00	0,33	0,00	0,37	0,00	0,33	0,00	0,34	0,00	0,37	0,00	0,42
5 - Piabanha	0,00	0,92	0,00	1,12	0,00	1,15	0,00	1,16	0,00	1,25	0,00	1,34	0,00	1,31	0,00	1,26	0,00	1,46	0,00	1,11	0,00	1,24	0,00	1,43	0,00	1,67
6 - Rio Dois Rios	0,03	0,43	0,03	0,46	0,03	0,47	0,03	0,48	0,04	0,52	0,04	0,53	0,04	0,53	0,04	0,53	0,04	0,60	0,03	0,49	0,04	0,52	0,04	0,59	0,05	0,68
7 - Baixo Paraíba do Sul	0,03	2,38	0,04	2,47	0,04	2,48	0,04	2,55	0,04	2,72	0,04	2,90	0,05	3,31	0,05	3,67	0,06	4,19	0,05	3,35	0,06	3,81	0,06	4,37	0,07	5,18
8 - Sub-bacia do Rio Pirai	0,00	0,02	0,00	0,02	0,00	0,02	0,00	0,02	0,00	0,03	0,00	0,03	0,00	0,03	0,00	0,02	0,00	0,03	0,00	0,02	0,00	0,02	0,00	0,03	0,00	0,03
Total	0,19	10,44	0,21	11,44	0,22	11,77	0,23	12,20	0,25	12,96	0,24	13,32	0,27	13,92	0,29	14,45	0,33	16,38	0,26	13,94	0,29	15,06	0,34	16,77	0,42	20,14
Total Geral	10,63		11,65		11,99		12,43		13,21		13,56		14,19		14,74		16,72		14,19		15,35		17,11		20,55	

Fonte: elaborado pelo Consórcio.

⁵² Os valores de vazão estão dispostos até duas casas decimais. Para não haver perda de informações, os totais foram somados utilizando os números completos.

No Quadro 8-14, Quadro 8-15 e Quadro 8-16 são apresentadas as demandas hídricas futuras para o setor de irrigação, separadas em cenários de Menor Pressão, Tendencial e Maior Pressão, respectivamente, para diferentes sub-bacias na bacia do Rio Paraíba do Sul. Os valores são analisados para os horizontes de 2030, 2035, 2040 e 2045, abrangendo tanto vazões subterrâneas quanto superficiais.

O cenário de Maior Pressão destaca-se com o maior crescimento percentual, quase dobrando o total geral em relação à cena atual. Em contraste, o cenário de Menor Pressão apresenta a evolução mais moderada, com um crescimento de aproximadamente 24%. O cenário Tendencial tem uma evolução intermediária, mas ainda significativa, de 57%.

O Rio Dois Rios é a sub-bacia com maior contribuição subterrânea em todos os cenários, com um aumento nos valores de 0,2 m³/s na cena atual para 0,28 m³/s no cenário de Maior Pressão em 2045. Enquanto, o Médio Vale Superior do Paraíba lidera as contribuições superficiais nos cenários mais pressionados, com valores subindo de 4,67 m³/s na cena atual para 7,50 m³/s no cenário de Maior Pressão em 2045.

Os dados refletem a necessidade de gestão diferenciada entre os cenários projetados. O cenário de Maior Pressão sugere uma sobrecarga nos recursos hídricos superficiais e subterrâneos, demandando atenção especial em planejamento e conservação. O cenário de Menor Pressão, por outro lado, destaca-se por uma abordagem mais sustentável, com impactos mais limitados ao longo do tempo.

Quadro 8-14 – Demandas do cenário de menor pressão por sub-bacia para o setor de irrigação (m³/s), por sub-bacia.⁵³

Sub-bacia	Cena atual		Cenário de Menor Pressão							
			2030		2035		2040		2045	
	sub	sup	sub	sup	sub	sup	sub	sup	sub	sup
Alto Vale do Rio Paraíba	0,01	0,10	0,01	0,11	0,01	0,12	0,01	0,13	0,01	0,15
Baixo Vale do Rio Paraíba	0,03	1,32	0,03	1,38	0,03	1,38	0,03	1,42	0,03	1,51
Médio Vale do Rio Paraíba	0,00	0,24	0,00	0,26	0,00	0,25	0,00	0,25	0,00	0,27
Médio Vale Inferior do Rio Paraíba	0,00	1,11	0,00	1,30	0,00	1,35	0,00	1,39	0,00	1,50
Médio Vale Superior do Rio Paraíba	0,04	4,67	0,04	5,07	0,04	5,19	0,04	5,35	0,05	5,60
Rio Carangola	0,01	0,15	0,01	0,16	0,01	0,17	0,01	0,19	0,01	0,21
Rio Dois Rios	0,20	0,13	0,21	0,14	0,22	0,15	0,22	0,15	0,24	0,16
Rio Muriaé	0,00	0,95	0,00	0,98	0,00	0,99	0,01	1,02	0,01	1,08
Rio Paraibuna	0,00	0,10	0,00	0,11	0,00	0,13	0,01	0,14	0,01	0,15
Rio Piabanha	0,00	0,20	0,00	0,25	0,00	0,26	0,00	0,26	0,00	0,28
Rio Pirai	0,00	0,02	0,00	0,02	0,00	0,02	0,00	0,02	0,00	0,03
Rio Pomba	0,07	1,20	0,08	1,37	0,09	1,48	0,10	1,59	0,10	1,72
Rio Preto	0,00	0,08	0,00	0,09	0,00	0,09	0,00	0,09	0,00	0,10
Total	0,36	10,27	0,39	11,26	0,40	11,59	0,42	12,01	0,45	12,76
Total geral	10,63		11,65		11,99		12,43		13,21	

Fonte: elaborado pelo Consórcio.

⁵³ Os valores de vazão estão dispostos até duas casas decimais. Para não haver perda de informações, os totais foram somados utilizando os números completos.

Quadro 8-15 – Demandas do cenário tendencial por sub-bacia para o setor de irrigação (m³/s), por sub-bacia.

Sub-bacia	Cena atual		Cenário tendencial							
			2030		2035		2040		2045	
	sub	sup	sub	sup	sub	sup	sub	sup	sub	sup
Alto Vale do Rio Paraíba	0,01	0,10	0,01	0,13	0,01	0,13	0,01	0,13	0,01	0,15
Baixo Vale do Rio Paraíba	0,03	1,32	0,04	1,63	0,04	1,85	0,05	2,06	0,05	2,34
Médio Vale do Rio Paraíba	0,00	0,24	0,00	0,30	0,00	0,27	0,00	0,25	0,00	0,28
Médio Vale Inferior do Rio Paraíba	0,00	1,11	0,00	1,56	0,00	1,60	0,00	1,63	0,00	1,90
Médio Vale Superior do Rio Paraíba	0,04	4,67	0,05	5,84	0,05	5,72	0,05	5,53	0,05	6,09
Rio Carangola	0,01	0,15	0,01	0,19	0,01	0,21	0,01	0,25	0,01	0,29
Rio Dois Rios	0,20	0,13	0,25	0,17	0,24	0,16	0,22	0,15	0,25	0,17
Rio Muriaé	0,00	0,95	0,01	1,14	0,01	1,32	0,01	1,46	0,01	1,68
Rio Paraibuna	0,00	0,10	0,01	0,14	0,01	0,16	0,01	0,19	0,01	0,23
Rio Piabanha	0,00	0,20	0,00	0,28	0,00	0,28	0,00	0,27	0,00	0,31
Rio Pirai	0,00	0,02	0,00	0,03	0,00	0,03	0,00	0,02	0,00	0,03
Rio Pomba	0,07	1,20	0,10	1,59	0,11	1,89	0,13	2,23	0,16	2,59
Rio Preto	0,00	0,08	0,00	0,11	0,00	0,10	0,00	0,10	0,00	0,11
Total	0,36	10,27	0,45	13,11	0,47	13,72	0,48	14,26	0,55	16,17
Total geral	10,63		13,56		14,19		14,75		16,72	

Fonte: elaborado pelo Consórcio.

Quadro 8-16 – Demandas do cenário de maior pressão por sub-bacia para o setor de irrigação (m³/s), por sub-bacia.

Sub-bacia	Cena atual		Cenário de Maior pressão							
			2030		2035		2040		2045	
	sub	sup	sub	sup	sub	sup	sub	sup	sub	sup
Alto Vale do Rio Paraíba	0,01	0,10	0,01	0,14	0,01	0,14	0,01	0,14	0,01	0,17
Baixo Vale do Rio Paraíba	0,03	1,32	0,04	1,80	0,05	2,08	0,05	2,43	0,06	2,87
Médio Vale do Rio Paraíba	0,00	0,24	0,00	0,26	0,00	0,26	0,00	0,29	0,00	0,32
Médio Vale Inferior do Rio Paraíba	0,00	1,11	0,00	1,40	0,00	1,61	0,00	1,88	0,00	2,25
Médio Vale Superior do Rio Paraíba	0,04	4,67	0,05	6,16	0,05	6,16	0,05	6,31	0,06	7,50
Rio Carangola	0,01	0,15	0,01	0,21	0,01	0,24	0,01	0,28	0,01	0,35
Rio Dois Rios	0,20	0,13	0,22	0,14	0,22	0,15	0,25	0,16	0,28	0,19
Rio Muriaé	0,00	0,95	0,01	1,40	0,01	1,57	0,01	1,78	0,01	2,11
Rio Paraibuna	0,00	0,10	0,01	0,15	0,01	0,17	0,01	0,22	0,01	0,29
Rio Piabanha	0,00	0,20	0,00	0,23	0,00	0,26	0,00	0,30	0,00	0,35
Rio Pirai	0,00	0,02	0,00	0,02	0,00	0,02	0,00	0,03	0,00	0,03
Rio Pomba	0,07	1,20	0,11	1,74	0,13	2,12	0,16	2,64	0,20	3,36
Rio Preto	0,00	0,08	0,00	0,09	0,00	0,10	0,00	0,11	0,00	0,13
Total	0,36	10,27	0,44	13,75	0,48	14,87	0,55	16,56	0,65	19,90
Total geral	10,63		14,20		15,35		17,11		20,56	

Fonte: elaborado pelo Consórcio.

8.1.5. Indústria

Os dados apresentados neste item referem-se às vazões subterrâneas e superficiais projetadas para várias Unidades de Planejamento ao longo dos anos de 2030, 2035, 2040 e 2045, considerando três cenários distintos: Cenário de Menor Pressão, Cenário Tendencial e Cenário de Maior Pressão. O objetivo é compreender as tendências de disponibilidade de recursos hídricos em cada UP e como elas podem variar conforme diferentes pressões ambientais e de uso.

Em termos gerais, observa-se que as vazões totais (subterrâneas e superficiais) aumentam ao longo do tempo, principalmente nos cenários de Maior Pressão, com um crescimento de 12,79 m³/s na situação atual para 15,17 m³/s no ano de 2045, o que representa um aumento de aproximadamente 18,6%. Esse aumento global de aproximadamente 18,6% é um reflexo das crescentes demandas por água nas regiões analisadas, com variações específicas dependendo da unidade de planejamento. O Quadro 8-17 apresenta os resultados gerais para todos os cenários descritos.

No setor industrial, as variações percentuais nos horizontes finais de planos são relativamente moderadas. Tais variações são mais perceptíveis nas UPs que já na atualidade possuem altos valores de demandas: Alto Paraíba do Sul e Médio Paraíba do Sul, a primeira variando de 5,99 m³/s para 7,18 m³/s, enquanto a segunda varia de 4,68 m³/s para 5,44 m³/s, no cenário de maior pressão. Porém, a UP com a maior variação percentual é a Sub-bacia do Rio Pirai, com 35% de aumento. Todavia, tendo em vista os baixos valores de demanda na cena atual, há um aumento de apenas 0,04 m³/s.

Quadro 8-17 – Cenários de demandas hídricas futuras para o setor de indústria (m³/s), por unidade de planejamento.⁵⁴

UP	Cena Atual		Cenário de Menor Pressão								Cenário Tendencial								Cenário de Maior Pressão							
			2030		2035		2040		2045		2030		2035		2040		2045		2030		2035		2040		2045	
	Sub	Sup	Sub	Sup	Sub	Sup	Sub	Sup	Sub	Sup	Sub	Sup	Sub	Sup	Sub	Sup	Sub	Sup	Sub	Sup	Sub	Sup	Sub	Sup	Sub	Sup
1 - Alto Paraíba do Sul	2,997	2,997	3,02	3,03	3,00	3,02	2,98	3,01	3,02	3,05	3,07	3,08	3,10	3,12	3,13	3,16	3,18	3,22	3,14	3,15	3,28	3,30	3,43	3,45	3,57	3,61
2 - Rios Preto e Paraibuna	0,03	0,21	0,04	0,22	0,04	0,22	0,04	0,22	0,04	0,22	0,04	0,22	0,04	0,22	0,04	0,23	0,04	0,24	0,04	0,22	0,04	0,23	0,04	0,25	0,04	0,26
3 - Rios Pomba e Muriaé	0,18	0,46	0,18	0,46	0,18	0,46	0,18	0,46	0,19	0,47	0,18	0,47	0,19	0,47	0,19	0,48	0,20	0,50	0,19	0,48	0,20	0,50	0,21	0,52	0,22	0,55
4 - Médio Paraíba do Sul	0,11	4,57	0,12	4,62	0,13	4,63	0,13	4,61	0,14	4,68	0,12	4,69	0,13	4,73	0,14	4,77	0,14	4,81	0,12	4,75	0,14	4,91	0,15	5,09	0,16	5,28
5 - Piabanha	0,18	0,21	0,18	0,21	0,19	0,22	0,19	0,22	0,19	0,23	0,19	0,22	0,19	0,22	0,20	0,23	0,20	0,24	0,19	0,22	0,20	0,23	0,21	0,25	0,23	0,27
6 - Rio Dois Rios	0,03	0,06	0,03	0,06	0,03	0,06	0,03	0,06	0,03	0,06	0,03	0,06	0,03	0,06	0,03	0,06	0,03	0,07	0,03	0,06	0,03	0,07	0,03	0,07	0,03	0,07
7 - Baixo Paraíba do Sul	0,06	0,57	0,06	0,54	0,06	0,52	0,06	0,51	0,06	0,52	0,06	0,57	0,06	0,56	0,06	0,57	0,06	0,57	0,06	0,59	0,06	0,61	0,06	0,62	0,07	0,63
8 - Sub-bacia do Rio Pirai	0,00	0,13	0,00	0,14	0,00	0,14	0,00	0,15	0,00	0,15	0,00	0,14	0,00	0,15	0,00	0,15	0,00	0,16	0,00	0,14	0,00	0,15	0,00	0,17	0,00	0,17
Total	3,58	9,20	3,62	9,28	3,61	9,26	3,61	9,24	3,66	9,37	3,69	9,45	3,73	9,55	3,78	9,65	3,85	9,80	3,77	9,62	3,95	10,00	4,14	10,42	4,32	10,85
Total Geral	12,79		12,90		12,87		12,85		13,03		13,14		13,28		13,44		13,65		13,39		13,94		14,56		15,17	

Fonte: elaborado pelo Consórcio.

⁵⁴ Os valores de vazão estão dispostos até duas casas decimais. Para não haver perda de informações, os totais foram somados utilizando os números completos.

No Quadro 8-17, Quadro 8-18 e Quadro 8-19 são apresentadas as demandas hídricas futuras para o setor de indústria, separadas em cenários de Menor Pressão, Tendencial e Maior Pressão, respectivamente, para diferentes sub-bacias na bacia do Rio Paraíba do Sul. Os valores são analisados para os horizontes de 2030, 2035, 2040 e 2045, abrangendo tanto vazões subterrâneas quanto superficiais.

O Cenário de Maior Pressão evidencia um impacto significativo nos recursos hídricos, com aumento mais acelerado nas demandas em algumas sub-bacias. No Médio Vale do Rio Paraíba, os valores superficiais crescem de 4,57 m³/s, na cena atual, para 5,28 m³/s em 2045, enquanto no Médio Vale Superior do Rio Paraíba os valores superficiais aumentam de 2,98 m³/s na cena atual para 3,59 m³/s em 2045. Essas sub-bacias apresentam as maiores variações, com aumentos de 15,5% e 20,5%, respectivamente.

Por outro lado, o Cenário Tendencial reflete um crescimento mais gradual. No Médio Vale do Rio Paraíba, o valor superficial chega a 4,81 m³/s apenas em 2045, representando uma variação de 5,3% em relação à cena atual, enquanto no Médio Vale Superior do Rio Paraíba o incremento é mais moderado, chegando a 3,20 m³/s em 2045, um aumento de 7,4%.

O Cenário de Menor Pressão demonstra o crescimento mais contido. No Médio Vale do Rio Paraíba, os valores de demandas superficiais variaram entre 4,57 e 4,67 m³/s ao longo de todo o período, enquanto no Médio Vale Superior do Rio Paraíba os valores de demandas superficiais variam ligeiramente, atingindo no máximo 3,04 m³/s em 2045, um incremento de apenas 2%.

No total geral, o Cenário de Maior Pressão destaca-se pela aceleração das demandas, atingindo 15,17 m³/s em 2045, um aumento de 18,6% em relação à cena atual, enquanto o Cenário Tendencial chega a 13,65 m³/s no mesmo ano, com crescimento de 6,7%. O Cenário de Menor Pressão registra o menor impacto, totalizando 13,03 m³/s em 2045, um aumento de apenas 1,9%.

Quadro 8-18 – Demandas do cenário de menor pressão por sub-bacia para o setor de indústria (m³/s), por sub-bacia.⁵⁵

Sub-bacia	Cena atual		Cenário de Menor Pressão							
			2030		2035		2040		2045	
	sub	sup	sub	sup	sub	sup	sub	sup	sub	sup
Alto Vale do Rio Paraíba	0,02	0,01	0,02	0,01	0,02	0,01	0,02	0,01	0,02	0,01
Baixo Vale do Rio Paraíba	0,06	0,25	0,06	0,23	0,05	0,21	0,05	0,21	0,05	0,21
Médio Vale do Rio Paraíba	0,10	4,57	0,11	4,62	0,11	4,62	0,11	4,61	0,12	4,67
Médio Vale Inferior do Rio Paraíba	0,01	0,12	0,01	0,13	0,01	0,13	0,01	0,13	0,01	0,14
Médio Vale Superior do Rio Paraíba	2,97	2,98	2,98	3,02	2,97	3,01	2,95	3,00	2,99	3,04
Rio Carangola	0,00	0,01	0,00	0,01	0,00	0,01	0,00	0,01	0,00	0,01
Rio Dois Rios	0,03	0,06	0,03	0,06	0,03	0,06	0,03	0,06	0,03	0,06
Rio Muriaé	0,01	0,32	0,01	0,31	0,01	0,31	0,02	0,31	0,02	0,31
Rio Paraibuna	0,05	0,21	0,05	0,21	0,05	0,22	0,06	0,22	0,06	0,22
Rio Piabanha	0,18	0,14	0,18	0,15	0,19	0,15	0,19	0,15	0,19	0,16
Rio Pirai	0,00	0,13	0,00	0,14	0,00	0,14	0,00	0,15	0,00	0,15
Rio Pomba	0,15	0,39	0,15	0,40	0,16	0,39	0,16	0,39	0,16	0,40
Rio Preto	0,01	0,00	0,01	0,00	0,01	0,00	0,01	0,00	0,01	0,00
Total	3,58	9,20	3,62	9,28	3,61	9,26	3,61	9,24	3,66	9,37
Total geral	12,79		12,90		12,87		12,85		13,03	

Fonte: elaborado pelo Consórcio.

⁵⁵ Os valores de vazão estão dispostos até duas casas decimais. Para não haver perda de informações, os totais foram somados utilizando os números completos.

Quadro 8-19 – Demandas do cenário tendencial por sub-bacia para o setor de indústria (m³/s), por sub-bacia.

Sub-bacia	Cena atual		Cenário tendencial							
			2030		2035		2040		2045	
	sub	sup	sub	sup	sub	sup	sub	sup	sub	sup
Alto Vale do Rio Paraíba	0,02	0,01	0,02	0,01	0,02	0,01	0,02	0,01	0,02	0,01
Baixo Vale do Rio Paraíba	0,06	0,25	0,06	0,24	0,05	0,24	0,05	0,24	0,05	0,24
Médio Vale do Rio Paraíba	0,10	4,57	0,11	4,69	0,11	4,73	0,12	4,77	0,12	4,81
Médio Vale Inferior do Rio Paraíba	0,01	0,12	0,01	0,13	0,01	0,13	0,01	0,14	0,01	0,14
Médio Vale Superior do Rio Paraíba	2,97	2,98	3,04	3,07	3,07	3,11	3,10	3,15	3,15	3,20
Rio Carangola	0,00	0,01	0,00	0,01	0,00	0,01	0,00	0,01	0,00	0,01
Rio Dois Rios	0,03	0,06	0,03	0,06	0,03	0,06	0,03	0,06	0,03	0,06
Rio Muriaé	0,01	0,32	0,01	0,33	0,02	0,33	0,02	0,33	0,02	0,34
Rio Paraibuna	0,05	0,21	0,05	0,22	0,06	0,22	0,06	0,23	0,06	0,23
Rio Piabanha	0,18	0,14	0,19	0,15	0,19	0,15	0,20	0,16	0,20	0,16
Rio Pirai	0,00	0,13	0,00	0,14	0,00	0,15	0,00	0,15	0,00	0,16
Rio Pomba	0,15	0,39	0,16	0,40	0,16	0,40	0,16	0,41	0,17	0,42
Rio Preto	0,01	0,00	0,01	0,00	0,01	0,00	0,01	0,00	0,01	0,00
Total	3,58	9,20	3,69	9,45	3,73	9,55	3,78	9,65	3,85	9,80
Total geral	12,79		13,14		13,28		13,44		13,65	

Fonte: elaborado pelo Consórcio.

Quadro 8-20 – Demandas do cenário de maior pressão por sub-bacia para o setor de indústria (m³/s), por sub-bacia.

Sub-bacia	Cena atual		Cenário de Maior pressão							
			2030		2035		2040		2045	
	sub	sup	sub	sup	sub	sup	sub	sup	sub	sup
Alto Vale do Rio Paraíba	0,02	0,01	0,02	0,01	0,02	0,01	0,02	0,01	0,03	0,02
Baixo Vale do Rio Paraíba	0,06	0,25	0,06	0,26	0,06	0,26	0,06	0,26	0,06	0,26
Médio Vale do Rio Paraíba	0,10	4,57	0,11	4,75	0,12	4,91	0,13	5,09	0,14	5,28
Médio Vale Inferior do Rio Paraíba	0,01	0,12	0,01	0,13	0,01	0,14	0,01	0,15	0,02	0,16
Médio Vale Superior do Rio Paraíba	2,97	2,98	3,11	3,14	3,24	3,28	3,39	3,44	3,53	3,59
Rio Carangola	0,00	0,01	0,00	0,01	0,00	0,01	0,00	0,01	0,00	0,01
Rio Dois Rios	0,03	0,06	0,03	0,06	0,03	0,06	0,03	0,07	0,03	0,07
Rio Muriaé	0,01	0,32	0,02	0,34	0,02	0,35	0,02	0,36	0,02	0,37
Rio Paraibuna	0,05	0,21	0,05	0,22	0,06	0,23	0,07	0,24	0,07	0,26
Rio Piabanha	0,18	0,14	0,19	0,15	0,20	0,16	0,21	0,17	0,22	0,18
Rio Pirai	0,00	0,13	0,00	0,14	0,00	0,15	0,00	0,17	0,00	0,17
Rio Pomba	0,15	0,39	0,16	0,41	0,17	0,42	0,18	0,44	0,19	0,47
Rio Preto	0,01	0,00	0,01	0,00	0,01	0,00	0,01	0,00	0,01	0,00
Total	3,58	9,20	3,77	9,62	3,95	10,00	4,14	10,42	4,32	10,85
Total geral	12,79		13,39		13,94		14,56		15,17	

Fonte: elaborado pelo Consórcio.

8.1.6. Mineração

Os dados apresentados no Quadro 8-21 referem-se às vazões subterrâneas e superficiais projetadas para as Unidades de Planejamento (UPs) ao longo dos anos de 2030, 2035, 2040 e 2045, considerando três cenários distintos: Cenário de Menor Pressão, Cenário Tendencial e Cenário de Maior Pressão. O objetivo é compreender as tendências de disponibilidade de recursos hídricos em cada UP e como elas podem variar conforme diferentes pressões ambientais e de uso.

Em termos gerais, observa-se que as vazões totais (subterrâneas e superficiais) aumentam ao longo do tempo de forma suave, tendo seu maior incremento no cenário de Maior Pressão, com um crescimento de 12,83 m³/s na situação atual para 15,94 m³/s no ano de 2045, o que representa um aumento de aproximadamente 24%. Para este horizonte, a menor demanda projetada encontra-se no cenário de menor pressão, de 13,53 m³/s, representando um aumento total lento, de 5%. Neste cenário, há um crescimento em taxas pequenas, evidenciado pela baixa variação entre os horizontes de 2030 e 2035. Para o cenário mais crítico (maior pressão), há um intervalo de 6% a 24% de aumento, balizado pelas premissas indicadas no item 6.3.6.

Para os cenários futuros do setor de mineração são observados aumentos moderados, de até 25% no cenário de Maior Pressão em seu último horizonte temporal. Dessa forma, a unidade de planejamento mais crítica para a gestão é do Alto Paraíba do Sul, que possui além do maior aumento percentual (25%), e o maior aumento absoluto, de 2,4 m³/s.

Quadro 8-21 – Cenários de demandas hídricas futuras (m³/s) para o setor de mineração, por unidade de planejamento.⁵⁶

UP	Cena Atual		Cenário de Menor Pressão								Cenário Tendencial								Cenário de Maior Pressão							
			2030		2035		2040		2045		2030		2035		2040		2045		2030		2035		2040		2045	
	Sub	Sup	Sub	Sup	Sub	Sup	Sub	Sup	Sub	Sup	Sub	Sup	Sub	Sup	Sub	Sup	Sub	Sup	Sub	Sup	Sub	Sup	Sub	Sup	Sub	Sup
1 - Alto Paraíba do Sul	6,112	3,515	6,17	3,58	6,17	3,61	6,34	3,70	6,47	3,77	6,41	3,69	6,64	3,82	6,86	3,94	7,07	4,06	6,47	3,72	6,85	3,94	7,27	4,17	7,67	4,40
2 - Rios Preto e Paraibuna	0,00	1,31	0,00	1,33	0,00	1,35	0,00	1,37	0,00	1,40	0,00	1,36	0,00	1,41	0,00	1,45	0,00	1,49	0,00	1,38	0,00	1,45	0,00	1,53	0,00	1,60
3 - Rios Pomba e Muriaé	0,00	0,61	0,00	0,61	0,00	0,60	0,00	0,62	0,00	0,63	0,00	0,64	0,00	0,66	0,00	0,68	0,00	0,70	0,00	0,64	0,00	0,68	0,00	0,72	0,00	0,76
4 - Médio Paraíba do Sul	0,00	0,52	0,00	0,51	0,00	0,50	0,00	0,51	0,00	0,52	0,00	0,54	0,00	0,55	0,00	0,57	0,00	0,59	0,00	0,55	0,00	0,57	0,00	0,60	0,00	0,63
5 - Piabanha	0,00	0,14	0,00	0,14	0,00	0,14	0,00	0,14	0,00	0,14	0,00	0,15	0,00	0,15	0,00	0,15	0,01	0,16	0,00	0,15	0,00	0,15	0,01	0,16	0,01	0,17
6 - Rio Dois Rios	0,00	0,14	0,00	0,13	0,00	0,12	0,00	0,13	0,00	0,13	0,00	0,14	0,00	0,14	0,00	0,14	0,00	0,15	0,00	0,14	0,00	0,14	0,00	0,15	0,00	0,16
7 - Baixo Paraíba do Sul	0,00	0,47	0,00	0,46	0,00	0,46	0,00	0,46	0,00	0,47	0,00	0,48	0,00	0,48	0,00	0,49	0,00	0,50	0,00	0,48	0,00	0,50	0,00	0,52	0,00	0,54
8 - Sub-bacia do Rio Pirai	0,00	0,01	0,00	0,01	0,00	0,01	0,00	0,01	0,00	0,01	0,00	0,01	0,00	0,01	0,00	0,01	0,00	0,01	0,00	0,01	0,00	0,01	0,00	0,01	0,00	0,01
Total	6,12	6,71	6,17	6,77	6,18	6,78	6,35	6,93	6,47	7,06	6,42	7,00	6,65	7,22	6,87	7,43	7,08	7,65	6,48	7,07	6,86	7,44	7,27	7,86	7,68	8,27
Total Geral	12,83		12,94		12,96		13,29		13,53		13,41		13,86		14,30		14,73		13,54		14,31		15,13		15,94	

Fonte: elaborado pelo Consórcio.

⁵⁶ Os valores de vazão estão dispostos até duas casas decimais. Para não haver perda de informações, os totais foram somados utilizando os números completos.

No Quadro 8-22, Quadro 8-23 e Quadro 8-24 são apresentadas as demandas hídricas futuras para o setor de mineração, separadas em cenários de Menor Pressão, Tendencial e Maior Pressão, respectivamente, para diferentes sub-bacias na bacia do Rio Paraíba do Sul. Os valores são analisados para os horizontes de 2030, 2035, 2040 e 2045, abrangendo tanto vazões subterrâneas quanto superficiais.

No Cenário de Menor Pressão, observa-se um crescimento moderado nas demandas totais, de 12,83 m³/s na situação atual para 13,53 m³/s em 2045, indicando um aumento de aproximadamente 5%. Sub-bacias como o Médio Vale Superior do Rio Paraíba permanecem com as maiores contribuições ao longo dos anos, enquanto outras, como Rio Carangola e Rio Preto, apresentam demandas reduzidas. Enquanto, no Cenário de Maior Pressão, os valores são mais expressivos, com um incremento de 24,29% nas demandas totais, passando de 12,83 m³/s na situação atual para 15,94 m³/s em 2045. Esses resultados demonstram que, mesmo em cenários mais conservadores, as demandas hídricas continuarão a crescer, reforçando a necessidade de estratégias de gestão sustentável para atender às futuras demandas.

Quadro 8-22 – Demandas do cenário de menor pressão por sub-bacia (m³/s) para o setor de mineração, por sub-bacia.⁵⁷

Sub-bacia	Cena atual		Cenário de Menor Pressão									
			2030		2035		2040		2045			
	sub	sup	sub	sup	sub	sup	sub	sup	sub	sup		
Alto Vale do Rio Paraíba	0,00	0,18	0,00	0,18	0,00	0,18	0,00	0,18	0,00	0,18	0,00	0,19
Baixo Vale do Rio Paraíba	0,00	0,33	0,00	0,33	0,00	0,32	0,00	0,32	0,00	0,32	0,00	0,33
Médio Vale do Rio Paraíba	0,00	0,38	0,00	0,37	0,00	0,37	0,00	0,38	0,00	0,38	0,00	0,38
Médio Vale Inferior do Rio Paraíba	0,00	0,14	0,00	0,14	0,00	0,13	0,00	0,13	0,00	0,13	0,00	0,14
Médio Vale Superior do Rio Paraíba	6,11	3,32	6,17	3,39	6,17	3,42	6,34	3,51	6,47	3,57	6,47	3,57
Rio Carangola	0,00	0,02	0,00	0,02	0,00	0,02	0,00	0,02	0,00	0,02	0,00	0,02
Rio Dois Rios	0,00	0,04	0,00	0,04	0,00	0,03	0,00	0,04	0,00	0,04	0,00	0,04
Rio Muriaé	0,00	0,32	0,00	0,31	0,00	0,30	0,00	0,30	0,00	0,30	0,00	0,31
Rio Paraibuna	0,00	1,20	0,00	1,23	0,00	1,25	0,00	1,27	0,00	1,27	0,00	1,29
Rio Piabanha	0,00	0,07	0,00	0,07	0,00	0,07	0,00	0,07	0,00	0,07	0,00	0,07
Rio Pirai	0,00	0,01	0,00	0,01	0,00	0,01	0,00	0,01	0,00	0,01	0,00	0,01
Rio Pomba	0,00	0,45	0,00	0,45	0,00	0,44	0,00	0,45	0,00	0,45	0,00	0,46
Rio Preto	0,00	0,25	0,00	0,24	0,00	0,23	0,00	0,24	0,00	0,24	0,00	0,25
Total	6,12	6,71	6,17	6,77	6,18	6,78	6,35	6,93	6,47	7,06		
Total geral	12,83		12,94		12,96		13,29		13,53			

Fonte: elaborado pelo Consórcio.

⁵⁷ Os valores de vazão estão dispostos até duas casas decimais. Para não haver perda de informações, os totais foram somados utilizando os números completos.

Quadro 8-23 – Demandas do cenário tendencial por sub-bacia (m³/s) para o setor de mineração, por sub-bacia.

Sub-bacia	Cena atual		Cenário tendencial							
			2030		2035		2040		2045	
	sub	sup	sub	sup	sub	sup	sub	sup	sub	sup
Alto Vale do Rio Paraíba	0,00	0,18	0,00	0,19	0,00	0,20	0,00	0,20	0,00	0,21
Baixo Vale do Rio Paraíba	0,00	0,33	0,00	0,34	0,00	0,34	0,00	0,35	0,00	0,35
Médio Vale do Rio Paraíba	0,00	0,38	0,00	0,39	0,00	0,40	0,00	0,41	0,00	0,42
Médio Vale Inferior do Rio Paraíba	0,00	0,14	0,00	0,15	0,00	0,15	0,00	0,15	0,00	0,16
Médio Vale Superior do Rio Paraíba	6,11	3,32	6,41	3,48	6,64	3,61	6,86	3,73	7,07	3,84
Rio Carangola	0,00	0,02	0,00	0,02	0,00	0,03	0,00	0,03	0,00	0,03
Rio Dois Rios	0,00	0,04	0,00	0,04	0,00	0,04	0,00	0,04	0,00	0,04
Rio Muriaé	0,00	0,32	0,00	0,32	0,00	0,33	0,00	0,33	0,00	0,34
Rio Paraibuna	0,00	1,20	0,00	1,25	0,00	1,29	0,00	1,33	0,00	1,37
Rio Piabanha	0,00	0,07	0,00	0,07	0,00	0,08	0,00	0,08	0,00	0,08
Rio Pirai	0,00	0,01	0,00	0,01	0,00	0,01	0,00	0,01	0,00	0,01
Rio Pomba	0,00	0,45	0,00	0,47	0,00	0,48	0,00	0,49	0,00	0,51
Rio Preto	0,00	0,25	0,00	0,26	0,00	0,27	0,00	0,28	0,00	0,29
Total	6,12	6,71	6,42	7,00	6,65	7,22	6,87	7,43	7,08	7,65
Total geral	12,83		13,41		13,86		14,30		14,73	

Fonte: elaborado pelo Consórcio.

Quadro 8-24 – Demandas do cenário de maior pressão por sub-bacia (m³/s) para o setor de mineração, por sub-bacia.

Sub-bacia	Cena atual		Cenário de Maior pressão							
			2030		2035		2040		2045	
	sub	sup	sub	sup	sub	sup	sub	sup	sub	sup
Alto Vale do Rio Paraíba	0,00	0,18	0,00	0,19	0,00	0,20	0,00	0,21	0,00	0,23
Baixo Vale do Rio Paraíba	0,00	0,33	0,00	0,34	0,00	0,35	0,00	0,36	0,00	0,38
Médio Vale do Rio Paraíba	0,00	0,38	0,00	0,39	0,00	0,41	0,00	0,44	0,00	0,46
Médio Vale Inferior do Rio Paraíba	0,00	0,14	0,00	0,15	0,00	0,15	0,00	0,16	0,00	0,17
Médio Vale Superior do Rio Paraíba	6,11	3,32	6,47	3,52	6,85	3,72	7,27	3,94	7,67	4,16
Rio Carangola	0,00	0,02	0,00	0,03	0,00	0,03	0,00	0,03	0,00	0,03
Rio Dois Rios	0,00	0,04	0,00	0,04	0,00	0,04	0,00	0,04	0,00	0,04
Rio Muriaé	0,00	0,32	0,00	0,33	0,00	0,34	0,00	0,35	0,00	0,37
Rio Paraibuna	0,00	1,20	0,00	1,27	0,00	1,33	0,00	1,41	0,00	1,47
Rio Piabanha	0,00	0,07	0,00	0,08	0,00	0,08	0,00	0,08	0,00	0,09
Rio Pirai	0,00	0,01	0,00	0,01	0,00	0,01	0,00	0,01	0,00	0,01
Rio Pomba	0,00	0,45	0,00	0,47	0,00	0,50	0,00	0,52	0,00	0,55
Rio Preto	0,00	0,25	0,00	0,27	0,00	0,28	0,00	0,29	0,00	0,31
Total	6,12	6,71	6,48	7,07	6,86	7,44	7,27	7,86	7,68	8,27
Total geral	12,83		13,54		14,31		15,13		15,94	

Fonte: elaborado pelo Consórcio.

8.1.7. Termoeletricidade

Os dados apresentados no Quadro 8-25 referem-se às vazões demandadas para uso de termoeletricidade nas Unidades de Planejamento (UPs) ao longo dos anos de 2030, 2035, 2040 e 2045, considerando três cenários distintos: Cenário de Menor Pressão, Cenário Tendencial e Cenário de Maior Pressão. O objetivo é compreender as tendências de disponibilidade de recursos hídricos em cada UP e como elas podem variar conforme diferentes pressões ambientais e de uso. Em relação os setores anteriores, termoeletricidade possui demandas somente superficiais.

Em termos gerais, observa-se que especificamente para o presente setor o valor atingido no último horizonte de tempo em todos os cenários é de 6,04 m³/s, representando um crescimento de aproximadamente 33%. A diferença principal entre os cenários é referente à velocidade em que tal valor é atingido: no cenário de menor pressão, em 2040, no cenário tendencial, em 2035, e no cenário de maior pressão tal valor é atingido rapidamente no primeiro ano projetado, 2030. O Quadro 8-25 apresenta os resultados gerais para todos os cenários descritos acima.

Para o setor de termoeletricidade, há uma manutenção das demandas em grande parte das Unidades de Planejamento para os horizontes estimados. Dentre as que possuem alteração, cita-se o Alto Paraíba do Sul, com um aumento relativamente baixo: na cena atual, a demanda é de 2,71 m³/s, passando para 2,82 m³/s no cenário mais crítico. Além de tal UP, a que merece maior destaque é o Baixo Paraíba do Sul, com um aumento expressivo: na cena atual a demanda é de 0,49 m³/s, enquanto no cenário mais crítico é de 1,85 m³/s, um aumento de aproximadamente 4 vezes. Tal aumento expressivo indica o alto índice de usinas termoelétricas projetadas na região do Baixo Paraíba do Sul.

Quadro 8-25 – Consolidação das demandas nos cenários futuros para o setor de termoeletricidade (m³/s), por unidade de planejamento.⁵⁸

UP	Cena atual	Cenário de Menor Pressão				Cenário Tendencial				Cenário de Maior Pressão			
		2030	2035	2040	2045	2030	2035	2040	2045	2030	2035	2040	2045
1 - Alto Paraíba do Sul	2,71	2,71	2,71	2,82	2,82	2,71	2,82	2,82	2,82	2,82	2,82	2,82	2,82
2 - Rios Preto e Paraibuna	0,37	0,37	0,37	0,37	0,37	0,37	0,37	0,37	0,37	0,37	0,37	0,37	0,37
3 - Rios Pomba e Muriaé	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25
4 - Médio Paraíba do Sul	0,46	0,46	0,46	0,46	0,46	0,46	0,46	0,46	0,46	0,46	0,46	0,46	0,46
5 - Piabanha	0,16	0,16	0,16	0,16	0,16	0,16	0,16	0,16	0,16	0,16	0,16	0,16	0,16
6 - Rio Dois Rios	0,13	0,13	0,13	0,13	0,13	0,13	0,13	0,13	0,13	0,13	0,13	0,13	0,13
7 - Baixo Paraíba do Sul	0,49	0,49	0,49	1,85	1,85	0,49	1,85	1,85	1,85	1,85	1,85	1,85	1,85
8 - Sub-bacia do Rio Pirai	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
Total Geral	4,57	4,57	4,57	6,04	6,04	4,57	6,04	6,04	6,04	6,04	6,04	6,04	6,04

Fonte: elaborado pelo Consórcio.

⁵⁸ Os valores de vazão estão dispostos até duas casas decimais. Para não haver perda de informações, os totais foram somados utilizando os números completos.

No Quadro 8-26, Quadro 8-27 e Quadro 8-28 são apresentadas as demandas hídricas futuras para o setor de termoeletricidade, separadas em cenários de Menor Pressão, Tendencial e Maior Pressão, respectivamente, para diferentes sub-bacias na bacia do rio Paraíba do Sul. Os valores são analisados para os horizontes de 2030, 2035, 2040 e 2045, abrangendo tanto vazões subterrâneas quanto superficiais. Ainda, destaca-se que algumas sub-bacias não apresentam dados para esse setor.

O Cenário de Maior Pressão reflete uma intensificação significativa no uso da água, com as demandas hídricas aumentando de forma mais acentuada e precoce, especialmente nas sub-bacias do Baixo Vale do Rio Paraíba e do Médio Vale Superior do Rio Paraíba. No Baixo Vale do Rio Paraíba, a demanda sobe para 1,82 m³/s já em 2030, enquanto no Médio Vale Superior do Rio Paraíba, o aumento ocorre para 2,82 m³/s a partir de 2030. Em comparação, o Cenário Tendencial apresenta um crescimento mais gradual, com o Baixo Vale do Rio Paraíba atingindo 1,82 m³/s apenas em 2035, e o Médio Vale Superior do Rio Paraíba aumentando para 2,82 m³/s em 2035.

O Cenário de Menor Pressão, por sua vez, demonstra um aumento mais contido, com o Baixo Vale do Rio Paraíba e o Médio Vale Superior do Rio Paraíba apresentando elevações mais suaves, respectivamente para 1,82 m³/s e 2,82 m³/s, mas somente em 2040. No total geral, o Cenário de Menor Pressão e o Cenário Tendencial apresentam um total de 6,04 m³/s em 2040 e 2035 respectivamente, enquanto o Cenário de Maior Pressão atinge esse valor já a partir de 2030. Assim, o Cenário de Maior Pressão evidencia uma pressão mais forte sobre os recursos hídricos, antecipando e ampliando as necessidades, enquanto o Cenário Tendencial e o Cenário de Menor Pressão indicam um crescimento mais moderado e espaçado ao longo do tempo.

Quadro 8-26 – Demandas do cenário de menor pressão por sub-bacia para o setor de termoeletricidade (m³/s), por sub-bacia.⁵⁹

Sub-bacia	Cena Atual	Cenário de Menor Pressão			
		2030	3035	2040	2045
Alto Vale do Rio Paraíba	-	-	-	-	-
Baixo Vale do Rio Paraíba	0,45	0,45	0,45	1,82	1,82
Médio Vale do Rio Paraíba	0,46	0,46	0,46	0,46	0,46
Médio Vale Inferior do Rio Paraíba	0,14	0,14	0,14	0,14	0,14
Médio Vale Superior do Rio Paraíba	2,71	2,71	2,71	2,82	2,82
Rio Carangola	-	-	-	-	-
Rio Dois Rios	0,13	0,13	0,13	0,13	0,13
Rio Muriaé	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08
Rio Paraibuna	0,37	0,37	0,37	0,37	0,37
Rio Piabanha	0,16	0,16	0,16	0,16	0,16
Rio Pirai	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Rio Pomba	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06
Rio Preto	-	-	-	-	-
Total Geral	4,57	4,57	4,57	6,04	6,04

Fonte: elaborado pelo Consórcio.

⁵⁹ Os valores de vazão estão dispostos até duas casas decimais. Para não haver perda de informações, os totais foram somados utilizando os números completos.

Quadro 8-27 – Demandas do cenário tendencial por sub-bacia para o setor de termoeletricidade (m³/s), por sub-bacia.

Sub-bacia	Cena Atual	Cenário Tendencial			
		2030	3035	2040	2045
Alto Vale do Rio Paraíba	-	-	-	-	-
Baixo Vale do Rio Paraíba	0,45	0,45	1,82	1,82	1,82
Médio Vale do Rio Paraíba	0,46	0,46	0,46	0,46	0,46
Médio Vale Inferior do Rio Paraíba	0,14	0,14	0,14	0,14	0,14
Médio Vale Superior do Rio Paraíba	2,71	2,71	2,82	2,82	2,82
Rio Carangola	-	-	-	-	-
Rio Dois Rios	0,13	0,13	0,13	0,13	0,13
Rio Muriaé	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08
Rio Paraibuna	0,37	0,37	0,37	0,37	0,37
Rio Piabanha	0,16	0,16	0,16	0,16	0,16
Rio Pirai	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Rio Pomba	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06
Rio Preto	-	-	-	-	-
Total Geral	4,57	4,57	6,05	6,04	6,04

Fonte: elaborado pelo Consórcio.

Quadro 8-28 – Demandas do cenário de maior pressão por sub-bacia para o setor de termoeletricidade (m³/s), por sub-bacia.

Sub-bacia	Cena Atual	Cenário de Maior Pressão			
		2030	3035	2040	2045
Alto Vale do Rio Paraíba	-	-	-	-	-
Baixo Vale do Rio Paraíba	0,45	1,82	1,82	1,82	1,82
Médio Vale do Rio Paraíba	0,46	0,46	0,46	0,46	0,46
Médio Vale Inferior do Rio Paraíba	0,14	0,14	0,14	0,14	0,14
Médio Vale Superior do Rio Paraíba	2,71	2,82	2,82	2,82	2,82
Rio Carangola	-	-	-	-	-
Rio Dois Rios	0,13	0,13	0,13	0,13	0,13
Rio Muriaé	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08
Rio Paraibuna	0,37	0,37	0,37	0,37	0,37
Rio Piabanha	0,16	0,16	0,16	0,16	0,16
Rio Pirai	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Rio Pomba	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06
Rio Preto	-	-	-	-	-
Total Geral	4,57	6,04	6,04	6,04	6,04

Fonte: elaborado pelo Consórcio.

8.1.8. Evaporação líquida

Os dados apresentados no Quadro 8-29 referem-se às vazões provenientes da evaporação líquida de reservatórios nas Unidades de Planejamento (UPs) ao longo dos anos de 2030, 2035, 2040 e 2045, considerando três cenários distintos: Cenário de Menor Pressão, Cenário Tendencial e Cenário de Maior Pressão. O objetivo é compreender as tendências de disponibilidade de recursos hídricos em cada UP e como elas podem variar conforme diferentes pressões ambientais e de uso. Tendo em vista o uso predominantemente superficial deste setor, todas as demandas indicadas a seguir tratam-se de demandas superficiais.

Em termos gerais, observa-se que as vazões aumentam ao longo do tempo, sendo relacionadas às perspectivas de construção de novos reservatórios bem como ao crescimento da evaporação, resultante do aumento das temperaturas globais, conforme análises recentes de estudo realizado pela equipe técnica da ANA sobre mudanças climáticas e seus impactos nos recursos hídricos.

Logo, a variação das demandas dentro dos horizontes de tempo está diretamente relacionada com a velocidade de construção destes novos reservatórios, que varia conforme o cenário. No cenário mais crítico (maior pressão), a demanda no ano de 2045 é de 17,97 m³/s, o que representa um aumento de aproximadamente 47% em relação aos 12,25 m³/s atuais. Na cena atual, a UP com maior demanda é o Alto Paraíba do Sul, com mais da metade da demanda total da bacia. Porém, tendo em vista que no presente momento não existem projeções de construção de novos reservatórios nesta UP, tal proporção se altera nos cenários futuros, já que os reservatórios previstos estão alocados em diferentes UPs. A UP com maior impacto em suas demandas é o Rio Dois Rios, que na cena atual possui uma demanda de 0,17 m³/s, aumentando para até 1,31 m³/s no cenário de maior pressão (no último horizonte de tempo), representando um aumento superior a 10 vezes. Outra UP que merece destaque é a do Baixo Paraíba do Sul, que apesar de não sofrer um aumento tão expressivo em termos percentuais quanto a UP do Rio Dois Rios, possui uma alta demanda absoluta na cena atual, de 2,39 m³/s, sofrendo um incremento para 5,14 m³/s nos cenários críticos futuros.

Quadro 8-29 – Consolidação das demandas nos cenários futuros provenientes dos reservatórios (evaporação líquida) (m³/s), por unidade de planejamento.⁶⁰

UP	Cena atual	Cenário de Menor Pressão				Cenário Tendencial				Cenário de Maior Pressão			
		2030	2035	2040	2045	2030	2035	2040	2045	2030	2035	2040	2045
1 - Alto Paraíba do Sul	6,55	6,55	6,55	6,55	6,55	6,55	6,55	6,55	6,55	6,55	6,55	6,55	6,55
2 - Rios Preto e Paraibuna	0,86	0,86	0,86	0,86	0,86	0,86	0,87	0,87	0,87	0,86	0,87	1,05	1,64
3 - Rios Pomba e Muriaé	1,09	1,09	1,09	1,09	1,09	1,09	1,19	1,19	1,19	1,09	2,00	2,00	2,00
4 - Médio Paraíba do Sul	0,87	0,92	0,92	0,92	0,92	0,92	0,97	0,97	0,97	0,92	0,97	0,97	0,97
5 - Piabanha	0,22	0,22	0,22	0,22	0,22	0,22	0,23	0,23	0,23	0,22	0,23	0,26	0,26
6 - Rio Dois Rios	0,17	0,18	0,18	0,18	0,18	0,18	0,29	0,29	0,29	0,18	0,29	0,29	1,31
7 - Baixo Paraíba do Sul	2,39	4,58	4,58	4,58	4,58	4,58	5,14	5,14	5,14	4,58	5,14	5,14	5,14
8 - Sub-bacia do Rio Pirai	0,09	0,09	0,09	0,09	0,09	0,09	0,09	0,09	0,09	0,09	0,09	0,09	0,09
Total Geral	12,25	14,50	14,50	14,50	14,50	14,50	15,34	15,34	15,34	14,50	16,15	16,36	17,96

Fonte: elaborado pelo Consórcio.

⁶⁰ Os valores de vazão estão dispostos até duas casas decimais. Para não haver perda de informações, os totais foram somados utilizando os números completos.

No Quadro 8-30, Quadro 8-31 e Quadro 8-32 são apresentadas as demandas hídricas futuras provenientes dos reservatórios, separadas em cenários de Menor Pressão, Tendencial e Maior Pressão, respectivamente, para diferentes sub-bacias na bacia do rio Paraíba do Sul. Os valores são analisados para os horizontes de 2030, 2035, 2040 e 2045, abrangendo tanto vazões subterrâneas quanto superficiais.

O Cenário de Maior Pressão revela um aumento significativo na demanda hídrica, com o total geral subindo de 12,25 m³/s no cenário atual para 17,97 m³/s em 2045. Esse crescimento é mais acentuado nas sub-bacias com maior pressão, como o Médio Vale Inferior do Rio Paraíba, que aumenta de 0,63 m³/s na cena atual para 3,55 m³/s em 2045, e o Rio Carangola, com uma demanda que sobe de 0,03 m³/s para 0,49 m³/s no mesmo período.

Por outro lado, o Cenário Tendencial apresenta um crescimento mais moderado, com a demanda total chegando a 15,34 m³/s em 2045, com aumentos mais graduais, como o do Rio Muriaé, que sobe de 0,58 m³/s para 1,08 m³/s. Já o Cenário de Menor Pressão mantém um aumento mais restrito, com a demanda total de 14,51 m³/s, e picos mais contidos, como no Médio Vale Inferior do Rio Paraíba, que se mantém em 2,82 m³/s até 2045. Isso reflete a intensidade das pressões exercidas sobre os recursos hídricos em cada cenário, sendo o Cenário de Maior Pressão o mais crítico, especialmente nas sub-bacias com grande demanda.

Quadro 8-30 – Demandas do cenário de menor pressão por sub-bacia provenientes dos reservatórios (m³/s), por sub-bacia.⁶¹

Sub-bacia	Cena Atual	Cenário de Menor Pressão			
		2030	3035	2040	2045
Alto Vale do Rio Paraíba	4,31	4,31	4,31	4,31	4,31
Baixo Vale do Rio Paraíba	1,94	1,94	1,94	1,94	1,94
Médio Vale do Rio Paraíba	0,17	0,17	0,17	0,17	0,17
Médio Vale Inferior do Rio Paraíba	0,63	2,82	2,82	2,82	2,82
Médio Vale Superior do Rio Paraíba	2,81	2,81	2,81	2,81	2,81
Rio Carangola	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03
Rio Dois Rios	0,15	0,17	0,17	0,17	0,17
Rio Muriaé	0,58	0,58	0,58	0,58	0,58
Rio Paraibuna	0,52	0,57	0,57	0,57	0,57
Rio Piabanha	0,09	0,09	0,09	0,09	0,09
Rio Pirai	0,09	0,09	0,09	0,09	0,09
Rio Pomba	0,82	0,82	0,82	0,82	0,82
Rio Preto	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10
Total Geral	12,25	14,50	14,50	14,50	14,50

Fonte: elaborado pelo Consórcio.

⁶¹ Os valores de vazão estão dispostos até duas casas decimais. Para não haver perda de informações, os totais foram somados utilizando os números completos.

Quadro 8-31 – Demandas do cenário tendencial por sub-bacia provenientes dos reservatórios (m³/s), por sub-bacia.

Sub-bacia	Cena Atual	Cenário Tendencial			
		2030	3035	2040	2045
Alto Vale do Rio Paraíba	4,31	4,31	4,31	4,31	4,31
Baixo Vale do Rio Paraíba	1,94	1,94	1,96	1,96	1,96
Médio Vale do Rio Paraíba	0,17	0,17	0,17	0,17	0,17
Médio Vale Inferior do Rio Paraíba	0,63	2,82	2,82	2,82	2,82
Médio Vale Superior do Rio Paraíba	2,81	2,81	2,81	2,81	2,81
Rio Carangola	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03
Rio Dois Rios	0,15	0,17	0,28	0,28	0,28
Rio Muriaé	0,58	0,58	1,08	1,08	1,08
Rio Paraibuna	0,52	0,57	0,57	0,57	0,57
Rio Piabanha	0,09	0,09	0,10	0,10	0,10
Rio Pirai	0,09	0,09	0,09	0,09	0,09
Rio Pomba	0,82	0,82	0,94	0,94	0,94
Rio Preto	0,10	0,10	0,17	0,17	0,17
Total Geral	12,25	14,50	15,34	15,34	15,34

Fonte: elaborado pelo Consórcio.

Quadro 8-32 – Demandas do cenário de maior pressão por sub-bacia provenientes dos reservatórios (m³/s), por sub-bacia.

Sub-bacia	Cena Atual	Cenário de Maior Pressão			
		2030	3035	2040	2045
Alto Vale do Rio Paraíba	4,31	4,31	4,31	4,31	4,31
Baixo Vale do Rio Paraíba	1,94	1,94	1,96	1,96	2,98
Médio Vale do Rio Paraíba	0,17	0,17	0,17	0,17	0,17
Médio Vale Inferior do Rio Paraíba	0,63	2,82	2,82	2,97	3,55
Médio Vale Superior do Rio Paraíba	2,81	2,81	2,81	2,81	2,81
Rio Carangola	0,03	0,03	0,49	0,49	0,49
Rio Dois Rios	0,15	0,17	0,28	0,28	0,28
Rio Muriaé	0,58	0,58	1,43	1,44	1,44
Rio Paraibuna	0,52	0,57	0,57	0,57	0,57
Rio Piabanha	0,09	0,09	0,10	0,10	0,10
Rio Pirai	0,09	0,09	0,09	0,09	0,09
Rio Pomba	0,82	0,82	0,94	0,94	0,94
Rio Preto	0,10	0,10	0,17	0,22	0,22
Total Geral	12,25	14,50	16,15	16,36	17,96

Fonte: elaborado pelo Consórcio.

8.1.9. Transposições

Os dados apresentados nesse item referem-se às projeções de vazão de transferência entre os sistemas existentes na bacia do Paraíba do Sul. O setor de transposições foi projetado em três cenas distintas: baixa pressão, tendencial e alta pressão. Vale ressaltar que foram considerados todos os sistemas de transposições existentes na bacia, sem a inclusão ou exclusão de nenhum deles, apenas com a variação da demanda de vazão transferida entre os sistemas. O objetivo é entender como a demanda de vazão transferida varia de acordo com cada cena, que simboliza diferentes níveis de pressão hídrica, e nas diferentes UP ao longo da bacia do Paraíba do Sul.

De forma geral, com base nos documentos PIRH-PS de 2021, CEIVAP de 2021 e AGEVAP (2014), estabeleceu-se que a vazão de transposição da cena atual de cada sistema é obtida pela vazão média. As projeções futuras de aumento de demanda de transposições foram realizadas com base nos mesmos documentos, mas considerando a vazão máxima de cada sistema. A partir da cena atual projetou-se três cenários distintos para o crescimento da demanda por vazão de transferência.

Para a cena de menor pressão, considerou-se que o aumento da vazão média para a vazão máxima seria necessário apenas no horizonte de 2045. Na cena tendencial, o aumento da demanda de transposição ocorreria no horizonte de 2040. Já para a cena de maior pressão, a mudança de vazão média para vazão máxima de cada sistema seria necessária no horizonte de 2030.

O Quadro 8-33 apresenta a consolidação das demandas por transposições para as cenas futuras, bem como a indicação da UP em que cada sistema de transferência está localizado. Vale destacar que o sistema Tocos - Lajes não sofre alteração na vazão, por já operar com a vazão máxima outorgável na situação atual.

Quadro 8-33 – Cenários de demandas hídricas futuras (m³/s) para as transposições da bacia do rio Paraíba do Sul, por unidade de planejamento.⁶²

Transposição	UP	Cena Atual (m³/s)	Menor pressão (m³/s)				Tendencial (m³/s)				Maior pressão (m³/s)			
			2030	2035	2040	2045	2030	2035	2040	2045	2030	2035	2040	2045
Jaguari - Atibainha	Alto Paraíba do Sul	5,1	5,1	5,1	5,1	8,5	5,1	5,1	8,5	8,5	8,5	8,5	8,5	8,5
Tocos – Lajes	Sub-Bacia do rio Pirai	25,0	25,0	25,0	25,0	25,0	25,0	25,0	25,0	25,0	25,0	25,0	25,0	25,0
Santa Cecília Santana		119,0	119,0	119,0	119,0	160,0	119,0	119,0	160,0	160,0	160,0	160,0	160,0	160,0
Santana – Vigário*		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Vigário – Nilo Peçanha*		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Vigário – Fontes*		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Anta – Simplício*	Piabanha	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

*As séries de dados de vazões transferidas destas transposições não estão disponíveis de forma pública.

Fonte: elaborado pelo Consórcio.

⁶² Os valores de vazão estão dispostos até duas casas decimais. Para não haver perda de informações, os totais foram somados utilizando os números completos.

8.2. CONSOLIDAÇÃO DAS DEMANDAS – CENAS FUTURAS

Para resumir os resultados das demandas hídricas dos cenários futuros nos diferentes horizontes temporais, este item apresenta os valores consolidados das demandas hídricas da bacia do rio Paraíba do Sul (**sem considerar transposições e a evaporação líquida de reservatórios**), tanto por unidade de planejamento como por setor usuário. No Apêndice D são apresentados os mapas de demandas hídricas das cenas futuras por Ottobacia.

O Quadro 8-34 apresenta os resultados consolidados para cada setor usuário no cenário de menor pressão, divididos por Unidade de Planejamento. Dentre os anos projetados, observa-se um incremento praticamente constante ao longo do tempo, exceto nas UPs Médio e Baixo Paraíba do Sul entre os anos de 2030 e 2035. Na primeira, tal diminuição é observada até o horizonte de 2040, e é causada pela manutenção das demandas em grande parte dos setores e a leve diminuição nos setores de abastecimento urbano e mineração. Já no Baixo Paraíba do Sul, a diminuição é causa primariamente pelos setores de abastecimento urbano e indústria. Porém, no ano de 2040 o setor de termoeletricidade possui um aumento expressivo, causado pelo início da operação das usinas projetadas para aquela UP, conforme premissas elaboradas em 7.3.7. Tendo em vista a manutenção de uma baixa pressão nos recursos hídricos no cenário de menor pressão, no fim do horizonte temporal há um aumento das demandas totais da bacia em relação à cena atual (63,02 m³/s) de cerca de 5,5 m³/s, representando um aumento de apenas 8,7%.

Quadro 8-34 – Valores consolidados no cenário de menor pressão, por unidade de planejamento.⁶³

Ano	Setor	1 - Alto Paraíba do Sul	2 - Rios Preto e Paraibuna	3 - Rios Pomba e Muriaé	4 - Médio Paraíba do Sul	5 - Piabanha	6 - Rio Dois Rios	7 - Baixo Paraíba do Sul	8 - Sub-bacia do Rio Pirai	Total
2030	Abastecimento Urbano	6,43	1,88	2,04	3,14	0,87	0,73	2,14	0,46	17,69
	Abastecimento Rural	0,32	0,10	0,22	0,08	0,15	0,08	0,23	0,02	1,20
	Dessedentação	0,71	0,34	0,86	0,37	0,13	0,29	0,85	0,06	3,61
	Irrigação	5,24	0,16	1,78	0,33	1,12	0,49	2,50	0,02	11,65
	Indústria	6,04	0,25	0,65	4,74	0,40	0,09	0,60	0,14	12,90
	Mineração	9,75	1,34	0,61	0,51	0,14	0,13	0,46	0,01	12,94
	Termoeletricidade	2,71	0,37	0,25	0,46	0,16	0,13	0,49	0,00	4,57
	Total 2030	31,20	4,44	6,40	9,63	2,98	1,94	7,28	0,71	64,57
2035	Abastecimento Urbano	6,49	1,90	2,05	3,12	0,87	0,73	2,13	0,45	17,75

⁶³ Os valores de vazão estão dispostos até duas casas decimais. Para não haver perda de informações, os totais foram somados utilizando os números completos.

Ano	Setor	1 - Alto Paraíba do Sul	2 - Rios Preto e Paraibuna	3 - Rios Pomba e Muriaé	4 - Médio Paraíba do Sul	5 - Piabanha	6 - Rio Dois Rios	7 - Baixo Paraíba do Sul	8 - Sub-bacia do Rio Pirai	Total
	Abastecimento Rural	0,32	0,10	0,22	0,08	0,15	0,08	0,23	0,02	1,21
	Dessedentação	0,73	0,37	0,93	0,38	0,13	0,30	0,85	0,06	3,75
	Irrigação	5,37	0,18	1,92	0,33	1,15	0,51	2,52	0,02	11,99
	Indústria	6,02	0,25	0,64	4,75	0,41	0,09	0,57	0,14	12,87
	Mineração	9,79	1,35	0,60	0,50	0,14	0,12	0,46	0,01	12,96
	Termoeletricidade	2,71	0,37	0,25	0,46	0,16	0,13	0,49	0,00	4,57
	Total 2035	31,42	4,53	6,62	9,62	3,00	1,96	7,25	0,71	65,10
	2040	Abastecimento Urbano	6,48	1,91	2,05	3,09	0,86	0,73	2,12	0,45
Abastecimento Rural		0,32	0,10	0,22	0,08	0,15	0,08	0,23	0,02	1,20
Dessedentação		0,75	0,39	0,97	0,39	0,14	0,31	0,85	0,06	3,86
Irrigação		5,54	0,19	2,08	0,33	1,16	0,52	2,59	0,02	12,43
Indústria		5,99	0,26	0,64	4,74	0,41	0,09	0,57	0,15	12,85
Mineração		10,04	1,38	0,62	0,51	0,14	0,13	0,46	0,01	13,29
Termoeletricidade		2,82	0,37	0,25	0,46	0,16	0,13	1,85	0,00	6,04
Total 2040		31,94	4,60	6,83	9,60	3,02	1,98	8,66	0,71	67,33
2045	Abastecimento Urbano	6,43	1,90	2,04	3,04	0,84	0,72	2,09	0,44	17,50
	Abastecimento Rural	0,32	0,10	0,22	0,08	0,15	0,08	0,22	0,02	1,19
	Dessedentação	0,78	0,43	1,00	0,41	0,13	0,33	0,88	0,06	4,02
	Irrigação	5,81	0,21	2,24	0,35	1,25	0,56	2,76	0,03	13,21
	Indústria	6,07	0,26	0,65	4,81	0,42	0,09	0,57	0,15	13,03
	Mineração	10,23	1,40	0,63	0,52	0,15	0,13	0,47	0,01	13,53
	Termoeletricidade	2,82	0,37	0,25	0,46	0,16	0,13	1,85	0,00	6,04
	Total 2045	32,46	4,67	7,03	9,67	3,10	2,03	8,85	0,70	68,52

Fonte: elaborado pelo Consórcio.

O Quadro 8-35 apresenta os resultados consolidados para cada setor usuário no cenário tendencial, divididos por Unidade de Planejamento. Dentre os anos projetados, observa-se um incremento variado ao longo do tempo, com diferentes setores apresentando comportamentos díspares, exceto na UP do Médio Paraíba do Sul, que sofre uma diminuição constante após seu aumento no ano de 2030 (9,63 m³/s em 2030 e 9,60 em 2040). Tal diminuição é causada principalmente pela diminuição das demandas de abastecimento urbano, indicadas pelas tendências da região. Em relação ao cenário de menor pressão, observa-se que o presente cenário possui um aumento mais intenso até o ano de 2035, sustentando um aumento moderado até os anos 2040 e 2045. Tendo em vista a manutenção de uma pressão intermediária nos recursos hídricos no cenário tendencial, no fim do horizonte

temporal há um aumento em relação à cena atual (63,02 m³/s) de cerca de 8,9 m³/s, representando um aumento de 14%.

Quadro 8-35 – Valores consolidados no cenário tendencial, por unidade de planejamento.⁶⁴

Ano	Setor	1 - Alto Paraíba do Sul	2 - Rios Preto e Paraíbauna	3 - Rios Pomba e Muriaé	4 - Médio Paraíba do Sul	5 - Piabanha	6 - Rio Dois Rios	7 - Baixo Paraíba do Sul	8 - Sub-bacia do Rio Pirai	Total
2030	Abastecimento Urbano	6,38	1,85	2,03	3,08	0,88	0,72	2,10	0,44	17,49
	Abastecimento Rural	0,34	0,11	0,23	0,09	0,16	0,09	0,25	0,02	1,29
	Dessedentação	0,73	0,36	0,89	0,38	0,13	0,30	0,87	0,06	3,72
	Irrigação	6,04	0,19	2,07	0,38	1,34	0,57	2,94	0,03	13,56
	Indústria	6,16	0,26	0,65	4,81	0,40	0,09	0,63	0,14	13,14
	Mineração	10,09	1,36	0,64	0,54	0,15	0,14	0,48	0,01	13,41
	Termoeletricidade	2,71	0,37	0,25	0,46	0,16	0,13	0,49	0,00	4,57
	Total 2030	32,45	4,50	6,77	9,74	3,22	2,04	7,76	0,70	67,18
2035	Abastecimento Urbano	6,23	1,83	2,08	2,91	0,87	0,71	2,02	0,44	17,08
	Abastecimento Rural	0,35	0,11	0,18	0,08	0,17	0,09	0,24	0,02	1,23
	Dessedentação	0,79	0,39	0,99	0,42	0,15	0,33	0,93	0,07	4,07
	Irrigação	5,91	0,22	2,44	0,35	1,31	0,57	3,36	0,03	14,19
	Indústria	6,22	0,26	0,66	4,86	0,42	0,09	0,62	0,15	13,28
	Mineração	10,46	1,41	0,66	0,55	0,15	0,14	0,48	0,01	13,86
	Termoeletricidade	2,82	0,37	0,25	0,46	0,16	0,13	1,85	0,00	6,04
	Total 2035	32,78	4,59	7,26	9,63	3,23	2,06	9,50	0,71	69,76
2040	Abastecimento Urbano	5,99	1,78	2,07	2,68	0,85	0,68	1,88	0,39	16,31
	Abastecimento Rural	0,36	0,11	0,16	0,08	0,18	0,09	0,24	0,02	1,24
	Dessedentação	0,85	0,43	1,08	0,44	0,15	0,35	0,97	0,07	4,34
	Irrigação	5,72	0,26	2,87	0,33	1,26	0,56	3,73	0,02	14,74
	Indústria	6,29	0,27	0,67	4,91	0,43	0,09	0,63	0,15	13,44
	Mineração	10,80	1,45	0,68	0,57	0,16	0,14	0,49	0,01	14,30
	Termoeletricidade	2,82	0,37	0,25	0,46	0,16	0,13	1,85	0,00	6,04
	Total 2040	32,83	4,66	7,78	9,46	3,18	2,05	9,79	0,66	70,42
2045	Abastecimento Urbano	5,58	1,70	2,02	2,33	0,82	0,63	1,65	0,31	15,04
	Abastecimento Rural	0,34	0,05	0,14	0,07	0,17	0,09	0,23	0,02	1,12
	Dessedentação	0,90	0,46	1,17	0,48	0,17	0,37	1,04	0,07	4,66
	Irrigação	6,30	0,31	3,35	0,37	1,46	0,64	4,25	0,03	16,72
	Indústria	6,40	0,27	0,69	4,95	0,44	0,09	0,63	0,16	13,65
	Mineração	11,14	1,49	0,70	0,59	0,16	0,15	0,50	0,01	14,73
	Termoeletricidade	2,82	0,37	0,25	0,46	0,16	0,13	1,85	0,00	6,04
	Total 2045	33,49	4,66	8,32	9,25	3,38	2,10	10,16	0,59	71,95

⁶⁴ Os valores de vazão estão dispostos até duas casas decimais. Para não haver perda de informações, os totais foram somados utilizando os números completos.

O Quadro 8-36 apresenta os resultados consolidados para cada setor usuário no cenário de maior pressão, divididos por Unidade de Planejamento. Dentre os anos projetados, observa-se um incremento mais acentuado ao longo do tempo, exceto na UP Sub-bacia do Rio Pirai. Em relação ao último horizonte temporal do cenário de menor pressão, observa-se que o presente cenário atinge já no ano de 2035 uma demanda superior aos finais de plano dos demais cenários, de 72,45 m³/s, mostrando a alta pressão sobre os recursos hídricos. Tendo em vista a manutenção de uma pressão elevada nos recursos hídricos no presente cenário, no ano de 2045 há um aumento em relação à cena atual (63,02 m³/s) de cerca de 16 m³/s, representando um incremento de 26%.

Quadro 8-36 – Valores consolidados no cenário de maior pressão, por unidade de planejamento.⁶⁵

Ano	Setor	1 - Alto Paraíba do Sul	2 - Rios Preto e Paraibuna	3 - Rios Pomba e Muriaé	4 - Médio Paraíba do Sul	5 - Piabanha	6 - Rio Dois Rios	7 - Baixo Paraíba do Sul	8 - Sub-bacia do Rio Pirai	Total
2030	Abastecimento Urbano	6,50	1,90	2,07	3,07	0,90	0,74	2,11	0,43	17,72
	Abastecimento Rural	0,39	0,12	0,26	0,10	0,19	0,10	0,28	0,03	1,46
	Dessedentação	0,75	0,36	0,96	0,39	0,13	0,31	0,90	0,06	3,86
	Irrigação	6,37	0,20	2,24	0,33	1,11	0,53	3,40	0,02	14,19
	Indústria	6,30	0,26	0,66	4,88	0,41	0,09	0,66	0,14	13,39
	Mineração	10,19	1,38	0,64	0,55	0,15	0,14	0,48	0,01	13,54
	Termoeletricidade	2,82	0,37	0,25	0,46	0,16	0,13	1,85	0,00	6,04
	Total 2030	33,31	4,59	7,08	9,76	3,05	2,03	9,69	0,69	70,20
2035	Abastecimento Urbano	6,32	1,89	2,15	2,80	0,90	0,72	1,99	0,41	17,18
	Abastecimento Rural	0,39	0,06	0,16	0,08	0,19	0,10	0,26	0,02	1,26
	Dessedentação	0,85	0,42	1,11	0,44	0,15	0,35	0,98	0,07	4,37
	Irrigação	6,36	0,24	2,72	0,34	1,24	0,56	3,86	0,02	15,35
	Indústria	6,58	0,27	0,69	5,05	0,44	0,09	0,67	0,15	13,94
	Mineração	10,79	1,45	0,68	0,57	0,16	0,14	0,50	0,01	14,31
	Termoeletricidade	2,82	0,37	0,25	0,46	0,16	0,13	1,85	0,00	6,04
	Total 2035	34,10	4,71	7,76	9,74	3,24	2,10	10,12	0,68	72,45
2040	Abastecimento Urbano	6,03	1,81	2,12	2,51	0,87	0,68	1,81	0,34	16,17
	Abastecimento Rural	0,42	0,07	0,17	0,09	0,20	0,11	0,28	0,02	1,35
	Dessedentação	0,94	0,48	1,30	0,49	0,17	0,39	1,08	0,08	4,93
	Irrigação	6,52	0,30	3,39	0,37	1,43	0,63	4,43	0,03	17,11
	Indústria	6,88	0,29	0,73	5,24	0,46	0,10	0,68	0,17	14,56
	Mineração	11,44	1,53	0,72	0,60	0,17	0,15	0,52	0,01	15,13
	Termoeletricidade	2,82	0,37	0,25	0,46	0,16	0,13	1,85	0,00	6,04
	Total 2040	35,05	4,85	8,67	9,77	3,47	2,19	10,65	0,64	75,29

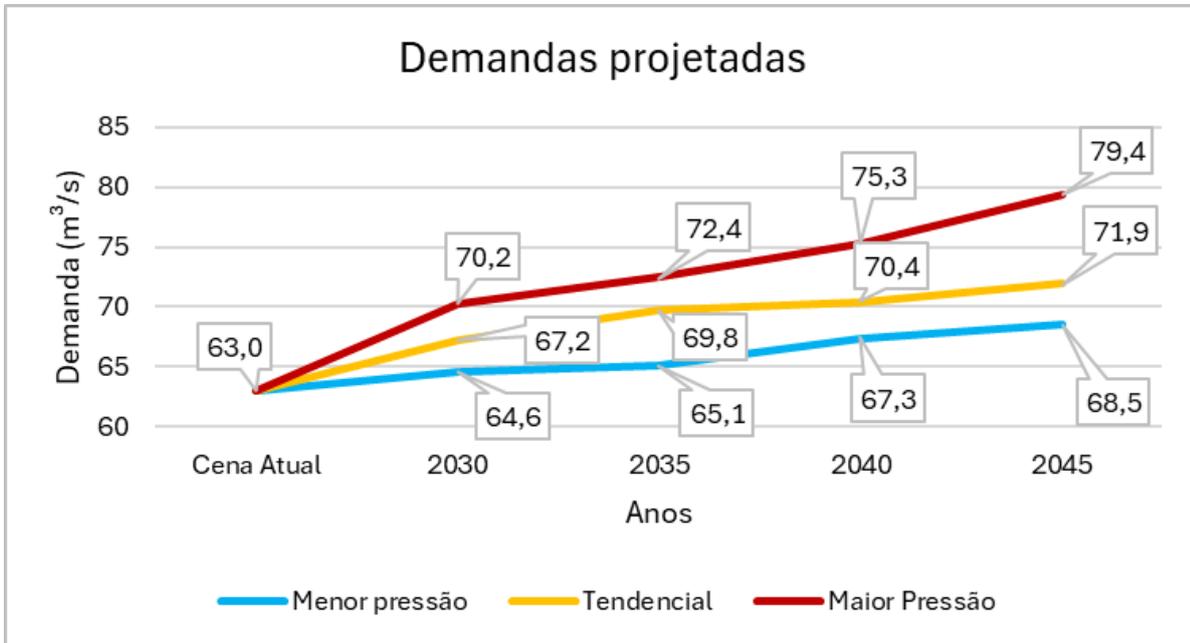
⁶⁵ Os valores de vazão estão dispostos até duas casas decimais. Para não haver perda de informações, os totais foram somados utilizando os números completos.

Ano	Setor	1 - Alto Paraíba do Sul	2 - Rios Preto e Paraibuna	3 - Rios Pomba e Muriaé	4 - Médio Paraíba do Sul	5 - Piabanha	6 - Rio Dois Rios	7 - Baixo Paraíba do Sul	8 - Sub-bacia do Rio Pirai	Total
2045	Abastecimento Urbano	5,58	1,65	2,04	2,15	0,83	0,61	1,55	0,27	14,68
	Abastecimento Rural	0,42	0,07	0,17	0,09	0,21	0,11	0,28	0,02	1,36
	Dessedentação	1,07	0,55	1,54	0,56	0,19	0,44	1,21	0,09	5,65
	Irrigação	7,75	0,39	4,32	0,42	1,67	0,73	5,25	0,03	20,55
	Indústria	7,18	0,31	0,78	5,44	0,49	0,10	0,69	0,17	15,17
	Mineração	12,07	1,61	0,76	0,63	0,17	0,16	0,54	0,01	15,94
	Termoeletricidade	2,82	0,37	0,25	0,46	0,16	0,13	1,85	0,00	6,04
	Total 2045	36,89	4,93	9,85	9,76	3,72	2,29	11,37	0,59	79,40

Fonte: elaborado pelo Consórcio.

A Figura 8-1 apresenta a evolução ao longo do tempo para cada um dos cenários estudados. As inclinações das retas entendem-se como as taxas pelas quais as demandas pelo uso dos recursos hídricos aumentam. Tal taxa é diretamente afetada pelas premissas empregadas em cada cenário (e nos diferentes setores), discutidas no Item 7, sendo variadas e com características próprias. No cenário de menor pressão, há um incremento vertiginoso no primeiro intervalo de tempo, após o qual as taxas estabilizam-se em níveis mais moderados. Já no cenário tendencial, o incremento elevado é observado até o ano de 2035, reduzindo seu ritmo de aumento até o final das projeções. Já no cenário de maior pressão, há um alto crescimento em todos os intervalos temporais, sendo especialmente marcante entre a cena atual e o ano de 2030 e entre 2040 e 2045.

Figura 8-1 – Demandas projetadas (sem considerar transposições e evaporação líquida de reservatórios) para os horizontes de tempo nos cenários de demandas hídricas avaliados



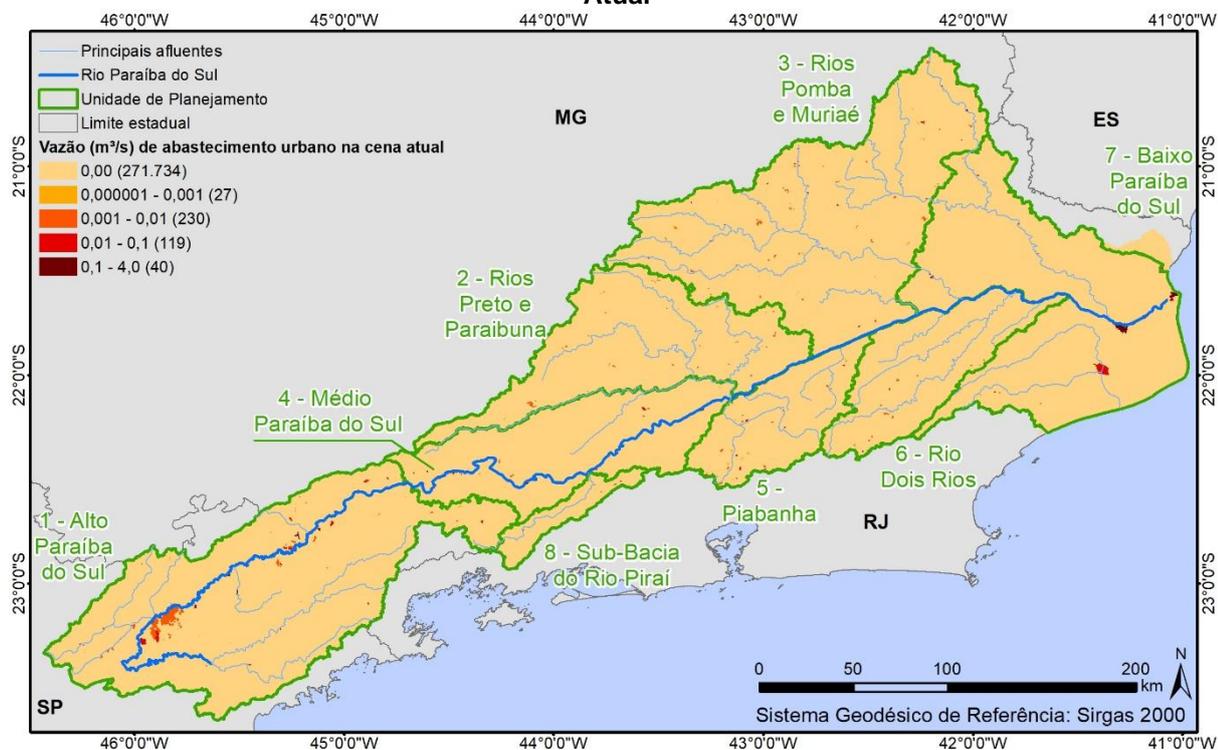
Fonte: elaborado pelo Consórcio.

9. IDENTIFICAÇÃO DE REGIÕES CRÍTICAS PARA GESTÃO

A identificação de regiões com maior demanda pelo uso da água atrelada à identificação dos principais setores usuários de recursos hídricos é de suma importância para dar suporte à avaliação de possíveis situações de escassez hídrica, o que será incrementado na próxima etapa do trabalho, quando do desenvolvimento dos balanços hídricos. Para essa análise, os mapas de demandas hídricas por ottobacias, apresentados neste capítulo para a Cena Atual (também no Apêndice A, de forma detalhada) e no Apêndice D (para Cenas Futuras), evidenciam as regiões mais críticas quando considerada a demanda hídrica total.

A Figura 9-1 apresenta a espacialização das demandas no setor de abastecimento humano urbano na cena atual. Nota-se que poucas ottobacias possuem alta concentração de demandas: apenas 40 ottobacias enquadram-se na classe mais crítica de demandas, que varia de 0,1 a 4,0 m³/s. A UP Alto Paraíba do Sul apresenta o maior número de ottobacias nas 3 maiores classes, com picos de demandas localizados essencialmente nas redondezas do curso do rio Paraíba do Sul. Outra UP que apresenta predominantemente ottobacias na classe mais crítica é a do Baixo Paraíba do Sul, que sozinha representa 13% do total de demandas de abastecimento urbano na bacia.

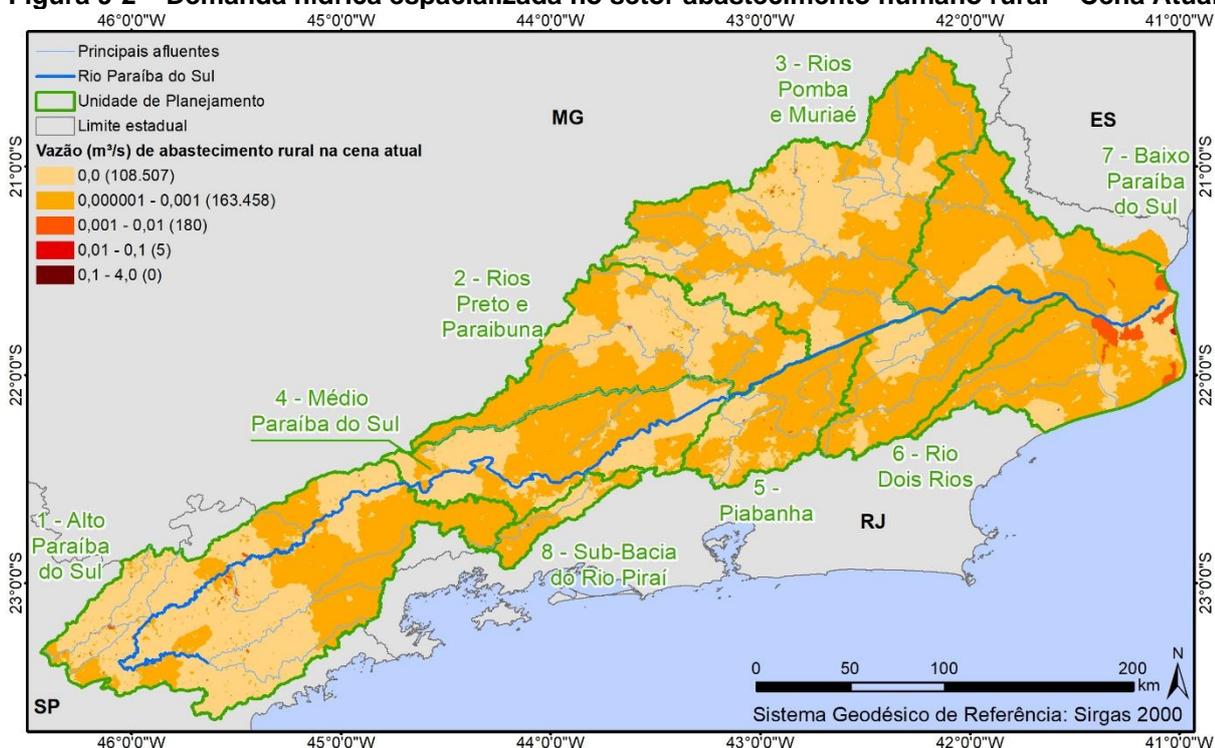
Figura 9-1 – Demanda hídrica espacializada no setor abastecimento humano urbano – Cena Atual



Fonte: elaborado pelo Consórcio.

A Figura 9-2 apresenta a espacialização das demandas no setor de abastecimento humano rural na cena atual. Nota-se para este setor uma menor quantidade de ottobacias nas classes mais altas de demandas, tendo em vista que a demanda total para abastecimento humano rural é de 1,20 m³/s. A UP com a maior concentração de ottobacias nas classes mais altas é do Baixo Paraíba do Sul, apontando para uma maior concentração de demandas em pontos específicos. A UP do Alto Paraíba do Sul (que possui maior porcentagem das demandas – 26%) apresenta grande parte da sua região de montante com poucos pontos de demandas para abastecimento rural, aumentando nas porções intermediárias e de jusante.

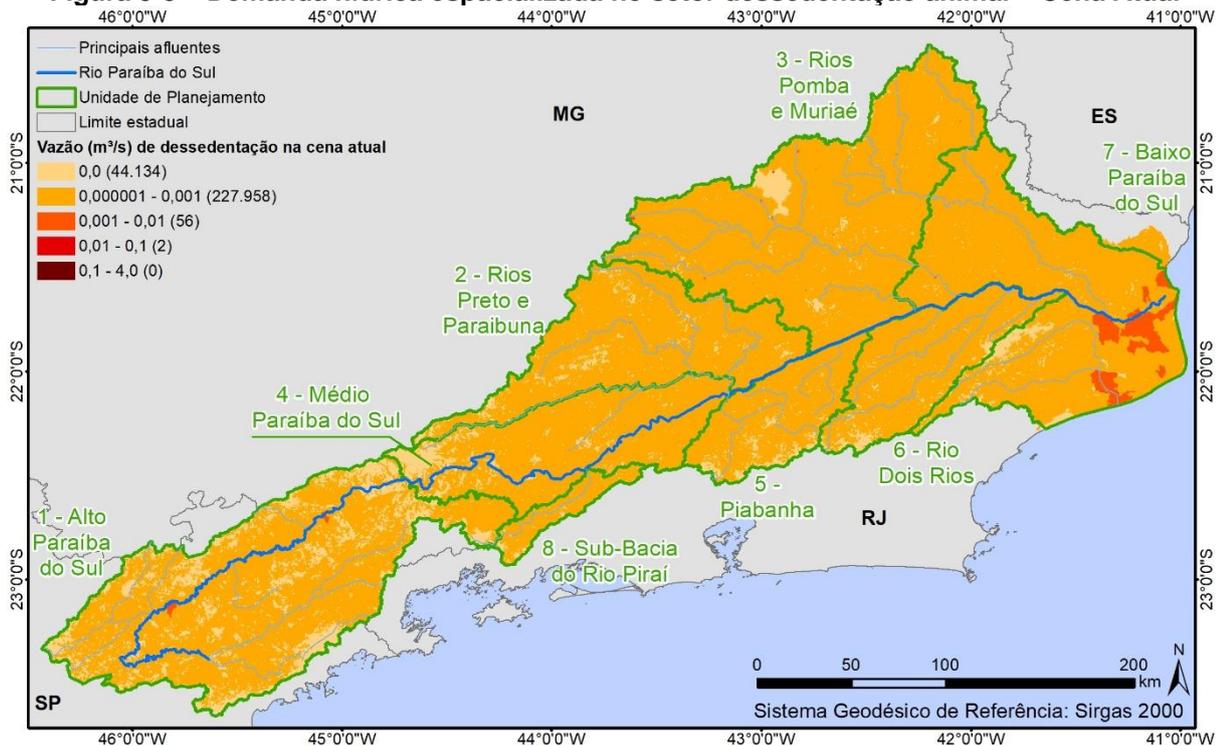
Figura 9-2 – Demanda hídrica espacializada no setor abastecimento humano rural – Cena Atual



Fonte: elaborado pelo Consórcio.

A Figura 9-3 apresenta a demanda para o setor de dessedentação animal na cena atual. Nota-se que na maior parte da bacia do rio Paraíba do Sul existe pelo menos alguma demanda para abastecimento rural, ainda que pequena. A UP com maior quantidade de ottobacias nas classes mais altas é a do Baixo Paraíba do Sul, apresentando a maior demanda no setor de dessedentação animal (25% do total).

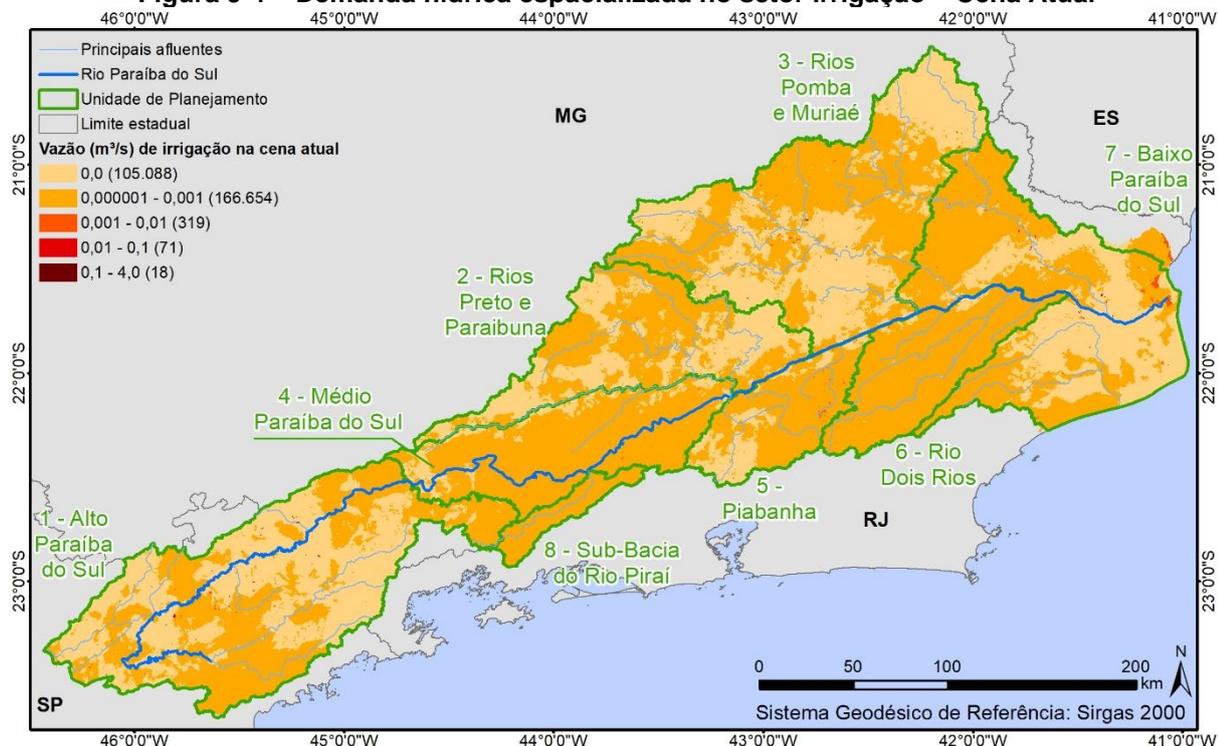
Figura 9-3 – Demanda hídrica espacializada no setor dessedentação animal – Cena Atual



Fonte: elaborado pelo Consórcio.

A Figura 9-4 apresenta as demandas no setor irrigação para a cena atual. Observa-se a ocorrência de demandas de maiores classes nas UPs do Alto Paraíba do Sul e Baixo Paraíba do Sul, em acordo com os percentuais que representam no total da bacia, sendo ambas as UPs com as maiores demandas para irrigação (45% e 23%, respectivamente). Apesar da UP do Rio Pirai representar a menor parcela da demanda, nota-se que existem demandas (ainda que pequenas) praticamente na totalidade de sua extensão, indicando a predominância de lavouras de pequeno porte.

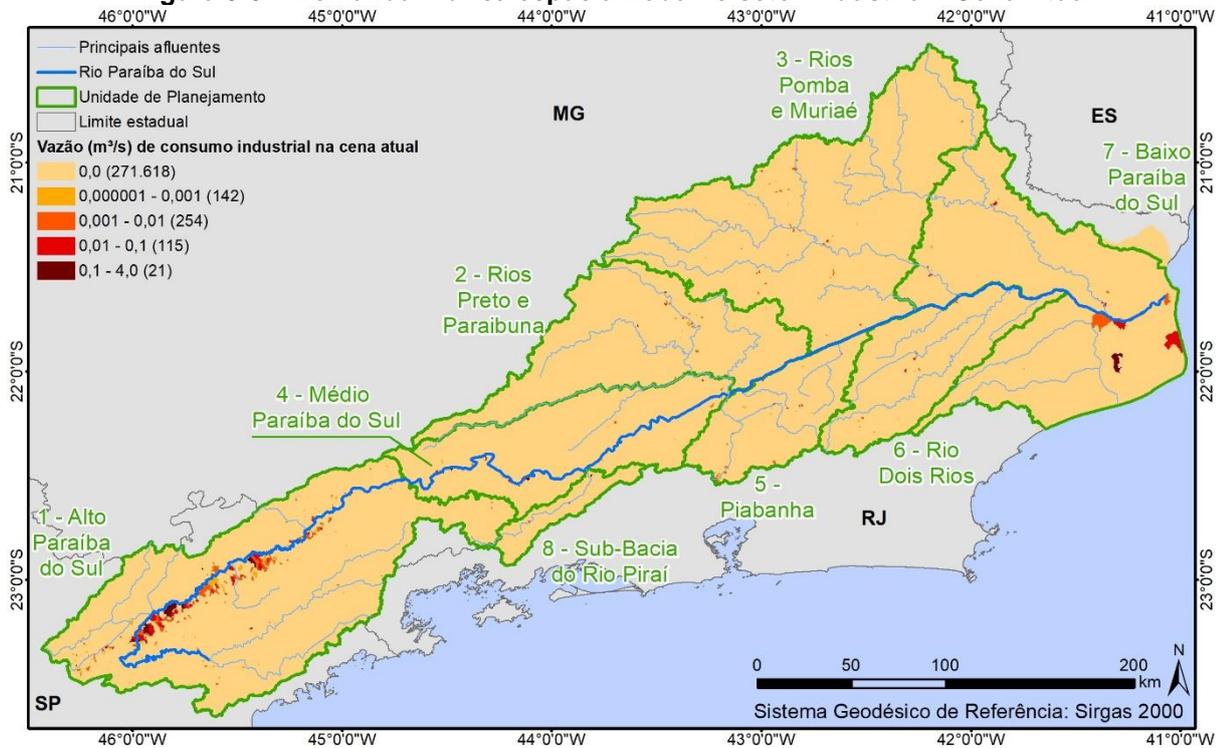
Figura 9-4 – Demanda hídrica espacializada no setor irrigação – Cena Atual



Fonte: elaborado pelo Consórcio.

A Figura 9-5 apresenta a demanda no setor industrial para a cena atual. O setor industrial é um dos que apresentam a maior discrepância entre as demandas totais UPs, apresentando uma concentração de cerca de 83% do total demandado nas UPs Alto e Médio Paraíba do Sul. Logo, nota-se em tais UPs (em especial no Alto Paraíba do Sul) uma grande concentração industrial que acompanha o curso do rio Paraíba do Sul, com uma série de ottobacias nas maiores classes de consumo de vazão. Nota-se também a ocorrência de demandas nas maiores classes na UP do Baixo Paraíba do Sul, principalmente nas áreas de jusante. Além disso, o setor industrial apresenta uma maior concentração das demandas em poucas ottobacias, fato observado pelo alto número de ottobacias nas 3 maiores classes.

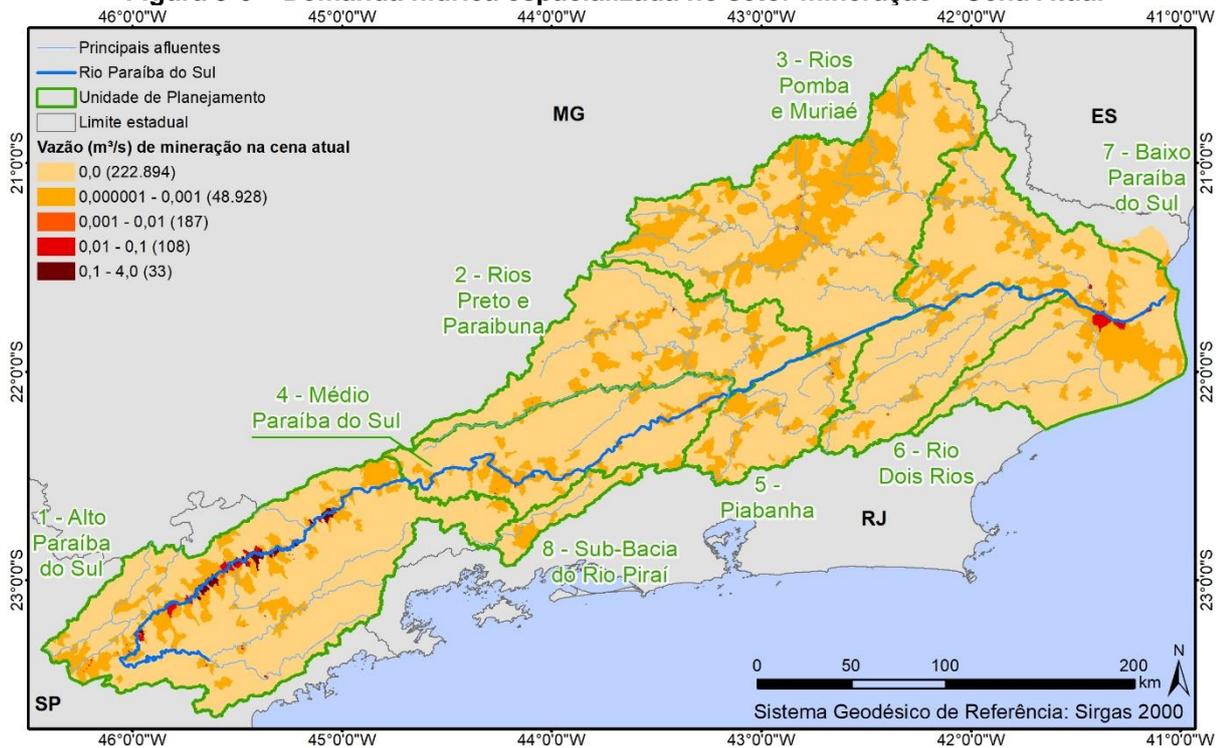
Figura 9-5 – Demanda hídrica especializada no setor indústria – Cena Atual



Fonte: elaborado pelo Consórcio.

A Figura 9-6 apresenta a demanda no setor de mineração para a cena atual. Neste setor há uma predominância da UP Alto Paraíba do Sul (cerca de 75% do total), refletida na espacialização: nota-se uma grande quantidade de ottobacias (acompanhando o curso do rio Paraíba do Sul) que estão nas maiores classes de uso de vazão. Já a UP do Baixo Paraíba do Sul representa apenas 4% do total das demandas do setor mineração, porém, ainda assim possui algumas ottobacias enquadradas nas maiores classes de demandas.

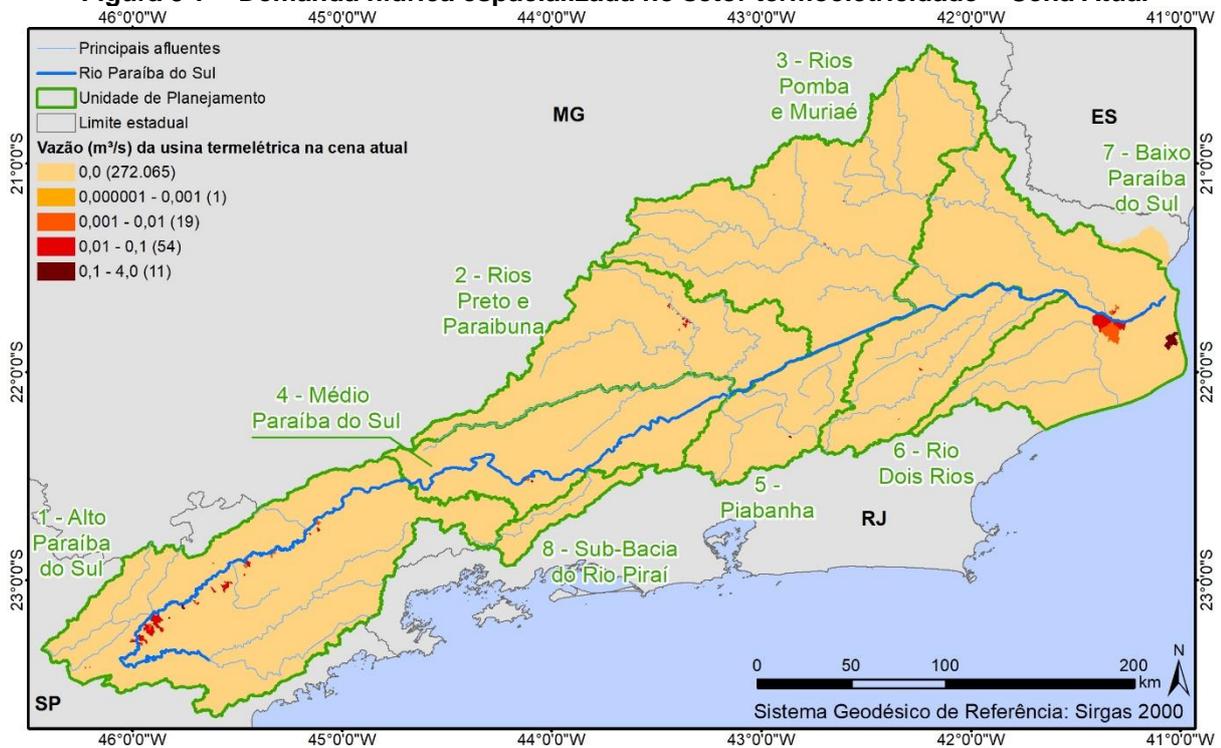
Figura 9-6 – Demanda hídrica espacializada no setor mineração – Cena Atual



Fonte: elaborado pelo Consórcio.

A Figura 9-7 apresenta a demanda no setor termoeletricidade para a cena atual. Tendo em vista a característica desse setor, nota-se que a maior parte das demandas por vazão são concentradas em pontos específicos, representados pelas termoeletricas. Porém, devido à alta concentração das demandas na UP do Alto Paraíba do Sul (aproximadamente 59% do total), nota-se uma grande concentração de otobacias nas maiores classes de demandas. Isso pode ser observado também (em menor quantidade), na UP do Baixo Paraíba do Sul, que apesar de ser a segunda maior demanda de termoeletricidade, representa cerca de 11% do total da bacia.

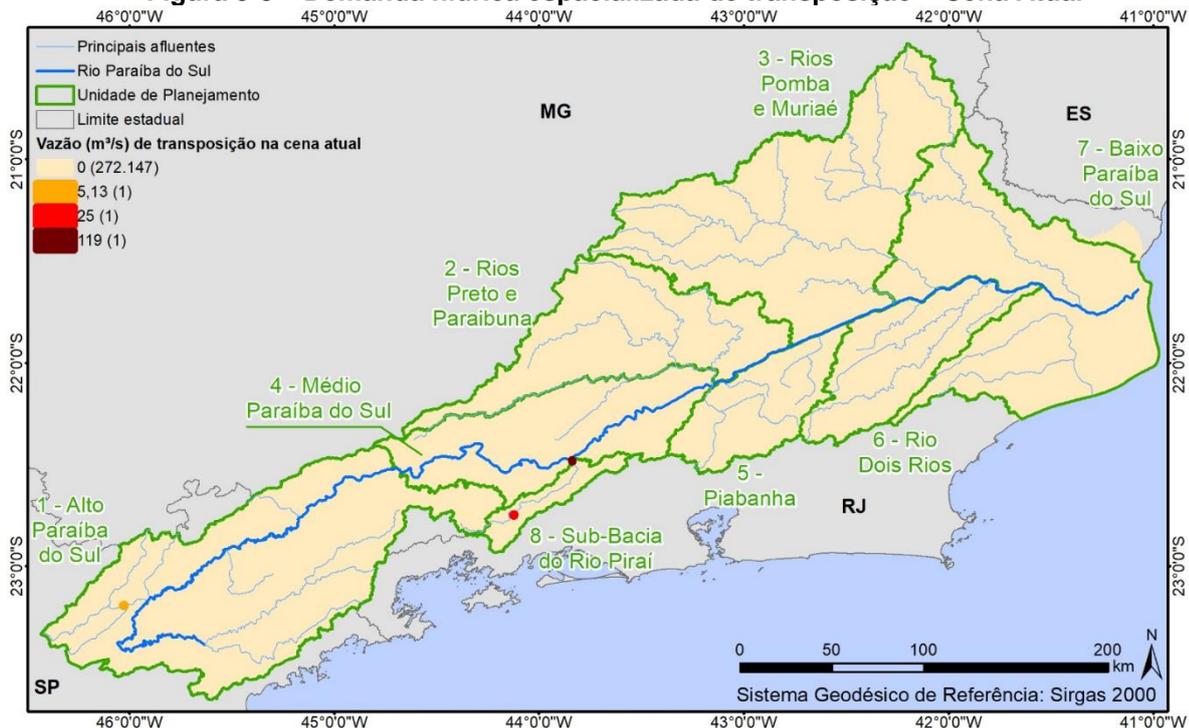
Figura 9-7 – Demanda hídrica espacializada no setor termoeletricidade – Cena Atual



Fonte: elaborado pelo Consórcio.

As transposições representam demandas significativas na bacia do rio Paraíba do Sul, conforme pode ser observado pelas vazões de retirada de transposição na Cena Atual apresentadas na Figura 9-8. As transposições que deslocam o montante hídrico para outras bacias estão localizadas nas UPs Alto Paraíba do Sul (Jaguari - Atibainha) e rio Pirai (Santa Cecília – Santana e Tocos-Lages). Dessa forma, esses locais também devem considerados como regiões críticas para gestão de recursos hídricos em relação à demanda de água.

Figura 9-8 – Demanda hídrica especializada de transposição – Cena Atual



Fonte: elaborado pelo Consórcio.

Verifica-se que a bacia do rio Paraíba do Sul apresenta demandas hídricas significativas em suas diferentes Unidades de Planejamento, com destaque para o Alto Paraíba do Sul, que possui a maior demanda total, de 30,52 m³/s na Cena Atual. Essa UP é marcada por elevados consumos em irrigação, indústria, termelétricas e abastecimento urbano, o que pode gerar grande pressão sobre os recursos hídricos, especialmente em cenários de baixa disponibilidade. As maiores demandas desta UP, conforme mapas do Apêndice A e Apêndice D, ficam localizadas próximas ao eixo principal do rio Paraíba do Sul.

Outras áreas da bacia também apresentam desafios notáveis. No Médio Paraíba do Sul, cuja demanda total é de 9,48 m³/s, o uso industrial se destaca (seguido pelo abastecimento urbano), indicando a necessidade de medidas específicas para evitar conflitos entre usuários e garantir o suprimento adequado. No Baixo Paraíba do Sul, a irrigação e o abastecimento

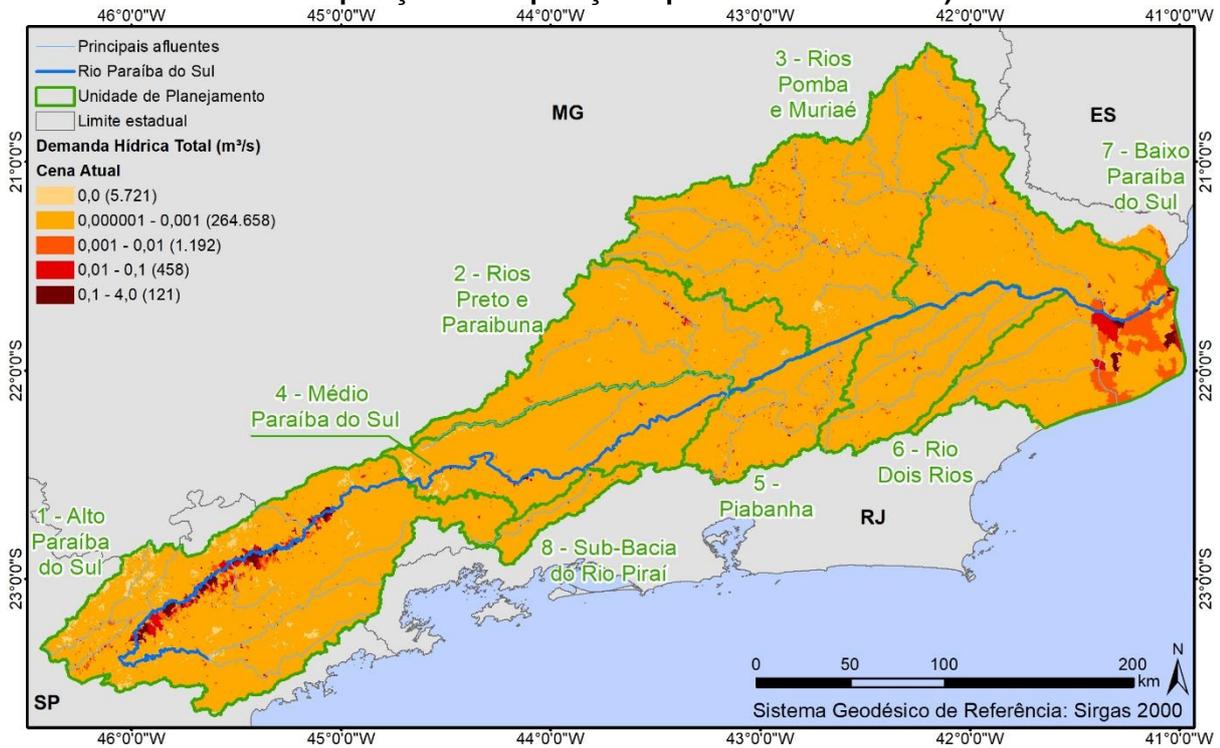
urbano são os principais responsáveis pela demanda de 7,41 m³/s, enquanto a unidade dos Rios Pomba e Muriaé, com demanda total de 6,04 m³/s, também possui a irrigação e o abastecimento humano urbano como os principais usos. Já na UP Preto e Paraíbuna a mineração e abastecimento urbano representam o maior percentual da demanda total de 4,32m³/s.

Em contrapartida, algumas unidades apresentam pressões hídricas relativamente menores, como a Sub-bacia do Rio Piraí, com a menor demanda total (0,51 m³/s), e o Rio Dois Rios, cuja demanda é de 1,86 m³/s. Essas áreas têm menor relevância no cenário geral, mas ainda exigem atenção, especialmente em relação à gestão local e à manutenção da disponibilidade hídrica.

A análise geral da bacia revela uma demanda total (excluindo-se as transposições e evaporação líquida) de 63,09 m³/s, com destaque para o abastecimento urbano (17,81 m³/s). Os setores industrial e mineração também exercem forte pressão, somando 12,79 m³/s e 12,89 m³/s, respectivamente. Apesar de não entrar no cálculo dos totais, a evaporação líquida também apresenta valores relevantes em várias UPs, como no Alto Paraíba do Sul (6,55 m³/s) e Baixo Paraíba do Sul (2,39 m³/s), onde estão localizados os principais reservatórios da bacia. Ainda, conforme mencionado anteriormente, as UPs Alto Paraíba do Sul e rio Piraí são UPs que sofrem interferência das transposições e tem uma retirada expressiva (cerca de 5,1 m³/s no Alto Paraíba do Sul e 119 m³/s na UP Rio Piraí).

A Figura 9-9 apresenta as demandas consolidadas entre todos os setores (exceto transposições e evaporação líquida de reservatórios) para a cena atual (apresentada de forma detalhada no Apêndice A). Em relação ao total, nota-se que são poucas sub-bacias que não apresentam nenhum tipo de demanda, indicando um uso presente praticamente na totalidade da bacia do Paraíba do Sul. Observa-se a predominância das maiores classes principalmente em duas UPs: Alto Paraíba do Sul e Baixo Paraíba do Sul. Na UP do Alto Paraíba do Sul é esperada tal concentração, tendo em vista que sozinha representa 48% de toda a demanda da bacia. Porém, a UP do Baixo Paraíba do Sul também apresenta uma alta concentração nas maiores classes, representando apenas 12% de toda a demanda da bacia (terceira maior). Portanto, têm-se que a UP do Baixo Paraíba do Sul necessita atenção no que tange à gestão dos recursos hídricos, sendo um ponto potencial de altas concentrações de demandas. Em relação às demais UPs observa-se que em sua maioria as demandas são espaçadas ao longo de seus territórios, com picos esporádicos em localizações determinadas, indicando a necessidade de uma gestão local que vise a manutenção da disponibilidade hídrica.

Figura 9-9 – Demanda hídrica espacializada consolidada – Cena Atual (sem considerar transposições e evaporação líquida de reservatórios)



Fonte: elaborado pelo Consórcio.

10. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este documento trata do quarto produto de um total de oito previstos para a avaliação das demandas hídricas da bacia do rio Paraíba do Sul e revisão do balanço hídrico. Nesse contexto, considerando o processo evolutivo do estudo, trata da apresentação do quadro de demandas propriamente dito, envolvendo a cena atual e cenas futuras, construídas por meio de três cenários de crescimento possível, de acordo com o previsto no termo de referência do estudo.

O desenvolvimento das estimativas foi realizado por meio de metodologia já construída e validada na etapa anterior do estudo para cada finalidade de uso da água na bacia. Assim, foram realizadas estimativas para finalidades de abastecimento humano e rural, dessedentação animal, irrigação, indústria, mineração, termoeletricidade, evaporação líquida de reservatórios e transposições.

Todas as estimativas consideraram a obtenção e disponibilização de três informações básicas:

- Valor total de demandas estimadas para cada finalidade. Esse cálculo é o principal e trata da obtenção dos montantes de demandas totais por finalidade de uso e por bacia ou sub-bacia, de forma a ter o conhecimento do total demandado de usos da água;
- Localização em relação à origem ou fonte de suprimento ser de água superficial ou subterrânea. Isso é relevante uma vez que o balanço hídrico a ser realizado na próxima etapa apresentará análises específicas para cada fonte de uso da água;
- Distribuição espacial das demandas. Todas as demandas foram espacializadas pela escala mais fina de informações, em sub-bacias, o que permite a realização de quaisquer agregações por bacia, por Unidade de Planejamento, para a bacia como um todo ou outra forma possível de espacialização. Assim, as informações são disponíveis em escala compatível com a realização do balanço hídrico a ser realizado na próxima etapa, a partir dos dados de disponibilidade advindos do Estudo de Disponibilidade Hídrica já desenvolvido por outra empresa para a bacia.

Os resultados foram comparados com outras bases de dados disponíveis, já utilizadas e apresentadas desde as etapas anteriores deste trabalho.

Ao final das estimativas, foi identificado um total de cerca de 63,02 m³/s (sem considerar transposições e evaporação líquida) de demandas de águas consuntivas na bacia do rio

Paraíba do Sul, sendo pouco mais de 50 m³/s (aproximadamente 79%) de águas superficiais e pouco mais de 13 m³/s (cerca de 21%) águas subterrâneas.

No que se refere à distribuição entre setores usuários, tem-se maior representatividade para abastecimento humano urbano, com demanda total atual da ordem de 17,81 m³/s, o que corresponde a pouco mais de 28% do total. De forma relevante, podem ser citados, ainda, os usos para mineração e indústria, com cerca de 20% cada. Na sequência, o consumo por irrigação tem demanda de pouco mais de 17%. O restante das demandas corresponde a usos para dessedentação animal, consumo humano rural e termoelétricas.

Tratando das Unidades de Planejamento existentes na bacia, o destaque é dado para a porção paulista que trata do Alto Paraíba do Sul, com cerca de 48% da demanda total. Com demandas em valores intermediários, podem ser também citadas as UPs Médio Paraíba do Sul (15%), Baixo Paraíba do Sul (12%) e rios Pomba e Muriaé (10%). A UP dos rios Preto e Paraibuna com cerca de 7% também apresentam demandas relevantes, sendo o restante distribuído entre as UPs dos rios Piabanha, Dois Rios e Pirai.

No que se refere aos cenários futuros, foram realizadas análises construindo três possibilidades, avaliando uma condição tendencial e dois extremos com maior ou menor pressão sobre os recursos hídricos e com cenários apresentando informações a cada cinco anos até um total de 20 anos (2030, 2035, 2040 e 2045). Para cada finalidade de uso foram realizadas as avaliações técnicas específicas, a partir de análises de condições de passado e tendências em função de situações endógenas ou exógenas à bacia, de forma a obter valores possíveis de demandas futuras.

Assim, para o cenário de menor pressão, estima-se que no final do horizonte de estudo, em 2045, a demanda total deve atingir valor da ordem de quase 69 m³/s (crescimento total de cerca de 8,7%). No caso do cenário tendencial, tem-se 72 m³/s de demandas para o horizonte final de análise, o que corresponde a 14 % de crescimento. Na sequência, para uma condição de maior crescimento, gerada pelo cenário de maior pressão, tem-se uma expectativa da ordem de 26% de crescimento, atingindo cerca de 80 m³/s de demandas na bacia.

A consideração de cenários amplos e com grande sensibilidade nos resultados é importante para que o sistema de gerenciamento de recursos hídricos da bacia esteja apto a agir em situações distintas possíveis. Dessa forma, a próxima etapa de trabalho, que trata do balanço hídrico propriamente dito, cotejará essas diferentes condições de demandas com as ofertas hídricas existentes na bacia, com o objetivo de identificar diferentes condições de comprometimento hídrico e dar subsídios aos entes atuantes na bacia sobre os principais

trechos ou regiões com alto índice de comprometimento hídrico na condição atual, bem como potenciais problemas para o futuro da bacia.

Com isso, entende-se que os objetivos esperados para esta etapa de trabalho foram atingidos, com a apresentação do quadro de demandas atual e futuro da bacia, dando subsídios para a continuidade dos estudos.

11. REFERÊNCIAS

AGÊNCIA BRASIL. Chuvas no RS podem impactar em R\$ 97 bilhões a economia nacional. 2024. Disponível em: <https://agenciabrasil.ebc.com.br/economia/noticia/2024-07/chuvas-no-rs-podem-impactar-em-r-97-bilhoes-economia-nacional>. Acesso em outubro de 2024.

AGEVAP - Associação Pró-Gestão das Águas da Bacia Hidrográfica do Rio Paraíba do Sul. Nota Técnica nº 30/2014/SAG-ANA. Solicita apoio no sentido de que seja elaborado estudo para avaliação dos mecanismos e valores da cobrança de transposição da água da Bacia Hidrográfica do rio Paraíba do Sul, para a Bacia do rio Guandu., 25 Julho 2014. Disponível em: <https://www.agevap.org.br/downloads/nt-30.2014-sag-ana.pdf>.

AGEVAP - Associação Pró-Gestão das Águas da Bacia Hidrográfica do Rio Paraíba do Sul. Resumo Executivo do Plano de Bacia da Região Hidrográfica do Médio Paraíba do Sul (PBH-MPS da RH-III). 2021. Disponível em: https://sigaaguas.org.br:8000/storage/599/64de34f96f4c1_PF06-Resumo-Executivo_PBH-MPS.pdf. Acesso em dezembro de 2024.

AGEVAP - Associação Pró-Gestão das Águas da Bacia Hidrográfica do Rio Paraíba do Sul. Resumo Executivo do Plano de Bacia da Região Hidrográfica Baixo Paraíba e Itabapoana (PBH da RH-IX). 2021. Disponível em: https://sigaaguas.org.br:8000/storage/596/64de2ec7df722_PF06-Resumo-Executivo_PBH-BPSI.pdf. Acesso em dezembro de 2024.

AGEVAP - Associação Pró-Gestão das Águas da Bacia Hidrográfica do Rio Paraíba do Sul. Resumo Executivo do Plano de Bacia da Região Hidrográfica Rio Dois Rios (PBH da RH-VII). 2021. Disponível em: https://sigaaguas.org.br:8000/storage/613/64de6cb4e5d43_PF06-Resumo-Executivo_PBH-Rio-Dois-Rios.pdf. Acesso em dezembro de 2024.

AGEVAP - Associação Pró-Gestão das Águas da Bacia Hidrográfica do Rio Paraíba do Sul. Resumo Executivo do Plano de Bacia da Região Hidrográfica do Piabanha e Sub-bacias Hidrográficas dos Rios Paquequer e Preto (PBH da RH-IV). 2021. Disponível em: <https://comitepiabanha.org.br/arquivos/artigos/465/1316/PF06%20%E2%80%93%20Resumo%20Executivo%20Plano%20de%20Bacia%20da%20Regi%C3%A3o%20Hidrogr%C3%A1fica%20Piabanha.pdf>. Acesso em dezembro de 2024.

ANA - AGÊNCIA NACIONAL DAS ÁGUAS E SANEAMENTO BÁSICO. Relatório de Identificação de Obra - SISTEMA INTEGRADO - SISTEMA PRODUTOR NOVO GUANDU. Atlas Águas: Segurança hídrica do abastecimento urbano, Brasília-DF, 2021.

ANA - AGÊNCIA NACIONAL DAS ÁGUAS E SANEAMENTO BÁSICO. Atlas Irrigação. 2ª Edição, Brasília-DF, 2021.

ANA - AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS E SANEAMENTO BÁSICO. Manual de Usos Consuntivos da Água no Brasil. 2ª Edição, Brasília-DF, 2024. Disponível em: <https://metadados.snirh.gov.br/geonetwork/srv/api/records/5146c9ec-5589-4af1-bd64-d34848f484fd/attachments/Manual%20de%20Usos%20Consuntivos%20-%202%20edi%C3%A7%C3%A3o.pdf>

ANA - AGÊNCIA NACIONAL DAS ÁGUAS E SANEAMENTO BÁSICO. Plano Nacional de Segurança Hídrica. 2019. Disponível em: <https://pnsh.ana.gov.br/programa>. Acesso em dezembro de 2024.

ANA - AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS E SANEAMENTO BÁSICO. Norma de Referência Nº 8/2024: Dispõe sobre metas progressivas de universalização de abastecimento de água e esgotamento sanitário, indicadores de acesso e sistema de avaliação. Brasília: ANA, 2024.

ANA - AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS E SANEAMENTO BÁSICO. Norma de Referência Nº 9/2024: Dispõe sobre indicadores operacionais da prestação dos serviços públicos de abastecimento de água e esgotamento sanitário. Brasília: ANA, 2024.

ANA - AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS. Previsão de Eventos Críticos na Bacia do Rio Paraíba do Sul, RF34 - Relatório Final de Concepção Geral do SIEMEC. Elaboração Engecorps - Brasília: ANA, SUM/SPR, 2011. 46p. Disponível em: https://sigaceivap.org.br/publicacoes/ana/RF34_Relatorio_Final_da_Concepcao_Geral_do_SIEMEC.pdf. Acesso em novembro de 2024.

ANA - AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS E SANEAMENTO BÁSICO. Usos Consuntivos da Água no Brasil (1930-2040). 2021. Disponível em: <https://metadados.snirh.gov.br/geonetwork/srv/api/records/5146c9ec-5589-4af1-bd64-d34848f484fd>. Acesso em dezembro de 2024.

ANEEL – AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA. Dados Abertos da Agência Nacional de Energia Elétrica. Disponível em: <https://sigel.aneel.gov.br/portal/home/>. Acesso em dezembro de 2024.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE RESÍDUOS E MEIO AMBIENTE (ABREMA). Panorama dos Resíduos Sólidos no Brasil 2023. São Paulo: ABREMA, 2024.

BANCO CENTRAL DO BRASIL. Boletim Focus. Brasília: Banco Central do Brasil, 2024. Disponível em: <https://www.bcb.gov.br>. Acesso em novembro de 2024.

BANCO MUNDIAL / WORLD BANK. Brazil Country Climate and Development Report 2023. Washington, DC: World Bank Group, 2023.

BANCO MUNDIAL / WORLD BANK. Falta de investimento em infraestrutura compromete produtividade e competitividade do Brasil. 2022. Disponível em: <https://www.worldbank.org/pt/news/opinion/2022/12/15/falta-de-investimento-em-infraestrutura-compromete-produtividade-e-competitividade-do-brasil>. Acesso em novembro de 2024.

BRASIL/MIDR. Plano Nacional de Recursos Hídricos. Ministério da Integração Nacional e do Desenvolvimento Regional. Brasília-DF, 2022.

BRASIL/MAPA. Projeções do agronegócio: Brasil 2023/24 a 2033/34. Ministério da Agricultura e Pecuária. Secretaria de Política Agrícola. Brasília: MAPA/SPA, 2024.

BRASIL/ME. EFD - Estratégia Federal de Desenvolvimento para o Brasil no período de 2020 a 2031 (EFD 2020-2031). Ministério da Economia. Brasília-DF, 2020. Decreto nº 10.531 de 26 de outubro de 2020.

BUARQUE, S: Metodologia e Técnicas de Construção de Cenários Globais e Regionais. IPEA, Texto para Discussão 939, Brasília. 2003.

CBH/PS - Comitê da Bacia Hidrográfica Paraíba do Sul. Plano de Bacia Hidrográfica desenvolvido para região do Comitê das Bacias Hidrográficas do Rio Paraíba do Sul trecho paulista. 2021. Disponível em: <https://www.ceivap.org.br/instrumentos-de-gestao/plano-de-recursos-hidricos>. Acesso em dezembro de 2024.

CBH/PS - Comitê da Bacia Hidrográfica Paraíba do Sul. Revisão e Atualização do Plano de Bacia Hidrográfica da UGRHI 02 - Paraíba Do Sul (2020-2023). 2014. Disponível em: https://sigrh.sp.gov.br/public/uploads/documents/CBH-PS/23129/ugrhi_02_pbh_sintese.pdf.

Acesso em dezembro de 2024.

CEDAE - Companhia Estadual de Águas e Esgotos do Rio de Janeiro. Novo Guandu. S.d. Disponível em: <https://cedae.com.br/novoguandu>. Acesso em dezembro de 2024.

CEIVAP - Comitê de Integração da Bacia Hidrográfica do Rio Paraíba do Sul. Plano Integrado de Recursos Hídricos da Bacia Hidrográfica do Rio Paraíba do Sul. 2021 Disponível em: <https://www.ceivap.org.br/instrumentos-de-gestao/plano-de-recursos-hidricos>. Acesso em novembro de 2024.

CHERMACK, T. J.. Studying scenario planning: Theory, research suggestions and hypotheses. *Technological Forecasting and Social Change*, N. 72(1), pp. 59-73. 2005. Disponível em <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0040162503001379>. Acesso em dezembro de 2024.

CNC - CONFEDERAÇÃO NACIONAL DO COMÉRCIO DE BENS, SERVIÇOS E TURISMO. Análise dos impactos econômicos da catástrofe no Rio Grande do Sul (RS) e do plano de reconstrução. 2024 Disponível em: <https://static.poder360.com.br/2024/07/Analise-tragedia-RS-CNC.pdf>. Acesso em novembro de 2024.

DAEE – Departamento de Águas e Energia Elétrica do Estado de São Paulo. Bases de dados enviadas à AGEVAP. Dados na última atualização de outorgas, recebidos em 2024.

EMBRAPA - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Pesca e aquicultura. Palmas: Embrapa, 2017. Disponível em: <https://www.embrapa.br/tema-pesca-e-aquicultura/>. Acesso em novembro de 2024.

EPE - EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA. Cenários Econômicos para os Próximos 10 Anos. Nota Técnica EPE/DEA/SEE/019/2021. 2021.

EPE - EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA. Premissas demográficas e econômicas. Estudos do Plano Decenal de Energia Elétrica 2034 (PDE 2034). 2024.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Divisão Regional do Brasil. 2017. Disponível em <https://www.ibge.gov.br/geociencias/cartas-e-mapas/redes-geograficas/15778-divisoes-regionais-do-brasil.html>. Acesso em dezembro de 2024.

IGAM - INSTITUTO MINEIRO DE GESTÃO DAS ÁGUAS. Plano Diretor de Recursos Hídricos (PDRH) e do Enquadramento dos Corpos de Água para a Bacia Hidrográfica dos Afluentes do Alto São Francisco: R2 - Diagnóstico. 2021 Disponível em: <http://repositorioigam.meioambiente.mg.gov.br/handle/123456789/4245>. Acesso em dezembro de 2024.

IGAM - INSTITUTO MINEIRO DE GESTÃO DAS ÁGUAS. Plano Estadual de Recursos Hídricos (PERH). 2011. Disponível em: <https://portalinfohidro.igam.mg.gov.br/index.php/1-1-plano-estadual-de-recursos-hidricos-perh>. Acesso em dezembro de 2024.

INEA - INSTITUTO ESTADUAL DO MEIO AMBIENTE DO RIO DE JANEIRO. Plano Estadual de Recursos Hídricos do Estado do Rio de Janeiro. 2014 Disponível: <https://www.inea.rj.gov.br/plano-estadual-de-recursos-hidricos/>. Acesso em dezembro de 2024.

INMET - INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA. Ano de 2023 é o mais quente da série histórica no Brasil. Brasília: INMET, 2024. Disponível em: <https://portal.inmet.gov.br/>. Acesso em outubro de 2024.

IPEA - INSTITUTO DE PESQUISA ECONÔMICA APLICADA. Nota de Conjuntura nº 22 da Carta de Conjuntura nº 64. Brasília: Ipea, 2024.

KLOSTERMAN, R. E.. Lessons Learned About Planning. Journal of the American Planning Association. V. 79, pp 161-169. 2013 Disponível em: <https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/01944363.2013.882647>, Acesso em dezembro de 2024.

LIGHT. Encaminhamento de Cheias no Rio Piraí, GTAOH/CEIVAP, Reunião de 12/12/2016. Disponível em: <https://www.agevap.org.br/gtaoh/apresentacao-light-14-16.pdf>. Acesso em novembro de 2024.

MDR - MINISTÉRIO DO DESENVOLVIMENTO REGIONAL. (2022) 3º Boletim de Monitoramento do Plano Nacional de Segurança Hídrica. Ministério do Desenvolvimento Regional Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico. Brasília-DF.

OCDE - ORGANIZAÇÃO PARA A COOPERAÇÃO E DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO. Estudos Econômicos da OCDE: Brasil 2023. OCDE, 2023.

OMM - ORGANIZAÇÃO METEOROLÓGICA MUNDIAL. The State of the Global Climate 2023. Genebra: OMM, 2024.

PERH-SP - Plano Estadual de Recursos Hídricos do Estado de São Paulo. 2017. Disponível em: https://drive.google.com/drive/folders/1cIU-94JR9qxzvJdECN_ooKmS3kLxcBV2. Acesso em dezembro de 2024.

PERHI-RJ – Plano Estadual de Recursos Hídricos do Estado do Rio de Janeiro. Relatório Síntese. INEA; Secretaria do Ambiente, COPPETEC. 2014 Disponível em: PERHI-RJ Relatório Síntese. Acesso em dezembro de 2024.

PDRH-MG – Plano Diretor de Recursos Hídricos do Estado de Minas Gerais. IGAM. 2017. Disponível em: <https://igam.mg.gov.br/w/planos-diretores-de-recursos-hidricos>. Acesso em dezembro de 2024.

PIRH-PS – Plano Integrado de Recursos Hídricos da Bacia do Rio Paraíba do Sul. Resumo Executivo do PIRH Paraíba do Sul. 2017. Disponível em https://sigaceivap.org.br/publicacoesArquivos/ceivap/arq_pubMidia_Processo_030-2018_PF02.pdf. Acesso em dezembro de 2024.

PROJETO MAPBIOMAS. Coleção 9 da Série Anual de Mapas de Cobertura e Uso da Terra do Brasil. 2023. Disponível em: <https://brasil.mapbiomas.org/colecoes-mapbiomas/>. Acessado em dezembro de 2024.

SDI & PNUD. Estudo de Caso ACB Infraestrutura Hídrica: Tipologia Controle de Cheias – Complexo de Barragens Muriaé. Brasília: Secretaria de Desenvolvimento da Infraestrutura (SDI/SEPEC/ME) e Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento (PNUD), com apoio técnico do Consórcio ENGECORPS-CERES, 2021.

SIMA - Secretaria de Infraestrutura e Meio Ambiente de São Paulo. Plano Estadual de Recursos Hídricos 2020-2023. 2020. Disponível em: <https://sigrh.sp.gov.br/corhi/planoestadualderecursosohidricos>. Acesso em novembro de 2024.

TÁVORA, F. L.; FRANÇA, F. F.; LIMA, J. R. P. A. Impactos das Mudanças Climáticas na Agropecuária Brasileira, Riscos Políticos, Econômicos e Sociais e os Desafios para a

Segurança Alimentar e Humana. Brasília: Núcleo de Estudos e Pesquisas/CONLEG/Senado, dezembro 2022 (Texto para Discussão nº 313).

WWA - WORLD WEATHER ATTRIBUTION. Climate Change, El Niño, and Infrastructure Failures Behind Massive Floods in Southern Brazil. 2024. Disponível em: <https://www.worldweatherattribution.org/climate-change-made-the-floods-in-southern-brazil-twice-as-likely/>. Acesso em outubro de 2024.

APÊNDICES

APÊNDICE A. ESPACIALIZAÇÃO DAS DEMANDAS HÍDRICAS POR OTTOBACIAS – CENA ATUAL

APÊNDICE B. SÍNTESE DOS PROGNÓSTICOS DOS PLANEJAMENTOS REFERENCIAIS EM RECURSOS HÍDRICOS

Plano Integrado de Recursos Hídricos da Bacia Hidrográfica do Rio Paraíba do Sul – PIRH Paraíba do Sul

O atual Plano Integrado de Recursos Hídricos da Bacia Hidrográfica do Rio Paraíba do Sul (PIRH-PS), publicado em junho de 2021, é considerado como uma das fontes de informações mais completas disponíveis hoje sobre a região. O relatório complementa e finaliza versões anteriores, que incluem o PIRH-PS para o horizonte 2007-2010 e uma atualização do Plano em 2012-2016. A versão mais recente abrange o período de 2021 a 2036.

Para a elaboração do prognóstico, descrito nos capítulos do PIRH-PS, foram consideradas diferentes instâncias de dados e esferas de análise, compondo uma metodologia em cinco etapas: (i) análise de cenários econômicos, de planos e programas setoriais, e do contexto de gestão dos recursos hídricos em escala nacional e global, quando pertinente; (ii) Configuração de cenários para a bacia do Paraíba do Sul; (iii) Determinação do comportamento das demandas e de outros fatores em cada cenário e avaliação de condições hidrológicas críticas; (iv) Elaboração dos balanços hídricos qualiquantitativos nos cenários futuros; e (v) Avaliação de estratégias de compatibilização.

A primeira etapa, de análise de dados existentes e cenários econômicos, considerou os seguintes estudos de prognósticos de tendências globais e nacionais (apud PIRH-PS, 2021):

- Tendências globais 2030: U.S. National Intelligence Council (2012), cenários mundiais para 2030;
- Megatendências globais, elaborado por um painel de especialistas reunidos pelo Instituto de Pesquisas Econômicas Aplicadas – IPEA, em 2015;
- Cenários Brasil 2035: Instituto de Pesquisas Econômicas Aplicadas (IPEA, 2017), cenários brasileiros para 2035;
- Tendências para a economia brasileira no período 2015-2024, elaborado pela Empresa de Pesquisas Energéticas (2015); e
- EPE – Empresa de Pesquisa Energética, Cadernos de Economia, Ano I, no. I, fevereiro de 2018.

Embora a publicação do Plano tenha ocorrido no ano de 2021, o estudo de cenarização foi realizado em 2018. Diversas modificações ocorreram desde essa data, não menos pela pandemia por COVID-19 iniciada em 2020.

Na elaboração dos cenários prospectivos para a Bacia do Paraíba do Sul no PIRH-PS 2022-2036, foram adotadas as mesmas premissas definidas na versão anterior, resultando em três cenários futuros: Tendencial, de Maior e de Menor Dinâmicas Econômicas, por sua vez, baseados nos cenários referencial, superior e inferior elaborados pela EPE em estudo de 2018.

O relatório aponta que mesmo que tais cenários tenham escopo nacional, é observada a representação de uma economia mais dinâmica e intensa no consumo de energia elétrica, perfil que condiz com as características da bacia do Paraíba do Sul. Assim, os cenários elaborados para o PIRH-PS resultam da projeção dos cenários brasileiros propostos pela EPE para a bacia de estudo. O Quadro 0-1 apresenta as premissas de cada cenário prospectivo.

Quadro 0-1 – Cenários prospectivos adotados no PIRH-PS 2022-2036.

Cenário	Descrição
Cenário de Menor Dinâmica Econômica	As reformas estruturais e investimentos são realizados com intensidade inferior à dos demais cenários, as contas públicas pioram. Continua a produção de commodities e produtos alimentícios não processados, sem eficiência e inovação. PIB cresce a 2,2% ano. Retração no setor agropecuário por falta de crédito. Indústria cresce pouco e não inova, não cria empregos. Índices de perdas não melhoram, não são realizados investimentos significativos no tratamento de esgotos.
Cenário Tendencial	A economia cresce de modo gradual, há carência de inovação, falta de entendimento político não permite reformas que tragam melhorias abrangentes. PIB cresce em média 2,9% ano. Agricultura consegue alguns avanços de eficiência no uso da água e possível migração para culturas não irrigadas. A indústria investe em eficiência. Alguns investimentos no tratamento de esgotos, mas a remoção de carga poluidora não será prioridade.
Cenário de Maior Dinâmica Econômica	As reformas são realizadas de forma mais efetivas do que no Cenário Tendencial, promovendo um maior avanço na produtividade total da economia. PIB cresce em média 3,4% ao. A indústria se recupera e inova contribuindo para aumento do PIB. Agropecuária se desenvolve, se aprimora e demanda mais água. População cresce mais que a tendência, investimentos em tratamento de esgotos e redução de perdas.

Fonte: PIRH-PS, 2021.

Projeções de população, urbana e rural, foram obtidas por meio de tendência linear com base em séries de 18 anos, registradas ou projetadas, por Unidades de Planejamento. A mesma metodologia foi aplicada para a projeção do VAB industrial e da demanda da criação de animais, porém, aplicando-se séries de 11 anos, de 2005 a 2015 para a indústria e de 2006 a 2016 para a pecuária.

Já para a projeção de áreas irrigadas, o Plano adotou a mesma abordagem do Atlas de Irrigação (ANA, 2017), sem detalhar no relatório os parâmetros aplicados. O documento utilizado pelo PIRH-PS, da Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico, traz além de estimativas de expansão da área irrigada no país, um cenário tendencial para o setor no

horizonte de 2030⁶⁶. O cenário projetado assume que políticas públicas e condições de financiamento e fomento à agricultura irrigada irão permanecer similares no médio prazo, com possíveis alterações expressivas não resultando em efeitos de larga escala, de forma que as tendências observadas no passado recente e na conjuntura a época foram utilizadas para projeções dos próximos 15 anos.

O Quadro 0-2 apresenta a metodologia descrita no Atlas de Irrigação (2017) e projeções correspondentes, utilizados pelo PIRH-PS.

Quadro 0-2 – Projeções de área irrigada no cenário tendencial para 2030 adotadas no Atlas de Irrigação.

Cultura/Sistema	Prognóstico	2015 (Mha)	2030 (Mha)	Crescimento 2015-2030 (%)
Arroz inundado	Incremento anual de área obtido pelas taxas médias de curto (2006-2014) e médio (2000-2014) prazos (PAM/IBGE) da cultura, por mesorregião. Embrapa Arroz e Feijão (2016): série histórica de área de arroz inundado (1986-2015), por UF. Perspectivas Conab (2016)	1,54	1,76	14,00
Cana-de-açúcar	Incremento anual de área obtido pelas taxas médias de curto (2006-2014) e médio (2000-2014) prazos (PAM/IBGE) da cultura, por mesorregião. CSEI/Abimaq (2016): série histórica de área irrigada mecanizada (2000-2016), nacional	2,07	2,80	35,00
Demais Culturas - Pivôs centrais	Incremento anual de área obtido pela tendência da área de pivôs observada em 2006 (Censo/IBGE) e em 2014 (ANA & Embrapa, 2016), por mesorregião. CSEI/Abimaq (2016): série histórica de área irrigada de pivôs (2000-2016), nacional	1,39	2,89	107,00
Demais Culturas - Outros Sistemas	Incremento anual de área obtido pela tendência da área, exceto pivôs, observada em 2006 (Censo/IBGE) e em 2014 (ANA & Embrapa, 2016), por mesorregião. CSEI/Abimaq (2016): série histórica de área irrigada mecanizada (2000-2016), exceto pivôs, nacional	2,01	2,77	0,38
Total		6,95	10,09	47

Fonte: ANA, 2017, apud PIRH-PS, 2021.

Para a estimativa das demandas hídricas na Bacia do Paraíba do Sul, o PIRH-PS 2022-2036 atualizou e consolidou o Diagnóstico de Recursos Hídricos aprovado e publicado pelo Comitê de Integração da Bacia Hidrográfica do Rio Paraíba do Sul (CEIVAP) em 2015. Em decorrências das demandas estimadas anteriormente não estarem especializadas por ottobacia, mas por municípios e Unidade de Planejamento, a nova versão do Plano adotou os dados publicados pela ANA no Sistema Nacional de Informações sobre Recursos Hídricos (SNIRH), também referentes ao ano de 2015, para os setores de Abastecimento (urbano e rural), Indústria, Irrigação e Criação de Animais em conjunto com estimativas fornecidas pela

⁶⁶ Nota: o Atlas Irrigação foi atualizado na edição de 2021 (ANA, 2021), que expande a modelagem utilizada e apresenta taxas de crescimento tendencial até o ano de 2040.

própria Agência para os setores de Geração de Energia Termelétrica e Mineração, não incluídos no SNIRH. Além das demandas setoriais, destacam-se duas demandas de uso não-consuntivo provenientes de transposições entre bacias (Gandu/RJ e PCJ/SP).

O Quadro 0-3 apresenta os resultados das estimativas de demandas hídricas na Bacia Hidrográfica do Rio Paraíba do Sul apresentadas no PIRH-PS mais recente.

Quadro 0-3 – Estimativas de demanda hídrica com base em dados do SNIRH de 2015.

Unidade de Planejamento	Estimativas de demanda hídrica (m ³ /s)								
	Urbana	Rural	Indústria	Termoelétricas	Mineração	Irrigação	Criação Animal	Transposição	Total
Paraíba do Sul (SP)	5,70	0,22	4,40	1,11	0,05	2,36	0,41	5,13	14,26
Preto Paraibuna (MG)	1,74	0,05	2,18	0,06	0,01	0,15	0,19	-	4,37
COMPÉ (MG)	1,92	0,20	0,85	0,00	0,03	1,63	0,50	-	5,13
Médio Paraíba do Sul (RJ)	2,59	0,08	7,62	0,00	0,01	0,23	0,21	120	10,74
Piabanha (RJ)	1,23	0,10	0,09	0,00	0,01	0,89	0,09	-	2,41
Rio Dois Rios (RJ)	0,72	0,08	0,03	0,00	0,01	0,97	0,19	-	2,00
Baixo Paraíba do Sul (RJ)	2,02	0,18	1,53	0,63	0,01	6,62	0,49	-	11,48
Sub-Bacia Rio Pirai (RJ)	0,17	0,01	0,18	0,00	0,00	0,02	0,03	-	0,40
Total	16,09	0,92	16,89	1,80	0,12	12,86	2,11	-	50,79

Fonte: PIRH-PS, 2021.

Para a consolidação das demandas hídricas futuras na etapa de prognóstico, o PIRH-PS detalha as premissas adotadas para as taxas de crescimento de demandas para população urbana e rural, indústria, irrigação e criação de animais, nos três cenários empregados: tendencial, maior dinâmica econômica e menor dinâmica econômica, apresentadas no Quadro 0-4.

Quadro 0-4 – Premissas adotadas para a aplicação de taxas de crescimento de demandas hídricas por setor usuário e cenário prospectivo.

Setor Usuário	Premissas dos cenários
População urbana	<ul style="list-style-type: none"> ○ Tendencial: população urbana mantém-se em leve acréscimo com taxas geométricas de crescimento anual baixas com tendência de estabilidade em algumas UPs ou de reduzir em outras, com a maioria das UPs apresentando taxas superiores às dos Estados. ○ Maior dinâmica econômica: Em um cenário de melhor economia, especialmente liderado pelo setor industrial, a bacia atrairia população em busca dos empregos ofertados, com efeito maior nas UPs mais populosas. Para tanto foram incrementados os valores de Taxas Geométricas de Crescimento Populacional Anual (TGCA's), aplicando-se o quociente da população na UP e da população total da bacia, multiplicado pela TGCA da bacia no período anterior. ○ Menor dinâmica econômica: Aplicada uma lógica diametralmente oposta daquela aplicada no cenário de Maior dinâmica econômica.
População rural	<ul style="list-style-type: none"> ○ Tendencial: populações rurais seguem a tendência decrescente com taxas geométricas de crescimento negativas, com a exceção da UP Paraíba do Sul (trecho Paulista), que cresce levemente. ○ Maior dinâmica econômica: TGCA's da população rural foram projetadas simplesmente subtraindo os valores da correção ajustada para a população urbana das

Setor Usuário	Premissas dos cenários
	<p>TGCA's da população rural do Cenário Tendencial, representando que população rural é atraída para o meio urbano em busca de empregos e renda.</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ Menor dinâmica econômica: valores de correção foram somados às TGCA's da população no Cenário Tendencial para representar o efeito de uma redução menos acelerada
Indústria	<ul style="list-style-type: none"> ○ Tendencial: no cenário tendencial, as projeções para a indústria foram as que apresentaram maiores variações entre as taxas de crescimento das UPs, que na maioria das UPs apresentou crescimento do VAB superior ao VAB brasileiro. ○ Maior dinâmica econômica: para projeção do VBA industrial neste cenário foram consideradas as projeções do aumento do PIB industrial para o Brasil nos cenários Referencial e Superior da EPE (2018). Estes percentuais de incremento entre as TGCA's dos Cenários Referencial e Superior da EPE (2018) foram aplicados às TGCA's do Cenário Tendencial para se obter as TGCA's do Cenário de Maior Dinâmica Econômica das UPs do rio Paraíba do Sul. ○ Menor dinâmica econômica: de forma análoga ao cenário de Maior Dinâmica Econômica, para o cenário de Menor Dinâmica Econômica, foram consideradas as projeções do aumento do PIB industrial para o Brasil nos cenários Referencial e Inferior da EPE (2018), aplicando-se os percentuais de incremento às TGCA's do Cenário Tendencial.
Irrigação	<ul style="list-style-type: none"> ○ Tendencial: estimativa de áreas irrigadas em 2015 e as suas projeções para 2030 informadas no Atlas de Irrigação da ANA (2017). Tendo por base os valores de áreas irrigadas informados pela ANA (2015), foram obtidos os incrementos anuais de área irrigada em cada categoria e UP, supondo que seus valores seriam constantes (taxas aritméticas). ○ Maior dinâmica econômica: para este cenário, adotou-se procedimento análogo ao que foi adotado para os VAB's Industriais. Os percentuais foram aplicados aos incrementos anuais de área irrigada em cada UP no Cenário Tendencial para obtenção dos mesmos incrementos no Cenário de Maior Dinâmica Econômica, por tipo de cultura ou método de irrigação. ○ Menor dinâmica econômica: de forma análoga ao cenário de Maior Dinâmica Econômica, para o cenário de Menor Dinâmica Econômica, percentuais (negativos, como devem ser em situação de menor dinâmica econômica) foram aplicados aos incrementos anuais de área irrigada, em cada UP, no Cenário Tendencial.
Criação de animais	<ul style="list-style-type: none"> ○ Tendencial: foram consideradas as tendências lineares dos últimos 11 anos, a partir do registro de rebanhos apresentado pelo IBGE de 2006 a 2016. Adotou-se a ponderação 2 para o valor do ano anterior e 1 para o valor tendencial, para suavizar as projeções. As taxas calculadas resultaram inferiores às taxas de crescimento do VAB Agropecuário Brasileiro, o que está relacionada a menor significância da pecuária em relação à agricultura nesta bacia. ○ Maior dinâmica econômica: TGCA's obtidas pelas projeções do Cenário Tendencial foram acrescidas pelos mesmos percentuais oriundos das prospecções da EPE (2018) para os cenários Referencial e Superior. ○ Menor dinâmica econômica: TGCA's obtidas pelas projeções do Cenário Tendencial foram subtraídas pelos mesmos percentuais, oriundo das prospecções da EPE (2018) para os cenários Referencial e Inferior

Fonte: baseado em PIRH-PS, 2021.

Os resultados das projeções de demandas hídricas são então apresentados para toda a bacia e para os horizontes de planejamento de curto (2023), médio (2028) e longo prazo (2033). Além das demandas futuras em cada cenário prospectivo, o Plano traz uma estimativa da demanda total caso fossem aplicados índices de eficiência do uso da água, apresentados no Quadro 0-5:

Quadro 0-5 – Demandas hídricas (m³/s) da Bacia Hidrográfica do Rio Paraíba do Sul para os cenários prospectados.

Cenário prospectivo	Demanda hídrica (m³/s) por ano da projeção		
	2023	2028	2033
Menor Dinâmica Econômica	63,06	69,18	76,37
Tendencial	65,53	73,62	82,12
Maior Dinâmica Econômica	67,29	76,51	86,60
Menor Dinâmica Econômica (com eficiência)	62,43	67,41	73,22
Tendencial (com eficiência)	63,71	70,19	76,45
Maior Dinâmica Econômica (com eficiência)	64,42	70,61	77,21

Fonte: baseado em PIRH-PS, 2021.

Apesar de não apresentar, no corpo do relatório ou em seus apêndices, as demandas projetadas detalhadas por setor usuário, o Plano destaca que até 2023 as maiores demandas correspondem ao setor industrial, abastecimento urbano e irrigação, porém, nos anos seguintes, a demandas hídricas para irrigação passam a superar as de abastecimento urbano em todos os cenários considerados.

O PIRH-PS apresenta ainda uma seção na qual detalha os resultados do processo participativo que consolidou de um conjunto de programas e ações a serem executadas na Bacia do Rio Paraíba do Sul. Assim, o Plano traz seis agendas abordando macro temas centrais para o gerenciamento integrado da água na Bacia, sendo elas:

- **Gestão de Recursos Hídricos:** compatibilização dos interesses internos e externos da bacia, tendo em vista às transposições de água já existentes, ao aperfeiçoamento dos instrumentos de gestão;
- **Recursos Hídricos:** compatibilização entre oferta e demanda de água, em quantidade e qualidade;
- **Saneamento Urbano e Rural:** ampliação e aperfeiçoamento dos sistemas de abastecimento de água, esgotamento sanitário, das áreas de disposição dos resíduos sólidos e dos sistemas de macrodrenagem;
- **Infraestrutura Verde:** planejamento territorial e intervenções na paisagem;
- **Produção de Conhecimento:** estudos a serem desenvolvidos na bacia, tendo em vista as lacunas ou impactos identificados; e
- **Comunicação e Educação Ambiental:** planejamento estratégico e tático-operacional periódicos para as ações de comunicação e educação ambiental.

Dentre os programas e ações propostos, destaca-se os esforços para aprimorar os cadastros de outorga e uniformizar as plataformas que operacionalizam o instrumento de outorga na Bacia, além da realização de estudos para incluir a cobrança pelo uso da água. Adicionalmente, são previstos também estudos de alternativas para o equacionamento de

problemas de balanço hídrico quali-quantitativo, como novos barramentos e transposições internas. Ainda, o Plano não define intervenções específicas que tenham o objetivo de aumentar ou alterar a disponibilidade hídrica na Bacia.

Plano Estadual de Recursos Hídricos do Estado de São Paulo - PERH SP

O Plano Estadual de Recursos Hídricos do Estado de São Paulo (PERH SP) abrange um horizonte temporal direto e imediato de 4 anos, porém aborda também horizontes de médio e longo prazo. A versão mais recente do Plano inclui o período 2024-2027, além de analisar a conjuntura para os anos 2035 e 2050. Em seu volume de prognóstico, são detalhados os subsídios para estabelecimento de cenários, bem como as prospecções setoriais e de demandas. O PERH SP se destaca por seu detalhamento e disponibilidade de dados atualizados.

Para as projeções populacionais, foram empregados dados demográficos elaborados pela Fundação SEADE, que produziu informações detalhadas para todos os municípios do Estado de São Paulo para o horizonte de 2050. Os resultados foram disponibilizados em valores totais, além dos limites inferior e superior, ao contrário das projeções do IBGE para o período 2010 - 2060 publicadas em 2019, que apenas apresentam a população total projetada por Unidade Federativa⁶⁷. Os resultados de ambas as projeções são apresentados no Quadro 0-6.

Quadro 0-6 – Dados de Projeção Populacional SEADE e IBGE.

Fonte de informação	Número de habitantes			
	2017	2023	2035	2050
População Total Projetada SEADE	43.674.533	45.404.900	47.389.567	47.203.417
Limite Inferior SEADE	43.296.958	44.464.481	44.770.782	41.834.078
Limite Superior SEADE	44.694.432	47.344.274	50.822.276	52.285.465
População Urbana SEADE	42.090.776	43.878.825	45.968.797	45.922.734
População Total Projetada IBGE	45.149.603	47.333.288	50.330.107	51.405.978

Fonte: PERH SP, 2020.

A projeção adotada como hipótese do Plano, de população total do Estado obtida pela SEADE, aponta que o pico de população ocorre no ano de 2040. Para a UGRHI 2, referente à porção paulista da bacia do Rio Paraíba do Sul, os picos populacionais identificados são apresentados no

⁶⁷ Nota: o documento não faz uso dos dados do Censo Demográfico de 2022.

Adicionalmente, foi também calculada, a partir da mesma projeção, a Taxa Geométrica de Crescimento Anual (TGCA), apresentada no Quadro 0-8. A Figura 0-1 traz ainda os resultados da projeção de população para a UGRHI 2.

Quadro 0-7 – Picos populacionais na UGRHI 2 para os cenários SEADE.

População Total (hab)	Ano pico	População Lim. Inferior (hab)	Ano pico	População Lim. Superior (hab)	Ano pico	População Urbana (hab)	Ano pico
2.339.597	2040	2.204.663	2030	2.627.722	2050	2.215.072	2040

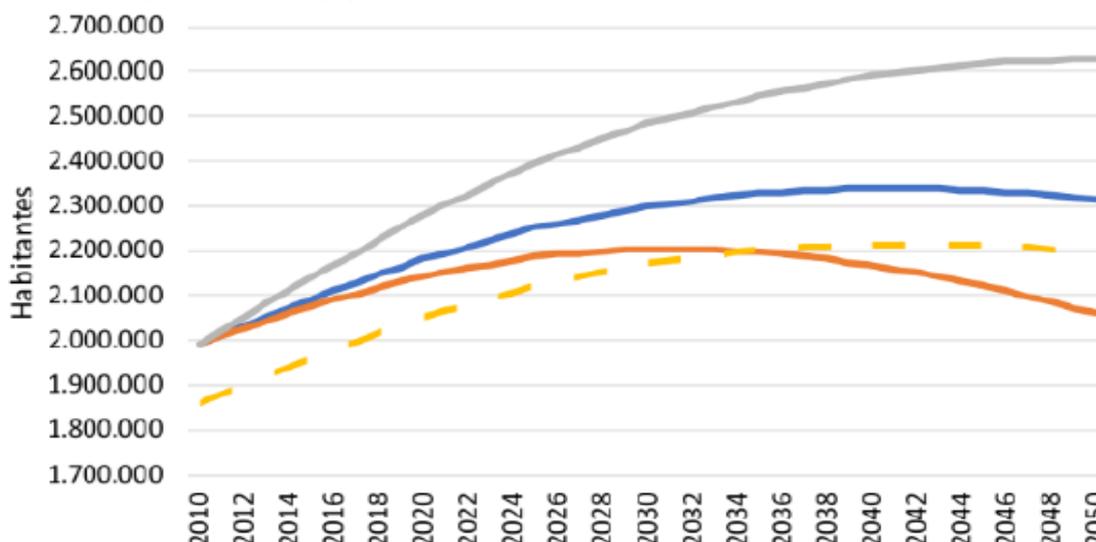
Fonte: PERH SP, 2020.

Quadro 0-8 – TGCA (%) na UGRHI 2 calculada com base nas projeções SEADE.

2010-2017 N=6	2017-2023 N=7	2023-2035 N=12	2035-2050 N=15
0,94	0,73	0,39	-0,04

Fonte: PERH SP, 2020.

Figura 0-1 – Projeção populacional no horizonte 2050 para a UGRHI 2.



Fonte: reproduzido de PERH SP, 2020.

A partir da área de cada UGRHI definidas pelo DAEE em 2019, o estudo calcula a densidade demográfica, apresentada no Quadro 0-9. O Fonte: PERH SP, 2020.

Quadro 0-10 traz as taxas de urbanização.

Quadro 0-9 – Densidade Demográfica da População total para a UGRHI 2.

Ano	2010	2015	2020	2025	2030	2035	2040	2045	2050
Densidade (hab./km ²)	137,91	144,89	150,99	155,82	159,14	161,17	161,95	161,67	160,25

Fonte: PERH SP, 2020.

Quadro 0-10 – Taxa de urbanização da população total para a UGRHI 2.

Ano	2010	2015	2020	2025	2030	2035	2040	2045	2050
Taxa de urbanização (%)	93,36	93,72	94,00	94,22	94,41	94,55	94,68	94,78	94,87

Fonte: PERH SP, 2020.

Projeções de uso e cobertura da terra foram obtidas com base na tendência observada nos mapeamentos de cobertura da terra do IBGE para os anos de 2000, 2010, 2012, 2014 e 2016.

Ainda, de forma complementar, foram analisados diferentes estudos para entendimento de alterações históricas e tendências atuais e futuras nos setores agrícola e de usos urbanos, entre eles (apud PERH SP, 2020):

- Pesquisas Agropecuárias Municipais do IBGE, publicado pelo IBGE em 2019;
- Censo Agropecuário, publicado pelo IBGE em 2019;
- Zoneamento Agroambiental do Setor Sucroalcooleiro do Estado de São Paulo de 2009;
- Estudo de Dinâmica Territorial da Produção Agropecuária: A Geografia da Cana-de-Açúcar, publicado pelo IBGE em 2017;
- Levantamento da Agricultura Irrigada por Pivôs Centrais no Brasil 1985-2017, publicado pela ANA em 2019; e
- Planos de Desenvolvimento Urbano Integrado (PDU) disponíveis, publicados em 2017 e 2018 pela EMPLASA e em 2019 pelo Conselho de Desenvolvimento da Região Metropolitana de São Paulo – CDRMSP.

Os resultados das projeções indicaram a continuidade da expansão de áreas agrícolas no estado, com avanço sobre áreas anteriormente ocupadas por pastagens com manejo, enquanto áreas urbanas apresentaram pouca alteração. Na região do Paraíba do Sul há um crescimento dos mosaicos de ocupação em área florestal, além de um crescimento nas áreas artificiais, agrícolas e de silvicultura em conjunto com redução na vegetação florestal. O Quadro 0-11 traz os resultados para a UGRHI 2.

Quadro 0-11 – Detalhamento dos Resultados da Projeção do Uso e Cobertura da Terra para a UGRHI 2.

Ano	Resultado da projeção (ha)									
	Área artificial	Área agrícola	Pastagem com manejo	Mosaico em área florestal	Silvicultura	Vegetação florestal	Área úmida	Vegetação Campestre	Mosaico em área campestre	Corpo d'água continental
2016	560	340	4,39	4,46	941	3,13	0	528	18	97
2023	564	346	4,39	4,50	961	3,06	0	527	19	97
2035	568	352	4,39	4,58	954	2,97	0	526	20	97
2050	572	357	4,39	4,58	967	2,95	0	526	20	97

Fonte: PERH SP, 2020.

O Plano destaca ainda a conjuntura de saneamento básico, resíduos sólidos, drenagem urbana e disponibilidade hídrica na região para, na sequência, apresentar os resultados de estimativas de demandas atuais e projeções futuras para os setores de abastecimento

urbano, abastecimento industrial, irrigação e dessedentação animal. Para a estimativa das demandas foram empregados dados provenientes de cadastros de outorga da ANA e do DAEE em conjunto com metodologias específicas para estimar as vazões requeridas por cada setor. A partir desse levantamento, o Quadro 0-12 apresenta a vazão outorgada na UGRHI 2, enquanto o Quadro 0-13 traz os resultados de demandas atuais estimadas para o mesmo ano.

Quadro 0-12 – Vazões outorgadas (m³/s) na UGRHI 2 no ano base de 2017.

Abastecimento público	Indústria	Rural	Soluções alternativas e outros usos ⁶⁸	Demanda Total/Uso
12,19	5,67	5,55	0,79	24,20

Fonte: PERH SP, 2020.

Quadro 0-13 – Demandas estimadas (m³/s) na UGRHI 2 no ano base de 2017.

Abastecimento Urbano	Uso Industrial	Irrigação	Dessedentação animal	Soluções alternativas e outros usos	Total
6,30	5,67	2,18	0,44	0,79	15,38

Fonte: PERH SP, 2020.

Para a projeção das demandas por recursos hídricos, o Plano considerou três cenários prospectivos: (i) Tendencial, no qual é considerada a tendência de crescimento das demandas e de evolução populacional, além das ações e políticas atuais; (ii) Limite Inferior, no qual são consideradas medidas para a gestão das demandas com o objetivo de redução destas; (iii) Limite Superior, no qual é assumida a premissa de aumento das demandas, sem considerar ações de gestão ou controle. O Quadro 0-14 abaixo apresenta as principais premissas de cada cenário por setor usuário considerado e o Quadro 0-15 subsequente consolida os resultados das demandas estimadas para a UGRHI 2.

Quadro 0-14 – Premissas adotadas para a projeção das demandas nos cenários prospectivos adotados no PERH SP.

Setor Usuário	Premissas adotadas
Abastecimento urbano	<ul style="list-style-type: none"> ○ Tendencial: variação da demanda ao longo dos anos se dará em função do crescimento populacional observado na projeção realizada pela Fundação SEADE (2017), aplicando-se o consumo per capita de 2017. Metas de redução no índice de perdas na distribuição variam entre 20 e 35%. ○ Limite inferior: redução no consumo per capita através de decréscimo progressivo de consumo, conforme proposto pelo Plano Diretor de Aproveitamento de Recursos Hídricos para a Macrometrópole Paulista (DAEE, 2013a), equivalente a 5% em relação ao cenário tendencial, para o final de planejamento em 2050. Metas de redução no índice de perdas na distribuição variam entre 20 e 29%. ○ Limite superior: não foram consideradas reduções no consumo nem medidas de controle de perdas para os municípios. Metas de redução no índice de perdas na distribuição variam entre 20 e 40%.

⁶⁸ O uso identificado como “Soluções alternativas e outros usos” no Quadro, se referem à poços destinados ao abastecimento de hotéis, condomínios, clubes, hospitais, shoppings centers, entre outros, para os cadastros do DAEE e à termoelétricas, obras hidráulicas, entre outros, no para os cadastros da ANA.

Setor Usuário	Premissas adotadas
Uso Industrial	<ul style="list-style-type: none"> ○ Tendencial: análise da série histórica de vazões outorgadas pelo DAEE, desconsiderando-se outorgas de grande porte por estas não serem necessariamente outorgadas no futuro em função dos avanços tecnológicos e das políticas de reúso. ○ Limite inferior: redução no consumo de água pela inserção de ações nas indústrias, como a implementação de reúso, aproveitamento de águas pluviais, troca de equipamentos antigos por máquinas mais eficientes e a implantação de políticas de Produção Mais Limpa, sendo adotada uma taxa de abatimento da demanda total de 30%, aplicada progressivamente até 2050 em três períodos: 2017-2023 – 10%; 2024-2035 – 20%; 2036-2050 – 30%. ○ Limite superior: considerado um incremento adicional no crescimento das indústrias com base na taxa de crescimento observada no cenário tendencial, adotando-se o aumento no cenário de Limite superior como 30% sobre o crescimento observado em cada período no cenário tendencial: 2017-2023 – 1,05%; 2024-2035 – 1,32%; 2036-2050 – 1,17%.
Irrigação	<ul style="list-style-type: none"> ○ Tendencial: utilizado o estudo “Atlas de Irrigação: Uso da Água na Agricultura Irrigada”, publicado pela ANA em 2017, que apresenta projeções até o ano 2030. Para a projeção até 2050, foi aplicada uma taxa de crescimento médio constante obtida com base nos valores observados. ○ Limite inferior: aplicação de mudanças tecnológicas, de eficiência dos sistemas de irrigação e ações de gestão, como por exemplo, a cobrança pelo uso da água sendo adotada uma taxa de abatimento da demanda total de 15%, aplicada progressivamente até 2050 em três períodos: 2017-2023 – 5%; 2024-2035 – 10%; 2036-2050 – 15%. ○ Limite superior: considerado um incremento adicional no crescimento das vazões irrigadas com base na taxa de crescimento observada no cenário tendencial, adotando-se o aumento no cenário de Limite superior como 30% sobre o crescimento observado em cada período no cenário tendencial: 2017-2023 – 2,73%; 2024-2035 – 5,67%; 2036-2050 – 8,61%.
Dessedentação animal	<ul style="list-style-type: none"> ○ Tendencial: análise das séries históricas dos dados da Pesquisa Pecuária Municipal (PPM/IBGE30) de 1974 até 2018, sendo estipuladas tendências de crescimento para a projeção dos dados no futuro a partir da metodologia de Previsão de Suavização Exponencial. ○ Limite inferior: dado que a demanda para este tipo de uso é bastante descentralizada e representa 2,59% da demanda total estimada, foi considerado que não há necessidade de se aplicar premissas e ações com o objetivo de redução desta demanda. ○ Limite superior: como nos outros cenários, entende-se que qualquer alteração feita na demanda para este uso não afetará significativamente a demanda total, mantendo-se a tendência estimada inicialmente.

Fonte: PERH SP, 2020.

Quadro 0-15 – Resultados da estimativa de demanda hídrica para os anos de 2023, 2035 e 2050 na UGRHI 2.

Cenário	Horizonte temporal	Demandas (m ³ /s) por Setores Usuários				
		Abastecimento Urbano	Uso Industrial	Dessedentação Animal	Soluções Alternativas e Outros Usos	Irrigação
Tendencial	2023	6,56	5,79	0,44	0,79	1,40
	2035	6,58	5,97	0,45	0,79	1,06
	2050	6,36	6,10	0,47	0,79	0,80
Limite Inferior	2023	6,40	5,21	0,44	0,79	1,33
	2035	6,14	4,78	0,45	0,79	0,95
	2050	5,63	4,27	0,47	0,79	0,64
Limite Superior	2023	6,65	5,85	0,44	0,79	1,44
	2035	6,85	6,05	0,45	0,79	1,12
	2050	6,81	6,17	0,47	0,79	0,81

Fonte: PERH SP, 2020.

Em relação a possíveis intervenções de infraestrutura no estado, não foram identificadas no PERH-SP obras específicas que representassem impactos diretos na disponibilidade hídrica da Bacia do Rio Paraíba do Sul

Plano Estadual de Recursos Hídricos do Estado de Minas Gerais - PERH MG

O atual Plano Estadual de Recursos Hídricos do Estado de Minas Gerais (PERH MG) foi aprovado e publicado em 2011 e se destaca pela análise detalhada de Políticas, Programas, Projeto e Planos existentes para a região, incluindo Planos de Recursos Hídricos de Bacias Hidrográficas, bem como a relação estratégica com diretrizes em âmbito nacional. A porção mineira do Rio Paraíba do Sul corresponde aos Rios Preto e Paraibuna e aos Rios Pomba e Muriaé.

O horizonte temporal do Plano abrange um período de 20 anos (2011 - 2030). A estimativa das demandas hídricas atuais assumiu como unidade de análise os municípios do estado, tendo como abordagem o levantamento de usos consuntivos, que incluem as atividades de abastecimento humano, indústria, agricultura (irrigação), pecuária (dessedentação e manejo) e mineração, e usos não consuntivos, (atividades de geração de energia e navegação).

O Quadro 0-16 apresenta as bases de dados empregadas para a articulação das demandas hídricas atuais e o Quadro 0-17 traz as demandas outorgadas e retornos para as Unidades de Planejamento Hidrográfico afluentes do Rio Paraíba do Sul inseridas no estado de Minas Gerais. Nota-se que os anexos do Plano, que contêm informações detalhadas por município, não são disponíveis de forma acessível.

Quadro 0-16 – Fontes de dados empregadas para a articulação das demandas hídricas atuais no PERH MG.

Tipo de uso	Fonte
Abastecimento humano	Índices per capita de demanda hídrica dos municípios do SNIS (2007); Censo populacional IBGE.
Indústria	Cadastro de outorga do IGAM referente ao período de 2002 a 2009.
Irrigação	Projetada para o ano de 2007 a partir do Caderno de Recursos Hídricos: disponibilidades e demandas de recursos hídricos no Brasil, publicado pela ANA em 2005, e do Censo Agropecuário, publicado pelo IBGE em 1996.
Pecuária: Dessedentação Animal e Manejo	Produção Agropecuária Municipal, publicada pelo IBGE em 2007 e demanda unitária de cada tipo de animal.
Mineração	Informações referentes às vazões captadas contidas no cadastro de outorga do IGAM, no período de 2002 a 2008, somadas as extrações de água mineral segundo o Anuário Mineral Brasileiro, publicado pelo DNPM, referente ao ano de 2006.

Fonte: PERH MG, 2011.

Quadro 0-17– Demandas com base nas vazões outorgadas e retorno dos afluentes do Rio Paraíba do Sul inseridos em Minas Gerais identificadas no PERH-MG.

UPH		Demandas outorgadas (m ³ /s)			
		Preto Paraibuna	Pomba e Muriaé	Sede fora da bacia	Total porção mineira PS
Abastecimento Humano	Demanda	1,53	1,63	0,40	3,56
	Retorno	0,78	0,71	0,22	1,71
Dessedentação Animal	Demanda	0,22	0,66	0,08	0,96
	Retorno	0,01	0,03	0,00	0,05
Consumo Industrial	Demanda	0,14	0,26	0,14	0,54
	Retorno	0,18	0,53	0,06	0,77
Mineração	Demanda	0,02	4,11	0,00	4,13
	Retorno	0,01	3,70	0,00	3,72
Irrigação	Demanda	0,18	2,84	0,66	3,68
	Retorno	0,36	0,57	0,13	0,74
Total	Demanda	2,08	9,50	1,29	12,87
	Retorno	1,02	5,54	0,42	6,98

Fonte: PERH MG, 2011.

Para a elaboração dos cenários empregados no prognóstico do PERH MG, foram analisados diversos documentos pertinentes, entre eles (apud PERH MG, 2011):

- Plano Nacional de Recursos Hídricos;
- ZEE – Zoneamento Ecológico-Econômico do Estado de Minas Gerais (2007);
- Plano Nacional de Energia – PNE-2030;
- Projeções do Agronegócio: Mundial e Brasil até a safra 2016/2017 (2007);
- Plano Nacional de Agroenergia 2006-2011 – PNAE (2006);
- Estudo da Dimensão Territorial do PPA: Estudos prospectivos e temáticos – Modulo 4; Tema: Biocombustíveis, publicado pelo Centro de Gestão e Estudos Estratégicos (2006); e
- Zoneamento Agroecológico da Cana de Açúcar, publicado pela EMBRAPA, em 2009.

Além da articulação entre os contextos internacional, nacionais e mineiro, os cenários prospectivos do Plano tiveram como eixos centrais a incorporação de fatores que se encontram fora do alcance direto dos instrumentos de controle do Sistema Estadual de Gerenciamento de Recursos Hídricos e que poderiam representar incertezas para o sistema de gestão. Os eixos de cenários considerados incluíram dois fatores principais: os Vetores de Desenvolvimento Econômico, como a expansão da cana-de-açúcar, das áreas urbanas e industriais, da mineração e da geração hidrelétrica; e a Variabilidade Climática, que abrange incertezas relacionadas às disponibilidades hídricas do estado. Para cada fator identificado, foram elaboradas conjunturas prospectivas.

A metodologia de análise de cenários empregada no PERH MG se baseou em um modelo que organiza grande quantidade de informação relacional georreferenciada que projeta atributos a partir de um sistema linear de equações. Os resultados de prognóstico do Plano

não resultam em demandas hídricas futuras para cada setor usuário considerado, apenas trazendo os efeitos das premissas de cenários no balanço hídrico e na disponibilidade hídrica superficial.

Em relação a intervenções de infraestrutura previstas para o estado com o objetivo de aumentar a disponibilidade hídrica, o PERH-MG menciona apenas operações ligadas à Bacia do Rio São Francisco, sem detalhar ações específicas para a Bacia do Rio Paraíba do Sul.

Plano Estadual de Recursos Hídricos do Estado do Rio de Janeiro – PERHI RJ

A primeira e atual edição do Plano Estadual de Recursos Hídricos do Estado do Rio de Janeiro (PERHI RJ) foi aprovada em 2014 e contempla um horizonte de 30 anos. O Plano se destaca por sua abrangência e diversidade de categorias de análise, que incluem, dentre outros, estudos de vazão extrema, eventos críticos e de fontes alternativas para abastecimento do estado. Para a articulação das demandas hídricas futuras, o Plano teve como base duas fontes de informações: o CNARH e o banco de dados do serviço de outorga da GELIRH/DILAM. A partir dessas bases de dados, os setores usuários (usos consultivos) considerados foram: abastecimento humano, indústria, mineração, agricultura e criação animal.

O Quadro 0-18 apresenta as demandas articuladas para as Regiões Hidrográficas afluentes do Rio Paraíba do Sul inseridas no estado do Rio de Janeiro.

Quadro 0-18 – Demandas com base nas vazões outorgadas e retorno dos afluentes do Rio Paraíba do Sul inseridos no Rio de Janeiro identificadas no PERHI-RJ.

Região Hidrográfica	Demanda por setor usuário (m³/s)					
	Abastecimento humano	Criação animal	Indústria	Mineração	Agricultura	Total
Médio Paraíba do Sul	3,73	0,21	16,89	0,27	0,97	22,08
Piabanha	2,04	0,09	0,57	0,03	10,22	12,95
Rio Dois Rios	1,08	0,16	0,26	0,01	3,17	4,69
Baixo Paraíba do Sul	3,07	0,60	14,61	1,12	5,47	24,88
Sub-bacia do Rio Pirai	7,69	0,09	35,94	0,11	0,88	44,71
Total porção carioca PS	17,62	1,16	68,27	1,54	20,71	109,30

Fonte: PERHI RJ, 2014.

Para as projeções de população foram empregados os censos demográficos de 1980, 1991, 2000 e 2010 publicados pelo IBGE. Para a estimativa do crescimento populacional, a partir dos dados históricos, foram utilizados o método da Curva Logística e o método do ajustamento pelo modelo Linear-Logarítmico. Para tanto, considerando o objetivo das projeções, foram tomadas como base as populações urbanas das sedes municipais que compõem o estado.

Para a concepção dos cenários que compõem o prognóstico, são detalhadas diferentes tendências com impacto potencial sobre as demandas por água para além da evolução

observada historicamente, dentre elas: a intensificação do processo de urbanização e metropolização; a desconcentração espacial da base produtiva; o aquecimento global e aumento da relevância da questão ambiental; o crescimento e envelhecimento populacional; a atração e implantação de grandes projetos de investimento no estado do rio de janeiro; e a manutenção da economia do petróleo como principal vetor de crescimento da economia fluminense. Assim, os cenários exploratórios no PERHI-RJ se desenvolvem a partir de conjecturas a respeito da economia e da gestão governamental no Rio de Janeiro no horizonte 2030.

O Quadro 0-19 apresenta uma síntese dos quatro cenários exploratórios descritos no Plano para o período 2013-2020, enquanto o Quadro 0-20 traz as projeções de PIB para cada um.

Quadro 0-19 – Síntese dos cenários exploratórios adotados no PERHI-RJ.

Cenários	Síntese
Cenário Ótimo	Gestão governamental qualificada e economia em forte crescimento: são observados avanços expressivos no campo institucional, econômico – com um crescimento superior à média nacional, grandes investimentos produtivos e um setor de serviços avançado e de alto valor agregado –, baixos níveis de pobreza, desigualdade e violência. Uso intenso dos recursos hídricos.
Cenário Bom	Gestão governamental qualificada e economia em lento crescimento: são observados relevantes avanços no campo institucional, além de ganhos visíveis nas áreas de saúde, educação e segurança. Apesar do contexto de crise internacional a partir de 2015, investimentos em atividades petrolíferas, químicas, metalúrgicas e logísticas, resultam em um crescimento superior à média nacional. Uso da água crescente até 2030.
Cenário Regular	Gestão governamental decadente e economia em forte crescimento: contexto favorável ao estado até 2030, porém com pouca capacidade por parte da gestão pública. Baixa atratividade do ambiente de negócios, com investimentos produtivos restritos às cadeias mundialmente competitivas e crescimento econômico concentrado territorial e setorialmente. Continuidade da violência, aumento da ineficiência e das desigualdades sociais. Notória degradação dos recursos hídricos até 2030.
Cenário Ruim	Gestão governamental decadente e economia em lento crescimento: gestão pública pouco eficaz, setor empresarial tímido, aumento da violência e imensas desigualdades sociais. Moderado uso dos recursos hídricos até 2030 devido ao baixo dinamismo da economia.

Fonte: PERHI RJ, 2014.

Quadro 0-20 – PIB Per Capta projetado para cada cenário exploratório do PERHI-RJ.

Cenário	Ano			
	2013	2015	2025	2030
Ótimo	R\$ 13.901,25	R\$ 18.291	R\$ 28.898	R\$ 38.023
Bom	R\$ 13.901,25	R\$ 15.780	R\$ 19.492	R\$ 22.126
Regular	R\$ 13.901,25	R\$ 17.022	R\$ 23.857	R\$ 29.213
Ruim	R\$ 13.901,25	R\$ 14.010	R\$ 14.194	R\$ 14.306

Fonte: PERHI RJ, 2014.

A partir desses quatro cenários exploratórios, o PERHI-RJ estabelece os cenários estratégicos adotados para o planejamento dos recursos hídricos, sendo o Cenário Ótimo estabelecido como Cenário Otimista, o Cenário Bom como Cenário Factível e o Cenário Regular como Cenário Tendencial, consolidando três cenários prospectivos para o desenvolvimento do Plano. Com base nas conjecturas adotadas, as demandas hídricas futuras foram articuladas considerando as premissas apresentadas no Quadro 0-21.

Os Quadros 0-22 ao Quadro 0-24 trazem os resultados de demandas futuras para cada setor usuários nos três cenários prospectivos empregados no PERHI-RJ e por Região Hidrográfica inserida na Bacia do Rio Paraíba do Sul. Nota-se que o Quadro 0-23 e Quadro 0-24 foram compilados a partir da agregação dos municípios.

Quadro 0-21 – Premissas adotadas para a projeção das demandas por setor usuário de acordo com os cenários prospectivos assumidos no PERHI-RJ.

Finalidade	Premissas
Abastecimento humano	<ul style="list-style-type: none"> ○ Cenário otimista: os coeficientes de perda decrescem, a partir de 2015, do patamar atual até o mínimo de 20% no ano de 2030. ○ Cenário factível: os coeficientes de perda decrescem, a partir de 2015, do patamar atual até o mínimo de 30% no ano de 2030. ○ Cenário tendencial: os coeficientes de perda se mantêm inalterados ao longo de todo o horizonte do PERHI.
Indústria	<ul style="list-style-type: none"> ○ Cenário otimista: setor primário, até 2030, terá sua participação percentual no valor adicionado bruto a preço básico reduzido a 0,2%. Por outro lado, os setores secundários (indústria) e terciário (serviços) passarão a representar, respectivamente, 26,8% e 73,0% na composição percentual do valor adicionado bruto a preço básico. ○ Cenário factível: mesmos conceitos usados no cenário otimista, mas com alteração na intensidade do crescimento da economia, que ficará no patamar de 3,4% ao ano. O componente “indústria de extração” crescerá cerca de 10%, com decréscimo na participação percentual dos demais componentes do setor secundário. ○ Cenário Tendencial: mesmos conceitos usados nos cenários anteriores, diferindo apenas no ritmo da economia, que crescerá 2,1% ao ano, com a indústria de extração permanecendo no patamar de 2013, havendo um decréscimo na participação percentual dos demais componentes do setor secundário.
Mineração	<ul style="list-style-type: none"> ○ Cenário otimista: foram empregados os mesmos critérios utilizados para o setor industrial, considerando, neste caso, o componente “indústria da construção civil” como fator de alteração do PIB. Para esse cenário adotou-se um fator de redução anual e constante até 2030, ocasionando uma redução de 21% em relação à participação atual do componente construção civil. ○ Cenário factível: igual ao anterior, modificando-se o fator de redução, de forma a ocasionar em 2030 uma redução no percentual da participação atual do componente de construção civil em cerca de 7%. ○ Cenário tendencial: seguiu os mesmos critérios adotados na estruturação dos cenários anteriores, considerando-se, nesse caso, uma redução no percentual da participação atual do componente de construção civil em cerca de 5,4%.
Agricultura	<p>Os cenários foram estruturados para cada uma das culturas irrigadas identificadas no estado: olericultura, fruticultura, rizicultura e cana-de-açúcar.</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ Cenário otimista: <u>Olerícolas</u> - ajuste na produção proporcional ao crescimento populacional previsto para o estado no período 2010-2030 (0,97% ao ano) acrescido de um expressivo impulso no consumo, resultando no acréscimo de 30% da área plantada até o ano de 2030. <u>Fruticultura</u> - crescimento de 150% na área plantada até o ano de 2030, demanda de irrigação crescerá na mesma proporção. <u>Arroz</u> - continuidade dos níveis atuais de produção e produtividade, com manutenção das demandas específicas de água para os três cenários traçados. <u>Cana-de-açúcar</u> - área irrigada no patamar de 15% do total da área cultivada. ○ Cenário factível: <u>Olerícolas</u> - considerando os mesmos fatores do cenário anterior, porém resultando em um acréscimo de 15% da área plantada até o ano de 2030. <u>Fruticultura</u> - crescimento de 100% na área plantada até o ano de 2030, demanda de irrigação crescerá na mesma proporção. <u>Cana-de-açúcar</u> - área irrigada no patamar de 7,5% do total da área cultivada. ○ Cenário tendencial: <u>Olerícolas</u> - produção aumentará na mesma proporção do crescimento populacional previsto para o estado no período 2010-2030 (0,97% ao ano), demanda de irrigação crescerá na mesma proporção. <u>Fruticultura</u> - crescimento de 50% na área plantada até o ano de 2030, demanda de irrigação crescerá na mesma proporção. <u>Cana-de-açúcar</u> - não haverá incremento da área irrigada.
Criação de animais	<ul style="list-style-type: none"> ○ Cenário otimista: Crescimento da pecuária na Região Hidrográfica Baixo Paraíba do Sul, segundo um fator constante, de forma a chegar em 2030 com o acréscimo de 20% na demanda de água em relação à média do consumo do período 2007/2011. Para as

Finalidade	Premissas
	<p>demais RHs considerou-se a manutenção da demanda média da criação animal registrada no período 2007/2011.</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ Cenário factível: Crescimento da pecuária na RH-Baixo Paraíba do Sul, segundo um fator constante, de forma a chegar em 2030 com o acréscimo de 10% na demanda de água em relação à média do consumo do período 2007/2011. Para as demais RHs considerou-se a manutenção da demanda média da criação animal registrada no período 2007/2011. ○ Cenário tendencial: Manutenção da demanda média da criação animal registrada no período 2007/2011, para todas as RHs.

Fonte: PERHI RJ, 2014.

Quadro 0-22 – Resultados de demandas futuras no Cenário Otimista por setor usuário obtidas no PERHI-RJ.

Região Hidrográfica	Abastecimento humano – Cenário Otimista (m³/s)							
	2010		2020		2025		2030	
	Captação	Retorno	Captação	Retorno	Captação	Retorno	Captação	Retorno
Médio Paraíba do Sul	3,73	2,96	3,89	3,09	3,73	2,97	3,65	2,90
Piabanha	2,04	1,60	2,12	1,67	2,07	1,63	2,09	1,65
Rio Dois Rios	1,08	0,83	1,11	0,86	1,07	0,83	1,06	0,82
Baixo Paraíba do Sul	3,07	2,40	3,39	2,66	3,43	2,70	3,60	2,83
Sub-bacia do Rio Pirai	0,11	0,08	0,12	0,09	0,12	0,09	0,12	0,09
Total porção carioca PS	10,03	7,88	10,62	8,38	10,42	8,22	10,51	8,30
Região Hidrográfica	Indústria – Cenário Otimista (m³/s)							
	2010		2020		2025		2030	
	Captação	Retorno	Captação	Retorno	Captação	Retorno	Captação	Retorno
Médio Paraíba do Sul	-	-	20,10	12,52	22,21	13,84	24,54	15,29
Piabanha	-	-	0,68	0,33	0,75	0,37	0,83	0,40
Rio Dois Rios	-	-	0,31	0,02	0,35	0,02	0,38	0,02
Baixo Paraíba do Sul	-	-	17,39	6,19	19,22	6,84	21,23	7,56
Sub-bacia do Rio Pirai	-	-	0,00	0,17	0,00	0,19	0,00	0,21
Total porção carioca PS	-	-	38,48	19,24	42,52	21,26	46,99	23,49
Região Hidrográfica	Mineração – Cenário Otimista (m³/s)							
	2010		2020		2025		2030	
	Captação	Retorno	Captação	Retorno	Captação	Retorno	Captação	Retorno
Médio Paraíba do Sul	-	-	0,34	0,05	0,40	0,06	0,47	0,06
Piabanha	-	-	0,04	0,01	0,04	0,01	0,05	0,01
Rio Dois Rios	-	-	0,02	0,00	0,02	0,00	0,02	0,00

Baixo Paraíba do Sul	-	-	1,40	0,00	1,63	0,00	1,90	0,00
Sub-bacia do Rio Pirai	-	-	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Total porção carioca PS	-	-	1,80	0,06	2,09	0,07	2,44	0,08
Região Hidrográfica	Agricultura – Cenário Otimista (m³/s)							
	2010		2020		2025		2030	
	Captação	Retorno	Captação	Retorno	Captação	Retorno	Captação	Retorno
Médio Paraíba do Sul	-	-	0,02	0,00	0,02	0,00	0,02	0,00
Piabanha	-	-	0,27	0,05	0,30	0,05	0,33	0,06
Rio Dois Rios	-	-	0,56	0,41	0,57	0,41	0,58	0,41
Baixo Paraíba do Sul	-	-	3,91	3,11	3,95	3,12	4,00	3,12
Sub-bacia do Rio Pirai	-	-	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Total porção carioca PS	-	-	4,75	3,57	4,83	3,58	4,93	3,60
Região Hidrográfica	Criação de animais – Cenário Otimista (m³/s)							
	2010		2020		2025		2030	
	Captação	Retorno	Captação	Retorno	Captação	Retorno	Captação	Retorno
Médio Paraíba do Sul	-	-	0,21	0,04	0,21	0,04	0,21	0,04
Piabanha	-	-	0,09	0,02	0,09	0,02	0,09	0,02
Rio Dois Rios	-	-	0,16	0,03	0,16	0,03	0,16	0,03
Baixo Paraíba do Sul	-	-	0,66	0,13	0,70	0,14	0,73	0,15
Sub-bacia do Rio Pirai	-	-	0,03	0,01	0,03	0,01	0,03	0,01
Total porção carioca PS	-	-	1,15	0,23	1,18	0,24	1,22	0,24

Fonte: PERHI RJ, 2014.

Quadro 0-23 – Resultados de demandas futuras no Cenário Factível por setor usuário obtidas no PERHI-RJ.

Região Hidrográfica	Abastecimento humano – Cenário Factível (m³/s)							
	2010		2020		2025		2030	
	Captação	Retorno	Captação	Retorno	Captação	Retorno	Captação	Retorno
Médio Paraíba do Sul	3,73	2,96	3,87	3,08	3,82	3,04	3,91	3,11
Piabanha	2,04	1,60	2,15	1,70	2,18	1,72	2,25	1,78
Rio Dois Rios	1,08	0,83	1,11	0,86	1,11	0,86	1,13	0,88
Baixo Paraíba do Sul	3,07	2,40	3,51	2,76	3,66	2,88	3,87	3,05
Sub-bacia do Rio Pirai	0,11	0,08	0,12	0,09	0,12	0,10	0,13	0,10
Total porção carioca PS	10,03	7,88	10,76	8,49	10,90	8,60	11,30	8,93

Região Hidrográfica	Indústria – Cenário Factível (m³/s)							
	2010		2020		2025		2030	
	Captação	Retorno	Captação	Retorno	Captação	Retorno	Captação	Retorno
Médio Paraíba do Sul	-	-	20,11	12,53	22,23	13,85	24,58	15,31
Piabanha	-	-	0,68	0,33	0,75	0,37	0,83	0,41
Rio Dois Rios	-	-	0,31	0,02	0,35	0,02	0,38	0,02
Baixo Paraíba do Sul	-	-	17,38	6,19	19,21	6,84	21,24	7,57
Sub-bacia do Rio Pirai	-	-	0,00	0,17	0,00	0,19	0,00	0,21
Total porção carioca PS	-	-	38,48	19,24	42,54	21,27	47,03	23,51
Região Hidrográfica	Mineração – Cenário Factível (m³/s)							
	2010		2020		2025		2030	
	Captação	Retorno	Captação	Retorno	Captação	Retorno	Captação	Retorno
Médio Paraíba do Sul	-	-	0,34	0,05	0,39	0,05	0,45	0,06
Piabanha	-	-	0,04	0,01	0,04	0,01	0,05	0,01
Rio Dois Rios	-	-	0,02	0,00	0,02	0,00	0,02	0,00
Baixo Paraíba do Sul	-	-	1,39	0,00	1,60	0,00	1,85	0,00
Sub-bacia do Rio Pirai	-	-	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Total porção carioca PS	-	-	1,79	0,06	2,06	0,07	2,38	0,08
Região Hidrográfica	Agricultura – Cenário Factível (m³/s)							
	2010		2020		2025		2030	
	Captação	Retorno	Captação	Retorno	Captação	Retorno	Captação	Retorno
Médio Paraíba do Sul	-	-	0,01	0,00	0,02	0,00	0,02	0,00
Piabanha	-	-	0,25	0,05	0,27	0,05	0,30	0,05
Rio Dois Rios	-	-	0,55	0,41	0,56	0,41	0,57	0,41
Baixo Paraíba do Sul	-	-	3,90	3,11	3,92	3,11	3,95	3,11
Sub-bacia do Rio Pirai	-	-	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Total porção carioca PS	-	-	4,71	3,56	4,77	3,57	4,83	3,58
Região Hidrográfica	Criação de animais – Cenário Factível (m³/s)							
	2010		2020		2025		2030	
	Captação	Retorno	Captação	Retorno	Captação	Retorno	Captação	Retorno
Médio Paraíba do Sul	-	-	0,21	0,04	0,21	0,04	0,21	0,04
Piabanha	-	-	0,09	0,02	0,09	0,02	0,09	0,02
Rio Dois Rios	-	-	0,16	0,03	0,16	0,03	0,16	0,03
Baixo Paraíba do Sul	-	-	0,63	0,13	0,65	0,13	0,67	0,13

Sub-bacia do Rio Pirai	-	-	0,03	0,01	0,03	0,01	0,03	0,01
Total porção carioca PS	-	-	1,12	0,22	1,14	0,23	1,15	0,23

Fonte: PERHI RJ, 2014.

Quadro 0-24 – Resultados de demandas futuras no Cenário Tendencial por setor usuário obtidas no PERHI-RJ.

Região Hidrográfica	Abastecimento humano – Cenário Tendencial (m³/s)							
	2010		2020		2025		2030	
	Captação	Retorno	Captação	Retorno	Captação	Retorno	Captação	Retorno
Médio Paraíba do Sul	3,73	2,96	4,11	3,26	4,23	3,36	4,34	3,45
Piabanha	2,04	1,60	2,22	1,75	2,30	1,82	2,38	1,88
Rio Dois Rios	1,08	0,83	1,16	0,90	1,19	0,93	1,21	0,95
Baixo Paraíba do Sul	3,07	2,40	3,58	2,82	3,80	2,99	4,05	3,19
Sub-bacia do Rio Pirai	0,11	0,08	0,12	0,09	0,12	0,10	0,13	0,10
Total porção carioca PS	10,03	7,88	11,18	8,82	11,64	9,20	12,12	9,58
Região Hidrográfica	Indústria – Cenário Tendencial (m³/s)							
	2010		2020		2025		2030	
	Captação	Retorno	Captação	Retorno	Captação	Retorno	Captação	Retorno
Médio Paraíba do Sul	-	-	19,56	12,18	21,03	13,10	22,61	14,08
Piabanha	-	-	0,66	0,32	0,71	0,35	0,76	0,37
Rio Dois Rios	-	-	0,30	0,02	0,33	0,02	0,35	0,02
Baixo Paraíba do Sul	-	-	16,92	6,03	18,19	6,48	19,56	6,97
Sub-bacia do Rio Pirai	-	-	0,00	0,17	0,00	0,18	0,00	0,19
Total porção carioca PS	-	-	37,45	18,72	40,26	20,13	43,29	21,64
Região Hidrográfica	Mineração – Cenário Tendencial (m³/s)							
	2010		2020		2025		2030	
	Captação	Retorno	Captação	Retorno	Captação	Retorno	Captação	Retorno
Médio Paraíba do Sul	-	-	0,32	0,04	0,35	0,05	0,38	0,05
Piabanha	-	-	0,03	0,01	0,04	0,01	0,04	0,01
Rio Dois Rios	-	-	0,01	0,00	0,02	0,00	0,02	0,00
Baixo Paraíba do Sul	-	-	1,31	0,00	1,43	0,00	1,56	0,00
Sub-bacia do Rio Pirai	-	-	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Total porção carioca PS	-	-	1,69	0,05	1,84	0,06	2,00	0,06
Região Hidrográfica	Agricultura – Cenário Tendencial (m³/s)							
	2010		2020		2025		2030	
	Captação	Retorno	Captação	Retorno	Captação	Retorno	Captação	Retorno

Médio Paraíba do Sul	-	-	0,01	0,00	0,01	0,00	0,01	0,00
Piabanha	-	-	0,23	0,04	0,24	0,04	0,26	0,05
Rio Dois Rios	-	-	0,55	0,40	0,55	0,41	0,55	0,41
Baixo Paraíba do Sul	-	-	3,88	3,10	3,88	3,10	3,89	3,10
Sub-bacia do Rio Pirai	-	-	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Total porção carioca PS	-	-	4,67	3,55	4,69	3,56	4,72	3,56
Região Hidrográfica	Criação de animais – Cenário Tendencial (m³/s)							
	2010		2020		2025		2030	
	Captação	Retorno	Captação	Retorno	Captação	Retorno	Captação	Retorno
Médio Paraíba do Sul	-	-	0,21	0,04	0,21	0,04	0,21	0,04
Piabanha	-	-	0,09	0,02	0,09	0,02	0,09	0,02
Rio Dois Rios	-	-	0,16	0,03	0,16	0,03	0,16	0,03
Baixo Paraíba do Sul	-	-	0,60	0,12	0,60	0,12	0,60	0,12
Sub-bacia do Rio Pirai	-	-	0,03	0,01	0,03	0,01	0,03	0,01
Total porção carioca PS	-	-	1,09	0,22	1,09	0,22	1,09	0,22

Fonte: PERHI RJ, 2014.

Por fim, dentro do plano de ações do PERHI-RJ, diferentes programas são propostos com o objetivo de, entre outras coisas, mitigar eventos de cheias por meio de intervenções estruturais e aprimorar a gestão de segurança hídrica, incluindo a condução de estudos para o entendimento dos impactos da transposição do Rio Paraíba do Sul para o Rio Guandu, abordando inclusive a possibilidade de novas transposições. Apesar disso, o Plano não detalha intervenções específicas na Bacia do Rio Paraíba do Sul que poderiam ter algum efeito na disponibilidade de água na região.

Planos integrados das bacias afluentes estaduais

Plano de Bacia Hidrográfica da Unidade Hidrográfica de Gerenciamento de Recursos Hídricos 02

O Plano de Bacia Hidrográfica (PBH) da Unidade Hidrográfica de Gerenciamento de Recursos Hídricos 02 (UGRHI 2) hoje disponível foi revisado e atualizado em 2019, sendo publicado em 2021 para o período 2020-2023. Para a articulação das demandas atuais o Plano realizou o levantamento dos bancos de dados de outorgas concedidas pelo DAEE e pela ANA na UGRHI 2 em 2019, tanto para captações de água superficial quanto subterrânea. O Quadro 0-25

apresenta a quantidade de outorgas e a vazão outorgada por tipo de captação para cada finalidade.

Quadro 0-25 – Número de outorgas e vazão outorgada por setor usuário da ANA e do DAEE informadas no PBH da UGRHI 2.

Setor usuário	Captação Subterrânea		Captação Superficial	
	Nº de outorgas	Vazão (m³/s)	Nº de outorgas	Vazão (m³/s)
Rural	177,00	0,05	593,00	5,03
Abastecimento público	219,00	1,92	68,00	8,57
Industrial	491,00	1,41	121,00	4,32
Soluções alternativas e outros usos	917,00	0,60	713,00	1,91
Transposição	-	-	1,00	5,13
Total	1804,00	3,97	1496,00	24,96

Fonte: PBH UGRHI 2, 2021.

O estudo de prognóstico adotou o horizonte temporal final como o ano de 2031, com horizontes parciais em 2023 e 2027. Análises de tendências populacionais e econômicas tomaram por base dados secundários do IBGE e estudos demográficos da Fundação Seade, sendo as projeções realizadas a partir da aplicação de taxas geométricas anuais ou acumuladas, técnicas de regressão linear ou ainda do calcula das médias por período. O PHB da UGRHI 2 não adotou uma abordagem por cenários, assumindo apenas uma conjuntura entendida como desejada e plausível para a região.

Para a população urbana, a partir de informações para o ano de 2019, que aponta uma população de 2.190.287 milhões de pessoas, foi projetada para 2031, uma população de 2.368.546 milhões. Já para a população rural, a partir das registradas 131.017 mil pessoas em 2019, o Plano projetou 128.371 mil em 2031. O Quadro 0-26 apresenta as Taxas Geométricas de Crescimento Anual (TGCA) calculadas para ambas as populações no período. Além dos municípios inseridos na UGRHI 2, as projeções consideraram ainda municípios que fazem parte de outras regiões hidrográficas, mas que possuem parcelas de suas populações contidas na região de interesse, sendo eles: Arujá, Guarulhos, Itaquaquecetuba, Mogi das Cruzes e Salesópolis.

Quadro 0-26 – TGCA para população urbana e rural calculadas no PBH-UGRH12.

População	2015-2020 (%)	2020—2025 (%)	2025-2031 (%)
Urbana	1,23	0,71	0,49
Rural	-0,08	-0,13	-0,22

Fonte: PBH UGRHI 2, 2021.

Da mesma forma, as projeções econômicas no PBH-UGRH12 foram baseadas em séries históricas do IBGE, incluindo o Produto Interno Bruto municipal e suas desagregações por setores (agropecuário, de serviços e industrial), com ênfase no Valor Adicionado. As análises consideraram dados para o período de 2002 a 2018, e os valores foram atualizados pelo índice do IPCA até dezembro de 2020. O Quadro 0-27 apresenta o Valor Adicionado por setor

na UGRHI 2 no período. A partir dessas informações, a TGCA do PIB para a região hidrográfica no horizonte 2024-2031 assumida foi de 2,69%.

Quadro 0-27 – Valor adicionado por setor entre 2002 e 2018 na UGRHI 2.

Setor	R\$ 2002	% 2002	R\$ 2018	% 2018
Serviços	36.338.377,62	51,30	59.453.156,23	60,80
Indústria	33.828.505,35	47,70	7.882.709,53	38,80
Agropecuária	709.372,93	1,00	412.296,89	0,40
Total na UGRHI 2	70.876.255,90	100	97.748.162,64	100

Fonte: PBH UGHRI 2, 2021.

Para a agricultura, as projeções foram estruturadas correlacionando a produção e a área plantada, tendo seu crescimento baseado em médias de períodos anteriores tomados como referencial. O cenário projetado aponta para uma revitalização da atividade agrícola com base no potencial existente e em uma desejada retomada do setor. O Quadro 0-28 traz os resultados da TGCA para projeção ajustada de área plantada entre 2020 e 2031.

Quadro 0-28 – TGCA para a projeção da Área Plantada entre 2020 e 2031 na UGRHI 2.

Parâmetro	Arroz em casca	Cana-de-açúcar	Laranja	Mandioca	Milho em grão	Soja em grão	Demais Lavouras	Total
TGCA (%)	3,54	1,90	1,47	5,05	3,31	9,84	5,98	4,47
Acumulado 2020-2031 (%)	51,80	25,30	19,10	80,50	47,80	208,30	100,90	68,90

Fonte: PBH UGHRI 2, 2021.

Alinhadas com o cenário de recuperação agrícola adotado no Plano, as projeções de áreas irrigadas tiveram como base o levantamento de outorgas de captações superficiais e subterrâneas concedidas por município pela ANA e DAEE entre 1996 e 2020. A partir de uma projeção linear foi estimado o crescimento acumulado das outorgas para irrigação, resultando em um aumento de 3,26 m³/s para 4,5 m³/s até 2031. Para o setor de pecuária, que têm apresentado um padrão contínuo de retomada, o cálculo das taxas de crescimento foi feito a partir da Pesquisa Agrícola Municipal, publicada pelo IBGE, e ajustada segundo os critérios adotados. O Quadro 0-29 apresenta os resultados da projeção.

Quadro 0-29 – TGCA para a projeção do Rebanho entre 2020 e 2031 na UGRHI 2.

Parâmetro	Rebanho								Total
	Bovino	Bubalino	Equino	Suíno	Caprino	Ovino	Galináceos	Codorna	
TGCA (%)	2,10	8,70	3,39	2,50	1,40	3,89	0,90	0,40	-
Acumulado 2020-2031 (%)	25,70	150,30	44,30	31,20	16,50	52,20	10,40	4,50	19,50

Fonte: PBH UGHRI 2, 2021.

As projeções para o PIB industrial consideraram tanto o Valor Adicionado do setor na região, quanto sua participação no total do PIB da UGRHI 2. A partir da análise desses fatores, foi

projetado um crescimento de 0,90% do PIB industrial a partir de 2024. Além disso, foram também consideradas informações da Fundação Seade a respeito do número de estabelecimentos industriais e respectivo consumo anual de energia em MWh para o cálculo das TGCA da série histórica. A partir desses dados e por meio de uma projeção linear, o Plano assumiu para o período 2020-2031 uma TGCA de 2,79% para o número de estabelecimentos industriais e de 0,26% para o consumo de energia elétrica. Por fim, um levantamento das outorgas de captações superficiais e subterrâneas concedidas ao setor industrial pela ANA e DAAE entre 1991 e 2020 indicou um potencial de crescimento das demandas hídricas industriais de 5,73 m³/s para 8 m³/s em 2031.

De forma similar, projeções para o setor de comércio e serviços indicaram para uma taxa de crescimento do PIB de serviços de 1,41% a partir de 2024, com a TGCA para o número de estabelecimentos de serviços sendo fixada em 2,10% e para o consumo de energia em 2,81%, resultando em crescimentos acumulados de 25,7% e 35,7%, respectivamente. A partir das premissas assumidas, foram estimadas as demandas hídricas futuras na bacia. O Quadro 0-30 apresenta as demandas estimadas por setor usuário para o horizonte temporal.

Quadro 0-30 – Demandas hídricas futuras por setor usuário estimadas no PBH-UGRHI 2.

Setor	Demanda anual (m ³ /s)		
	2023	2027	2031
Abastecimento urbano	8,86	9,09	9,29
Abastecimento rural	1,71	1,66	1,62
Irrigação	3,70	4,29	5,02
Dessedentação animal	0,04	0,04	0,04
Indústria	4,38	4,54	4,70

Fonte: PBH UGRHI 2, 2021.

Plano Diretor de Recursos Hídricos PS1 – Rios Preto e Paraibuna

O Plano Diretor de Recursos Hídricos da Bacia Hidrográfica dos Afluentes Mineiros dos Rios Preto e Paraibuna (PDRH-PS1), assim como o Plano Diretor dos Rios Pomba e Muriaé (PDRH-PS2) e os Planos de Bacia Hidrográfica dos afluentes fluminenses – a serem detalhados nas seções seguintes – foram elaborados de forma concomitante ao PIRH-PS em função da necessidade de integração entre as bacias afluentes e a bacia federal, tendo sido todos publicados no ano de 2021.

A articulação das demandas hídricas atuais partiu dos dados publicados no SNIRH em 2015 para os setores de abastecimento urbano, abastecimento rural, indústria, irrigação e criação de animais, enquanto os setores de geração de energia termelétrica e mineração tomaram por base dados de 2017 disponibilizados diretamente pela ANA via e-mail. O Quadro 0-31 apresenta as demandas hídricas atuais para cada setor usuário. O Plano disponibiliza ainda as demandas especializadas para os 2.038 ottotrechos inseridos na PS1.

Quadro 0-31 – Demandas hídricas atuais articuladas no PDRH-PS1.

Setor usuário	Demanda (m³/s)
Urbana	1,74
Rural	0,05
Indústria	2,18
Termelétricas	0,06
Mineração	0,01
Irrigação	0,15
Criação Animal	0,19
Total	4,38

Fonte: PDRH-PS1, 2021.

Para a elaboração do prognóstico, foram adotados os mesmos cenários prospectivos estabelecidos no PIRH-PS, denominados: Cenários Tendencial, Cenário de Maior Dinâmica Econômica e Cenário de Menor Dinâmica Econômica – analisados para o horizonte final de 2038 e parciais de 2023, 2028 e 2033. No Cenário Tendencial, em que o PIB cresce 2,9% ao ano até 2033, foi assumido que os setores industrial, agropecuário e de serviços crescem 3,0%, 2,7% e 2,9%, respectivamente.

No Cenário de Maior Dinâmica Econômica, no qual o PIB cresce 3,4% ao ano no mesmo período, os setores industrial e de serviços crescem 3,5% ao ano, enquanto a agropecuária registra um crescimento de 3% ao ano. Por fim, no Cenário de Menor Dinâmica Econômica, quando o PIB é da ordem de 2,2% ao ano, o setor agropecuário cresce 2,4% e os setores industrial e de serviços apresentam crescimento de 2,2% ao ano. Destaca-se que tais condições foram consideradas constantes para o ano de 2038.

A partir das premissas estabelecidas em cada cenário, a tendência de evolução das demandas hídricas foi estimada com base nas seguintes fontes de dados (apud PDRH-PS1, 2021):

- Populações urbanas e rurais nos municípios da PS1, nos censos 2000, 2010 e na contagem populacional de 2007, publicadas pelo IBGE;
- Populações totais nos municípios inseridos na região de interesse, nos anos que vão de 2001 a 2017, publicadas pelo IBGE;
- Valores Adicionados Brutos pela indústria nos municípios da PS1 no período 2005 a 2015, publicadas pelo IBGE;
- Áreas irrigadas de arroz, cana de açúcar, pivô central e outros sistemas em 2015, obtidas por meio da Nota Técnica nº 56/2015/SPR: Atualização da base de demandas de recursos hídricos no Brasil, publicada pela ANA;
- Rebanhos animais nos municípios da PS1 no período entre 2006 e 2016 obtidas nas Pesquisas Agrícolas Municipais publicadas pelo IBGE.

O Quadro 0-32 apresenta os resultados das Taxas Geométricas de Crescimento Anual (TGCAs) e a Área Irrigada projetada, de acordo com as mesmas premissas e metodologias adotadas no PIRH-PS, detalhadas na seção 2.1 deste relatório.

Quadro 0-32 – TGCAs e Áreas Irrigada adotadas no PDRH-PS1.

População Urbana					
Cenário	2013-2018	2018-2023	2023-2028	2028-2033	2033-2038
Tendencial	0,88%	0,80%	0,98%	0,78%	0,78%
Maior Dinâmica Econômica	0,88%	0,91%	1,09	0,90	0,90%
Menor Dinâmica Econômica	0,88%	0,70%	0,91%	0,69%	0,69%
População Rural					
Cenário	2013-2018	2018-2023	2023-2028	2028-2033	2033-2038
Tendencial	-0,79%	-0,54%	-0,40%	-0,77%	-0,77%
Maior Dinâmica Econômica	-0,89%	-0,65%	-0,53%	-0,77%	-0,77%
Menor Dinâmica Econômica	-0,79%	-0,43%	-0,33%	-0,68%	-0,68%
VAB Industrial					
Cenário	2013-2018	2018-2023	2023-2028	2028-2033	2033-2038
Tendencial	4,20%	4,15%	3,54%	2,98%	2,98%
Maior Dinâmica Econômica	4,20%	5,09%	3,88%	3,29%	3,29%
Menor Dinâmica Econômica	4,20%	2,81%	2,51%	2,57%	2,57%
Área Irrigada					
Cenário	2018	2023	2028	2033	2038
Tendencial	1.475 ha	1.951 ha	2.428 ha	2.905 ha	3.382 ha
Maior Dinâmica Econômica	1.506 ha	2.036 ha	2.566 ha	3.096 ha	3.626 ha
Menor Dinâmica Econômica	1.188 ha	1.867 ha	2.291 ha	2.715 ha	3.138 ha
Criação Animal					
Cenário	2013-2018	2018-2023	2023-2028	2028-2033	2033-2038
Tendencial	1,13%	0,78%	0,54%	0,31%	0,31%
Maior Dinâmica Econômica	1,13%	0,75%	0,45%	0,26%	0,26%
Menor Dinâmica Econômica	1,13%	0,94%	0,58%	0,33%	0,33%

Fonte: PDRH-PS1, 2021.

Segundo as estimativas apresentadas, a população urbana iria de 691.508 mil habitantes em 2018, para 802.538 no Cenário Menor Dinâmica Econômica e 835.455 no Cenário de Maior Dinâmica Econômica em 2038. Por outro lado, a População Rural, que em 2018 seria de 34.670 mil habitantes, registraria 30.105 e 31.169 mil habitantes em 2038 no Cenário Maior Dinâmica Econômica e no Cenário Menor Dinâmica Econômica, respectivamente. Para o VAB industrial, fixado em R\$ 3.715.021 em 2018, as projeções apontaram para um valor de R\$ 7.961.702 no Cenário Maior Dinâmica Econômica e de R\$ 6.226.615 no Cenário Menor Dinâmica Econômica em 2038. No setor de irrigação, o Plano assumiu que o incremento anual da área irrigada estaria por volta de 106 e 84,79 ha no Cenário Maior Dinâmica Econômica e no Cenário Menor Dinâmica Econômica, respectivamente.

O Quadro 0-33 traz as projeções de demandas hídricas por setor usuário para os horizontes de tempo analisados e em cada cenário prospectivo.

Quadro 0-33 – Projeção das Demandas Hídricas (m³/s) por setor usuário no PDRH-PS1.

Abastecimento Urbano					
Cenário	2018	2023	2028	2033	2038
Menor Dinâmica Econômica	1,82	1,87	1,94	1,99	2,06
Tendencial	1,82	1,85	1,91	1,95	2,00
Maior Dinâmica Econômica	1,82	1,85	1,91	1,96	2,02
Abastecimento Rural					
Cenário	2018	2023	2028	2033	2038
Menor Dinâmica Econômica	0,05	0,05	0,05	0,04	0,04
Tendencial	0,05	0,05	0,04	0,04	0,04
Maior Dinâmica Econômica	0,05	0,05	0,04	0,04	0,04
Indústria					
Cenário	2018	2023	2028	2033	2038
Menor Dinâmica Econômica	2,68	3,01	3,34	3,75	4,19
Tendencial	2,68	3,15	3,63	4,07	4,63
Maior Dinâmica Econômica	2,68	3,23	3,69	4,15	4,70
Irrigação					
Cenário	2018	2023	2028	2033	2038
Menor Dinâmica Econômica	0,21	0,26	0,32	0,36	0,43
Tendencial	0,21	0,27	0,34	0,39	0,47
Maior Dinâmica Econômica	0,21	0,28	0,34	0,40	0,48
Criação Animal					
Cenário	2018	2023	2028	2033	2038
Menor Dinâmica Econômica	0,20	0,21	0,21	0,22	0,22
Tendencial	0,20	0,21	0,21	0,22	0,22
Maior Dinâmica Econômica	0,20	0,21	0,21	0,21	0,22
Mineração					
Cenário	2018	2023	2028	2033	2038
Menor Dinâmica Econômica	0,01	0,01	0,01	0,02	0,02
Tendencial	0,01	0,01	0,01	0,02	0,02
Maior Dinâmica Econômica	0,01	0,01	0,02	0,02	0,02
Geração de Energia Termelétrica					
Cenário	2018	2023	2028	2033	2038
Menor Dinâmica Econômica	0,08	0,09	0,10	0,11	0,12
Tendencial	0,08	0,09	0,10	0,12	0,13
Maior Dinâmica Econômica	0,08	0,09	0,11	0,12	0,13

Fonte: PDRH-PS1, 2021.

Plano Diretor de Recursos Hídricos da Bacia Hidrográfica dos Afluentes Mineiros dos Rios Pomba e Muriaé

O Plano Diretor de Recursos Hídricos da Bacia Hidrográfica dos Afluentes Mineiros dos Rios Pomba e Muriaé (PDRH-PS2) empregou os mesmos caminhos que o PDRH-PS1, detalhado no item anterior. Assim, a articulação das demandas hídricas atuais usou os dados do SNIRH de 2015 para os setores de abastecimento urbano, abastecimento rural, indústria, irrigação e criação de animais, e dados de 2017 disponibilizados diretamente pela ANA para os setores de geração de energia termelétrica e mineração. O Quadro 0-34 apresenta as demandas hídricas atuais para cada setor usuário.

Quadro 0-34 – Demandas hídricas (m³/s) atuais articuladas no PDRH-PS2.

Setor usuário	Demanda
Urbana	1,92
Rural	0,20
Indústria	0,85
Termelétricas	0,00
Mineração	0,03
Irrigação	1,63
Criação Animal	0,50
Total	5,13

Fonte: PDRH-PS2, 2021.

O prognóstico efetuado no PDRH-PS2 adotou os mesmos cenários prospectivos, premissas e metodologias do PIRH-PS, detalhadas no primeiro item deste apêndice, que descreve o prognóstico do Plano Integrado de Recursos Hídricos da Bacia Hidrográfica do rio Paraíba do Sul (PIRH-PS, 2021), além das mesmas fontes de dados para a análise da tendência de evolução das demandas hídricas, também listadas no respectivo item.

O Quadro 0-35 apresenta os resultados das Taxas Geométricas de Crescimento Anual (TGCAs) e a Área Irrigada projetada.

Quadro 0-35 – TGCAs e Áreas Irrigada adotadas no PDRH-PS2.

População Urbana					
Cenário	2013-2018	2018-2023	2023-2028	2028-2033	2033-2038
Tendencial	0,82%	0,94%	0,96%	0,86%	0,86%
Maior Dinâmica Econômica	0,82%	1,04%	1,08%	0,99%	0,99%
Menor Dinâmica Econômica	0,82%	0,83%	0,88%	0,77%	0,77%
População Rural					
Cenário	2013-2018	2018-2023	2023-2028	2028-2033	2033-2038
Tendencial	-1,42%	-1,30%	-1,02%	-1,72%	-1,72%
Maior Dinâmica Econômica	-1,53%	-1,42%	-1,15%	-1,72%	-1,72%
Menor Dinâmica Econômica	-1,42%	-1,20%	-0,94%	-1,62%	-1,62%
VAB Industrial					
Cenário	2013-2018	2018-2023	2023-2028	2028-2033	2033-2038
Tendencial	6,17%	4,08%	3,77%	3,26%	3,26%
Maior Dinâmica Econômica	6,17%	5,01%	4,13%	3,60%	3,60%
Menor Dinâmica Econômica	6,17%	2,77%	2,68%	2,81%	2,81%
Área Irrigada					
Cenário	2018	2023	2028	2033	2038
Tendencial	11.870 ha	15.676 ha	19.481 ha	23.286 ha	27.091 ha
Maior Dinâmica Econômica	12.124 ha	16.352 ha	20.580 ha	24.808 ha	29.036 ha
Menor Dinâmica Econômica	11.617 ha	14.999 ha	18.382 ha	21.764 ha	25.146 ha
Criação Animal					
Cenário	2013-2018	2018-2023	2023-2028	2028-2033	2033-2038
Tendencial	0,96%	0,44%	0,32%	0,21%	0,21%
Maior Dinâmica Econômica	0,96%	0,42%	0,27%	0,18%	0,18%
Menor Dinâmica Econômica	0,96%	0,53%	0,34%	0,23%	0,23%

Fonte: PDRH-PS2, 2021.

Segundo as estimativas apresentadas, a população urbana iria de 719.514 mil habitantes em 2018, para 882.232 no Cenário Menor Dinâmica Econômica e 845.951 no Cenário de Maior Dinâmica Econômica em 2038. Por outro lado, a População Rural, que em 2013 seria de

120.603 mil habitantes, registraria 106.486 e 110.724 mil habitantes em 2038 no Cenário Maior Dinâmica Econômica e no Cenário Menor Dinâmica Econômica, respectivamente. Para o VAB industrial, fixado em R\$ 46.085.502 em 2018, as projeções apontaram para um valor de R\$ 70.162.334 no Cenário Maior Dinâmica Econômica e de R\$ 62.688.002 no Cenário Menor Dinâmica Econômica em 2038. No setor de irrigação, o Plano assumiu que o incremento anual da área irrigada estaria por volta de 845,62 e 676,50 ha no Cenário Maior Dinâmica Econômica e no Cenário Menor Dinâmica Econômica, respectivamente.

O Quadro 0-36 traz as projeções de demandas hídricas por setor usuário para os horizontes de tempo analisados e em cada cenário prospectivo.

Quadro 0-36 – Projeção das Demandas Hídricas (m³/s) por setor usuário no PDRH-PS2.

Abastecimento Urbano					
Cenário	2018	2023	2028	2033	2038
Menor Dinâmica Econômica	2,00	2,06	2,14	2,21	2,22
Tendencial	2,00	2,04	2,10	2,16	2,24
Maior Dinâmica Econômica	2,00	2,04	2,11	2,17	2,28
Abastecimento Rural					
Cenário	2018	2023	2028	2033	2038
Menor Dinâmica Econômica	0,19	0,18	0,17	0,15	0,14
Tendencial	0,19	0,17	0,17	0,15	0,14
Maior Dinâmica Econômica	0,19	0,17	0,16	0,15	0,14
Indústria					
Cenário	2018	2023	2028	2033	2038
Menor Dinâmica Econômica	1,15	1,29	1,45	1,65	2,06
Tendencial	1,15	1,35	1,58	1,79	2,10
Maior Dinâmica Econômica	1,15	1,38	1,60	1,83	1,86
Irrigação					
Cenário	2018	2023	2028	2033	2038
Menor Dinâmica Econômica	2,24	2,90	3,48	3,99	5,20
Tendencial	2,33	3,01	3,70	4,33	5,29
Maior Dinâmica Econômica	2,41	3,12	3,80	4,44	4,69
Criação Animal					
Cenário	2018	2023	2028	2033	2038
Menor Dinâmica Econômica	0,52	0,54	0,55	0,55	0,56
Tendencial	0,52	0,54	0,54	0,55	0,55
Maior Dinâmica Econômica	0,52	0,53	0,54	0,55	0,56
Mineração					
Cenário	2018	2023	2028	2033	2038
Menor Dinâmica Econômica	0,04	0,04	0,05	0,06	0,08
Tendencial	0,04	0,05	0,06	0,07	0,09
Maior Dinâmica Econômica	0,04	0,05	0,06	0,07	0,07

Fonte: PDRH-PS2, 2021.

Plano de Bacia da Região Hidrográfica do Baixo Paraíba do Sul e Itabapoana

O Plano de Bacia da Região Hidrográfica do Baixo Paraíba do Sul e Itabapoana (RH-IX), faz parte do processo de complementação e finalização do PIRH-PS, tendo sido desenvolvido de maneira concomitante e com o objetivo de integrar a gestão das bacias estaduais à da bacia federal. O Quadro 0-37 traz as demandas hídricas atuais articuladas para cada setor usuário.

As demandas encontram-se espacializadas para os 1.877 lotes que constituem a RH-IX.

Quadro 0-37 – Demandas hídricas (m³/s) atuais articuladas no RH-IX.

Setor usuário	Demanda
Urbana	2,02
Rural	0,18
Indústria	1,53
Termelétricas	0,63
Mineração	0,01
Irrigação	6,62
Criação Animal	0,49
Total	11,48

Fonte: PB RH-IX, 2021.

O prognóstico efetuado no RH-IX adotou os mesmos cenários prospectivos, premissas e metodologias do PIRH-PS, detalhadas no PIRH Paraíba do Sul (PIRH-PS, 2021), descrito no primeiro item deste apêndice, além das mesmas fontes de dados para a análise da tendência de evolução das demandas hídricas, também listadas no respectivo item. O RH-IX adota o horizonte temporal final como 2033.

O Quadro 0-38 apresenta os resultados das Taxas Geométricas de Crescimento Anual (TGCAs) e a Área Irrigada projetada.

Quadro 0-38 – TGCAs e Áreas Irrigada adotadas no RH-IX.

População Urbana				
Cenário	2013-2018	2018-2023	2023-2028	2028-2033
Tendencial	1,00%	1,10%	0,95%	1,03%
Maior Dinâmica Econômica	1,00%	1,21%	1,07%	1,17%
Menor Dinâmica Econômica	1,00%	0,99%	0,86%	0,92%
População Rural				
Cenário	2013-2018	2018-2023	2023-2028	2028-2033
Tendencial	-0,23%	0,01%	-0,08%	-0,08%
Maior Dinâmica Econômica	-0,34%	-0,11%	-0,22%	-0,08%
Menor Dinâmica Econômica	-0,23%	0,13%	0,00%	0,02%
VAB Industrial				
Cenário	2013-2018	2018-2023	2023-2028	2028-2033
Tendencial	0,10%	0,35%	2,31%	1,78%
Maior Dinâmica Econômica	0,10%	0,42%	2,53%	1,96%
Menor Dinâmica Econômica	0,10%	0,23%	1,64%	1,53%
Área Irrigada				
Cenário	2018	2023	2028	2033
Tendencial	16.606 ha	19.742 ha	22.879 ha	26.895 ha
Maior Dinâmica Econômica	16.815 ha	20.300 ha	23.785 ha	28.763 ha
Menor Dinâmica Econômica	16.192 ha	18.639 ha	21.086 ha	25.026 ha
Criação Animal				
Cenário	2013-2018	2018-2023	2023-2028	2028-2033
Tendencial	0,63%	0,28%	0,16%	0,11%
Maior Dinâmica Econômica	0,63%	0,26%	0,13%	0,09%
Menor Dinâmica Econômica	0,63%	0,33%	0,17%	0,12%

Fonte: PB RH-IX, 2021.

Segundo as estimativas apresentadas, a população urbana iria de 773.435 mil habitantes em 2018, para 918.226 no Cenário Menor Dinâmica Econômica e 887.921 no Cenário de Maior Dinâmica Econômica em 2033. Por outro lado, a População Rural, que em 2013 seria de 20.603 mil habitantes, registraria 116.137 e 120.146 mil habitantes em 2033 no Cenário Maior Dinâmica Econômica e no Cenário Menor Dinâmica Econômica, respectivamente. Para o VAB industrial, fixado em R\$ 46.085.502 em 2018, as projeções apontaram para um valor de R\$ 58.790.243 no Cenário Maior Dinâmica Econômica e de R\$ 54.576.746 no Cenário Menor Dinâmica Econômica em 2038. No setor de irrigação, o Plano assumiu que o incremento anual da área irrigada estaria por volta de 696,95 e 489,33 ha no Cenário Maior Dinâmica Econômica e no Cenário Menor Dinâmica Econômica, respectivamente.

O Quadro 0-39 traz as projeções de demandas hídricas por setor usuário para os horizontes de tempo analisados e em cada cenário prospectivo.

Quadro 0-39 – Projeção das Demandas Hídricas (m³/s) por setor usuário no RH-IX.

População Urbana				
Cenário	2018	2023	2028	2033
Menor Dinâmica Econômica	2,12	2,20	2,28	2,38
Tendencial	2,12	2,18	2,25	2,33
Maior Dinâmica Econômica	2,12	2,19	2,26	2,34
População Rural				
Cenário	2018	2023	2028	2033
Menor Dinâmica Econômica	0,17	0,18	0,18	0,18
Tendencial	0,17	0,17	0,17	0,17
Maior Dinâmica Econômica	0,17	0,17	0,17	0,17
Indústria				
Cenário	2018	2023	2028	2033
Menor Dinâmica Econômica	1,54	1,52	1,62	1,73
Tendencial	1,54	1,50	1,63	1,72
Maior Dinâmica Econômica	1,54	1,48	1,58	1,67
Irrigação				
Cenário	2018	2023	2028	2033
Menor Dinâmica Econômica	7,74	8,91	9,87	11,35
Tendencial	8,08	9,40	10,78	12,41
Maior Dinâmica Econômica	8,25	9,55	10,83	12,67
Criação Animal				
Cenário	2018	2023	2028	2033
Menor Dinâmica Econômica	0,51	0,52	0,52	0,52
Tendencial	0,51	0,52	0,52	0,52
Maior Dinâmica Econômica	0,51	0,51	0,52	0,52
Mineração				
Cenário	2018	2023	2028	2033
Menor Dinâmica Econômica	0,01	0,01	0,01	0,01
Tendencial	0,01	0,01	0,01	0,01
Maior Dinâmica Econômica	0,01	0,01	0,01	0,01
Termoelétrica				
Cenário	2018	2023	2028	2033
Menor Dinâmica Econômica	0,63	0,62	0,66	0,71
Tendencial	0,63	0,62	0,67	0,71
Maior Dinâmica Econômica	0,63	0,60	0,65	0,68

Fonte: PB RH-IX, 2021.

Plano de Bacia da Região Hidrográfica do Médio Paraíba do Sul

O Plano de Bacia da Região Hidrográfica do Médio Paraíba do Sul (RH-III) também faz parte do processo de complementação e finalização do PIRH-PS, tendo sido desenvolvido de maneira concomitante e com o objetivo de integrar a gestão das bacias estaduais à da bacia federal (PIRH-PS, 2021). O Quadro 0-40 apresenta as demandas hídricas atuais articuladas para cada setor usuário.

Quadro 0-40 – Demandas hídricas (m³/s) atuais articuladas no RH-III.

Setor usuário	Demanda
Urbana	2,59
Rural	0,08
Indústria	7,62
Mineração	0,01
Irrigação	0,23
Transposição	120,00
Criação Animal	0,21
Total	10,74

Fonte: PB RH-II, 2021.

O prognóstico efetuado no RH-III adotou os mesmos cenários prospectivos, premissas e metodologias do PIRH-PS, detalhadas no primeiro item deste apêndice, além das mesmas fontes de dados para a análise da tendência de evolução das demandas hídricas, também listadas no respectivo item. O RH-III adota o horizonte temporal final como 2033. Não foi possível acessar o relatório final do Plano de Bacia Hidrográfica Médio Paraíba do Sul, apenas estando disponível seu resumo executivo. Assim, não foram mapeados, para esta Bacia, parâmetros como as Taxas Geométricas de Crescimento Anual (TGCA) e a Área Irrigada projetada. Da mesma forma, apenas as demandas hídricas futuras totais puderam ser levantadas, sendo apresentadas no Quadro 0-41.

Quadro 0-41 – Demandas hídricas totais no RH-III, em m³/s.

Cenário	2018	2023	2028	2033
Tendencial	11,40	11,98	13,04	14,03
Maior Dinâmica Econômica	11,41	12,01	12,99	13,97
Menor Dinâmica Econômica	11,38	11,89	12,69	13,70

Fonte: PB RH-II, 2021.

Plano de Bacia da Região Hidrográfica do Rio Piabanha e Sub-Bacias Hidrográficas dos Rios Paquequer e Preto (RH-IV)

O Plano de Bacia da Região Hidrográfica do Rio Piabanha e Sub-Bacias Hidrográficas dos Rios Paquequer e Preto (RH-IV) também faz parte do processo de complementação e finalização do PIRH-PS, tendo sido desenvolvido de maneira concomitante e com o objetivo

de integrar a gestão das bacias estaduais à da bacia federal (PIRH-PS, 2021). O Quadro 0-42 apresenta as demandas hídricas atuais articuladas para cada setor usuário.

Quadro 0-42 – Demandas hídricas (m³/s) atuais articuladas no RH-IV.

Setor usuário	Demanda (m ³ /s)
Urbana	1,23
Rural	0,10
Indústria	0,09
Termelétricas	0,00
Mineração	0,01
Irrigação	0,89
Criação Animal	0,09
Total	2,41

Fonte: PB RH-II, 2021.

O prognóstico efetuado no RH-IV adotou os mesmos cenários prospectivos, premissas e metodologias do PIRH-PS, detalhadas no primeiro item deste apêndice, além das mesmas fontes de dados para a análise da tendência de evolução das demandas hídricas, também listadas no respectivo item. O RH-IV adota o horizonte temporal final como 2033.

O Quadro 0-43 apresenta os resultados das Taxas Geométricas de Crescimento Anual (TGCA) e a Área Irrigada projetada.

Quadro 0-43 – TGCA e Áreas Irrigada adotadas no RH-IV.

População Urbana				
Cenário	2013-2018	2018-2023	2023-2028	2028-2033
Tendencial	1,00%	1,10%	0,95%	1,03%
Maior Dinâmica Econômica	0,87%	0,57%	0,70%	0,71%
Menor Dinâmica Econômica	0,87%	0,43%	0,58%	0,57%
População Rural				
Cenário	2013-2018	2018-2023	2023-2028	2028-2033
Tendencial	-1,13%	-1,98%	-1,16%	-2,17%
Maior Dinâmica Econômica	-1,20%	-2,06%	-1,24%	-2,17%
Menor Dinâmica Econômica	-1,13%	-1,91%	-1,11%	-2,11%
VAB Industrial				
Cenário	2013-2018	2018-2023	2023-2028	2028-2033
Tendencial	9,36%	4,42%	4,22%	3,51%
Maior Dinâmica Econômica	9,36%	5,42%	4,63%	3,87%
Menor Dinâmica Econômica	9,36%	3,00%	2,99%	3,02%
Área Irrigada				
Cenário	2018	2023	2028	2033
Tendencial	25.942 ha	33.981 ha	42.020 ha	50.059 ha
Maior Dinâmica Econômica	26.478 ha	35.410 ha	44.342 ha	53.274 ha
Menor Dinâmica Econômica	25.406 ha	32.552 ha	39.697 ha	46.843 ha
Criação Animal				
Cenário	2013-2018	2018-2023	2023-2028	2028-2033
Tendencial	0,32%	0,81%	0,44%	0,25%
Maior Dinâmica Econômica	0,32%	0,77%	0,36%	0,21%
Menor Dinâmica Econômica	0,32%	0,97%	0,47%	0,26%

Fonte: PB RH-II, 2021.

Segundo as estimativas apresentadas, a população urbana iria de 467.767 mil habitantes em 2018, para 506.164 no Cenário Menor Dinâmica Econômica e 516.322 no Cenário de Maior

Dinâmica Econômica em 2033. Por outro lado, a População Rural, que em 2013 seria de 69.698 mil habitantes, registraria 49.784 e 50.806 mil habitantes em 2033 no Cenário Maior Dinâmica Econômica e no Cenário Menor Dinâmica Econômica, respectivamente. Para o VAB industrial, fixado em R\$ 5.099.094 em 2018, as projeções apontaram para um valor de R\$ 10.064.648 no Cenário Maior Dinâmica Econômica e de R\$ 7.949.398 no Cenário Menor Dinâmica Econômica em 2038. No setor de irrigação, o Plano assumiu que o incremento anual da área irrigada estaria por volta de 1.786,40 e 1.429,12 ha no Cenário Maior Dinâmica Econômica e no Cenário Menor Dinâmica Econômica, respectivamente.

O Quadro 0-44 traz as projeções de demandas hídricas por setor usuário para os horizontes

Quadro 0-44 – Projeção das Demandas Hídricas (m³/s) por setor usuário no RH-IV.

População Urbana				
Cenário	2018	2023	2028	2033
Menor Dinâmica Econômica	1,28	1,30	1,33	1,36
Tendencial	1,28	1,28	1,30	1,32
Maior Dinâmica Econômica	1,28	1,28	1,30	1,32
População Rural				
Cenário	2018	2023	2028	2033
Menor Dinâmica Econômica	0,09	0,08	0,08	0,07
Tendencial	0,09	0,08	0,08	0,07
Maior Dinâmica Econômica	0,09	0,08	0,08	0,07
Indústria				
Cenário	2018	2023	2028	2033
Menor Dinâmica Econômica	0,14	0,16	0,18	0,20
Tendencial	0,14	0,16	0,20	0,23
Maior Dinâmica Econômica	0,14	0,17	0,20	0,23
Irrigação				
Cenário	2018	2023	2028	2033
Menor Dinâmica Econômica	1,22	1,56	1,86	2,13
Tendencial	1,26	1,62	1,98	2,31
Maior Dinâmica Econômica	1,30	1,67	2,03	2,36
Criação Animal				
Cenário	2018	2023	2028	2033
Menor Dinâmica Econômica	0,09	0,10	0,10	0,10
Tendencial	0,09	0,10	0,10	0,10
Maior Dinâmica Econômica	0,09	0,10	0,10	0,10
Mineração				
Cenário	2018	2023	2028	2033
Menor Dinâmica Econômica	0,01	0,01	0,01	0,01
Tendencial	0,01	0,01	0,01	0,01
Maior Dinâmica Econômica	0,01	0,01	0,01	0,01

Fonte: PB RH-II, 2021.

Plano de Bacia da Região Hidrográfica do Rio Dois Rios

O Plano de Bacia da Região Hidrográfica do Rio Dois Rios (RH-VII), assim como os Planos apresentados anteriormente, faz parte do processo de complementação e finalização do PIRH-PS, tendo sido desenvolvido de maneira concomitante e com o objetivo de integrar a

gestão das bacias estaduais à da bacia federal (PIRH-PS, 2021). O Quadro 0-45 traz as demandas hídricas atuais articuladas para cada setor usuário.

Quadro 0-45 – Demandas hídricas (m³/s) atuais articuladas no RH-VII.

Setor usuário	Demanda (m ³ /s)
Urbana	0,72
Rural	0,08
Indústria	0,03
Termelétricas	0,00
Mineração	0,01
Irrigação	0,97
Criação Animal	0,19
Total	2,00

Fonte: PB RH-VII, 2021.

O prognóstico efetuado no RH-VII adotou os mesmos cenários prospectivos, premissas e metodologias do PIRH-PS, detalhadas no primeiro item deste apêndice, além das mesmas fontes de dados para a análise da tendência de evolução das demandas hídricas, também listadas no respectivo item. O RH-VII adota o horizonte temporal final como 2033.

O Quadro 0-46 apresenta os resultados das Taxas Geométricas de Crescimento Anual (TGCAs) e a Área Irrigada projetada.

Quadro 0-46 – TGCAs e Áreas Irrigada adotadas no RH-VII.

População Urbana				
Cenário	2013-2018	2018-2023	2023-2028	2028-2033
Tendencial	0,59%	0,57%	0,52%	0,60%
Maior Dinâmica Econômica	0,59%	0,61%	0,57%	0,64%
Menor Dinâmica Econômica	0,59%	0,53%	0,49%	0,56%
População Rural				
Cenário	2013-2018	2018-2023	2023-2028	2028-2033
Tendencial	-0,89%	-0,96%	-0,82%	-1,12%
Maior Dinâmica Econômica	-0,93%	-1,00%	-0,87%	-1,12%
Menor Dinâmica Econômica	-0,89%	-0,92%	-0,79%	-1,09%
VAB Industrial				
Cenário	2013-2018	2018-2023	2023-2028	2028-2033
Tendencial	5,75%	4,13%	3,89%	3,23%
Maior Dinâmica Econômica	5,75%	5,06%	4,26%	3,56%
Menor Dinâmica Econômica	5,75%	2,79%	2,76%	2,78%
Área Irrigada				
Cenário	2018	2023	2028	2033
Tendencial	12.303 ha	16.452 ha	20.600 ha	24.749 ha
Maior Dinâmica Econômica	12.580 ha	17.189 ha	21.799 ha	26.408 ha
Menor Dinâmica Econômica	12.027 ha	15.714 ha	19.402 ha	23.089 ha
Criação Animal				
Cenário	2013-2018	2018-2023	2023-2028	2028-2033
Tendencial	-0,06%	0,56%	0,37%	0,19%
Maior Dinâmica Econômica	-0,06%	0,54%	0,31%	0,16%
Menor Dinâmica Econômica	-0,06%	0,67%	0,40%	0,20%

Fonte: PB RH-VII, 2021.

Segundo as estimativas apresentadas, a população urbana iria de 282.389 mil habitantes em 2018, para 309.228 no Cenário Menor Dinâmica Econômica e 305.541 no Cenário de Maior

Dinâmica Econômica em 2033. Por outro lado, a População Rural, que em 2013 seria de 58.233 mil habitantes, registraria 47.807 e 48.393 mil habitantes em 2033 no Cenário Maior Dinâmica Econômica e no Cenário Menor Dinâmica Econômica, respectivamente. Para o VAB industrial, fixado em R\$ 1.215.062 em 2018, as projeções apontaram para um valor de R\$ 2.282.360 no Cenário Maior Dinâmica Econômica e de R\$ 1.832.920 no Cenário Menor Dinâmica Econômica em 2038. No setor de irrigação, o Plano assumiu que o incremento anual da área irrigada estaria por volta de 921,9 e 737,52 ha no Cenário Maior Dinâmica Econômica e no Cenário Menor Dinâmica Econômica, respectivamente.

O Quadro 0-47 traz as projeções de demandas hídricas por setor usuário para os horizontes de tempo analisados e em cada cenário prospectivo.

Quadro 0-47 – Projeção das Demandas Hídricas (m³/s) por setor usuário no RH-VII.

População Urbana				
Cenário	2018	2023	2028	2033
Menor Dinâmica Econômica	0,75	0,76	0,77	0,79
Tendencial	0,75	0,75	0,76	0,77
Maior Dinâmica Econômica	0,75	0,75	0,75	0,76
População Rural				
Cenário	2018	2023	2028	2033
Menor Dinâmica Econômica	0,08	0,08	0,07	0,07
Tendencial	0,08	0,08	0,07	0,07
Maior Dinâmica Econômica	0,08	0,08	0,07	0,07
Indústria				
Cenário	2018	2023	2028	2033
Menor Dinâmica Econômica	0,04	0,04	0,05	0,06
Tendencial	0,04	0,05	0,05	0,06
Maior Dinâmica Econômica	0,04	0,05	0,06	0,06
Irrigação				
Cenário	2018	2023	2028	2033
Menor Dinâmica Econômica	1,36	1,78	2,15	2,48
Tendencial	1,41	1,85	2,29	2,70
Maior Dinâmica Econômica	1,47	1,92	2,36	2,77
Criação Animal				
Cenário	2018	2023	2028	2033
Menor Dinâmica Econômica	0,19	0,20	0,20	0,20
Tendencial	0,19	0,20	0,20	0,20
Maior Dinâmica Econômica	0,19	0,20	0,20	0,20
Mineração				
Cenário	2018	2023	2028	2033
Menor Dinâmica Econômica	0,01	0,01	0,01	0,01
Tendencial	0,01	0,01	0,01	0,02
Maior Dinâmica Econômica	0,01	0,01	0,01	0,02

Fonte: PB RH-VII, 2021.

Plano Estratégico de Recursos Hídricos das Bacias Hidrográficas dos Rios Guandu, da Guarda e Guandu-Mirim

O estudo de demandas atuais e futuras da Sub-Bacia do Rio Piraí, localizada no estado do Rio de Janeiro e integrante da Bacia Hidrográfica do Rio Paraíba do Sul, está inserido no

Plano Estratégico de Recursos Hídricos das Bacias Hidrográficas dos Rios Guandu, da Guarda e Guandu-Mirim (PRH-GUANDU), publicado em 2017. Além disso, o PIRH-PS destaca a importância da transposição de 120 m³/s de água do rio Pirai para a Bacia Hidrográfica do Rio Guandu, implantada há mais de 50 anos com o objetivo de gerar energia elétrica, mas alterada ao longo do tempo para gerar desenvolvimento econômico na região.

Atualmente, a transposição da Bacia do Rio Paraíba do Sul para a do Rio Guandu é a principal fonte de abastecimento público da Região Metropolitana do Rio de Janeiro. No Rio Guandu, está localizada a ETA Guandu, a maior Estação de Tratamento de Água do mundo com capacidade de tratar 43 m³/s e para a qual estão previstas obras de ampliação. Nesse contexto, diferentes estudos apontam para a necessidade de gestão integrada entre as Bacias do Rio Paraíba do Sul e do Rio Guandu.

As Bacias Hidrográficas dos Rios Guandu, da Guarda e Guandu-Mirim correspondem à Região Hidrográfica II, dentre nove que compõem o estado. Por sua vez, as bacias e sub-bacias existentes na RH II foram agregadas em 13 Unidades Hidrológicas de Planejamento, sendo cinco delas de especial relevância para a Bacia Hidrográfica do Rio Paraíba do Sul, descritas no Quadro 0-48.

Quadro 0-48 – Unidades Hidrológicas de Planejamento (UHP) inseridas na RH II e de interesse para a Bacia Hidrográfica do Paraíba do Sul.

Unidades Hidrológicas	Descrição
UHP-01 (Rio Pirai – montante reservatório Santana)	Contempla toda a porção do rio Pirai a montante do reservatório de Santana, com complexo de transposição instalado a partir deste ponto. Parte da Bacia Hidrográfica do Rio Paraíba do Sul.
UHP-02 (Rio Pirai – reservatório Santana e afluentes)	Contempla toda a porção baixa do rio Pirai, a partir do reservatório de Santana, que conduz as águas transpostas do rio Paraíba do Sul até o Ribeirão das Lajes, na bacia do Guandu. Parte da Bacia Hidrográfica do Rio Paraíba do Sul.
UHP-03 (Ribeirão das Lajes – montante barragem)	Esta UHP engloba toda a área de contribuição do Reservatório de Lajes, incluindo os afluentes e a área alagada. Importância estratégica deste reservatório para o abastecimento de água de toda a Região Metropolitana do Rio de Janeiro.
UHP-04 (Ribeirão das Lajes – jusante barragem)	Engloba toda a região do Ribeirão das Lajes à jusante da barragem, incluindo a UHE Pereira Passos, onde a partir daí há o ingresso do aporte das águas transpostas do Paraíba do Sul, havendo profundas modificações do regime fluviométrico a partir deste ponto.
UHP-07 (Rio Guandu)	Formada a partir da confluência do Rio Santana com o Ribeirão das Lajes, onde passa a ser designado Rio Guandu, é responsável pela condução de todo o volume da transposição das águas do Paraíba do Sul. Em seu ponto de jusante está localizado a ETA Guandu.

Fonte: PRH-GUANDU, 2017.

Para a articulação das demandas atuais em cada UHP e por setor usuário, o Plano partiu de diferentes bases de dados, dentre elas (apud PRH-GUANDU, 2017):

- Dados de população do IBGE por município inserido na RHII;

- Valores de retirada e consumo médio per capita de acordo com os dados do SNIS, publicados 2015;
- Cadastro de Usuários do INEA, publicado em 2017;
- Censo Agropecuário 2006, publicado pelo IBGE em 2010;
- Pesquisa Agrícola Municipal (PAM), publicadas pelo IBGE em 2006 e 2015;
- Demandas hídricas para os meses irrigados, publicadas pela ANA;
- Zoneamento Ecológico – Econômico do Estado do Rio de Janeiro
- Informações existentes no SIGA-Guandu.

O Quadro 0-49 apresenta os resultados das demandas atuais estimadas por setor usuário nas UHP de interesse.

Quadro 0-49 – Estimativa de demanda hídrica (m³/s) nas UPH de interesse.

UPH	Abastecimento Urbano	Abastecimento Rural	Indústria	Termelétrica	Irrigação	Mineração	Criação Animal	Total
UHP-01 (Rio Pirai – montante reservatório Santana)	0,07	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,03	0,12
UHP-02 (Rio Pirai – reservatório Santana e afluentes)	0,13	0,01	0,01	0,00	0,00	0,00	0,02	0,16
UHP-03 (Ribeirão das Lajes – montante barragem)	0,22	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,23
UHP-04 (Ribeirão das Lajes – jusante barragem)	5,57	0,01	0,02	0,40	0,03	0,00	0,01	6,04
UHP-07 (Rio Guandu)	45,17	0,00	1,19	4,56	0,01	0,01	0,00	50,94
Total	51,16	0,03	1,22	4,96	0,05	0,01	0,07	57,50

Fonte: PRH-GUANDU, 2017.

Para a elaboração do prognóstico, que tem como horizonte temporal final o ano de 2042, o Plano considerou os cenários prospectivos adotados no PERHI-RJ para 2030 e os cenários Brasil 2035 publicados pelo Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada em 2017. A partir da análise dessas duas bases, em conjunto com o estudo da conjuntura do uso de recursos hídricos por setor usuário na bacia, foram consolidados 4 cenários de planejamento, sintetizados no Quadro 0-50.

Quadro 0-50 – Síntese dos cenários prospectivos adotados no PRH-GUANDU.

Cenários	Descrição
Vai levando	Os Sistemas de Gerenciamento de Recursos Hídricos, nacional e estaduais, bem como o de Gerenciamento Ambiental, são desmontados como consequência da crise econômica persistente e as despreocupações com as questões sociais que também transbordam para as ambientais. Os instrumentos de gerenciamento de recursos hídricos são aplicados com as limitações das entidades gestoras, com carências de pessoal, de recursos de custeio e de equipamentos.

Cenários	Descrição
Crescer é o Lema	As despreocupações sociais também afetam a área ambiental e o Sistema de Gerenciamento de Recursos Hídricos é operacional exclusivamente nas questões que envolvem o uso de água para o setor produtivo. Com a economia se desenvolvendo o OEGRH/RJ consegue recursos para atender a estas demandas gerenciais na RH II, mas não tem sucesso no alcance de metas de qualidade de água, a não ser quando necessárias para atender às demandas produtivas.
Novo Pacto Social	Neste cenário as questões sociais passam a ser centrais nas políticas públicas. Demandas de abastecimento público são atendidas pelas suas consequências benéficas no bem-estar social. As demandas de saneamento ambiental apresentam dificuldades de atendimento devido à baixa arrecadação em um cenário em que o crescimento econômico está comprometido.
Construção	Neste cenário idealizado em que as questões econômicas e sociais, e as ambientais, são consideradas em conjunto, com as relevâncias devidas, o OEGRH/RJ recebe as condições para exercício e suas atribuições no gerenciamento quantitativo e qualitativo dos recursos hídricos na RH II.

Fonte: PRH-GUANDU, 2017.

O Quadro 0-51 abaixo traz as premissas adotadas pelo PRH-GUANDU para a projeção das demandas hídricas nos setores de abastecimento urbano e rural, indústria, irrigação e criação de animais, nos quatro cenários empregados. Destaca-se que o Plano diferencia as premissas para quatro regiões da RH II (Serrana, Perimetropolitana, Metropolitana e Costa Sul), sendo aqui apresentados os resultados de forma agregada.

Quadro 0-51 – Premissas adotadas para a projeção das demandas hídricas no PRH-GUANDU.

Finalidade	Premissas
Abastecimento urbano	<ul style="list-style-type: none"> ○ Vai levando: TGCA's idênticas às que ocorreram entre 2010 e 2016. Perdas físicas nas redes de distribuição mantêm-se como atualmente ○ Crescer é o lema: TGCA da população urbana é o dobro no curto prazo, o triplo no médio e longo prazo do que os valores que foram estimados para o período 2010-2016. Perdas físicas em municípios com perdas acima da 20% se reduzem em 10% no curto prazo, 15% no médio prazo e 20% do longo prazo. ○ Novo pacto social: TGCA entre 0,5%, 2,5% e 4% ao ano. Perdas na rede de distribuição mantidas como no presente. ○ Construção: TGCA's obtidas pela média ponderada dos crescimentos no cenário Vai Levando, com peso unitário, e no cenário Crescer é o Lema, com peso 2. Perdas físicas nos municípios com perdas superiores a 20% se reduzem em 20% no curto prazo, 30% no médio prazo e 50% do longo prazo.
Abastecimento rural	<ul style="list-style-type: none"> ○ Vai levando: Crescimento projetado pela tendência linear que as TGCA's de 1991 a 2016 indicam. Perdas físicas e taxas de uso por habitante não se alteram em relação ao presente. ○ Crescer é o lema: TGCA's da região Serrana aumentam 50% e 100% acima das TGCA do cenário Vai Levando. ○ Novo pacto social: TGCA's entre -1%, 0,5%, 1% e 2%. ○ Construção: Mesma abordagem que para a população urbana.
Indústria	<ul style="list-style-type: none"> ○ Vai levando: Até 2022 mantêm-se os valores de 2013 a 2014. TGCA's se reduzem entre 1% e 2% a.a. no médio e longo prazo. Sem ganhos de eficiência. ○ Crescer é o lema: VAB tende a convergir para uma TGCA da ordem de 4% ao ano. Relação VAB/m³ de água captada reduz no médio prazo em 15% e em 30% no longo prazo em função de ganhos de eficiência. ○ Novo pacto social: VAB Industrial com o mesmo crescimento do cenário Crescer é o Lema. Relação VAB/m³ de água permanecem constantes. ○ Construção: Crescimento do VAB Industrial são projetadas como médias ponderadas das taxas do cenário Vai Levando, com peso 1, e do cenário Crescer é o Lema, com peso 2. Relação VAB/m³ reduz 25% no médio prazo e de 50% no longo prazo.
Irrigação	<ul style="list-style-type: none"> ○ Vai levando: Sem aumento da área irrigada atual, no curto, médio e longo prazo. ○ Crescer é o lema: Irrigação cresce atingindo entre 30 e 55% dos solos aptos. ○ Novo pacto social: Área irrigada igual ao cenário Crescer é o Lema. ○ Construção: Área irrigada igual ao cenário Crescer é o Lema.

Finalidade	Premissas
Criação Animal	<ul style="list-style-type: none"> Vai levando: TGCA equivalente a 1/3 da média das TGCA's no período de 2011 a 2016. Taxas de uso de água na atividade mantêm-se como as atuais Crescer é o lema: TGCA entre 2% e 7% no curto, médio e longo prazos. Taxas de uso de água na atividade mantêm-se como as atuais. Novo pacto social: Taxas de crescimento dos rebanhos 25% menores do que no cenário Vai Levando. Construção: Mesmas taxas do cenário Crescer é o Lema. As taxas de uso de água na atividade mantêm-se como as atuais.

Fonte: PRH-GUANDU, 2017.

O Quadro 0-52 apresenta os resultados das Taxas Geométricas de Crescimento Anual (TGCA's) e os incrementos de Área Irrigada, além dos resultados das projeções por setor usuário.

Quadro 0-52 – TGCA's, Área Irrigada e resultados das projeções por setor usuário no PRH-GUANDU.

População Urbana								
Cenário	TGCA (%)				Número de habitantes			
	2016	2022	2027	2042	2016	2022	2027	2042
Vai levando	0,60	0,60	0,61	0,62	1.894.384	1.964.030	2.024.468	2.220.072
Crescer é o Lema	0,60	0,43	1,79	1,84	1.894.384	2.036.276	2.225.223	2.923.103
Novo Pacto Social	0,60	1,60	2,42	2,47	1.894.384	2.128.881	2.399.585	3.457.987
Construção	0,60	2,75	1,39	1,42	1.894.384	2.011.899	2.156.139	2.665.401
População Rural								
Cenário	TGCA (%)				Número de habitantes			
	2016	2022	2027	2042	2016	2022	2027	2042
Vai levando	1,03	1,34	1,65	2,67	47.822	51.799	56.225	83.454
Crescer é o Lema	1,03	1,34	2,23	4,29	47.822	51.799	57.828	108.634
Novo Pacto Social	0,91	0,92	0,95	0,91	47.822	50.496	52.874	60.935
Construção	1,03	1,34	2,03	3,74	47.822	51.799	57.289	99.330
Indústria								
Cenário	TGCA (%)				Valor Bruto Agregado (R\$)			
	2016	2022	2027	2042	2016	2022	2027	2042
Vai levando	0,40	0,72	0,91	0,93	21.576.160	23.669.027	24.711.808	28.234.956
Crescer é o Lema	0,40	0,49	4,00	4,00	21.576.160	24.551.346	29.870.466	53.795.021
Novo Pacto Social	0,40	4,00	4,00	4,00	21.576.160	24.551.346	29.870.466	53.795.021
Construção	0,40	4,16	2,95	2,96	21.576.160	23.808.607	27.540.124	42.642.564
Área Irrigada								
Cenário	Incremento Área irrigada				Área Irrigada (ha)			
	2016	2022	2027	2042	2016	2022	2027	2042
Vai levando	-152	-	-	-	1.685	1.685	1.685	1.685
Crescer é o Lema	-152	95	280	560	1.685	2.255	3.655	12.055
Novo Pacto Social	-152	95	280	560	1.685	2.255	3.655	12.055
Construção	-152	95	280	560	1.685	2.255	3.655	12.055
Criação Animal								
Cenário	TGCA (%)				Bovino equivalente de demanda de água			
	2016	2022	2027	2042	2016	2022	2027	2042
Vai levando	3,71	2,01	2,36	3,00	620.487	699.258	785.945	1.225.060
Crescer é o Lema	3,71	4,73	4,23	4,89	620.487	782.532	965.411	1.982.233
Novo Pacto Social	3,71	5,53	1,64	2,02	620.487	675.884	733.235	990.276
Construção	3,71	1,18	4,29	4,91	620.487	782.532	965.411	1.982.233

Fonte: PRH-GUANDU, 2017.

O Quadro 0-53 traz as projeções de demandas hídricas por setor usuário para os horizontes de tempo analisados e em cada cenário prospectivo.

Quadro 0-53 – Projeção das Demandas Hídricas (m³/s) por setor usuário no PRH-GUANDU.

Abastecimento Urbano	Vai levando			Crescer é o Lema			Novo Pacto Social			Construção		
	2022	2027	2042	2022	2027	2042	2022	2027	2042	2022	2027	2042
UHP												
01 – Rio Pirai Montante	0,07	0,08	0,08	0,08	0,09	0,11	0,07	0,08	0,08	0,08	0,08	0,10
02 – Rio Pirai Reservatório	0,14	0,14	0,16	0,14	0,16	0,21	0,14	0,14	0,15	0,14	0,15	0,19
03 – Ribeirão Montante	0,23	0,24	0,26	0,24	0,26	0,35	0,23	0,24	0,25	0,23	0,25	0,31
04 – Ribeirão Jusante	5,74	5,89	6,35	5,87	6,31	7,94	6,26	7,06	10,16	5,76	6,06	7,18
07 – Rio Guandu	46,47	47,59	51,12	47,35	50,65	62,79	50,87	57,55	83,35	46,44	48,68	56,90
Abastecimento Rural	Vai levando			Crescer é o Lema			Novo Pacto Social			Construção		
UHP	2022	2027	2042	2022	2027	2042	2022	2027	2042	2022	2027	2042
01 – Rio Pirai Montante	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
02 – Rio Pirai Reservatório	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
03 – Ribeirão Montante	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
04 – Ribeirão Jusante	0,01	0,01	0,02	0,01	0,02	0,03	0,01	0,01	0,02	0,01	0,02	0,03
07 – Rio Guandu	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Indústria	Vai levando			Crescer é o Lema			Novo Pacto Social			Construção		
UHP	2022	2027	2042	2022	2027	2042	2022	2027	2042	2022	2027	2042
01 – Rio Pirai Montante	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
02 – Rio Pirai Reservatório	0,01	0,01	0,02	0,01	0,01	0,02	0,01	0,01	0,02	0,01	0,01	0,02
03 – Ribeirão Montante	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
04 – Ribeirão Jusante	0,02	0,03	0,04	0,02	0,03	0,04	0,02	0,03	0,05	0,02	0,03	0,03
07 – Rio Guandu	1,19	1,19	1,19	1,34	1,57	2,42	1,34	1,63	2,94	1,17	1,30	1,59
Irrigação	Vai levando			Crescer é o Lema			Novo Pacto Social			Construção		
UHP	2022	2027	2042	2022	2027	2042	2022	2027	2042	2022	2027	2042
01 – Rio Pirai Montante	0,01	0,01	0,01	0,01	0,03	0,13	0,01	0,03	0,13	0,01	0,03	0,13
02 – Rio Pirai Reservatório	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,02	0,00	0,01	0,02	0,00	0,01	0,02
03 – Ribeirão Montante	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,04	0,00	0,01	0,04	0,00	0,01	0,04
04 – Ribeirão Jusante	0,03	0,03	0,03	0,05	0,10	0,45	0,05	0,10	0,45	0,05	0,10	0,45
07 – Rio Guandu	0,01	0,01	0,01	0,02	0,02	0,06	0,02	0,02	0,06	0,02	0,02	0,06
Criação Animal	Vai levando			Crescer é o Lema			Novo Pacto Social			Construção		
UHP	2022	2027	2042	2022	2027	2042	2022	2027	2042	2022	2027	2042
01 – Rio Pirai Montante	0,04	0,06	0,11	0,05	0,07	0,19	0,04	0,05	0,08	0,05	0,07	0,19

02 – Rio Pirai Reservatório	0,02	0,03	0,06	0,02	0,03	0,09	0,02	0,02	0,04	0,02	0,03	0,09
03 – Ribeirão Montante	0,01	0,02	0,04	0,02	0,02	0,06	0,01	0,02	0,03	0,02	0,02	0,06
04 – Ribeirão Jusante	0,01	0,02	0,04	0,02	0,02	0,06	0,01	0,02	0,03	0,02	0,02	0,06
07 – Rio Guandu	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Termelétrica	Vai levando			Crescer é o Lema			Novo Pacto Social			Construção		
UHP	2022	2027	2042	2022	2027	2042	2022	2027	2042	2022	2027	2042
01 – Rio Pirai Montante	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
02 – Rio Pirai Reservatório	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
03 – Ribeirão Montante	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
04 – Ribeirão Jusante	0,40	0,53	0,58	0,78	0,53	0,60	0,93	0,53	0,64	1,15	0,53	0,57
07 – Rio Guandu	4,56	4,56	4,56	4,56	5,13	5,99	9,24	5,13	6,25	11,25	4,47	4,97
Total	Vai levando			Crescer é o Lema			Novo Pacto Social			Construção		
	2022	2027	2042	2022	2027	2042	2022	2027	2042	2022	2027	2042
Total Paraíba do SUL	0,31	0,34	0,46	0,33	0,40	0,80	0,31	0,35	0,54	0,33	0,39	0,76
Total UHP de interesse	59,14	60,50	64,90	60,93	66,01	85,20	64,80	73,92	110,32	59,06	62,44	74,23

Fonte: PRH-GUANDU, 2017.

APÊNDICE C. RESULTADOS PORMENORIZADOS DOS CENÁRIOS DE DEMANDAS HÍDRICAS

Regionalização das perspectivas de crescimento econômico

Quadro 0-54 – Projeções econômicas para a bacia do rio Paraíba do Sul - Valor Agregado Bruto da Agropecuária (R\$, milhões).

Sub Bacia	Cena Atual	Cenário Tendencial			
		2030	2035	2040	2045
Paraíba do Sul - Paulista	624,63	736,88	777,91	827,19	885,02
Preto Paraibuna	284,96	360,44	393,73	426,09	456,99
Pomba e Muriaé	1.185,40	1.476,45	1.599,65	1.723,56	1.847,40
Médio Paraíba do Sul	508,23	599,68	633,04	673,11	720,15
Piabanha	892,96	1.107,63	1.198,20	1.290,14	1.382,72
Rio Dois Rios	519,27	612,62	646,90	688,01	736,12
Baixo Paraíba do Sul	1.224,54	1.344,38	1.377,08	1.443,57	1.541,47
Sub-bacia do Rio Pirai	79,00	92,61	97,45	103,45	110,65
TOTAL	5.318,96	6.330,69	6.723,95	7.175,11	7.680,51
Sub Bacia	Cena Atual	Cenário Maior Pressão			
		2030	2035	2040	2045
Paraíba do Sul - Paulista	624,63	768,59	856,65	961,86	1.087,12
Preto Paraibuna	284,96	373,32	429,10	489,47	554,43
Pomba e Muriaé	1.185,40	1.530,38	1.745,27	1.982,50	2.244,29
Médio Paraíba do Sul	508,23	625,61	697,36	783,03	884,99
Piabanha	892,96	1.154,99	1.318,93	1.499,41	1.697,61
Rio Dois Rios	519,27	638,73	711,95	799,45	903,56
Baixo Paraíba do Sul	1.224,54	1.401,11	1.514,61	1.676,12	1.890,66
Sub-bacia do Rio Pirai	79,00	96,18	106,64	119,42	134,92
TOTAL	5.318,96	6.588,90	7.380,51	8.311,25	9.397,58
Sub Bacia	Cena Atual	Cenário Menor Pressão			
		2030	2035	2040	2045
Paraíba do Sul - Paulista	624,63	717,72	738,57	761,51	789,77
Preto Paraibuna	284,96	352,61	376,28	395,28	411,02
Pomba e Muriaé	1.185,40	1.443,73	1.527,69	1.597,64	1.660,19
Médio Paraíba do Sul	508,23	584,00	600,88	619,48	642,47
Piabanha	892,96	1.079,01	1.137,88	1.188,06	1.234,31
Rio Dois Rios	519,27	596,84	614,41	633,67	657,20
Baixo Paraíba do Sul	1.224,54	1.310,08	1.308,43	1.330,15	1.376,86
Sub-bacia do Rio Pirai	79,00	90,45	92,88	95,66	99,20
TOTAL	5.318,96	6.174,42	6.397,03	6.621,46	6.871,01

Fonte: elaborado pelo Consórcio.

Quadro 0-55 – Projeções econômicas para a bacia do rio Paraíba do Sul - Valor Agregado Bruto da Indústria (R\$, milhões).

Sub Bacia	Cena Atual	Cenário Tendencial			
		2030	2035	2040	2045
Paraíba do Sul - Paulista	40.930,57	42.973,98	43.082,21	44.673,23	47.630,71
Preto Paraibuna	4.912,66	5.540,53	5.731,14	6.033,66	6.446,48
Pomba e Muriaé	4.504,33	5.103,90	5.294,78	5.583,22	5.966,59
Médio Paraíba do Sul	23.224,47	26.655,14	28.039,18	29.835,37	31.927,78
Piabanha	5.791,00	6.595,86	6.848,55	7.221,86	7.717,60
Rio Dois Rios	1.547,07	1.692,48	1.725,78	1.803,76	1.925,24
Baixo Paraíba do Sul	30.930,62	25.183,30	22.509,27	22.065,92	23.346,63
Sub-bacia do Rio Pirai	1.405,67	1.760,64	1.910,92	2.060,30	2.208,52
TOTAL	113.246,40	115.505,83	115.141,81	119.277,34	127.169,30
Sub Bacia	Cena Atual	Cenário Maior Pressão			
		2030	2035	2040	2045
Paraíba do Sul - Paulista	40.930,57	45.686,32	48.754,58	53.591,00	60.393,18
Preto Paraibuna	4.912,66	5.821,84	6.380,41	7.105,27	8.021,45
Pomba e Muriaé	4.504,33	5.376,79	5.918,13	6.606,29	7.460,70
Médio Paraíba do Sul	23.224,47	27.963,20	31.184,48	35.123,30	39.720,55
Piabanha	5.791,00	6.875,71	7.536,14	8.390,75	9.472,32
Rio Dois Rios	1.547,07	1.786,95	1.934,42	2.140,69	2.414,60
Baixo Paraíba do Sul	30.930,62	26.447,31	25.028,15	25.940,04	28.998,23
Sub-bacia do Rio Pirai	1.405,67	1.828,30	2.090,86	2.377,98	2.692,42
TOTAL	113.246,40	121.786,42	128.827,17	141.275,32	159.173,15
Sub Bacia	Cena Atual	Cenário Menor Pressão			
		2030	2035	2040	2045
Paraíba do Sul - Paulista	40.930,57	41.102,21	39.860,48	39.933,73	41.252,80
Preto Paraibuna	4.912,66	5.360,90	5.388,64	5.492,28	5.687,01
Pomba e Muriaé	4.504,33	4.926,60	4.960,53	5.060,91	5.241,09
Médio Paraíba do Sul	23.224,47	25.840,04	26.408,14	27.193,58	28.200,92
Piabanha	5.791,00	6.433,18	6.514,82	6.663,17	6.902,61
Rio Dois Rios	1.547,07	1.629,90	1.611,89	1.629,55	1.685,42
Baixo Paraíba do Sul	30.930,62	24.384,38	21.198,71	20.131,66	20.645,03
Sub-bacia do Rio Pirai	1.405,67	1.723,78	1.828,07	1.913,42	1.988,55
TOTAL	113.246,40	111.400,98	107.771,27	108.018,30	111.603,23

Fonte: elaborado pelo Consórcio.

Quadro 0-56 – Projeções econômicas para a bacia do rio Paraíba do Sul - Valor Agregado Bruto dos Serviços (R\$, milhões).

Sub Bacia	Cena Atual	Cenário Tendencial			
		2030	2035	2040	2045
Paraíba do Sul - Paulista	60.228,71	73.840,56	79.386,21	85.198,15	91.269,54
Preto Paraibuna	14.403,77	17.595,56	18.878,80	20.238,45	21.677,19
Pomba e Muriaé	12.651,09	15.570,36	16.768,84	18.011,44	19.297,10

Sub Bacia	Cena Atual	Cenário Tendencial			
		2030	2035	2040	2045
Paraíba do Sul - Paulista	60.228,71	73.840,56	79.386,21	85.198,15	91.269,54
Médio Paraíba do Sul	30.512,71	36.278,00	38.471,10	41.009,85	43.891,39
Piabanha	15.098,04	17.818,48	18.827,27	20.032,18	21.434,08
Rio Dois Rios	7.718,97	9.274,74	9.882,75	10.559,92	11.305,60
Baixo Paraíba do Sul	28.119,73	31.079,36	31.979,64	33.616,46	35.911,30
Sub-bacia do Rio Pirai	1.388,72	1.641,68	1.735,01	1.846,03	1.975,21
TOTAL	170.121,73	203.098,73	215.929,63	230.512,47	246.761,39
Sub Bacia	Cena Atual	Cenário Maior Pressão			
		2030	2035	2040	2045
Paraíba do Sul - Paulista	60.228,71	77.160,83	87.665,36	99.391,31	112.486,13
Preto Paraibuna	14.403,77	18.382,02	20.839,39	23.598,84	26.703,40
Pomba e Muriaé	12.651,09	16.264,00	18.506,78	20.997,60	23.766,31
Médio Paraíba do Sul	30.512,71	37.891,38	42.453,23	47.802,04	54.048,66
Piabanha	15.098,04	18.583,79	20.731,89	23.292,61	26.328,27
Rio Dois Rios	7.718,97	9.682,66	10.898,24	12.299,14	13.910,69
Baixo Paraíba do Sul	28.119,73	32.454,33	35.283,73	39.179,86	44.217,48
Sub-bacia do Rio Pirai	1.388,72	1.712,51	1.911,02	2.147,09	2.426,91
TOTAL	170.121,73	212.131,51	238.289,64	268.708,48	303.887,82
Sub Bacia	Cena Atual	Cenário Menor Pressão			
		2030	2035	2040	2045
Paraíba do Sul - Paulista	60.228,71	71.848,29	75.256,66	78.293,16	81.299,42
Preto Paraibuna	14.403,77	17.121,48	17.898,19	18.600,19	19.311,36
Pomba e Muriaé	12.651,09	15.158,17	15.908,57	16.566,11	17.204,37
Médio Paraíba do Sul	30.512,71	35.317,29	36.497,85	37.720,02	39.132,65
Piabanha	15.098,04	17.372,29	17.899,95	18.470,75	19.158,29
Rio Dois Rios	7.718,97	9.035,23	9.385,07	9.723,84	10.091,50
Baixo Paraíba do Sul	28.119,73	30.251,26	30.327,65	30.903,27	31.999,98
Sub-bacia do Rio Pirai	1.388,72	1.600,78	1.649,91	1.702,59	1.765,96
TOTAL	170.121,73	197.704,79	204.823,84	211.979,92	219.963,51

Fonte: elaborado pelo Consórcio.

Regionalização das perspectivas de crescimento demográfico

Quadro 0-57 – Projeções demográficas para a bacia do rio Paraíba do Sul - População total (urbana e rural).

Sub Bacia	Cena Atual	Cenário Tendencial			
		2030	2035	2040	2045
Paraíba do Sul - Paulista	2.179.969	2.221.062	2.231.401	2.229.479	2.213.331
Preto Paraibuna	652.952	669.121	674.339	675.037	671.094
Pomba e Muriaé	822.809	839.855	844.024	843.510	838.330
Médio Paraíba do Sul	1.039.582	1.047.851	1.048.817	1.042.943	1.029.077

Sub Bacia	Cena Atual	Cenário Tendencial			
		2030	2035	2040	2045
Piabanha	528.045	527.358	526.473	522.020	514.806
Rio Dois Rios	354.471	359.844	361.290	360.157	355.529
Baixo Paraíba do Sul	901.514	909.823	911.413	906.770	894.795
Sub-bacia do Rio Pirai	62.377	62.414	62.347	61.857	61.013
TOTAL	6.541.719	6.637.328	6.660.104	6.641.773	6.577.975
Sub Bacia	Cena Atual	Cenário Maior Pressão			
		2030	2035	2040	2045
Paraíba do Sul - Paulista	2.179.969	2.293.628	2.344.589	2.377.400	2.390.883
Preto Paraibuna	652.952	685.153	699.284	708.340	712.220
Pomba e Muriaé	822.809	855.812	868.985	877.272	881.531
Médio Paraíba do Sul	1.039.582	1.074.914	1.087.733	1.095.638	1.100.516
Piabanha	528.045	541.529	545.382	547.626	549.745
Rio Dois Rios	354.471	370.993	378.072	382.591	384.622
Baixo Paraíba do Sul	901.514	938.822	953.942	963.473	968.239
Sub-bacia do Rio Pirai	62.377	64.208	64.795	65.146	65.412
TOTAL	6.541.719	6.825.059	6.942.782	7.017.486	7.053.168
Sub Bacia	Cena Atual	Cenário Menor Pressão			
		2030	2035	2040	2045
Paraíba do Sul - Paulista	2.179.969	2.216.727	2.225.487	2.222.182	2.205.841
Preto Paraibuna	652.952	672.754	680.595	682.841	679.137
Pomba e Muriaé	822.809	840.317	845.766	845.704	840.591
Médio Paraíba do Sul	1.039.582	1.036.331	1.030.582	1.020.512	1.006.162
Piabanha	528.045	522.093	516.718	510.058	502.599
Rio Dois Rios	354.471	357.684	358.211	356.356	351.645
Baixo Paraíba do Sul	901.514	905.129	903.819	897.408	885.226
Sub-bacia do Rio Pirai	62.377	61.897	61.386	60.686	59.818
TOTAL	6.541.719	6.612.932	6.622.564	6.595.747	6.531.019

Fonte: elaborado pelo Consórcio.

Quadro 0-58 – Projeções demográficas para a bacia do rio Paraíba do Sul - População Urbana.

Sub Bacia	Cena Atual	Cenário Tendencial			
		2030	2035	2040	2045
Paraíba do Sul - Paulista	2.045.905	2.083.973	2.094.259	2.092.480	2.077.329
Preto Paraibuna	617.737	632.846	638.089	638.776	635.055
Pomba e Muriaé	721.107	735.494	739.657	739.210	734.687
Médio Paraíba do Sul	973.951	981.603	982.354	976.799	963.803
Piabanha	407.797	407.769	406.199	402.671	397.090
Rio Dois Rios	283.117	287.220	288.538	287.634	283.937
Baixo Paraíba do Sul	733.237	739.879	740.954	737.097	727.345
Sub-bacia do Rio Pirai	51.749	51.858	51.721	51.314	50.611
TOTAL	5.834.600	5.920.642	5.941.771	5.925.981	5.869.857

Sub Bacia	Cena Atual	Cenário Maior Pressão			
		2030	2035	2040	2045
Paraíba do Sul - Paulista	2.045.905	2.152.753	2.200.702	2.231.582	2.244.244
Preto Paraibuna	617.737	648.277	661.695	670.299	673.970
Pomba e Muriaé	721.107	749.984	761.501	768.738	772.451
Médio Paraíba do Sul	973.951	1.006.991	1.018.972	1.026.349	1.030.903
Piabanha	407.797	417.932	420.743	422.358	423.972
Rio Dois Rios	283.117	296.305	301.957	305.565	307.182
Baixo Paraíba do Sul	733.237	763.437	775.648	783.339	787.206
Sub-bacia do Rio Pirai	51.749	53.264	53.756	54.052	54.273
TOTAL	5.834.600	6.088.943	6.194.974	6.262.282	6.294.201
Sub Bacia	Cena Atual	Cenário Menor Pressão			
		2030	2035	2040	2045
Paraíba do Sul - Paulista	2.045.905	2.080.583	2.088.910	2.085.876	2.070.547
Preto Paraibuna	617.737	636.542	644.007	646.164	642.667
Pomba e Muriaé	721.107	736.401	741.139	741.067	736.596
Médio Paraíba do Sul	973.951	970.855	965.420	955.962	942.516
Piabanha	407.797	402.927	398.624	393.384	387.613
Rio Dois Rios	283.117	285.669	286.088	284.605	280.844
Baixo Paraíba do Sul	733.237	736.037	734.889	729.622	719.704
Sub-bacia do Rio Pirai	51.749	51.350	50.927	50.335	49.613
TOTAL	5.834.600	5.900.364	5.910.004	5.887.015	5.830.100

Fonte: elaborado pelo Consórcio.

Quadro 0-59 – Projeções demográficas para a bacia do rio Paraíba do Sul - População Rural.

Sub Bacia	Cena Atual	Cenário Tendencial			
		2030	2035	2040	2045
Paraíba do Sul - Paulista	134.064	137.089	137.142	136.999	136.002
Preto Paraibuna	35.215	36.275	36.250	36.261	36.039
Pomba e Muriaé	101.702	104.361	104.367	104.300	103.643
Médio Paraíba do Sul	65.631	66.248	66.463	66.144	65.274
Piabanha	120.248	119.589	120.274	119.349	117.716
Rio Dois Rios	71.354	72.624	72.752	72.523	71.592
Baixo Paraíba do Sul	168.277	169.944	170.459	169.673	167.450
Sub-bacia do Rio Pirai	10.628	10.556	10.626	10.543	10.402
TOTAL	707.119	716.686	718.333	715.792	708.118
Sub Bacia	Cena Atual	Cenário Maior Pressão			
		2030	2035	2040	2045
Paraíba do Sul - Paulista	134.064	140.875	143.887	145.818	146.639
Preto Paraibuna	35.215	36.876	37.589	38.041	38.250
Pomba e Muriaé	101.702	105.828	107.484	108.534	109.080
Médio Paraíba do Sul	65.631	67.923	68.761	69.289	69.613
Piabanha	120.248	123.597	124.639	125.268	125.773

Rio Dois Rios	71.354	74.688	76.115	77.026	77.440
Baixo Paraíba do Sul	168.277	175.385	178.294	180.134	181.033
Sub-bacia do Rio Pirai	10.628	10.944	11.039	11.094	11.139
TOTAL	707.119	736.116	747.808	755.204	758.967
Sub Bacia	Cena Atual	Cenário Menor Pressão			
		2030	2035	2040	2045
Paraíba do Sul - Paulista	134.064	136.144	136.577	136.306	135.294
Preto Paraibuna	35.215	36.212	36.588	36.677	36.470
Pomba e Muriaé	101.702	103.916	104.627	104.637	103.995
Médio Paraíba do Sul	65.631	65.476	65.162	64.550	63.646
Piabanha	120.248	119.166	118.094	116.674	114.986
Rio Dois Rios	71.354	72.015	72.123	71.751	70.801
Baixo Paraíba do Sul	168.277	169.092	168.930	167.786	165.522
Sub-bacia do Rio Pirai	10.628	10.547	10.459	10.351	10.205
TOTAL	707.119	712.568	712.560	708.732	700.919

Fonte: elaborado pelo Consórcio.

Regionalização das perspectivas de rebanhos

Quadro 0-60 – Projeções do rebanho avícola de corte na bacia do rio Paraíba do Sul.

Sub Bacia	Cena Atual	Cenário Tendencial			
		2030	2035	2040	2045
Paraíba do Sul - Paulista	567.273	668.406	726.876	776.325	829.505
Preto Paraibuna	220.145	231.573	247.278	263.506	281.914
Pomba e Muriaé	2.437.957	2.621.329	2.862.502	3.071.211	3.286.055
Médio Paraíba do Sul	1.594.785	1.768.319	1.941.312	2.077.583	2.219.264
Piabanha	6.778.979	8.066.972	9.374.824	10.411.133	11.210.827
Rio Dois Rios	709.808	817.004	917.613	997.994	1.070.036
Baixo Paraíba do Sul	125.384	128.704	135.548	143.032	152.682
Sub-bacia do Rio Pirai	1.318.903	1.431.569	1.573.087	1.682.370	1.796.435
Mun. sem sede na bacia	5.786.980	6.814.589	7.807.145	8.595.421	9.239.156
TOTAL	19.540.214	22.548.465	25.586.185	28.018.575	30.085.874
Sub Bacia	Cena Atual	Cenário Maior Pressão			
		2030	2035	2040	2045
Paraíba do Sul - Paulista	567.273	698.022	786.454	880.274	993.520
Preto Paraibuna	220.145	228.685	257.059	288.824	326.320
Pomba e Muriaé	2.437.957	2.640.540	2.999.764	3.379.711	3.820.246
Médio Paraíba do Sul	1.594.785	1.810.922	2.044.039	2.285.553	2.578.970
Piabanha	6.778.979	8.263.085	9.830.940	11.382.874	12.944.810
Rio Dois Rios	709.808	834.915	962.945	1.092.671	1.236.968
Baixo Paraíba do Sul	125.384	131.301	145.685	162.194	182.869
Sub-bacia do Rio Pirai	1.318.903	1.448.919	1.626.927	1.811.781	2.042.494

Mun. sem sede na bacia	5.786.980	6.979.092	8.182.673	9.385.991	10.651.711
TOTAL	19.540.214	23.035.481	26.836.486	30.669.873	34.777.908
Sub Bacia	Cena Atual	Cenário Menor Pressão			
		2030	2035	2040	2045
Paraíba do Sul - Paulista	567.273	618.743	628.014	626.748	648.472
Preto Paraibuna	220.145	247.663	263.125	275.236	285.499
Pomba e Muriaé	2.437.957	2.737.630	2.894.893	3.014.954	3.126.834
Médio Paraíba do Sul	1.594.785	1.755.383	1.818.277	1.866.881	1.933.082
Piabanha	6.778.979	7.962.673	8.683.958	9.243.447	9.648.773
Rio Dois Rios	709.808	806.488	855.790	894.177	929.376
Baixo Paraíba do Sul	125.384	137.512	143.053	147.424	152.369
Sub-bacia do Rio Piraí	1.318.903	1.455.581	1.514.446	1.561.842	1.617.238
Mun. sem sede na bacia	5.786.980	6.696.729	7.217.733	7.624.070	7.946.724
TOTAL	19.540.214	22.418.402	24.019.289	25.254.779	26.288.367

Fonte: elaborado pelo Consórcio.

Quadro 0-61 – Projeções do rebanho avícola de postura na bacia do rio Paraíba do Sul.

Sub Bacia	Cena Atual	Cenário Tendencial			
		2030	2035	2040	2045
Paraíba do Sul - Paulista	818.748	926.573	997.280	1.061.938	1.134.772
Preto Paraibuna	39.905	39.336	43.007	46.556	49.982
Pomba e Muriaé	328.258	378.589	416.822	451.491	484.442
Médio Paraíba do Sul	256.980	296.548	321.300	343.877	367.914
Piabanha	286.029	353.751	399.201	439.103	472.655
Rio Dois Rios	43.439	47.867	50.716	53.736	57.413
Baixo Paraíba do Sul	137.743	154.106	160.151	167.570	178.544
Sub-bacia do Rio Piraí	11.715	13.959	14.747	15.594	16.655
Mun. sem sede na bacia	355.838	401.827	438.689	471.714	505.169
TOTAL	2.278.655	2.612.556	2.841.913	3.051.579	3.267.546
Sub Bacia	Cena Atual	Cenário Maior Pressão			
		2030	2035	2040	2045
Paraíba do Sul - Paulista	818.748	953.388	1.071.439	1.199.703	1.354.217
Preto Paraibuna	39.905	38.650	44.354	50.534	57.271
Pomba e Muriaé	328.258	386.760	444.720	506.105	573.377
Médio Paraíba do Sul	256.980	305.170	345.046	388.049	438.462
Piabanha	286.029	366.847	431.400	498.251	566.369
Rio Dois Rios	43.439	48.684	54.376	60.814	68.636
Baixo Paraíba do Sul	137.743	159.263	174.604	192.914	217.134
Sub-bacia do Rio Piraí	11.715	14.594	16.236	18.107	20.423
Mun. sem sede na bacia	355.838	409.591	466.529	527.152	596.267
TOTAL	2.278.655	2.682.947	3.048.704	3.441.629	3.892.156
Sub Bacia	Cena Atual	Cenário Menor Pressão			
		2030	2035	2040	2045

Paraíba do Sul - Paulista	818.748	900.305	934.434	972.783	1.008.367
Preto Paraibuna	39.905	47.208	52.589	56.697	59.057
Pomba e Muriaé	328.258	376.954	405.495	430.380	447.949
Médio Paraíba do Sul	256.980	285.843	298.995	312.616	324.512
Piabanha	286.029	332.630	360.246	386.344	403.586
Rio Dois Rios	43.439	47.899	49.766	51.283	53.112
Baixo Paraíba do Sul	137.743	146.498	147.221	148.419	153.226
Sub-bacia do Rio Piraí	11.715	12.698	12.880	13.065	13.526
Mun. sem sede na bacia	355.838	400.426	424.293	447.617	465.076
TOTAL	2.278.655	2.550.461	2.685.919	2.819.204	2.928.411

Fonte: elaborado pelo Consórcio.

Quadro 0-62 – Projeções do rebanho bovino de corte na bacia do rio Paraíba do Sul.

Sub Bacia	Cena Atual	Cenário Tendencial			
		2030	2035	2040	2045
Paraíba do Sul - Paulista	715.524	822.454	888.237	945.261	1.009.419
Preto Paraibuna	250.887	298.469	330.117	358.727	385.200
Pomba e Muriaé	737.096	870.962	955.406	1.032.440	1.107.240
Médio Paraíba do Sul	406.126	465.710	511.354	547.660	585.172
Piabanha	101.956	117.182	128.191	137.535	147.122
Rio Dois Rios	334.548	380.552	413.914	441.410	471.383
Baixo Paraíba do Sul	948.235	1.018.911	1.072.721	1.118.466	1.188.153
Sub-bacia do Rio Piraí	64.406	73.296	79.364	84.536	90.276
Mun. sem sede na bacia	99.646	120.386	133.869	146.642	157.859
TOTAL	3.658.424	4.167.922	4.513.173	4.812.677	5.141.824
Sub Bacia	Cena Atual	Cenário Maior Pressão			
		2030	2035	2040	2045
Paraíba do Sul - Paulista	715.524	852.625	955.419	1.066.191	1.202.605
Preto Paraibuna	250.887	306.480	353.550	403.376	457.277
Pomba e Muriaé	737.096	896.148	1.026.611	1.165.585	1.319.838
Médio Paraíba do Sul	406.126	482.197	544.906	610.021	688.515
Piabanha	101.956	120.883	137.178	154.354	174.426
Rio Dois Rios	334.548	393.343	441.957	493.428	556.609
Baixo Paraíba do Sul	948.235	1.052.280	1.139.902	1.242.220	1.393.926
Sub-bacia do Rio Piraí	64.406	75.542	84.621	94.361	106.416
Mun. sem sede na bacia	99.646	123.484	144.200	166.293	188.988
TOTAL	3.658.424	4.302.982	4.828.344	5.395.829	6.088.600
Sub Bacia	Cena Atual	Cenário Menor Pressão			
		2030	2035	2040	2045
Paraíba do Sul - Paulista	715.524	778.937	796.691	812.678	841.313
Preto Paraibuna	250.887	287.216	306.335	321.528	334.817
Pomba e Muriaé	737.096	835.108	882.606	920.402	957.151
Médio Paraíba do Sul	406.126	445.189	458.142	469.186	485.974

Piabanha	101.956	112.997	117.425	121.054	125.536
Rio Dois Rios	334.548	365.067	374.549	382.829	396.318
Baixo Paraíba do Sul	948.235	982.191	970.334	968.253	997.084
Sub-bacia do Rio Pirai	64.406	70.441	72.379	74.042	76.661
Mun. sem sede na bacia	99.646	116.072	125.784	133.563	139.451
TOTAL	3.658.424	3.993.218	4.104.245	4.203.535	4.354.305

Fonte: elaborado pelo Consórcio.

Quadro 0-63 – Projeções do rebanho bovino de leite na bacia do rio Paraíba do Sul.

Sub Bacia	Cena Atual	Cenário Tendencial			
		2030	2035	2040	2045
Paraíba do Sul - Paulista	129.975	139.335	153.811	164.972	176.234
Preto Paraibuna	51.947	58.415	65.317	71.378	76.711
Pomba e Muriaé	157.608	175.269	194.822	211.413	226.737
Médio Paraíba do Sul	66.699	71.569	77.833	83.096	88.773
Piabanha	14.205	15.658	17.139	18.382	19.662
Rio Dois Rios	61.709	67.686	75.393	81.043	86.567
Baixo Paraíba do Sul	131.863	140.105	151.593	159.933	170.154
Sub-bacia do Rio Pirai	11.285	12.652	13.825	14.763	15.764
Mun. sem sede na bacia	36.922	43.289	49.421	54.514	58.667
TOTAL	662.213	723.978	799.154	859.494	919.269
Sub Bacia	Cena Atual	Cenário Maior Pressão			
		2030	2035	2040	2045
Paraíba do Sul - Paulista	129.975	140.824	159.104	177.862	200.675
Preto Paraibuna	51.947	58.555	68.072	77.998	88.506
Pomba e Muriaé	157.608	176.379	202.919	230.481	260.997
Médio Paraíba do Sul	66.699	72.293	81.368	90.989	102.677
Piabanha	14.205	15.902	18.036	20.275	22.906
Rio Dois Rios	61.709	69.171	78.372	87.621	98.862
Baixo Paraíba do Sul	131.863	143.362	157.851	173.282	194.741
Sub-bacia do Rio Pirai	11.285	12.964	14.545	16.208	18.273
Mun. sem sede na bacia	36.922	44.043	51.716	59.529	67.614
TOTAL	662.213	733.493	831.983	934.245	1.055.251
Sub Bacia	Cena Atual	Cenário Menor Pressão			
		2030	2035	2040	2045
Paraíba do Sul - Paulista	129.975	143.819	150.231	155.354	160.889
Preto Paraibuna	51.947	60.628	66.089	70.328	73.307
Pomba e Muriaé	157.608	180.693	194.017	204.346	212.513
Médio Paraíba do Sul	66.699	73.784	77.069	79.687	82.524
Piabanha	14.205	15.851	16.639	17.259	17.898
Rio Dois Rios	61.709	67.870	70.387	72.450	75.015
Baixo Paraíba do Sul	131.863	139.670	140.801	142.332	146.817
Sub-bacia do Rio Pirai	11.285	12.378	12.769	13.098	13.563

Mun. sem sede na bacia	36.922	43.107	46.940	49.987	52.175
TOTAL	662.213	737.800	774.942	804.841	834.701

Fonte: elaborado pelo Consórcio.

Quadro 0-64 – Projeções do rebanho suíno na bacia do rio Paraíba do Sul.

Sub Bacia	Cena Atual	Cenário Tendencial			
		2030	2035	2040	2045
Paraíba do Sul - Paulista	58.792	64.842	74.530	80.694	86.104
Preto Paraibuna	64.407	72.335	83.905	91.432	97.728
Pomba e Muriaé	90.229	104.104	118.433	129.769	139.319
Médio Paraíba do Sul	7.116	7.040	7.459	7.898	8.440
Piabanha	2.289	2.468	2.694	2.910	3.122
Rio Dois Rios	14.658	15.251	16.348	17.279	18.414
Baixo Paraíba do Sul	16.854	17.469	18.193	18.909	20.087
Sub-bacia do Rio Pirai	1.820	2.091	2.210	2.337	2.496
Mun. sem sede na bacia	24.799	30.317	36.439	40.930	44.097
TOTAL	280.964	315.917	360.211	392.158	419.807
Sub Bacia	Cena Atual	Cenário Maior Pressão			
		2030	2035	2040	2045
Paraíba do Sul - Paulista	58.792	66.916	76.398	85.214	96.083
Preto Paraibuna	64.407	74.693	86.021	96.566	109.044
Pomba e Muriaé	90.229	106.074	123.342	140.659	159.411
Médio Paraíba do Sul	7.116	6.888	7.698	8.612	9.718
Piabanha	2.289	2.441	2.804	3.193	3.616
Rio Dois Rios	14.658	15.356	17.040	18.877	21.255
Baixo Paraíba do Sul	16.854	17.785	19.212	20.949	23.506
Sub-bacia do Rio Pirai	1.820	2.158	2.403	2.680	3.022
Mun. sem sede na bacia	24.799	31.260	37.522	43.468	49.432
TOTAL	280.964	323.571	372.440	420.218	475.087
Sub Bacia	Cena Atual	Cenário Menor Pressão			
		2030	2035	2040	2045
Paraíba do Sul - Paulista	58.792	64.081	65.910	67.470	69.805
Preto Paraibuna	64.407	71.167	73.972	76.292	79.078
Pomba e Muriaé	90.229	104.095	111.993	118.143	123.010
Médio Paraíba do Sul	7.116	8.017	8.573	8.993	9.309
Piabanha	2.289	2.716	3.039	3.281	3.407
Rio Dois Rios	14.658	15.917	16.410	16.829	17.390
Baixo Paraíba do Sul	16.854	17.673	17.755	17.919	18.456
Sub-bacia do Rio Pirai	1.820	1.990	2.041	2.087	2.162
Mun. sem sede na bacia	24.799	29.248	31.985	34.158	35.709
TOTAL	280.964	314.904	331.678	345.172	358.326

Fonte: elaborado pelo Consórcio.

Quadro 0-65 – Projeções do rebanho caprino e ovino na bacia do rio Paraíba do Sul.

Sub Bacia	Cena Atual	Cenário Tendencial			
		2030	2035	2040	2045
Paraíba do Sul - Paulista	14.455	15.527	16.839	17.953	19.168
Preto Paraibuna	2.191	2.298	2.539	2.760	2.964
Pomba e Muriaé	11.427	12.997	14.447	15.701	16.845
Médio Paraíba do Sul	3.571	3.893	4.164	4.424	4.722
Piabanha	2.962	3.445	3.877	4.241	4.556
Rio Dois Rios	3.767	4.104	4.480	4.791	5.125
Baixo Paraíba do Sul	17.409	18.352	20.088	21.191	22.512
Sub-bacia do Rio Piraí	1.410	1.602	1.741	1.854	1.981
Mun. sem sede na bacia	5.695	6.581	7.376	8.040	8.629
TOTAL	62.887	68.799	75.551	80.955	86.502
Sub Bacia	Cena Atual	Cenário Maior Pressão			
		2030	2035	2040	2045
Paraíba do Sul - Paulista	14.455	15.693	17.636	19.703	22.219
Preto Paraibuna	2.191	2.256	2.602	2.969	3.362
Pomba e Muriaé	11.427	13.160	15.182	17.284	19.577
Médio Paraíba do Sul	3.571	3.947	4.421	4.946	5.576
Piabanha	2.962	3.522	4.102	4.697	5.333
Rio Dois Rios	3.767	4.163	4.691	5.248	5.920
Baixo Paraíba do Sul	17.409	18.886	20.743	22.644	25.415
Sub-bacia do Rio Piraí	1.410	1.649	1.846	2.058	2.320
Mun. sem sede na bacia	5.695	6.750	7.812	8.901	10.086
TOTAL	62.887	70.026	79.035	88.450	99.808
Sub Bacia	Cena Atual	Cenário Menor Pressão			
		2030	2035	2040	2045
Paraíba do Sul - Paulista	14.455	15.962	16.645	17.191	17.802
Preto Paraibuna	2.191	2.550	2.786	2.964	3.075
Pomba e Muriaé	11.427	13.138	14.121	14.882	15.481
Médio Paraíba do Sul	3.571	3.941	4.103	4.229	4.377
Piabanha	2.962	3.396	3.637	3.828	3.985
Rio Dois Rios	3.767	4.168	4.347	4.491	4.649
Baixo Paraíba do Sul	17.409	18.158	18.101	18.172	18.718
Sub-bacia do Rio Piraí	1.410	1.543	1.584	1.620	1.679
Mun. sem sede na bacia	5.695	6.523	6.984	7.343	7.641
TOTAL	62.887	69.379	72.308	74.720	77.407

Fonte: elaborado pelo Consórcio.

Quadro 0-66 – Projeções do rebanho equino na bacia do rio Paraíba do Sul.

Sub Bacia	Cena Atual	Cenário Tendencial			
		2030	2035	2040	2045
Paraíba do Sul - Paulista	27.791	31.000	33.867	36.213	38.695
Preto Paraibuna	11.085	12.719	14.011	15.173	16.277
Pomba e Muriaé	25.518	29.406	32.201	34.762	37.278
Médio Paraíba do Sul	15.660	17.418	18.999	20.290	21.674
Piabanha	7.777	8.700	9.795	10.584	11.312
Rio Dois Rios	8.499	9.327	10.110	10.769	11.502
Baixo Paraíba do Sul	37.712	39.682	42.475	44.409	47.142
Sub-bacia do Rio Piraí	2.586	2.945	3.228	3.450	3.683
Mun. sem sede na bacia	7.517	8.943	10.124	11.121	11.958
TOTAL	144.145	160.140	174.810	186.771	199.521
Sub Bacia	Cena Atual	Cenário Maior Pressão			
		2030	2035	2040	2045
Paraíba do Sul - Paulista	27.791	31.761	35.777	40.000	45.136
Preto Paraibuna	11.085	12.935	14.858	16.897	19.140
Pomba e Muriaé	25.518	30.021	34.343	38.940	44.084
Médio Paraíba do Sul	15.660	17.850	20.101	22.468	25.351
Piabanha	7.777	8.948	10.208	11.452	12.929
Rio Dois Rios	8.499	9.520	10.684	11.924	13.446
Baixo Paraíba do Sul	37.712	40.825	44.339	48.207	54.060
Sub-bacia do Rio Piraí	2.586	3.045	3.426	3.822	4.308
Mun. sem sede na bacia	7.517	9.166	10.708	12.299	13.958
TOTAL	144.145	164.071	184.444	206.009	232.412
Sub Bacia	Cena Atual	Cenário Menor Pressão			
		2030	2035	2040	2045
Paraíba do Sul - Paulista	27.791	30.570	31.649	32.540	33.704
Preto Paraibuna	11.085	12.666	13.522	14.200	14.775
Pomba e Muriaé	25.518	28.949	30.698	32.089	33.350
Médio Paraíba do Sul	15.660	17.200	17.787	18.275	18.922
Piabanha	7.777	8.586	8.916	9.187	9.517
Rio Dois Rios	8.499	9.324	9.647	9.919	10.269
Baixo Paraíba do Sul	37.712	39.032	38.633	38.599	39.728
Sub-bacia do Rio Piraí	2.586	2.827	2.902	2.968	3.072
Mun. sem sede na bacia	7.517	8.718	9.420	9.979	10.411
TOTAL	144.145	157.872	163.174	167.756	173.748

Fonte: elaborado pelo Consórcio.

Quadro 0-67 – Projeções do rebanho bubalino na bacia do rio Paraíba do Sul.

Sub Bacia	Cena Atual	Cenário Tendencial			
		2030	2035	2040	2045
Paraíba do Sul - Paulista	7.952	9.136	10.092	10.811	11.535
Preto Paraibuna	831	1.014	1.105	1.186	1.270
Pomba e Muriaé	627	753	809	866	921
Médio Paraíba do Sul	1.233	1.425	1.528	1.623	1.729
Piabanha	154	181	196	211	226
Rio Dois Rios	589	641	684	721	766
Baixo Paraíba do Sul	3.976	4.080	4.337	4.461	4.705
Sub-bacia do Rio Piraí	756	880	966	1.032	1.101
Mun. sem sede na bacia	1.197	1.447	1.632	1.779	1.907
TOTAL	17.315	19.557	21.349	22.690	24.160
Sub Bacia	Cena Atual	Cenário Maior Pressão			
		2030	2035	2040	2045
Paraíba do Sul - Paulista	7.952	9.497	10.716	11.960	13.490
Preto Paraibuna	831	1.062	1.208	1.358	1.531
Pomba e Muriaé	627	784	895	1.015	1.148
Médio Paraíba do Sul	1.233	1.481	1.659	1.855	2.093
Piabanha	154	193	218	245	280
Rio Dois Rios	589	654	734	818	920
Baixo Paraíba do Sul	3.976	4.250	4.487	4.760	5.303
Sub-bacia do Rio Piraí	756	912	1.024	1.139	1.283
Mun. sem sede na bacia	1.197	1.509	1.747	1.984	2.241
TOTAL	17.315	20.342	22.688	25.134	28.289
Sub Bacia	Cena Atual	Cenário Menor Pressão			
		2030	2035	2040	2045
Paraíba do Sul - Paulista	7.952	8.660	8.864	9.041	9.356
Preto Paraibuna	831	921	954	980	1.019
Pomba e Muriaé	627	701	736	762	784
Médio Paraíba do Sul	1.233	1.345	1.380	1.411	1.464
Piabanha	154	173	186	194	199
Rio Dois Rios	589	646	669	688	709
Baixo Paraíba do Sul	3.976	3.897	3.686	3.572	3.652
Sub-bacia do Rio Piraí	756	824	842	857	886
Mun. sem sede na bacia	1.197	1.353	1.423	1.477	1.531
TOTAL	17.315	18.520	18.740	18.982	19.600

Fonte: elaborado pelo Consórcio.

Quadro 0-68 – Projeções do rebanho de codorna na bacia do rio Paraíba do Sul.

Sub Bacia	Cena Atual	Cenário Tendencial			
		2030	2035	2040	2045
Paraíba do Sul - Paulista	430	457	478	501	534
Preto Paraibuna	0	0	0	0	0
Pomba e Muriaé	0	0	0	0	0
Médio Paraíba do Sul	50.000	57.020	60.928	64.526	68.865
Piabanha	15.539	18.194	20.851	23.273	25.156
Rio Dois Rios	1.395	1.606	1.700	1.800	1.924
Baixo Paraíba do Sul	100	127	132	137	146
Sub-bacia do Rio Piraí	0	0	0	0	0
Mun. sem sede na bacia	398.000	450.176	490.128	525.585	562.439
TOTAL	465.464	527.580	574.217	615.822	659.064
Sub Bacia	Cena Atual	Cenário Maior Pressão			
		2030	2035	2040	2045
Paraíba do Sul - Paulista	430	464	512	568	640
Preto Paraibuna	0	0	0	0	0
Pomba e Muriaé	0	0	0	0	0
Médio Paraíba do Sul	50.000	59.069	65.851	73.321	82.663
Piabanha	15.539	18.146	21.872	25.729	29.365
Rio Dois Rios	1.395	1.663	1.854	2.071	2.336
Baixo Paraíba do Sul	100	136	146	160	179
Sub-bacia do Rio Piraí	0	0	0	0	0
Mun. sem sede na bacia	398.000	460.549	522.850	589.193	666.021
TOTAL	465.464	540.027	613.085	691.042	781.204
Sub Bacia	Cena Atual	Cenário Menor Pressão			
		2030	2035	2040	2045
Paraíba do Sul - Paulista	430	788	1.287	1.637	1.698
Preto Paraibuna	0	88	222	317	327
Pomba e Muriaé	0	69	174	246	251
Médio Paraíba do Sul	50.000	54.188	55.530	57.385	59.407
Piabanha	15.539	19.137	21.727	23.727	24.866
Rio Dois Rios	1.395	1.520	1.556	1.588	1.645
Baixo Paraíba do Sul	100	173	274	345	358
Sub-bacia do Rio Piraí	0	20	50	70	70
Mun. sem sede na bacia	398.000	444.707	468.329	492.768	511.593
TOTAL	465.464	520.690	549.149	578.083	600.215

Fonte: elaborado pelo Consórcio.

Quadro 0-69 – Projeções da produção de tilápias na bacia do rio Paraíba do Sul (kg).

Sub Bacia	Cena Atual	Cenário Tendencial			
		2030	2035	2040	2045
Paraíba do Sul - Paulista	669.130	791.522	873.416	934.598	997.686
Preto Paraibuna	43.025	49.562	54.681	58.658	62.682
Pomba e Muriaé	1.080.641	1.333.545	1.493.397	1.614.505	1.727.547
Médio Paraíba do Sul	271.600	308.605	345.749	373.693	399.800
Piabanha	36.000	44.366	50.066	54.374	58.234
Rio Dois Rios	210.142	269.131	297.154	318.110	339.610
Baixo Paraíba do Sul	344.830	382.157	400.555	415.094	440.119
Sub-bacia do Rio Piraí	190.000	237.505	263.184	282.370	301.603
Mun. sem sede na bacia	38.701	49.755	57.549	63.635	68.446
TOTAL	2.884.069	3.466.148	3.835.751	4.115.037	4.395.727
Sub Bacia	Cena Atual	Cenário Maior Pressão			
		2030	2035	2040	2045
Paraíba do Sul - Paulista	669.130	832.889	939.650	1.048.528	1.182.528
Preto Paraibuna	43.025	52.042	58.955	66.059	74.578
Pomba e Muriaé	1.080.641	1.410.804	1.613.904	1.817.898	2.054.557
Médio Paraíba do Sul	271.600	323.797	370.076	416.509	470.636
Piabanha	36.000	46.852	54.025	61.160	69.197
Rio Dois Rios	210.142	290.059	326.968	364.654	411.224
Baixo Paraíba do Sul	344.830	401.394	430.254	464.842	520.604
Sub-bacia do Rio Piraí	190.000	254.012	287.714	321.857	363.193
Mun. sem sede na bacia	38.701	52.151	61.287	70.328	79.814
TOTAL	2.884.069	3.664.000	4.142.833	4.631.835	5.226.331
Sub Bacia	Cena Atual	Cenário Menor Pressão			
		2030	2035	2040	2045
Paraíba do Sul - Paulista	669.130	729.279	759.205	810.077	840.105
Preto Paraibuna	43.025	47.532	50.048	53.464	55.480
Pomba e Muriaé	1.080.641	1.187.889	1.234.120	1.315.678	1.367.892
Médio Paraíba do Sul	271.600	302.122	319.741	345.206	358.793
Piabanha	36.000	40.120	42.306	45.567	47.407
Rio Dois Rios	210.142	223.113	223.363	232.640	241.300
Baixo Paraíba do Sul	344.830	348.628	340.241	347.534	358.022
Sub-bacia do Rio Piraí	190.000	204.063	207.179	217.791	225.998
Mun. sem sede na bacia	38.701	44.781	48.505	53.103	55.531
TOTAL	2.884.069	3.127.527	3.224.708	3.421.060	3.550.528

Fonte: elaborado pelo Consórcio.

Regionalização das perspectivas de áreas irrigadas

Quadro 0-70 – Projeções de área irrigada (ha) na bacia do rio Paraíba do Sul – Arroz.

Sub Bacia	Cena Atual	Cenário Tendencial			
		2030	2035	2040	2045
Paraíba do Sul - Paulista	7.423	6.653	5.821	4.804	4.101
Preto Paraibuna	0	0	0	0	0
Pomba e Muriaé	2	0	0	0	0
Médio Paraíba do Sul	0	0	0	0	0
Piabanha	0	0	0	0	0
Rio Dois Rios	0	0	0	0	0
Baixo Paraíba do Sul	0	0	0	0	0
Sub-bacia do Rio Pirai	0	0	0	0	0
Mun. sem sede na bacia	0	0	0	0	0
TOTAL	7.425	6.653	5.821	4.804	4.101
Sub Bacia	Cena Atual	Cenário Maior Pressão			
		2030	2035	2040	2045
Paraíba do Sul - Paulista	7.423	7.119	6.763	6.204	5.853
Preto Paraibuna	0	0	0	0	0
Pomba e Muriaé	2	0	0	0	0
Médio Paraíba do Sul	0	0	0	0	0
Piabanha	0	0	0	0	0
Rio Dois Rios	0	0	0	0	0
Baixo Paraíba do Sul	0	0	0	0	0
Sub-bacia do Rio Pirai	0	0	0	0	0
Mun. sem sede na bacia	0	0	0	0	0
TOTAL	7.425	7.119	6.763	6.204	5.853
Sub Bacia	Cena Atual	Cenário Menor Pressão			
		2030	2035	2040	2045
Paraíba do Sul - Paulista	7.423	6.105	4.891	3.593	2.760
Preto Paraibuna	0	0	0	0	0
Pomba e Muriaé	2	0	0	0	0
Médio Paraíba do Sul	0	0	0	0	0
Piabanha	0	0	0	0	0
Rio Dois Rios	0	0	0	0	0
Baixo Paraíba do Sul	0	0	0	0	0
Sub-bacia do Rio Pirai	0	0	0	0	0
Mun. sem sede na bacia	0	0	0	0	0
TOTAL	7.425	6.105	4.891	3.593	2.760

Fonte: elaborado pelo Consórcio.

Quadro 0-71 – Projeções de área irrigada (ha) na bacia do rio Paraíba do Sul – Café.

Sub Bacia	Cena Atual	Cenário Tendencial			
		2030	2035	2040	2045
Paraíba do Sul - Paulista	0	0	0	0	0
Preto Paraibuna	0	0	1	1	1
Pomba e Muriaé	5.135	6.683	7.996	9.324	10.755
Médio Paraíba do Sul	2	3	3	4	4
Piabanha	51	72	89	106	122
Rio Dois Rios	289	371	438	507	585
Baixo Paraíba do Sul	14	15	17	19	20
Sub-bacia do Rio Piraí	0	0	0	1	1
Mun. sem sede na bacia	38	52	65	78	91
TOTAL	5.529	7.196	8.609	10.040	11.579
Sub Bacia	Cena Atual	Cenário Maior Pressão			
		2030	2035	2040	2045
Paraíba do Sul - Paulista	0	0	0	0	0
Preto Paraibuna	0	0	1	1	1
Pomba e Muriaé	5.135	6.955	8.806	10.916	13.482
Médio Paraíba do Sul	2	3	5	5	5
Piabanha	51	76	100	126	158
Rio Dois Rios	289	387	485	599	740
Baixo Paraíba do Sul	14	16	19	23	29
Sub-bacia do Rio Piraí	0	0	1	1	1
Mun. sem sede na bacia	38	54	71	90	114
TOTAL	5.529	7.491	9.488	11.761	14.530
Sub Bacia	Cena Atual	Cenário Menor Pressão			
		2030	2035	2040	2045
Paraíba do Sul - Paulista	0	0	0	0	0
Preto Paraibuna	0	0	1	1	1
Pomba e Muriaé	5.135	6.139	6.797	7.448	7.953
Médio Paraíba do Sul	2	2	2	3	3
Piabanha	51	65	74	82	88
Rio Dois Rios	289	342	374	406	434
Baixo Paraíba do Sul	14	16	16	16	17
Sub-bacia do Rio Piraí	0	0	0	0	0
Mun. sem sede na bacia	38	48	56	62	67
TOTAL	5.529	6.612	7.320	8.018	8.563

Fonte: elaborado pelo Consórcio.

Quadro 0-72 – Projeções de área irrigada (ha) na bacia do rio Paraíba do Sul - Outras culturas e Sistemas.

Sub Bacia	Cena Atual	Cenário Tendencial			
		2030	2035	2040	2045
Paraíba do Sul - Paulista	11.940	16.574	16.776	16.877	19.535
Preto Paraibuna	648	855	1.050	1.265	1.526
Pomba e Muriaé	6.748	9.762	11.407	13.140	15.672
Médio Paraíba do Sul	806	1.082	1.014	947	1.095
Piabanha	2.223	3.308	3.321	3.251	3.862
Rio Dois Rios	1.728	2.307	2.230	2.129	2.495
Baixo Paraíba do Sul	7.124	9.697	11.550	13.507	16.166
Sub-bacia do Rio Piraí	563	773	735	690	816
Mun. sem sede na bacia	3.809	5.574	7.142	8.804	10.654
TOTAL	35.589	49.932	55.225	60.610	71.821
Sub Bacia	Cena Atual	Cenário Maior Pressão			
		2030	2035	2040	2045
Paraíba do Sul - Paulista	11.940	18.041	18.552	19.191	23.415
Preto Paraibuna	648	950	1.175	1.516	1.959
Pomba e Muriaé	6.748	10.622	12.820	15.533	19.479
Médio Paraíba do Sul	806	933	998	1.098	1.238
Piabanha	2.223	2.786	3.255	3.757	4.383
Rio Dois Rios	1.728	2.002	2.144	2.385	2.716
Baixo Paraíba do Sul	7.124	10.264	12.977	16.301	20.878
Sub-bacia do Rio Piraí	563	661	711	790	910
Mun. sem sede na bacia	3.809	5.931	8.091	10.615	13.874
TOTAL	35.589	52.190	60.723	71.186	88.852
Sub Bacia	Cena Atual	Cenário Menor Pressão			
		2030	2035	2040	2045
Paraíba do Sul - Paulista	11.940	13.800	14.812	15.962	17.254
Preto Paraibuna	648	714	804	896	985
Pomba e Muriaé	6.748	7.990	9.039	10.006	10.972
Médio Paraíba do Sul	806	896	884	871	931
Piabanha	2.223	2.725	2.816	2.867	3.095
Rio Dois Rios	1.728	1.921	1.976	1.998	2.167
Baixo Paraíba do Sul	7.124	8.245	8.926	9.668	10.487
Sub-bacia do Rio Piraí	563	631	628	625	676
Mun. sem sede na bacia	3.809	4.680	5.503	6.219	6.791
TOTAL	35.589	41.602	45.388	49.112	53.358

Fonte: elaborado pelo Consórcio.

APÊNDICE D. ESPACIALIZAÇÃO DAS DEMANDAS HÍDRICAS POR OTTOBACIAS- CENAS FUTURAS

