GOVERNO DO ESTADO DE SÃO PAULO

FUNDO ESTADUAL DE RECURSOS HÍDRICOS (FEHIDRO)

COMITÊ DAS BACIAS HIDROGRÁFICAS DO RIO PARAÍBA DO SUL (CBH-PS)

NOME DO EMPREENDIMENTO

REVISÃO E ATUALIZAÇÃO DO PLANO DE BACIA HIDROGRÁFICA DA UGRHI 02 - PARAÍBA DO SUL (2020-2023)

CÓDIGO DO EMPREENDIMENTO

2019-PS-414

NÚMERO CONTRATO FEHIDRO

030/2020

PRODUTO 2

VOLUME IV - DIAGNÓSTICO (PARTE 3)

CÓDIGO REGEA	LOCAL E DATA	REVISÃO
2048-R2-21	São Paulo, 13 de dezembro de 2021	1

Rua Moacir Miguel da Silva, 633 Jd. Bonfiglioli CEP 05595-000 São Paulo SP Brasil
+55 11 3735-5172 www.regea.com.br

SUMÁRIO

VOLUME IV - DIAGNÓSTICO - PARTE 3 1
4.1.3. Disponibilidade de Recursos Hídricos 2
4.1.3.1. Conteúdo básico 2
4.1.3.2. Conteúdo fundamental 3
4.1.3.2.1. Pluviosidade 3
4.1.3.2.2. Sistema Hidráulico do Rio Paraíba do Sul 8
4.1.3.2.3. Disponibilidade hídrica superficial 17
4.1.3.2.4. Disponibilidade hídrica subterrânea 31
4.1.3.3. Conteúdo complementar 31
4.1.3.3.1. Disponibilidade hídrica superficial, por município 31
4.1.3.3.2. Disponibilidade hídrica subterrânea, por município 32
4.1.3.3.3. Disponibilidade integrada, por município 34
4.1.3.3.4. Vazões de referência 35
4.1.3.3.5. Reserva explotável 37
4.1.3.3.6. Potencial de produção de poços 41
4.1.3.3.7. Disponibilidade per capita em relação à população total e à população flutuante estimada 44
4.1.4. Demandas por Recursos Hídricos 44
4.1.4.1. Captação de água superficial e de água subterrânea 45
4.1.4.1.1. Conteúdo básico 45
4.1.4.1.2. Conteúdo fundamental 47
4.1.4.1.3. Conteúdo complementar 53
4.1.4.2. Demandas consuntivas 57
4.1.4.2.1. Conteúdo básico 57
4.1.4.2.2. Conteúdo fundamental 65
4.1.4.2.3. Conteúdo complementar 75
4.1.4.3. Demandas não consuntivas 118
4.1.4.3.1. Conteúdo básico 118
4.1.4.3.2. Conteúdo fundamental 120
4.1.4.3.3. Conteúdo complementar 130
4.1.5. Balanço: demanda versus disponibilidade 173
4.1.5.1. Conteúdo básico 173
4.1.5.2. Conteúdo fundamental 176
4.1.5.2.1. Balanço hídrico por ottotrecho 176
4.1.5.2.2. Balanço hídrico por ottobacia nível 5 179
4.1.5.2.3. Balanço hídrico por bacia com captação para abastecimento público 182
4.1.5.3. Conteúdo complementar 183
4.1.5.3.1. E.07-A - Demanda total (superficial e subterrânea) em relação ao $Q_{95\%}$ 184
4.1.5.3.2. E.07-B - Demanda total (superficial e subterrânea) em relação ao $Q_{médio}$ 184
4.1.5.3.3. E.07-C - Demanda superficial em relação à vazão mínima superficial ($Q_{7,10}$) 185
4.1.5.3.4. E.07-D - Demanda subterrânea em relação às reservas exportáveis 185
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS 186

Figuras

FIGURA IV-1 – DISPONIBILIDADE PER CAPITA – $Q_{MÉDIO}$ X POPULAÇÃO TOTAL (M^3/HAB.ANO). 2
FIGURA IV-2 – DISPONIBILIDADE PER CAPITA DE ÁGUA SUBTERRÂNEA (M^3/HAB.ANO). 3
FIGURA IV-3 – LOCALIZAÇÃO DOS POSTOS PLUVIOMÉTRICOS CONSIDERADOS NO ESTUDO DE QUALIFICAÇÃO DO REGIME PLUVIOMÉTRICO. 4
FIGURA IV-4 – UGRHI 02: CLASSIFICAÇÃO DO ÍNDICE DE PORCENTAGEM NORMAL (PN), POR ANO HIDROLÓGICO. 6
FIGURA IV-5 – ARRANJO DO SISTEMA HIDRÁULICO DO RIO PARAÍBA DO SUL. 9
FIGURA IV-6 – UHE: VOLUME ÚTIL DE RESERVATÓRIO. 12
FIGURA IV-7 – RESERVATÓRIO JAGUARI: VOLUME ÚTIL (%), POR ANO HIDROLÓGICO. 13
FIGURA IV-8 – RESERVATÓRIO PARAIBUNA: VOLUME ÚTIL (%), POR ANO HIDROLÓGICO. 14
FIGURA IV-9 – RESERVATÓRIO SANTA BRANCA: VOLUME ÚTIL (%), POR ANO HIDROLÓGICO. 15
FIGURA IV-10 – REGIÕES HOMOGÊNEAS DELIMITADAS NA UGRHI 02 E ESTAÇÕES FLUVIOMÉTRICAS SELECIONADAS. 18
FIGURA IV-11 – EQUAÇÕES DE REGRESSÃO PARA AS REGIÕES HOMOGÊNEAS DA UGRHI 02. 21
FIGURA IV-12 – UGRHI 02: VAZÃO $Q_{7,10}$ POR TRECHO DE CURSO D'ÁGUA. 22

FIGURA IV-13 – UGRHI 02: VAZÃO $Q_{95\%}$ POR TRECHO DE CURSO D'ÁGUA. 22
FIGURA IV-14 – UGRHI 02: VAZÃO $Q_{MÉDIO}$ POR TRECHO DE CURSO D'ÁGUA..... 23
FIGURA IV-15 – DISPONIBILIDADE HÍDRICA ($Q_{7,10,}$ $Q_{95\%}$ E $Q_{MÉDIO}$) POR OTTOBACIA NÍVEL 5..... 24
FIGURA IV-16 – UGRHI 02: DISPONIBILIDADE HÍDRICA $Q_{7,10}$, POR OTTOBACIAS NÍVEL 5. 25
FIGURA IV-17 – UGRHI 02: DISPONIBILIDADE HÍDRICA $Q_{95\%}$, POR OTTOBACIAS NÍVEL 5. 25
FIGURA IV-18 – UGRHI 02: DISPONIBILIDADE HÍDRICA $Q_{MÉDIO}$, POR OTTOBACIAS NÍVEL 5. 26
FIGURA IV-19 – BACIAS COM CAPTAÇÃO PARA ABASTECIMENTO - $Q_{7,10}$. 28
FIGURA IV-20 – BACIAS COM CAPTAÇÃO PARA ABASTECIMENTO – $Q_{95\%}$. 28
FIGURA IV-21 – BACIAS COM CAPTAÇÃO PARA ABASTECIMENTO – $Q_{MÉDIO}$..... 28
FIGURA IV-22 – LOCALIZAÇÃO DAS BACIAS COM VAZÃO OFERTADA $Q_{7,10}$ SUPERIOR A 1,00 M^3/S. 29
FIGURA IV-23 – LOCALIZAÇÃO DAS BACIAS COM VAZÃO OFERTADA $Q_{7,10}$ ENTRE 0,10 E M^3/S E 1,00 M^3/S. 29
FIGURA IV-24 – LOCALIZAÇÃO DAS BACIAS COM VAZÃO OFERTADA $Q_{7,10}$ ENTRE 0,01 E M^3/S E 0,10 M^3/S. 30
FIGURA IV-25 – LOCALIZAÇÃO DAS BACIAS COM VAZÃO OFERTADA $Q_{7,10}$ INFERIOR A 0,01 M^3/S..... 30
FIGURA IV-26 – DISTRIBUIÇÃO ESPACIAL DA CLASSIFICAÇÃO DO PARÂMETRO E.04-A (DISPONIBILIDADE *PER CAPITA* - $Q_{MÉDIO}$ EM RELAÇÃO À POPULAÇÃO TOTAL). 32
FIGURA IV-27 – E.05-A (DISPONIBILIDADE *PER CAPITA* DE ÁGUA SUBTERRÂNEA), POR MUNICÍPIO - 2019..... 33
FIGURA IV-28 – DISPONIBILIDADE *PER CAPITA* - $Q_{MÉDIO}$ EM RELAÇÃO À POPULAÇÃO TOTAL + DISPONIBILIDADE *PER CAPITA* DE ÁGUA SUBTERRÂNEA. 34
FIGURA IV-29 – BACIAS COM CAPTAÇÃO PARA ABASTECIMENTO PÚBLICO 01 A 10: VAZÕES DE REFERÊNCIA. 36
FIGURA IV-30 – BACIAS COM CAPTAÇÃO PARA ABASTECIMENTO PÚBLICO 11 A 20: VAZÕES DE REFERÊNCIA. 36
FIGURA IV-31 – BACIAS COM CAPTAÇÃO PARA ABASTECIMENTO PÚBLICO 21 A 30: VAZÕES DE REFERÊNCIA. 36
FIGURA IV-32 – BACIAS COM CAPTAÇÃO PARA ABASTECIMENTO PÚBLICO 31 A 38: VAZÕES DE REFERÊNCIA. 37
FIGURA IV-33 – UGRHI 02: DEMANDA DE ÁGUA SUBTERRÂNEA E BALANÇO DEMANDA *VERSUS* RESERVA EXPLOTÁVEL. 39
FIGURA IV-34 – RESERVA EXPLOTÁVEL POR MUNICÍPIO. 40
FIGURA IV-35 – E.07-D - DEMANDA SUBTERRÂNEA EM RELAÇÃO ÀS RESERVAS EXPLOTÁVEIS (%) - 2019. 41
FIGURA IV-36 – SISTEMAS AQUÍFEROS DO ESTADO DE SÃO PAULO: POTENCIAL EXPLOTÁVEL. 42
FIGURA IV-37 – UGRHI 02: SISTEMA AQUÍFEROS E POÇOS POR TIPO DE USO. 43
FIGURA IV-38 – UGRHI 02: POTENCIAL HIDROGEOLÓGICO. 43
FIGURA IV-39 – POPULAÇÃO TOTAL E DISPONIBILIDADE HÍDRICA *PER CAPITA*. 44
FIGURA IV-40 – CAPTAÇÕES SUPERFICIAIS E SUBTERRÂNEAS EM RELAÇÃO À ÁREA TOTAL DA UGRHI 02. 46
FIGURA IV-41 – CAPTAÇÕES SUPERFICIAIS E SUBTERRÂNEAS EM RELAÇÃO À QUANTIDADE TOTAL DE CAPTAÇÕES. . 46
FIGURA IV-42 – UGRHI 02: VAZÃO OUTORGADA POR TIPO DE CAPTAÇÃO..... 47
FIGURA IV-43 – DIFERENÇA ENTRE AS QUANTIDADES DE CAPTAÇÃO, POR TIPO DE CAPTAÇÃO. 48
FIGURA IV-44 – DIFERENÇA ENTRE OS DADOS DOS PARÂMETROS R.05-B E R.05-C..... 48
FIGURA IV-45 – UGRHI 02: QUANTIDADE DE CAPTAÇÕES SUPERFICIAIS E VOLUMES OUTORGADOS. 49
FIGURA IV-46 –– UGRHI 02: QUANTIDADE DE CAPTAÇÕES SUBTERRÂNEAS E VOLUMES OUTORGADOS. 49
FIGURA IV-47 – UGRHI 02: EVOLUÇÃO DA VAZÃO OUTORGADA E DA QUANTIDADE DE CAPTAÇÕES SUPERFICIAIS. . 49
FIGURA IV-48 – EVOLUÇÃO DA VAZÃO OUTORGADA EM RELAÇÃO AO AUMENTO DA QUANTIDADE DE CAPTAÇÕES SUBTERRÂNEAS, NA UGRHI 02. 50
FIGURA IV-49 – QUANTIDADE DE CAPTAÇÕES SUPERFICIAIS POR MUNICÍPIO - 2019..... 53
FIGURA IV-50 – QUANTIDADE DE CAPTAÇÕES SUBTERRÂNEAS POR MUNICÍPIO - 2019. 54
FIGURA IV-51 – P.03-C-PROPORÇÃO DE CAPTAÇÕES SUPERFICIAIS EM RELAÇÃO AO TOTAL, POR MUNICÍPIO - 2019. 55
FIGURA IV-52 – P.03-D-PROPORÇÃO DE CAPTAÇÕES SUBTERRÂNEAS EM RELAÇÃO AO TOTAL, POR MUNICÍPIO - 2019. 55
FIGURA IV-53 – R.05-C - VAZÃO TOTAL OUTORGADA PARA CAPTAÇÕES SUPERFICIAIS, POR MUNICÍPIO – 2019. 56
FIGURA IV-54 – R.05-D - VAZÃO TOTAL OUTORGADA PARA CAPTAÇÕES SUBTERRÂNEAS, POR MUNICÍPIO – 2019. .. 57
FIGURA IV-55 – UGRHI 02: DEMANDA DE ÁGUA SUPERFICIAL EM CORPO D'ÁGUA ESTADUAIS (2015-2019). 58
FIGURA IV-56 –UGRHI 02: DEMANDA DE ÁGUA SUPERFICIAL EM RIOS DE DOMÍNIO DA UNIÃO (2015-2019). 58
FIGURA IV-57 – UGRHI 02: DEMANDA DE ÁGUA SUBTERRÂNEA (2015-2019). 59
FIGURA IV-58 – UGRHI 02: DEMANDAS SUPERFICIAIS E SUBTERRÂNEAS (2015-2019). 59
FIGURA IV-59 – UGRHI 02: DEMANDA TOTAL DE ÁGUA (2015-2019). 59
FIGURA IV-60 – UGRHI 02: DEMANDA URBANA DE ÁGUA (2015-2019). 60
FIGURA IV-61 – UGRHI 02: DEMANDA ESTIMADA PARA USO URBANO. 60
FIGURA IV-62 – UGRHI 02: VOLUME OUTORGADO EM RELAÇÃO AO VOLUME ESTIMADO PARA USO URBANO. 61
FIGURA IV-63 – UGRHI 02: DEMANDA INDUSTRIAL DE ÁGUA (2015-2019)..... 61
FIGURA IV-64 – UGRHI 02: DEMANDA RURAL DE ÁGUA (2015-2019). 62
FIGURA IV-65 – UGRHI 02: DEMANDA RELACIONADA A SOLUÇÕES ALTERNATIVAS E OUTROS USOS (2015-2019)... 63
FIGURA IV-66 – VAZÕES DEFLUENTES DO RESERVATÓRIO JAGUARI PARA O RESERVATÓRIO ATIBAINHA. 64
FIGURA IV-67 – CAPTAÇÕES SUPERFICIAIS PARA ABASTECIMENTO PÚBLICO: QUANTIDADE POR MUNICÍPIO – 2019. . 66

FIGURA IV-68 – CAPTAÇÕES SUPERFICIAIS PARA ABASTECIMENTO PÚBLICO: VAZÃO OUTORGADA POR MUNICÍPIO – 2019 66
FIGURA IV-69 – CAPTAÇÕES SUPERFICIAIS PARA USO INDUSTRIAL: QUANTIDADE POR MUNICÍPIO – 2019. 66
FIGURA IV-70 – CAPTAÇÕES SUPERFICIAIS PARA USO INDUSTRIAL: VAZÃO OUTORGADA POR MUNICÍPIO – 2019 67
FIGURA IV-71 – CAPTAÇÕES SUPERFICIAIS PARA USO RURAL: QUANTIDADE POR MUNICÍPIO – 2019. 67
FIGURA IV-72 – CAPTAÇÕES SUPERFICIAIS PARA USO RURAL: VAZÃO OUTORGADA POR MUNICÍPIO – 2019. 67
FIGURA IV-73 – CAPTAÇÕES SUPERFICIAIS PARA SOLUÇÕES ALTERNATIVAS E OUTROS USOS: QUANTIDADE POR MUNICÍPIO – 2019. 68
FIGURA IV-74 – CAPTAÇÕES SUPERFICIAIS PARA SOLUÇÕES ALTERNATIVAS E OUTROS USOS: VAZÃO OUTORGADA POR MUNICÍPIO – 2019. 68
FIGURA IV-75 – CAPTAÇÕES SUBTERRÂNEAS PARA ABASTECIMENTO PÚBLICO: QUANTIDADE POR MUNICÍPIO – 2019. 69
FIGURA IV-76 – CAPTAÇÕES SUBTERRÂNEAS PARA ABASTECIMENTO PÚBLICO: VAZÃO OUTORGADA POR MUNICÍPIO – 2019. 69
FIGURA IV-77 – CAPTAÇÕES SUBTERRÂNEAS PARA USO INDUSTRIAL: QUANTIDADE POR MUNICÍPIO – 2019. 70
FIGURA IV-78 – CAPTAÇÕES SUBTERRÂNEAS PARA USO INDUSTRIAL: VAZÃO OUTORGADA POR MUNICÍPIO – 2019. . 70
FIGURA IV-79 – CAPTAÇÕES SUBTERRÂNEAS PARA USO RURAL: QUANTIDADE POR MUNICÍPIO – 2019..... 70
FIGURA IV-80 – CAPTAÇÕES SUBTERRÂNEAS PARA USO RURAL: VAZÃO OUTORGADA POR MUNICÍPIO – 2019. 71
FIGURA IV-81 – CAPTAÇÕES SUBTERRÂNEAS PARA SOLUÇÕES ALTERNATIVAS E OUTROS USOS: QUANTIDADE POR MUNICÍPIO – 2019. 71
FIGURA IV-82 – CAPTAÇÕES SUBTERRÂNEAS PARA SOLUÇÕES ALTERNATIVAS E OUTROS USOS: VAZÃO OUTORGADA POR MUNICÍPIO – 2019. 71
FIGURA IV-83 – ABASTECIMENTO PÚBLICO: QUANTIDADE TOTAL DE CAPTAÇÕES, POR MUNICÍPIO - 2019..... 72
FIGURA IV-84 – ABASTECIMENTO PÚBLICO: VAZÃO TOTAL OUTORGADA, POR MUNICÍPIO - 2019. 72
FIGURA IV-85 – USO INDUSTRIAL: QUANTIDADE TOTAL DE CAPTAÇÕES, POR MUNICÍPIO - 2019..... 73
FIGURA IV-86 – USO INDUSTRIAL: VAZÃO TOTAL OUTORGADA, POR MUNICÍPIO - 2019. 73
FIGURA IV-87 – USO RURAL: QUANTIDADE TOTAL DE CAPTAÇÕES, POR MUNICÍPIO - 2019. 74
FIGURA IV-88 – USO RURAL: VAZÃO TOTAL OUTORGADA, POR MUNICÍPIO - 2019. 74
FIGURA IV-89 – SOLUÇÕES ALTERNATIVAS E OUTROS USOS: QUANTIDADE TOTAL DE CAPTAÇÕES, POR MUNICÍPIO - 2019. 74
FIGURA IV-90 – SOLUÇÕES ALTERNATIVAS E OUTROS USOS: VAZÃO TOTAL OUTORGADA, POR MUNICÍPIO - 2019..... 75
FIGURA IV-91 – QUANTIDADE DE CAPTAÇÕES SUBTERRÂNEAS, POR AQUÍFERO – 2019. 76
FIGURA IV-92 – DEMANDA SUBTERRÂNEA POR AQUÍFERO – 2019..... 76
FIGURA IV-93 – QUANTIDADE DE CAPTAÇÕES OUTORGADAS, POR TIPO DE USO, POR AQUÍFERO – 2019. 77
FIGURA IV-94 – VAZÃO OUTORGADA, POR TIPO DE USO, POR AQUÍFERO – 2019..... 77
FIGURA IV-95 – QUANTIDADE DE ESTABELECIMENTOS QUE REALIZAM IRRIGAÇÃO, POR MUNICÍPIO -2017. 78
FIGURA IV-96 – ÁREA IRRIGADA POR MUNICÍPIO – 2017. 79
FIGURA IV-97 – QUANTIDADE DE ESTABELECIMENTOS POR MÉTODO DE IRRIGAÇÃO - 2017. 80
FIGURA IV-98 – ÁREA ABRANGIDA POR MÉTODO DE IRRIGAÇÃO - 2017. 81
FIGURA IV-99 – QUANTIDADE DE ESTABELECIMENTOS POR MÉTODO E SISTEMA DE IRRIGAÇÃO - 2017. 81
FIGURA IV-100 – ÁREA IRRIGADA POR MÉTODO E SISTEMA DE IRRIGAÇÃO - 2017 82
FIGURA IV-101 – GOTEJAMENTO: QUANTIDADE DE ESTABELECIMENTO AGROPECUÁRIOS, POR MUNICÍPIO – 2017.... 83
FIGURA IV-102 – GOTEJAMENTO: ÁREA ABRANGIDA POR MUNICÍPIO – 2017. 83
FIGURA IV-103 – MICROASPERSÃO: QUANTIDADE DE ESTABELECIMENTO AGROPECUÁRIOS, POR MUNICÍPIO – 2017. 84
FIGURA IV-104 – MICROASPERSÃO: ÁREA ABRANGIDA POR MUNICÍPIO – 2017..... 85
FIGURA IV-105 – SISTEMA DE INUNDAÇÃO: QUANTIDADE DE ESTABELECIMENTO AGROPECUÁRIOS, POR MUNICÍPIO – 2017. 85
FIGURA IV-106 – SISTEMA DE INUNDAÇÃO: ÁREA ABRANGIDA POR MUNICÍPIO – 2017. 86
FIGURA IV-107 – SISTEMA DE SULCOS: QUANTIDADE DE ESTABELECIMENTO AGROPECUÁRIOS, POR MUNICÍPIO – 2017. 87
FIGURA IV-108 – AUTOPEROPELIDO: QUANTIDADE DE ESTABELECIMENTO AGROPECUÁRIOS, POR MUNICÍPIO – 2017. 89
FIGURA IV-109 – PIVÔ CENTRAL: QUANTIDADE DE ESTABELECIMENTO AGROPECUÁRIOS, POR MUNICÍPIO – 2017. ... 90
FIGURA IV-110 – CONVENCIONAL: QUANTIDADE DE ESTABELECIMENTO AGROPECUÁRIOS, POR MUNICÍPIO – 2017.. 91
FIGURA IV-111 – SISTEMA CONVENCIONAL: ÁREA ABRANGIDA POR MUNICÍPIO – 2017. 91
FIGURA IV-112 – SUBIRRIGAÇÃO: QUANTIDADE DE ESTABELECIMENTO AGROPECUÁRIOS, POR MUNICÍPIO – 2017. .. 93
FIGURA IV-113 – IRRIGAÇÃO: QUANTIDADE TOTAL DE CAPTAÇÕES (SUPERFICIAIS + SUBTERRÂNEAS), POR MUNICÍPIO. 95
FIGURA IV-114 – PROPORÇÃO DA VAZÃO OUTORGADA PARA IRRIGAÇÃO EM RELAÇÃO À VAZÃO TOTAL DE USO RURAL. 95

FIGURA IV-115 – OTTOBACIAS NÍVEL 5: QUANTIDADE DE CAPTAÇÕES SUPERFICIAIS POR TIPO DE USO. 96
FIGURA IV-116 – OTTOBACIAS NÍVEL 5: VAZÕES OUTORGADAS PARA CAPTAÇÕES SUPERFICIAIS. 97
FIGURA IV-117 – BACIA 01: VAZÃO OUTORGADA POR TIPO DE USO..... 100
FIGURA IV-118 – BACIA 02: VAZÃO OUTORGADA POR TIPO DE USO..... 101
FIGURA IV-119 – BACIA 15: VAZÃO OUTORGADA POR TIPO DE USO..... 102
FIGURA IV-120 – BACIA 17: VAZÃO OUTORGADA POR TIPO DE USO..... 103
FIGURA IV-121 – BACIA 18: VAZÃO OUTORGADA POR TIPO DE USO..... 104
FIGURA IV-122 – BACIA 22: VAZÃO OUTORGADA POR TIPO DE USO..... 105
FIGURA IV-123 – BACIA 26: VAZÃO OUTORGADA POR TIPO DE USO..... 106
FIGURA IV-124 – BACIA 30: VAZÃO OUTORGADA POR TIPO DE USO..... 107
FIGURA IV-125 – BACIA 31: VAZÃO OUTORGADA POR TIPO DE USO..... 108
FIGURA IV-126 – BACIA 32: VAZÃO OUTORGADA POR TIPO DE USO..... 109
FIGURA IV-127 – BACIA 37: VAZÃO OUTORGADA POR TIPO DE USO..... 110
FIGURA IV-128 – BACIA 38: VAZÃO OUTORGADA POR TIPO DE USO..... 111
FIGURA IV-129 – BACIA 05: VAZÃO OUTORGADA POR TIPO DE USO..... 112
FIGURA IV-130 – BACIA 33: VAZÃO OUTORGADA, POR TIPO DE USO..... 113
FIGURA IV-131 – BACIAS 07 E 08: VAZÃO OUTORGADA, POR CAPTAÇÃO. 115
FIGURA IV-132 – BACIA 16: VAZÃO OUTORGADA, POR TIPO DE USO..... 116
FIGURA IV-133 – BACIA 28: VAZÃO OUTORGADA, POR TIPO DE USO..... 117
FIGURA IV-134 – UGRHI 02: R.05-D - OUTORGAS PARA OUTRAS INTERFERÊNCIAS EM CURSOS D'ÁGUA 119
FIGURA IV-135 – DEMANDAS NÃO CONSUNTIVAS: P.08-D - TOTAL DE BARRAMENTOS. 119
FIGURA IV-136 – DEMANDAS NÃO CONSUNTIVAS: QUANTIDADE DE INTERFERÊNCIAS POR TIPO..... 120
FIGURA IV-137 - LOCALIZAÇÃO DOS BARRAMENTOS HIDRELÉTRICOS OUTORGADOS, NA UGRHI 02. 121
FIGURA IV-138 – LOCALIZAÇÃO DOS BARRAMENTOS OUTORGADOS PARA OUTROS USOS. 122
FIGURA IV-139 – BARRAMENTOS: USOS IDENTIFICADOS E NÃO IDENTIFICADOS..... 123
FIGURA IV-140 – BARRAMENTOS: QUANTIDADE DE OUTORGAS POR FINALIDADE DE USO..... 123
FIGURA IV-141 – LOCALIZAÇÃO DOS BARRAMENTOS OUTORGADOS, POR FINALIDADE DE USO. 123
FIGURA IV-142 – LANÇAMENTOS: QUANTIDADE DE OUTORGAS POR FINALIDADE DE USO..... 124
FIGURA IV-143 – LANÇAMENTO: PROPORÇÃO DO VOLUME POR FINALIDADE DE USO..... 124
FIGURA IV-144 – LOCALIZAÇÃO DOS LANÇAMENTOS OUTORGADOS, POR FINALIDADE DE USO. 125
FIGURA IV-145 – TRAVESSIA: PROPORÇÃO DE OUTORGAS POR TIPO..... 125
FIGURA IV-146 – TRAVESSIAS: QUANTIDADE DE OUTORGAS POR FINALIDADE DE USO..... 126
FIGURA IV-147 – LOCALIZAÇÃO DAS TRAVESSIAS OUTORGADAS, POR FINALIDADE DE USO. 126
FIGURA IV-148 – ESTRUTURAS DE RESERVAÇÃO/RESERVATÓRIOS: QUANTIDADE DE OUTORGAS POR FINALIDADE DE USO. 127
FIGURA IV-149 – LOCALIZAÇÃO DAS ESTRUTURAS DE RESERVAÇÃO/RESERVATÓRIO DE ACUMULAÇÃO OUTORGADAS, POR FINALIDADE DE USO. 127
FIGURA IV-150 – CANALIZAÇÃO E RETIFICAÇÃO: USOS IDENTIFICADOS E NÃO IDENTIFICADOS. 128
FIGURA IV-151 – CANALIZAÇÃO/RETIFICAÇÃO: QUANTIDADE DE OUTORGAS POR TIPO DE USO..... 128
FIGURA IV-152 – LOCALIZAÇÃO DAS OBRAS DE CANALIZAÇÃO/ RETIFICAÇÃO, NA UGRHI 02, POR TIPO DE USO. .. 129
FIGURA IV-153 – OBRAS DE PROTEÇÃO DE CURSOS D'ÁGUA: QUANTIDADE DE OUTORGAS POR FINALIDADE DE USO. 129
FIGURA IV-154 – LOCALIZAÇÃO DAS OBRAS PARA PROTEÇÃO DE CURSOS D'ÁGUA, POR TIPO DE USO. 130
FIGURA IV-155 – USOS NÃO CONSUNTIVOS: QUANTIDADE DE OUTORGAS POR MUNICÍPIO. 131
FIGURA IV-156 – CONCENTRAÇÃO DAS OUTORGAS PARA USO NÃO CONSUNTIVO, POR MUNICÍPIO. 131
FIGURA IV-157 – QUANTIDADE DE OUTORGAS PARA BARRAMENTOS PARA OUTROS USOS, POR MUNICÍPIO. 132
FIGURA IV-158 – CONCENTRAÇÃO DAS OUTORGAS PARA BARRAMENTOS, POR MUNICÍPIO. 132
FIGURA IV-159 – QUANTIDADE DE OUTORGAS PARA LANÇAMENTOS, POR MUNICÍPIO. 133
FIGURA IV-160 – CONCENTRAÇÃO DAS OUTORGAS PARA LANÇAMENTOS, POR MUNICÍPIO. 133
FIGURA IV-161 – QUANTIDADE DE OUTORGAS PARA TRAVESSIAS, POR MUNICÍPIO. 134
FIGURA IV-162 – CONCENTRAÇÃO DAS OUTORGAS PARA TRAVESSIAS, POR MUNICÍPIO..... 134
FIGURA IV-163 – QUANTIDADE DE OUTORGAS PARA ESTRUTURAS DE RESERVAÇÃO/RESERVATÓRIOS DE ACUMULAÇÃO, POR MUNICÍPIO. 135
FIGURA IV-164 – CONCENTRAÇÃO DAS OUTORGAS PARA ESTRUTURAS DE RESERVAÇÃO/RESERVATÓRIOS DE ACUMULAÇÃO, POR MUNICÍPIO. 135
FIGURA IV-165 – QUANTIDADE DE OUTORGAS PARA CANALIZAÇÃO/RETIFICAÇÃO, POR MUNICÍPIO. 136
FIGURA IV-166 – CONCENTRAÇÃO DAS OUTORGAS PARA CANALIZAÇÃO/RETIFICAÇÃO, POR MUNICÍPIO..... 136
FIGURA IV-167 – QUANTIDADE DE OUTORGAS PARA OBRAS DE PROTEÇÃO DE CURSOS D'ÁGUA, POR MUNICÍPIO.... 137
FIGURA IV-168 – CONCENTRAÇÃO DAS OUTORGAS PARA OBRAS DE PROTEÇÃO DE CURSOS D'ÁGUA, POR MUNICÍPIO. 137

FIGURA IV-169 – OTTOBACIAS: QUANTIDADE DE OUTORGAS PARA USO NÃO CONSUNTIVO. 138
FIGURA IV-170 – OTTOBACIAS: PROPORÇÃO DE OUTORGAS PARA USO NÃO CONSUNTIVO. 138
FIGURA IV-171 – OTTOBACIAS: CONCENTRAÇÃO DAS OUTORGAS PARA USO NÃO CONSUNTIVO. 139
FIGURA IV-172 – OTTOBACIA 02: USO NÃO CONSUNTIVO. 139
FIGURA IV-173 – OTTOBACIA 02: QUANTIDADE DE OUTORGAS POR USO E FINALIDADE DE USO. 140
FIGURA IV-174 – OTTOBACIA 02: VAZÃO OUTORGADA PARA LANÇAMENTO. 140
FIGURA IV-175 – OTTOBACIA 03: USO NÃO CONSUNTIVO. 141
FIGURA IV-176 – OTTOBACIA 03: QUANTIDADE DE OUTORGAS POR USO E FINALIDADE DE USO. 141
FIGURA IV-177 – OTTOBACIA 03: VAZÃO OUTORGADA PARA LANÇAMENTO POR FINALIDADE DE USO. 142
FIGURA IV-178 – OTTOBACIA 04: USO NÃO CONSUNTIVO. 142
FIGURA IV-179 – OTTOBACIA 04: QUANTIDADE DE OUTORGAS POR USO E FINALIDADE DE USO. 143
FIGURA IV-180 – OTTOBACIA 04: VAZÃO OUTORGADA PARA LANÇAMENTO POR FINALIDADE DE USO. 143
FIGURA IV-181 – OTTOBACIA 05: USO NÃO CONSUNTIVO. 144
FIGURA IV-182 – OTTOBACIA 05: QUANTIDADE DE OUTORGAS POR USO E FINALIDADE DE USO. 144
FIGURA IV-183 – OTTOBACIA 05: VAZÃO OUTORGADA PARA LANÇAMENTO POR FINALIDADE DE USO. 144
FIGURA IV-184 – OTTOBACIA 06: USO NÃO CONSUNTIVO. 145
FIGURA IV-185 – OTTOBACIA 06: QUANTIDADE DE OUTORGAS POR USO E FINALIDADE DE USO. 145
FIGURA IV-186 – OTTOBACIA 06: VAZÃO OUTORGADA PARA LANÇAMENTO POR FINALIDADE DE USO. 146
FIGURA IV-187 – OTTOBACIA 07: USO NÃO CONSUNTIVO. 146
FIGURA IV-188 – OTTOBACIA 07: QUANTIDADE DE OUTORGAS POR USO E FINALIDADE DE USO. 147
FIGURA IV-189 – OTTOBACIA 07: VAZÃO OUTORGADA PARA LANÇAMENTO POR FINALIDADE DE USO. 147
FIGURA IV-190 – BACIAS COM CAPTAÇÃO PARA ABASTECIMENTO PÚBLICO: QUANTIDADE DE OUTORGAS PARA USO NÃO CONSUNTIVO. 148
FIGURA IV-191 – BACIAS COM CAPTAÇÃO PARA ABASTECIMENTO PÚBLICO: USO NÃO CONSUNTIVO. 149
FIGURA IV-192 – BACIA 01: USO NÃO CONSUNTIVO. 149
FIGURA IV-193 - BACIA 01: QUANTIDADE DE OUTORGAS POR FINALIDADE DE USO. 150
FIGURA IV-194 – BACIA 01: USO NÃO CONSUNTIVO – QUANTIDADE DE OUTORGAS POR USO E FINALIDADE DE USO. 150
FIGURA IV-195 – BACIA 01: VAZÃO OUTORGADA PARA LANÇAMENTO POR FINALIDADE DE USO. 151
FIGURA IV-196 – BACIA 02: USO NÃO CONSUNTIVO. 151
FIGURA IV-197 – BACIA 02: USO NÃO CONSUNTIVO – QUANTIDADE DE OUTORGAS POR FINALIDADE DE USO. 152
FIGURA IV-198 – BACIA 02: USO NÃO CONSUNTIVO – QUANTIDADE DE OUTORGAS POR USO E FINALIDADE DE USO. 152
FIGURA IV-199 – BACIA 15: USO NÃO CONSUNTIVO. 153
FIGURA IV-200 – BACIA 26: USO NÃO CONSUNTIVO. 154
FIGURA IV-201 – BACIA 26: USO NÃO CONSUNTIVO – QUANTIDADE DE OUTORGAS POR FINALIDADE DE USO. 154
FIGURA IV-202 – BACIA 26: USO NÃO CONSUNTIVO – QUANTIDADE DE OUTORGAS POR USO E FINALIDADE DE USO. 155
FIGURA IV-203 – BACIA 26: VAZÃO OUTORGADA PARA LANÇAMENTO POR FINALIDADE DE USO. 155
FIGURA IV-204 – BACIA 31: USO NÃO CONSUNTIVO. 156
FIGURA IV-205 – BACIA 31: USO NÃO CONSUNTIVO – QUANTIDADE DE OUTORGAS POR FINALIDADE DE USO. 156
FIGURA IV-206 – BACIA 31: USO NÃO CONSUNTIVO – QUANTIDADE DE OUTORGAS POR USO E FINALIDADE DE USO. 157
FIGURA IV-207 – BACIA 32: USO NÃO CONSUNTIVO. 157
FIGURA IV-208 – BACIA 32: USO NÃO CONSUNTIVO – QUANTIDADE DE OUTORGAS POR FINALIDADE DE USO. 158
FIGURA IV-209 – BACIA 32: USO NÃO CONSUNTIVO – QUANTIDADE DE OUTORGAS POR USO E FINALIDADE DE USO. 158
FIGURA IV-210 – BACIA 37: USO NÃO CONSUNTIVO. 159
FIGURA IV-211 – BACIA 37: USO NÃO CONSUNTIVO – QUANTIDADE DE OUTORGAS POR FINALIDADE DE USO. 159
FIGURA IV-212 – BACIA 37: USO NÃO CONSUNTIVO – QUANTIDADE DE OUTORGAS POR USO E FINALIDADE DE USO. 160
FIGURA IV-213 – BACIA 38: USO NÃO CONSUNTIVO. 160
FIGURA IV-214 –BACIA 38: USO NÃO CONSUNTIVO - QUANTIDADE E OUTORGAS POR FINALIDADE DE USO. 161
FIGURA IV-215 – BACIA 05: USO NÃO CONSUNTIVO. 161
FIGURA IV-216 – BACIA 05: USO NÃO CONSUNTIVO – QUANTIDADE DE OUTORGAS POR FINALIDADE DE USO. 162
FIGURA IV-217 – BACIA 05: USO NÃO CONSUNTIVO – QUANTIDADE DE OUTORGAS POR USO E FINALIDADE DE USO. 162
FIGURA IV-218 – BACIA 05: VAZÃO OUTORGADA PARA LANÇAMENTO POR FINALIDADE DE USO. 163
FIGURA IV-219 – BACIA 33: USO NÃO CONSUNTIVO. 164
FIGURA IV-220 – BACIA 33: USO NÃO CONSUNTIVO – QUANTIDADE DE OUTORGAS POR FINALIDADE DE USO. 164
FIGURA IV-221 – BACIA 33: USO NÃO CONSUNTIVO – QUANTIDADE DE OUTORGAS POR USO E FINALIDADE DE USO. 165
FIGURA IV-222 – BACIA 33: VAZÃO OUTORGADA PARA LANÇAMENTO POR FINALIDADE DE USO. 165
FIGURA IV-223 – BACIA 16: USO NÃO CONSUNTIVO. 166
FIGURA IV-224 – BACIA 16: USO NÃO CONSUNTIVO – QUANTIDADE DE OUTORGAS FINALIDADE DE USO. 167
FIGURA IV-225 – BACIA 16: USO NÃO CONSUNTIVO – QUANTIDADE DE OUTORGAS POR USO E FINALIDADE DE USO. 167
FIGURA IV-226 – BACIA 16: VAZÃO OUTORGADA PARA LANÇAMENTO POR FINALIDADE DE USO. 167
FIGURA IV-227 – BACIA 29: USO NÃO CONSUNTIVO. 168

FIGURA IV-228 – BACIA 29: USO NÃO CONSUNTIVO – QUANTIDADE DE OUTORGAS POR FINALIDADE DE USO. 168
FIGURA IV-229 – BACIA 29: USO NÃO CONSUNTIVO – QUANTIDADE DE OUTORGAS POR USO E FINALIDADE DE USO. 169
FIGURA IV-230 – BACIA 29: VAZÃO OUTORGADA PARA LANÇAMENTO POR FINALIDADE DE USO. 169
FIGURA IV-231 – BACIA 34: USO NÃO CONSUNTIVO. 170
FIGURA IV-232 – BACIA 34: USO NÃO CONSUNTIVO – QUANTIDADE DE OUTORGAS POR FINALIDADE DE USO. 170
FIGURA IV-233 -– BACIA 34: USO NÃO CONSUNTIVO – QUANTIDADE DE OUTORGAS POR USO E FINALIDADE DE USO. 171
FIGURA IV-234 – BACIA 34: VAZÃO OUTORGADA PARA LANÇAMENTO POR FINALIDADE DE USO. 171
FIGURA IV-235 – BACIA 28: USOS NÃO CONSUNTIVO. 172
FIGURA IV-236 – BACIA 28: USO NÃO CONSUNTIVO – QUANTIDADE DE OUTORGAS POR FINALIDADE DE USO. 172
FIGURA IV-237 – BACIA 28: USO NÃO CONSUNTIVO – QUANTIDADE DE OUTORGAS POR USO E FINALIDADE DE USO. 172
FIGURA IV-238 – BACIA 28: VAZÃO OUTORGADA PARA LANÇAMENTO POR FINALIDADE DE USO. 173
FIGURA IV-239 – DEMANDA TOTAL, SUPERFICIAL E SUBTERRÂNEA, EM RELAÇÃO AO $Q_{95\%}$ (E.07-A). 174
FIGURA IV-240 – DEMANDA TOTAL (SUPERFICIAL E SUBTERRÂNEA) EM RELAÇÃO AO $Q_{MÉDIOB}$ (E.07-B). 174
FIGURA IV-241 – DEMANDA SUPERFICIAL EM RELAÇÃO A VAZÃO MÍNIMA SUPERFICIAL $Q_{7,10}$ (E.07-C) 175
FIGURA IV-242 – DEMANDA SUBTERRÂNEA EM RELAÇÃO ÀS RESERVAS EXPORTÁVEIS(E.07-D). 176
FIGURA IV-243 – BALANÇO HÍDRICO POR OTTOTRECHO – $Q_{MÉDIO}$. 178
FIGURA IV-243 – BALANÇO HÍDRICO POR OTTOTRECHO – $Q_{95\%}$. 178
FIGURA IV-244 – BALANÇO HÍDRICO POR OTTOTRECHO – $Q_{7,10}$. 179
FIGURA IV-246 – OTTOBACIAS NÍVEL 5: BALANÇO HÍDRICO – $Q_{MÉDIO}$. 180
FIGURA IV-247 – OTTOBACIAS NÍVEL 5: BALANÇO HÍDRICO – $Q_{95\%}$. 180
FIGURA IV-248 – OTTOBACIAS NÍVEL 5: BALANÇO HÍDRICO – $Q_{7,10}$. 181
FIGURA IV-249 – E.07-A - DEMANDA TOTAL (SUPERFICIAL E SUBTERRÂNEA) EM RELAÇÃO AO $Q_{95\%}$, POR MUNICÍPIO. 184
FIGURA IV-250 – E.07-B - DEMANDA TOTAL (SUPERFICIAL E SUBTERRÂNEA) EM RELAÇÃO AO $Q_{MÉDIO}$, POR MUNICÍPIO. 184
FIGURA IV-251 – E.07-C - DEMANDA SUPERFICIAL EM RELAÇÃO À VAZÃO MÍNIMA SUPERFICIAL ($Q_{7,10}$), POR MUNICÍPIO. 185
FIGURA IV-252 – E.07-D - DEMANDA SUBTERRÂNEA EM RELAÇÃO ÀS RESERVAS EXPORTÁVEIS, POR MUNICÍPIO... 185

Quadros

QUADRO IV-1 – DISPONIBILIDADE HÍDRICA: INDICADORES E SEUS PARÂMETROS. 2
QUADRO IV-2 – CAPTAÇÕES SUPERFICIAIS E SUBTERRÂNEAS: INDICADORES E SEUS PARÂMETROS. 45
QUADRO IV-3 – DEMANDAS CONSUNTIVAS: INDICADORES E SEUS PARÂMETROS. 57
QUADRO IV-4 – DEMANDAS NÃO CONSUNTIVAS: INDICADORES E SEUS PARÂMETROS. 118
QUADRO IV-5 – BALANÇO HÍDRICO (DEMANDA *VERSUS* DISPONIBILIDADE): INDICADORES E SEUS PARÂMETROS..... 173

Tabelas

TABELA IV-1 – POSTOS PLUVIOMÉTRICOS CONSIDERADOS. 3
TABELA IV-2 – CLASSIFICAÇÃO DO ÍNDICE DE PORCENTAGEM NORMAL (PN). 4
TABELA IV-3 – CLASSIFICAÇÃO DO ÍNDICE DE PRECIPITAÇÃO PADRONIZADA (SPI). 5
TABELA IV-4 – RESULTADOS DO ÍNDICE SPI-12 PARA O MÊS DE SETEMBRO COMO REFERÊNCIA. 7
TABELA IV-5 – RESULTADOS DO ÍNDICE SPI-6 PARA OS PERÍODOS SECO E ÚMIDO. 8
TABELA IV-6 – PRINCIPAIS ESTRUTURAS DO SISTEMA HIDRÁULICO DO RIO PARAÍBA DO SUL. 9
TABELA IV-7 – CAPACIDADE DE ARMAZENAMENTO DOS RESERVATÓRIOS. 11
TABELA IV-8 – REGRAS DE OPERAÇÃO DO SISTEMA HIDRÁULICO DO RIO PARAÍBA DO SUL. 16
TABELA IV-9 – DADOS BÁSICOS DAS ESTAÇÕES FLUVIOMÉTRICAS SELECIONADAS. 18
TABELA IV-10 – VAZÕES REGISTRADAS NAS ESTAÇÕES FLUVIOMÉTRICAS. 19
TABELA IV-11 – CÁLCULO DA REDUÇÃO DE VAZÃO. 20
TABELA IV-12 – VAZÕES $Q_{7,10}$ POR TRECHO DE CURSO D'ÁGUA. 23
TABELA IV-13 – VAZÕES $Q_{95\%}$ POR TRECHO DE CURSO D'ÁGUA. 23
TABELA IV-14 – VAZÕES $Q_{MÉDIO}$ POR TRECHO DE CURSO D'ÁGUA. 24
TABELA IV-15 – VAZÕES ($Q_{7,10}$, $Q_{95\%}$ E $Q_{MÉDIO}$) DAS BACIAS COM CAPTAÇÃO PARA ABASTECIMENTO PÚBLICO. 27
TABELA IV-16 – E.04-A - DISPONIBILIDADE *PER CAPITA* - $Q_{MÉDIO}$ EM RELAÇÃO À POPULAÇÃO TOTAL, POR MUNICÍPIO. 32

TABELA IV-17 - E.05-A (DISPONIBILIDADE *PER CAPITA* DE ÁGUA SUBTERRÂNEA), POR MUNICÍPIO – 2019. 33
TABELA IV-18 – DISPONIBILIDADE *PER CAPITA* - $Q_{MÉDIO}$ EM RELAÇÃO À POPULAÇÃO TOTAL + DISPONIBILIDADE *PER CAPITA* DE ÁGUA SUBTERRÂNEA. 34
TABELA IV-19 – E.07-D - DEMANDA SUBTERRÂNEA EM RELAÇÃO ÀS RESERVAS EXPLOTÁVEIS: VALORES DE REFERÊNCIA. 38
TABELA IV-20 – RESERVA EXPLOTÁVEL NA UGRHI 02. 38
TABELA IV-21 – RESERVA EXPLOTÁVEL POR MUNICÍPIO. 39
TABELA IV-22 - DEMANDA SUBTERRÂNEA EM RELAÇÃO ÀS RESERVAS EXPLOTÁVEIS, POR MUNICÍPIO (2015-2019). 40
TABELA IV-23 – POPULAÇÃO TOTAL E DISPONIBILIDADE HÍDRICA *PER CAPITA*. 44
TABELA IV-24 – UGRHI 02: QUANTIDADE DE CAPTAÇÕES E VAZÃO OUTORGADA (2015-2019). 45
TABELA IV-25 – QUANTIDADE DE CAPTAÇÕES SUPERFICIAIS E VAZÃO OUTORGADA, POR MUNICÍPIO, EM 2019. 51
TABELA IV-26 – VAZÃO OUTORGADA DE ÁGUA SUBTERRÂNEA, POR MUNICÍPIO, EM 2019. 52
TABELA IV-27 – UGRHI 02: QUANTIDADE CAPTAÇÕES E VAZÕES OUTORGADAS - 2019. 53
TABELA IV-28 – DADOS GERAIS SOBRE AS CAPTAÇÕES SUPERFICIAIS, POR TIPO DE USO – 2019. 65
TABELA IV-29 – DADOS GERAIS SOBRE AS CAPTAÇÕES SUBTERRÂNEAS, POR TIPO DE USO – 2019. 68
TABELA IV-30 - QUANTIDADE TOTAL DE CAPTAÇÕES E VAZÃO OUTORGADA, POR TIPO DE USO. 72
TABELA IV-31 – QUANTIDADE DE CAPTAÇÕES SUBTERRÂNEAS E VAZÃO OUTORGADA, POR AQUÍFERO – 2019. 76
TABELA IV-32 – DADOS DAS CAPTAÇÕES SUBTERRÂNEAS, POR AQUÍFERO E POR TIPO DE USO – 2019. 77
TABELA IV-33 – SISTEMA DE GOTEJAMENTO: QUANTIDADE DE ESTABELECIMENTOS E ÁREA IRRIGADA – 2017. 82
TABELA IV-34 – SISTEMA DE MICROASPERSÃO: QUANTIDADE DE ESTABELECIMENTOS E ÁREA IRRIGADA – 2017. 84
TABELA IV-35 – SISTEMA DE INUNDAÇÃO: QUANTIDADE DE ESTABELECIMENTOS E ÁREA IRRIGADA – 2017. 86
TABELA IV-36 – SISTEMA DE SULCOS: QUANTIDADE DE ESTABELECIMENTOS E ÁREA IRRIGADA – 2017. 87
TABELA IV-37 – SISTEMA AUTOPROPELIDO: QUANTIDADE DE ESTABELECIMENTOS E ÁREA IRRIGADA – 2017. 88
TABELA IV-38 – PIVÔ CENTRAL: QUANTIDADE DE ESTABELECIMENTOS E ÁREA IRRIGADA – 2017. 89
TABELA IV-39 – SISTEMA CONVENCIONAL: QUANTIDADE DE ESTABELECIMENTOS E ÁREA IRRIGADA – 2017. 90
TABELA IV-40 – SUBIRRIGAÇÃO: QUANTIDADE DE ESTABELECIMENTOS E ÁREA IRRIGADA – 2017. 92
TABELA IV-41 – USO RURAL E IRRIGAÇÃO: QUANTIDADE DE CAPTAÇÕES E VAZÃO OUTORGADA. 94
TABELA IV-42 - USO RURAL E IRRIGAÇÃO: VAZÃO OUTORGADA 94
TABELA IV-43 – OTTOBACIAS NÍVEL 5: CAPTAÇÕES SUPERFICIAIS. 96
TABELA IV-44 – OTTOBACIAS NÍVEL 5: VAZÕES OUTORGADAS PARA CAPTAÇÕES SUPERFICIAIS. 97
TABELA IV-45 – BACIAS COM CAPTAÇÃO EXCLUSIVA PARA ABASTECIMENTO PÚBLICO. 98
TABELA IV-46 – BACIAS COM CAPTAÇÃO PARA ABASTECIMENTO PÚBLICO E USOS DIVERSOS. 99
TABELA IV-47 – BACIAS COM CAPTAÇÃO PARA ABASTECIMENTO PÚBLICO, BACIAS INTERNAS E USOS DIVERSOS. 99
TABELA IV-48 – BACIA 01: QUANTIDADE DE CAPTAÇÕES SUPERFICIAIS E VAZÃO OUTORGADA, POR TIPO DE USO... 100
TABELA IV-49 – BACIA 01: DADOS BÁSICOS DAS OUTORGAS PARA CAPTAÇÕES SUPERFICIAIS. 100
TABELA IV-50 – BACIA 02: QUANTIDADE DE CAPTAÇÕES SUPERFICIAIS E VAZÃO OUTORGADA, POR TIPO DE USO... 101
TABELA IV-51 – BACIA 02: DADOS BÁSICOS DAS OUTORGAS PARA CAPTAÇÕES SUPERFICIAIS. 101
TABELA IV-52 – BACIA 15: QUANTIDADE DE CAPTAÇÕES SUPERFICIAIS E VAZÃO OUTORGADA, POR TIPO DE USO... 102
TABELA IV-53 – BACIA 15: DADOS BÁSICOS DAS OUTORGAS PARA CAPTAÇÕES SUPERFICIAIS. 102
TABELA IV-54 – BACIA 17: QUANTIDADE DE CAPTAÇÕES SUPERFICIAIS E VAZÃO OUTORGADA, POR TIPO DE USO... 103
TABELA IV-55 – BACIA 15: DADOS BÁSICOS DAS OUTORGAS PARA CAPTAÇÕES SUPERFICIAIS. 103
TABELA IV-56 – BACIA 18: QUANTIDADE DE CAPTAÇÕES SUPERFICIAIS E VAZÃO OUTORGADA, POR TIPO DE USO... 104
TABELA IV-57 – BACIA 18: DADOS BÁSICOS DAS OUTORGAS PARA CAPTAÇÕES SUPERFICIAIS. 104
TABELA IV-58 – BACIA 22: QUANTIDADE DE CAPTAÇÕES SUPERFICIAIS E VAZÃO OUTORGADA, POR TIPO DE USO... 105
TABELA IV-59 – BACIA 22: DADOS BÁSICOS DAS OUTORGAS PARA CAPTAÇÕES SUPERFICIAIS. 105
TABELA IV-60 – BACIA 26: QUANTIDADE DE CAPTAÇÕES SUPERFICIAIS E VAZÃO OUTORGADA, POR TIPO DE USO... 106
TABELA IV-61 – BACIA 26: DADOS BÁSICOS DAS OUTORGAS PARA CAPTAÇÕES SUPERFICIAIS. 106
TABELA IV-62 – BACIA 30: QUANTIDADE DE CAPTAÇÕES SUPERFICIAIS E VAZÃO OUTORGADA, POR TIPO DE USO... 107
TABELA IV-63 – BACIA 30: DADOS BÁSICOS DAS OUTORGAS PARA CAPTAÇÕES SUPERFICIAIS. 107
TABELA IV-64 – BACIA 31: QUANTIDADE DE CAPTAÇÕES SUPERFICIAIS E VAZÃO OUTORGADA, POR TIPO DE USO... 108
TABELA IV-65 – BACIA 31: DADOS BÁSICOS DAS OUTORGAS PARA CAPTAÇÕES SUPERFICIAIS. 108
TABELA IV-66 – BACIA 32: QUANTIDADE DE CAPTAÇÕES SUPERFICIAIS E VAZÃO OUTORGADA, POR TIPO DE USO... 109
TABELA IV-67 – BACIA 32: DADOS BÁSICOS DAS OUTORGAS PARA CAPTAÇÕES SUPERFICIAIS. 109
TABELA IV-68 – BACIA 37: QUANTIDADE DE CAPTAÇÕES SUPERFICIAIS E VAZÃO OUTORGADA, POR TIPO DE USO... 110
TABELA IV-69 – BACIA 37: DADOS BÁSICOS DAS OUTORGAS PARA CAPTAÇÕES SUPERFICIAIS. 110
TABELA IV-70 – BACIA 38: QUANTIDADE DE CAPTAÇÕES SUPERFICIAIS E VAZÃO OUTORGADA, POR TIPO DE USO... 111
TABELA IV-71 – BACIA 38: DADOS BÁSICOS DAS OUTORGAS PARA CAPTAÇÕES SUPERFICIAIS. 111
TABELA IV-72 – BACIA 05: QUANTIDADE DE CAPTAÇÕES SUPERFICIAIS E VAZÃO OUTORGADA, POR TIPO DE USO... 112
TABELA IV-73 – BACIA 33: QUANTIDADE DE CAPTAÇÕES SUPERFICIAIS E VAZÃO OUTORGADA, POR TIPO DE USO... 112
TABELA IV-74 – BACIAS 05 E 33: DADOS BÁSICOS DAS OUTORGAS PARA CAPTAÇÕES SUPERFICIAIS. 113

TABELA IV-75 – BACIAS 07 E 08: QUANTIDADE DE CAPTAÇÕES SUPERFICIAIS E VAZÃO OUTORGADA, POR TIPO DE USO. 114
TABELA IV-76 – BACIAS 07 E 08: DADOS BÁSICOS DAS OUTORGAS PARA CAPTAÇÕES SUPERFICIAIS..... 114
TABELA IV-77 – BACIA 16: QUANTIDADE DE CAPTAÇÕES SUPERFICIAIS E VAZÃO OUTORGADA, POR TIPO DE USO... 115
TABELA IV-78 – BACIA 16: DADOS BÁSICOS DAS OUTORGAS PARA CAPTAÇÕES SUPERFICIAIS. 116
TABELA IV-79 – BACIA 28: QUANTIDADE DE CAPTAÇÕES SUPERFICIAIS E VAZÃO OUTORGADA, POR TIPO DE USO... 117
TABELA IV-80 – BACIA 28: DADOS BÁSICOS DAS OUTORGAS PARA CAPTAÇÕES SUPERFICIAIS. 118
TABELA IV-81 – UGRHI 02: BARRAMENTOS COM FINALIDADE DE GERAÇÃO DE ENERGIA..... 121
TABELA IV-82 – OTTOBACIA 08: USO NÃO CONSUNTIVO. 148
TABELA IV-83 – BACIA 05: LANÇAMENTO – VAZÃO OUTORGADA POR FINALIDADE DE USO..... 163
TABELA IV-84 – BACIA 33: LANÇAMENTO – VAZÃO OUTORGADA POR FINALIDADE DE USO..... 165
TABELA IV-85 – BACIA 16: LANÇAMENTO – VAZÃO OUTORGADA POR FINALIDADE DE USO..... 168
TABELA IV-86 – E.07-A, E.07-C E E.07-D: VALOR DE REFERÊNCIA DA ANA, ADAPTADO PELA CRHI..... 174
TABELA IV-87 – E.07-B: VALOR DE REFERÊNCIA DA ANA, ADAPTADO PELA CRHI. 175
TABELA IV-88 – FAIXAS DE BALANÇO HÍDRICO. 176
TABELA IV-89 – EXTENSÃO DE CURSO D'ÁGUA POR FAIXA DE BALANÇO HÍDRICO ($Q_{MÉDIO}$) – 2018. 176
TABELA IV-90 – EXTENSÃO DE CURSO D'ÁGUA POR FAIXA DE BALANÇO HÍDRICO ($Q_{95\%}$) – 2018. 177
TABELA IV-91 – EXTENSÃO DE CURSO D'ÁGUA POR FAIXA DE BALANÇO HÍDRICO ($Q_{7,10}$) – 2018. 177
TABELA IV-92 – CLASSIFICAÇÃO DO BALANÇO HÍDRICO POR OTTOBACIA - $Q_{MÉDIO}$, $Q_{95\%}$ E $Q_{7,10}$..... 181
TABELA IV-93 – CLASSIFICAÇÃO DO BALANÇO HÍDRICO POR BACIAS COM CAPTAÇÃO PARA ABASTECIMENTO PÚBLICO - $Q_{MÉDIO}$, $Q_{95\%}$ E $Q_{7,10}$..... 183

REVISÃO E ATUALIZAÇÃO DO PLANO DE BACIA HIDROGRÁFICA DA UGRHI 02 - PARAÍBA DO SUL (2020-2023)

VOLUME IV - DIAGNÓSTICO - PARTE 3
DISPONIBILIDADE, DEMANDA E BALANÇO HÍDRICO

Visando facilitar as referências aos elementos ilustrativos (figuras, tabelas e quadros), bem como o acesso ao conteúdo em formato digital, este Plano de Bacia foi subdividido em volumes, que são apresentados em onze arquivos digitais, conforme a estrutura indicada a seguir.

Estrutura da divisão dos arquivos que compõem o Plano de Bacia da UGRHI 02.

Volume	Conteúdo	Itens/subitens da Deliberação CRH nº 146/2012
I	Seção inicial	1. Introdução 2. Escopo geral do Plano de Bacia Hidrográfica 3. Processo de elaboração do Plano de Bacia Hidrográfica
II	Diagnóstico – Parte 1	4.1.1. Caracterização geral da UGRHI
III	Diagnóstico – Parte 2	4.1.2. Caracterização física da UGRHI
IV	Diagnóstico – Parte 3	4.1.3. Disponibilidade de recursos hídricos 4.1.4. Demandas por recursos hídricos 4.1.5. Balanço: demanda *versus* disponibilidade
V	Diagnóstico – Parte 4	4.1.6. Qualidade das águas
VI	Diagnóstico – Parte 5	4.1.7. Saneamento básico
VII	Diagnóstico – Parte 6	4.1.8. Gestão do território e áreas sujeitas a gerenciamento especial
VIII	Diagnóstico – Parte 7	4.1.9. Avaliação do Plano de Bacia Hidrográfica 4.1.10. Síntese do Diagnóstico
IX	Prognóstico	4.2.1. Planos, programas, projetos e empreendimentos com incidência na UGRHI 4.2.2. Cenário de planejamento 4.2.3. Gestão dos recursos hídricos na UGRHI 4.2.4. Áreas críticas e prioridades para gestão dos recursos hídricos 4.2.5. Propostas de intervenções para gestão dos recursos hídricos
X	Plano de Ação	4.3.1. Definição das metas e ações para gestão dos recursos hídricos da UGRHI 4.3.2. Montagem do programa de investimentos 4.3.3. Balanço entre as prioridades de gestão e as ações do PBH 4.3.4. Definição do arranjo institucional para implementação do PBH 4.3.5. Definição da sistemática de acompanhamento e monitoramento do PBH
XI	Seção final	Referências bibliográficas Equipes de Trabalho Participantes dos eventos Anexos

Neste Volume IV são apresentados três itens do Plano de Bacia, referentes ao Diagnóstico, que detalham aspectos referentes à quantidade das águas superficiais e subterrâneas (disponibilidades, demandas, balanço).

4.1.3. Disponibilidade de Recursos Hídricos

Este item apresenta "informações sobre a disponibilidade dos recursos hídricos - superficiais e subterrâneos - visando subsidiar a identificação de potenciais impactos das demandas e o estabelecimento de diretrizes e critérios gerais orientativos para a concessão de outorgas e licenças e para a cobrança pelo uso da água" (Deliberação CRH nº 146/2012).

4.1.3.1. Conteúdo básico

O conteúdo básico abrange a apresentação e análise dos dados dos parâmetros dos indicadores relacionados com a disponibilidade hídrica (**Quadro IV-1**).

Quadro IV-1 – Disponibilidade hídrica: indicadores e seus parâmetros.

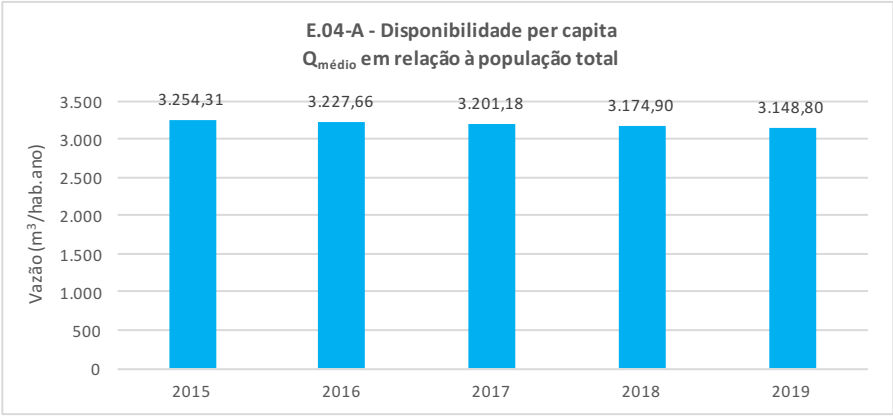
Indicador	Parâmetro	Unidade
E.04 - Disponibilidade de águas superficiais	E.04-A - Disponibilidade per capita - $Q_{médio}$ em relação à população total	m^3/hab.ano
E.05 - Disponibilidade de águas subterrâneas	E.05-A - Disponibilidade per capita de água subterrânea	m^3/hab.ano
E.08 - Enchentes e estiagem	E.08-B - Proporção de postos pluviométricos de monitoramento com o total do semestre seco (abr/set) abaixo da média*	%

* Esse parâmetro foi alterado para *E.08-B -Parcela de domicílios em situação de risco de inundação (%)*, não tendo mais relação com o tema disponibilidade hídrica; e não foi incluído nenhum novo parâmetro para retratar esse tema, particularmente quanto à estiagem.

Fonte: Deliberação CRH nº 146/2012.

No que tange às águas superficiais, os dados do período 2015-2019 mostram que, na UGRHI 02, a disponibilidade per capita tem sofrido redução o que é esperado, pois esse parâmetro tem relação direta com o contingente populacional e, no período em questão, a população da UGRHI aumentou. Salienta-se que, mesmo com a redução ocorrida, considerando os valores de referência do parâmetro E.04-A, a situação da UGRHI enquadra-se na classe Boa (> 2.500 m^3/hab.ano) em todos os anos do período considerado (**Figura IV-1**).

Figura IV-1 – Disponibilidade per capita – $Q_{médio}$ x população total (m^3/hab.ano).



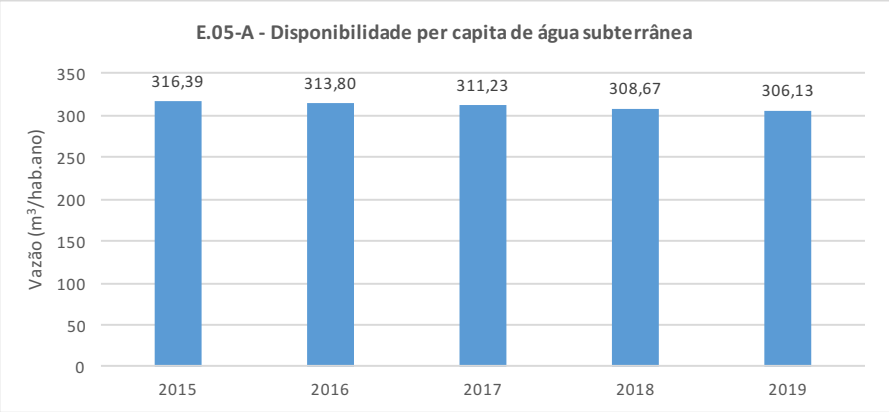
Fonte: Banco de Indicadores 2020 da CRHi.

Quanto às águas subterrâneas, também se observa redução da disponibilidade per capita ao longo do período considerado (**Figura IV-2**), uma vez que o parâmetro tem relação direta com o contingente populacional. Salienta-se que não há valor de referência para o parâmetro E.05-A.

É importante destacar que os parâmetros de disponibilidade hídrica relacionada ao contingente populacional proporcionam uma visão parcial da situação, pois consideram apenas o uso doméstico/pessoal da água, não tratando os demais usos. Além disso, a UGRHI 02 tem

compromissos com a transposição de água para o Sistema Cantareira, que abastece a Região Metropolitana de São Paulo (RMSP), e com a garantia de vazão para o Sistema Guandu, que abastece a Região Metropolitana do Rio de Janeiro (RMRJ). Integrando todos os fatores intervenientes, a situação da UGRHI quanto à disponibilidade hídrica tende a se alterar de forma expressiva, assim, esse tema será tratado de forma mais detalhada nos conteúdos fundamental e complementar.

Figura IV-2 – Disponibilidade per capita de água subterrânea (m^3/hab.ano).



Fonte: Banco de Indicadores 2020 da CRHi.

4.1.3.2. Conteúdo fundamental

Tendo em vista que a disponibilidade hídrica, tanto superficial quanto subterrânea, é resultado da interação entre a precipitação e a bacia, considerou-se, dada a importância do tema, iniciar o conteúdo fundamental com informações sobre pluviosidade na UGRHI 02.

Na sequência, devido à pertinência para a disponibilidade hídrica superficial, são apresentadas informações sobre o Sistema Hidráulico Paraíba do Sul.

Por fim, visando refinar a identificação de áreas críticas para gestão em termos de quantidade, são apresentadas informações sobre a disponibilidade hídrica superficial considerando ottotrechos de cursos d'água, ottobacias e bacias com captação para abastecimento público.

4.1.3.2.1. Pluviosidade

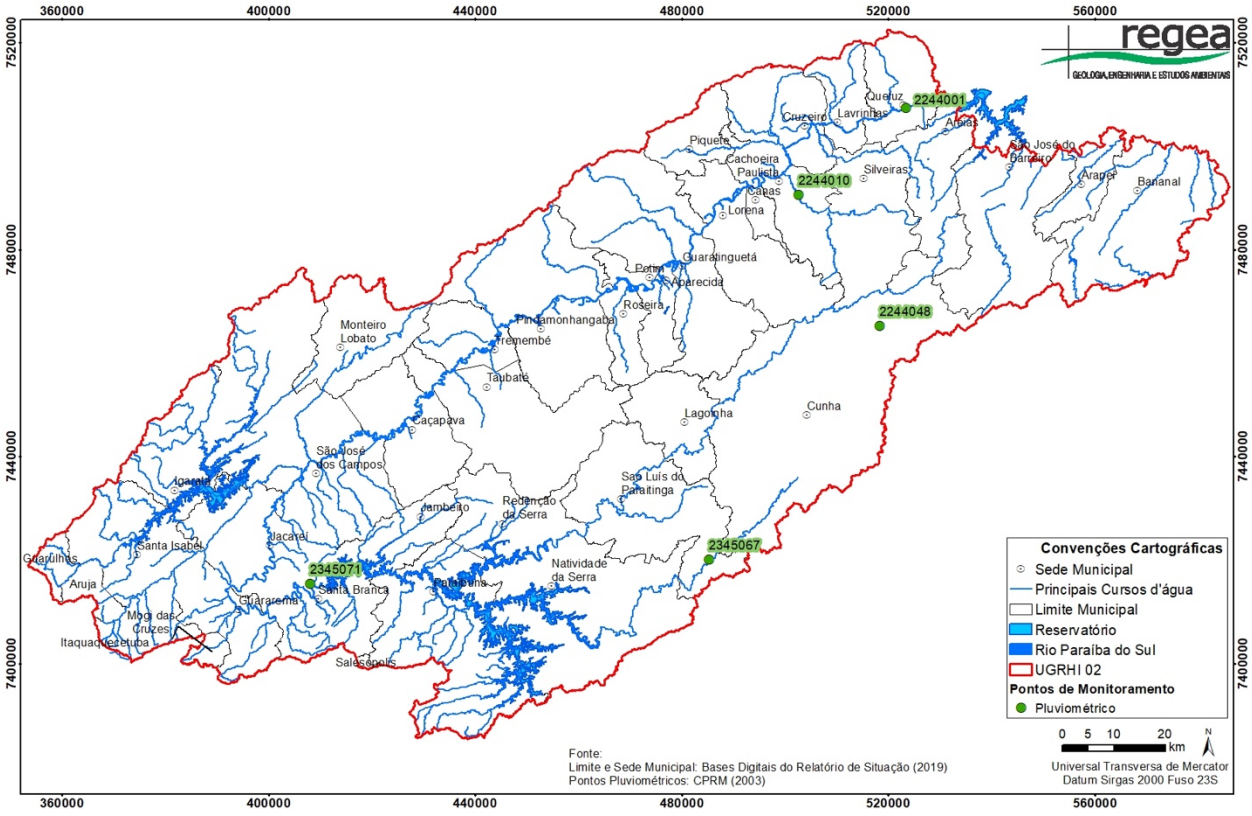
Costa et al. (2018), ao estudarem as precipitações ocorridas entre 2014 e 2017, na área total da Bacia do Rio Paraíba do Sul, consideraram dados de cinco posto pluviométricos situados no setor denominado, em tal estudo, como Alto Paraíba do Sul, o qual corresponde à UGRHI 02. Esses postos pluviométricos são: Bocaina (Fazenda Santa Clara); Campos de Cunha; Ponte Alta 1; Queluz (Centro de Saúde); e Santa Branca (PDC) (**Tabela IV-1** e **Figura IV-3**).

Tabela IV-1 – Postos pluviométricos considerados.

Código	Nome	Responsável	Longitude (GG MM SS)	Latitude (GG MM SS)	Altitude (m)	Operando
2244010	Bocaina (Fazenda Santa Clara)	ANA	44 58 30 W	22 41 31 S	550	Sim
2244048	Campos de Cunha	ANA	44 49 20 W	22 55 16 S	750	Sim
2345067	Ponte Alta 1	ANA	45 08 38 W	23 19 44 S	888	Sim
2244001	Queluz (Centro de Saúde)	ANA	44 46 23 W	22 32 25 S	500	Sim
2345071	Santa Branca (PCD)	ANA	45 54 00 W	23 22 08 S	573	Sim

Fonte: Portal WEB do SNIRH.

Figura IV-3 – Localização dos postos pluviométricos considerados no estudo de qualificação do regime pluviométrico.



Fonte: Portal WEB do SNIRH.

Na qualificação do regime pluviométrico, Costa et al. (2018) utilizam o Índice de Porcentagem Normal (PN) e o Índice de Precipitação Padronizada (SPI).

O Índice de Porcentagem Normal (*Percent of Normal* – PN), expresso em porcentagem (%), é calculado dividindo-se o valor da precipitação em análise pela precipitação normal (média de um período de pelo menos 30 anos) e multiplicando por 100. O resultado obtido é classificado de acordo com as classes da **Tabela IV-2**. A vantagem desse índice é essa fácil determinação; já sua desvantagem é o fato de a distribuição da precipitação não obedecer a uma distribuição normal (COSTA et al., 2018).

Tabela IV-2 – Classificação do Índice de Porcentagem Normal (PN).

PN	Classificação
>150%	Úmido alto
130-150%	Úmido moderado
110-130%	Úmido baixo
110-90%	Normal
90-70%	Seco fraco
70-50%	Seco moderado
<50%	Seco severo

Fonte: Costa et al., 2018.

O Índice de Precipitação Padronizada (*Standardized Precipitation Index* - SPI), adimensional, é calculado com base no registro de precipitação de longo prazo, ajustado a uma distribuição de probabilidade, a qual é transformada para uma distribuição normal, de modo que o SPI médio,

para uma localização e período determinados, seja zero (EDWARDS; MCKEE, 1997 apud COSTA et al., 2018).

De acordo com Costa et al., 2018, a metodologia de cálculo do SPI consiste em:

- Obter registros contínuos de precipitação mensal, para um período de, no mínimo, 30 anos;
- Escolher escalas de análise (1, 3, 6, 12, 24 ou 48 meses), onde o valor do SPI de cada mês é calculado a partir do acumulado dos meses anteriores de acordo com a escala de tempo escolhida;
- Ajustar a série de precipitação à distribuição probabilística Gama para definir a relação entre a probabilidade de ocorrência e os valores da precipitação;
- Estimar os parâmetros α e β em cada estação para cada escala de tempo e para cada mês do ano;
- Calcular a probabilidade acumulada, G (x), sendo x a variável em análise; e
- Determinar o valor de Z (variável normalizada) para a mesma probabilidade, obtendo-se assim, o índice normalizado.

Segundo os mesmos autores, valores positivos do SPI indicam que a variável respectiva assume valores superiores à sua média e valores negativos indicam que a variável é inferior à média, portanto os períodos mais úmidos são assinalados por valores positivos.

A classificação do SPI utilizada por Costa et al. (2018), que segue McKee (1993), é apresentada na **Tabela IV-3**.

Tabela IV-3 – Classificação do Índice de Precipitação Padronizada (SPI).

SPI	Categoria
>2,00	Extremamente úmido
1,5 a 1,99	Severamente úmido
1,0 a 1,49	Moderadamente úmido
0,99 a -0,99	Normal
-1,00 a -1,49	Moderadamente Seco
-1,50 a -1,99	Severamente Seco
<-2,00	Extremamente Seco

Fonte: McKee, 1993 apud Costa et al., 2018.

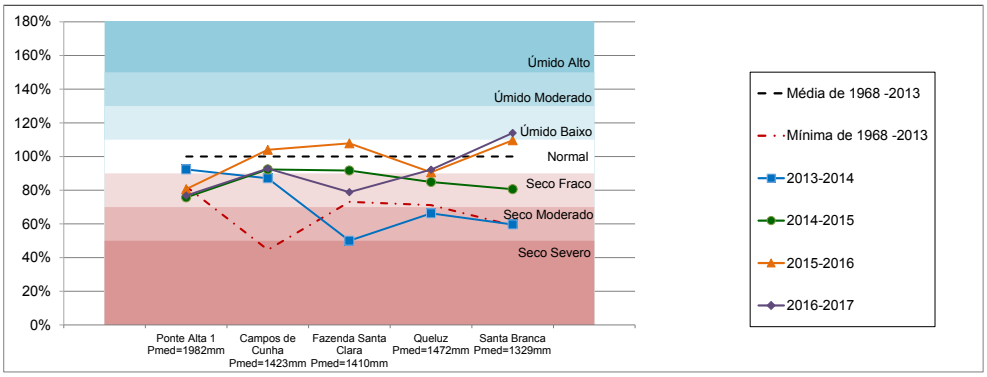
Para o cálculo do PN, Costa et al (2018) adotaram a escala de tempo anual (ano hidrológico) e a precipitação normal como a média dos anos hidrológicos de 1969 a 2013. Os resultados obtidos mostram que, nos postos pluviométricos da UGRHI 02, selecionados para o estudo, na maior parte dos anos hidrológicos considerados, a classificação do PN foi abaixo da classe Úmido Baixo (**Figura IV-4**).

Analisando-se os dados da **Figura IV-4** por ano hidrológico, verifica-se que:

- No ano hidrológico 2013-2014, apenas o posto pluviométrico Ponte Alta obteve classificação do PN como Normal. O posto pluviométrico Campos de Cunha enquadrou-se na classe Seco Fraco e os demais postos na classe Seco Moderado, sendo que o posto Bocaina (Fazenda Santa Clara), enquadrou-se na pior situação, atingindo a classe Seco Severo e 50% da mínima histórica do período 1968-2013;

- No ano hidrológico 2014-2015, observa-se que dois postos – Bocaina (Fazenda Santa Clara) e Campos de Cunha – obtêm a classificação Normal; e três postos – Ponte Alta, Queluz e Santa Branca – obtêm a classificação Seco Fraco, sendo que Ponte Alta fica abaixo da mínima histórica do período 1968-2013;
- No ano hidrológico 2015-2016, três postos atingem a classe Normal – Bocaina (Fazenda Santa Clara), Campos de Cunha e Santa Branca, estando esse último na melhor situação; e dois postos – Ponte Alta e Queluz – enquadram-se na classe Seco Fraco, estando Ponte Alta na pior situação; e
- No ano hidrológico 2016-2017, enquanto o posto Santa Branca atinge a classe Úmido Baixo e os postos Campos de Cunha e Queluz a classe Normal, os demais postos enquadram-se na classe Seco Fraco, sendo que Ponte Alta se mantem abaixo da mínima histórica.

Figura IV-4 – UGRHI 02: Classificação do Índice de Porcentagem Normal (PN), por ano hidrológico.



Fonte: Costa et al., 2018.

Quanto ao SPI, Costa et al. (2018) apresentam resultados, considerando os dados de 1969 a 2017, para:

- SPI-12 (escala de análise de 12 meses) do mês de setembro, que corresponde a quantidade de chuva ocorrida no ano hidrológico; e
- SPI-6 (escala de análise de 6 meses) dos meses de março e setembro dos anos de 2014 a 2017, caracterizando de forma mais detalhada as precipitações ocorridas durante os períodos seco e úmido desses anos.

Os resultados do SPI-12 corroboram os resultados obtidos por meio do PN, mostrando registros extremamente secos no ano de 2013/2014 e variações entre normal e severamente seco nos anos seguintes (**Tabela IV-4**).

Os resultados do SPI-6 mostram que:

- Durante o período seco houve o predomínio de períodos normais, mas observam-se, em 2016 e 2017, ocorrências de Moderadamente Seco nos postos Ponte Alta e Queluz (**Tabela IV-5**);
- O período úmido apresenta diversas anomalias. No ano hidrológico 2013/2014, os postos Bocaina e Queluz registram a categoria Extremamente Seco e o posto Santa Branca, Severamente Seco. No ano hidrológico 2014/2015 há o predomínio da categoria normal, sendo a única exceção o posto Ponte Alta na categoria Severamente Seco. Nos demais anos há o predomínio da categoria normal, com registro de Moderadamente Úmido, em 2016, no posto Bocaina; e Moderadamente Seco, em 2017, no posto Ponte Alta (**Tabela IV-5**).

Tabela IV-4 – Resultados do Índice SPI-12 para o mês de setembro como referência.

Ano	Resultados por Posto Pluviométrico				
	Bocaina (Fazenda Santa Clara)	Campos de Cunha	Ponte Alta 1	Queluz (Centro de Saúde)	Santa Branca
1969	-	-1,3	0,0	-1,2	-1,4
1970	0,5	0,1	0,4	0,9	0,0
1971	-0,7	-0,3	-0,2	-1,0	0,7
1972	0,9	-0,1	0,5	0,1	0,1
1973	0,9	0,5	0,9	-0,1	-1,1
1974	-0,1	-0,2	-0,4	-0,5	-0,5
1975	-1,3	-0,3	-0,4	-1,7	-1,9
1976	1,7	1,6	2,6	2,3	1,3
1977	0,6	-0,2	-1,0	0,9	-1,2
1978	-	-	-	-	-
1979	-	-	-	-	-
1980	-	-	-	-	-
1981	-	-	-	-	-
1982		-	-	-	-0
1983	1,5	2,3	1,9	-	2,6
1984	-0,2	-0,9	-1,0	-0,3	-0,5
1985	1,3	0,7	1,8	0,3	-0,8
1986	0,0	0,0	0,0	-0,2	-0,4
1987	0,7	1,7	0,8	1,5	1,5
1988	0,4	0,1	-0,4		0,6
1989	-0,1	1,2	0,4	0,7	0,9
1990	-0,7	-1,3	-0,9	-1,1	-0,1
1991	-	0,1	0,0	0,8	-
1992	-	0,0	-0,7	0,6	-
1993	-	0,4	0,5	0,8	-
1994	-1,5	-1,0	-0,7	-	-
1995	0,1	0,0	0,4	0,2	1,2
1996	-	-	-	-	-
1997	-	-	-	-	-
1998	-	-	-	-	-
1999	-	-	-	-	-
2000	-	-	-	-	-
2001	-1,0	-	-	-1,2	-
2002	-0,1	0,0	-0,8	-	0,9
2003	-1,2	-0,5	-0,6	-	-0,5
2004	0,0	0,2	0,2	-0,2	0,0
2005	0,8	-0,1	1,2	0,8	-0,5
2006	-0,4	-4,0	-0,5		-0,3
2007	-	-0,5	-1,0	-0,4	0,2
2008	0,6	0,1	-0,6	1,3	1,0
2009	1,9	0,6	0,1	0,3	0,1
2010	0,4	1,3	2,6	0,6	1,3
2011	0,3	0,2	0,9	1,7	0,9
2012	-0,2	0,0	-0,8	-1,3	-0,3
2013	0,1	0,4	-0,5	0,7	-1,0
2014	-3,2	-0,7	-0,3	-2,0	-1,8
2015	-0,3	-0,4	-1,5	-0,8	-0,7
2016	0,6	0,3	-1,2	-0,4	0,5
2017	-1,1	-0,3	-1,4	-0,3	0,6

Legenda

SPI	>2,00	1,5 a 1,99	1,0 a 1,49	0,99 a -0,99	-1,00 a -1,49	-1,50 a -1,99	<-2,00
Categoria	Extremamente úmido	Severamente úmido	Moderadamente úmido	Normal	Moderadamente Seco	Severamente Seco	Extremamente Seco

Fonte: Costa et al., 2018

Tabela IV-5 – Resultados do Índice SPI-6 para os períodos seco e úmido.

Posto pluviométrico	Período seco SPI-6 setembro (abril a setembro)				Período úmido SPI-6 março (outubro a março)			
	2014	2015	2016	2017	2014	2015	2016	2017
Bocaina (Fazenda Santa Clara)	-1,0	0,2	-0,6	-0,5	-3,1	-0,3	1,1	-0,9
Campos de Cunha	-0,8	-0,5	-0,2	-0,7	-0,8	-0,5	-0,2	-0,7
Ponte Alta 1	0,4	-0,1	-1,1	-1,0	-0,6	-1,7	-0,7	-1,0
Queluz (Centro de Saúde)	-0,4	0,1	-1,2	0,3	-2,1	-0,9	0,2	-0,5
Santa Branca (PCD)	-0,8	-0,1	0,4	-0,2	-1,9	-0,9	0,5	1,0

Legenda

SPI	>2,00	1,5 a 1,99	1,0 a 1,49	0,99 a -0,99	-1,00 a -1,49	-1,50 a -1,99	<-2,00
Categoria	Extremamente úmido	Severamente úmido	Moderadamente úmido	Normal	Moderadamente Seco	Severamente Seco	Extremamente Seco

Fonte: Costa et al., 2018.

Considerando o contexto de Mudanças Climáticas Globais, os dados de Costa et al. (2018) sugerem que, na região da UGRHI 02, o período que está sofrendo alteração é o chuvoso, pois enquanto no período seco não são observadas mudanças significativas, no período úmido verifica-se maior ocorrência dos registros Severamente Seco e Extremamente Seco. Essa situação tende a afetar as disponibilidades hídricas superficiais e subterrâneas pela redução no aporte de águas pluviais.

4.1.3.2.2. Sistema Hidráulico do Rio Paraíba do Sul

A UGRHI 02 corresponde à porção denominada Alto Paraíba do Sul da Bacia do Rio Paraíba do Sul. A Bacia do Rio Paraíba do Sul possui "destacada importância no cenário nacional por estar localizada entre os maiores polos industriais e populacionais do País e pelo processo que envolve o gerenciamento de seus recursos hídricos. Caracteriza-se por conflitos de usos múltiplos e pelo peculiar desvio das águas para a bacia hidrográfica do rio Guandu com a finalidade de geração de energia e abastecimento de cerca de nove milhões de pessoas na RMRJ – Região Metropolitana do Rio de Janeiro" (ANA, 2015a p.18). Esse desvio das águas faz com que as bacias do Rio Paraíba do Sul e do Rio Guandu funcionem como uma única bacia (ANA, 2010, p.70). "A interligação das bacias dos rios Paraíba do Sul e Guandu une as bacias de forma praticamente irreversível, e, por isso, não se recomenda a análise de seus recursos hídricos de forma isolada. Como mencionado, o sistema se localiza numa das áreas de maior concentração populacional e industrial do País, o que, numa bacia com disponibilidade hídrica limitada pela sua pequena área de drenagem, gera problemas de conflito de uso de recursos hídricos" (ANA, 2015b, tópico 22).

A UGRHI 02 integra o Sistema Hidráulico do Rio Paraíba do Sul, o qual "é um complexo conjunto de estruturas hidráulicas existentes nas bacias hidrográficas do Paraíba do Sul e do Guandu" (ANA, 2015a p.18), "operado de forma centralizada pelo ONS – Operador Nacional do Sistema Elétrico" (ANA, 2015a p.21).

4.1.3.2.2.1. Estruturas hidráulicas

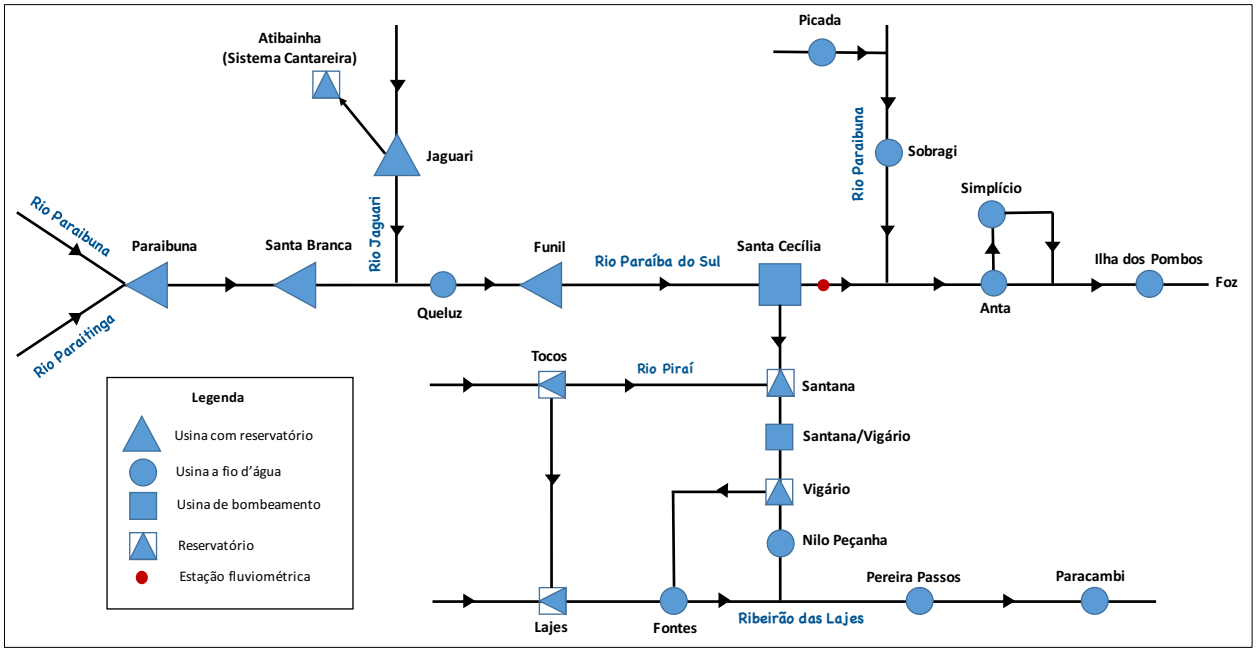
Atualmente, as principais estruturas que compõem o Sistema Hidráulico do Rio Paraíba do Sul são: quatro usinas hidrelétricas com reservatório; 10 usinas a fio d'água; duas usinas de bombeamento; quatro reservatórios sem usina hidrelétrica; e quatro reservatórios de usina hidrelétrica (**Tabela IV-6** e **Figura IV-5**).

Tabela IV-6 – Principais estruturas do Sistema Hidráulico do Rio Paraíba do Sul.

Tipo de estrutura	Nome	UF
Usina hidrelétrica	Paraibuna	SP
	Santa Branca	SP
	Jaguari	SP
	Funil	RJ
Usina a fio d'água	Queluz	SP
	Picada	RJ
	Sobragi	RJ
	Anta	RJ
	Simplício	RJ
	Ilha dos Pombos	RJ
	Nilo Peçanha	RJ
	Fontes	RJ
	Pereira Passos	RJ
	Paracambi	RJ
Usina de bombeamento	Santa Cecília	RJ
	Santana/Vigário	RJ
Reservatórios sem usina hidrelétrica	Tocos	RJ
	Santana	RJ
	Lajes	RJ
	Vigário	RJ
Reservatórios com usina hidrelétrica	Paraibuna	SP
	Santa Branca	SP
	Jaguari	SP
	Funil	RJ/SP

Fonte: Regea (Elaborado no âmbito do desenvolvimento deste empreendimento a partir de dados do Boletim Diário da ANA - https://www.gov.br/ana/pt-br/sala-de-situacao/paraiba-do-sul/boletins/diario/).

Figura IV-5 – Arranjo do Sistema Hidráulico do Rio Paraíba do Sul.



Fonte: Regea (Elaborado no âmbito do desenvolvimento deste empreendimento a partir de dados dos boletins da ANA, mensal https://www.gov.br/ana/pt-br/sala-de-situacao/paraiba-do-sul/boletins/mensal/boletim_mensal_pb_sul_2020_novembro.pdf/view e diário https://www.gov.br/ana/pt-br/sala-de-situacao/paraiba-do-sul/boletins/diario/).

Entretanto a formação desse sistema tem uma longa história. O Sistema Hidráulico do Rio Paraíba do Sul tem início em 1908, com o enchimento do reservatório de Lajes, no ribeirão das Lajes, um dos formadores do rio Guandu. A primeira transposição das águas da Bacia do Rio Paraíba do Sul para a vertente Atlântica ocorreu, em 1913, por meio da derivação de vazões, do

reservatório de Tocos, no rio Piraí, para o reservatório de Lajes, através de um túnel por gravidade. Na década de 1930, visando o abastecimento do então Distrito Federal, foi implantada uma adutora de 72 km, para derivação das águas do ribeirão das Lajes até o Derby Club, atual Estádio do Maracanã, que alcançou, em 1949, vazão superior a 5 m^3/s (ANA, 2015b, tópico 14).

Em 1952, entrou em operação a Estação Elevatória de Santa Cecilia (EE-Santa Cecília), com capacidade de desviar até 160 m^3/s do rio Paraíba do Sul, o que equivale a aproximadamente 54% da vazão natural média desse curso d'água no local, a qual corresponde a 296 m^3/s, média essa calculada com base em registros de 1931 a 2013 (ANA, 2015b, tópico 15).

As águas recalcadas em Santa Cecília vencem um desnível de 15 m até o reservatório de Santana, no rio Piraí, afluente do rio Paraíba do Sul, e, desse reservatório, são recalcadas uma segunda vez, em mais 35 m, para o reservatório de Vigário. No ribeirão Vigário, as águas são desviadas, por gravidade, para a vertente Atlântica da Serra do Mar, onde há o potencial energético de um desnível de aproximadamente 300 m, aproveitado pelas usinas hidrelétricas, em cascata, de Nilo Peçanha, Fontes Nova, Pereira Passos e Paracambi. Avalia-se que esse aproveitamento hidrelétrico justifica o esforço de transposição até a bacia do rio Guandu (ANA, 2015b, tópico 16).

O rio Guandu, que em condições naturais teria uma vazão media de cerca de 25 m^3/s, recebe uma contribuição média de 146 m^3/s do desvio Paraíba do Sul - Piraí e de 10 m^3/s do desvio Tocos-Lajes, o que viabiliza o abastecimento de municípios da Região Metropolitana do Rio de Janeiro, por meio da Estação de Tratamento de Água Guandu, a qual entrou em operação em 1955 (ANA, 2015b, tópicos 17 e 18).

Uma estrutura-chave do Sistema Hidráulico do Rio Paraíba do Sul é a EE-Santa Cecília. Entretanto, a barragem de Santa Cecilia, por não possuir capacidade de acumulação, não é capaz de regularizar vazões, dependendo, assim, da regularização realizada pelos reservatórios localizados a montante (ANA, 2015b, tópico 15).

Os principais reservatórios existentes a montante da EE-Santa Cecília estão associados às usinas hidrelétricas Funil, Jaguari, Santa Branca e Paraibuna.

A UHE de Funil, que iniciou sua operação em 1969, situa-se no rio Paraíba do Sul, no município de Resende (RJ). A maior parte do reservatório encontra-se em território fluminense, porém há trechos de remanso nos municípios paulistas de Areias, Queluz e São José do Barreiro.

A barragem de Santa Branca, situada no rio Paraíba do Sul, no município de Santa Branca (SP), foi construída, em 1958, no âmbito de um plano federal de contenção de cheias. Em 1997 começaram as obras para instalação de uma unidade geradora e, em 1999, começou a operar, como UHE.

A UHE Jaguari, que entrou em operação em 1972, localiza-se no município de São José dos Campos (SP), sendo alimentada pelas águas armazenadas pelo barramento do rio Jaguari, principal afluente do rio Paraíba do Sul, no Estado de São Paulo. A potência instalada é de 27,6 MW, estando equipada com duas turbinas com potência nominal unitária de 12.364 kW. Além da regularização do rio Paraíba do Sul, responde pelo suprimento de energia, em época de estiagem, a outras usinas próximas (COPPETEC, 2007 p.34-16).

A UHE Paraibuna, que entrou em operação em 1978, localiza-se no município de Paraibuna (SP), sendo alimentada pelas águas armazenadas pelos barramentos dos rios Paraibuna e Paraitinga, cujos reservatórios estão interligados, formando um corpo único. A potência instalada é de 85.000 kW, estando equipada com duas turbinas tipo Francis, cada uma com potência de 42.500 kW, e a queda bruta nominal é de 80 metros. Além de gerar energia, o reservatório

Paraibuna/Paraitinga, também tem por finalidade regular a vazão do rio Paraíba do Sul, (COPPETEC, 2007 p.13-14).

Desses, o reservatório de Paraibuna é o que possui a maior capacidade de armazenamento em termos de volume útil (61%), seguido por Jaguari (18%), Funil (14%) e Santa Branca (7%). Somando as capacidades de armazenamento dos reservatórios paulistas, têm-se volume útil de 86%, o que denota a importância desses reservatórios da UGRHI 02 para o funcionamento do Sistema Hidráulico do Rio Paraíba do Sul (**Tabela IV-7**).

Tabela IV-7 – Capacidade de armazenamento dos reservatórios.

Reservatório	Volume (milhões m³)			Volume (%)	
	Máximo	Mínimo	Útil	Mínimo/Máximo	Útil
Funil	888,30	283,00	605,30	31,86	14
Jaguari	1.235,60	443,10	792,50	35,86	18
Paraibuna	4.731,70	2.095,60	2.636,10	44,29	61
Santa Branca	439,00	131,00	308,00	29,84	7
Reservatório equivalente[1]	**7.294,60**	**2.952,70**	**4.341,90**	**40,48**	**100**

Fonte: ANA (https://www.gov.br/ana/pt-br/sala-de-situacao/paraiba-do-sul/boletins/mensal/boletim_mensal_pb_sul_2020_novembro.pdf/view).

Os volumes apresentados na **Tabela IV-7** referem-se à capacidade de armazenamento, naturalmente, esses volumes são referências que se alteram diariamente, dependendo da pluviosidade.

A Agência Nacional de Águas (ANA), por meio de sua Sala de Situação, inaugurada em 2009, monitora e analisa a evolução das chuvas, dos níveis e da vazão dos principais cursos d'água, reservatórios e bacias hidrográficas. A informação gerada é compartilhada – por meio de boletins, diários e mensais, e de sistemas de monitoramento – para subsidiar a decisão das autoridades responsáveis pela gestão de eventos hidrológicos críticos, com vistas ao planejamento e promoção de ações destinadas à prevenção e redução dos efeitos das secas e inundações no Brasil (https://www.ana.gov.br/sala-de-situacao/paraiba-do-sul/paraiba-do-sul-saiba-mais).

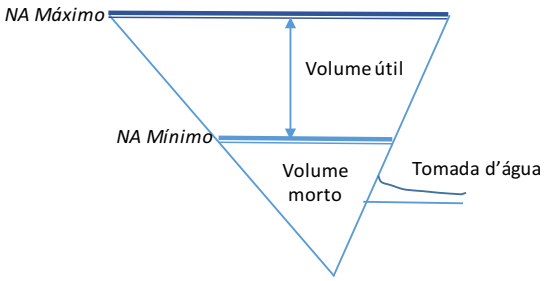
4.1.3.2.2.2. Volume útil relacionado aos reservatórios paulistas

O volume útil é o volume de água compreendido entre os níveis mínimo e máximo operacionais do reservatório de uma usina hidrelétrica; pode ser entendido como o volume de armazenamento necessário para garantir uma vazão regularizada constante durante o período mais crítico de estiagem observado (LOPES & SANTOS, 2002).

O volume útil pode atingir 0,00% e a usina continuar a gerar eletricidade, pois, normalmente, a tomada d'água se localiza alguns metros abaixo do mínimo operacional definido para regularização das vazões (**Figura IV-6**). A geração de energia se interrompe, sob o risco de afetar os equipamentos eletromecânicos da usina (turbinas e geradores), quando o nível d'água chegar na tomada d'água. De forma geral, quando se chega ao volume morto, se agudizam as situações de conflito de uso da água (GALVÃO & BERMANN, 2015).

[1] Reservatório equivalente: reservatório abstrato que representa a soma do volume de todos os aproveitamentos dos tipos Reservatório e Usina com Reservatório do Sistema Interligado Nacional (https://www.ana.gov.br/sar/sin).

Figura IV-6 – UHE: volume útil de reservatório.



Fonte: Lopes & Santos, 2002.

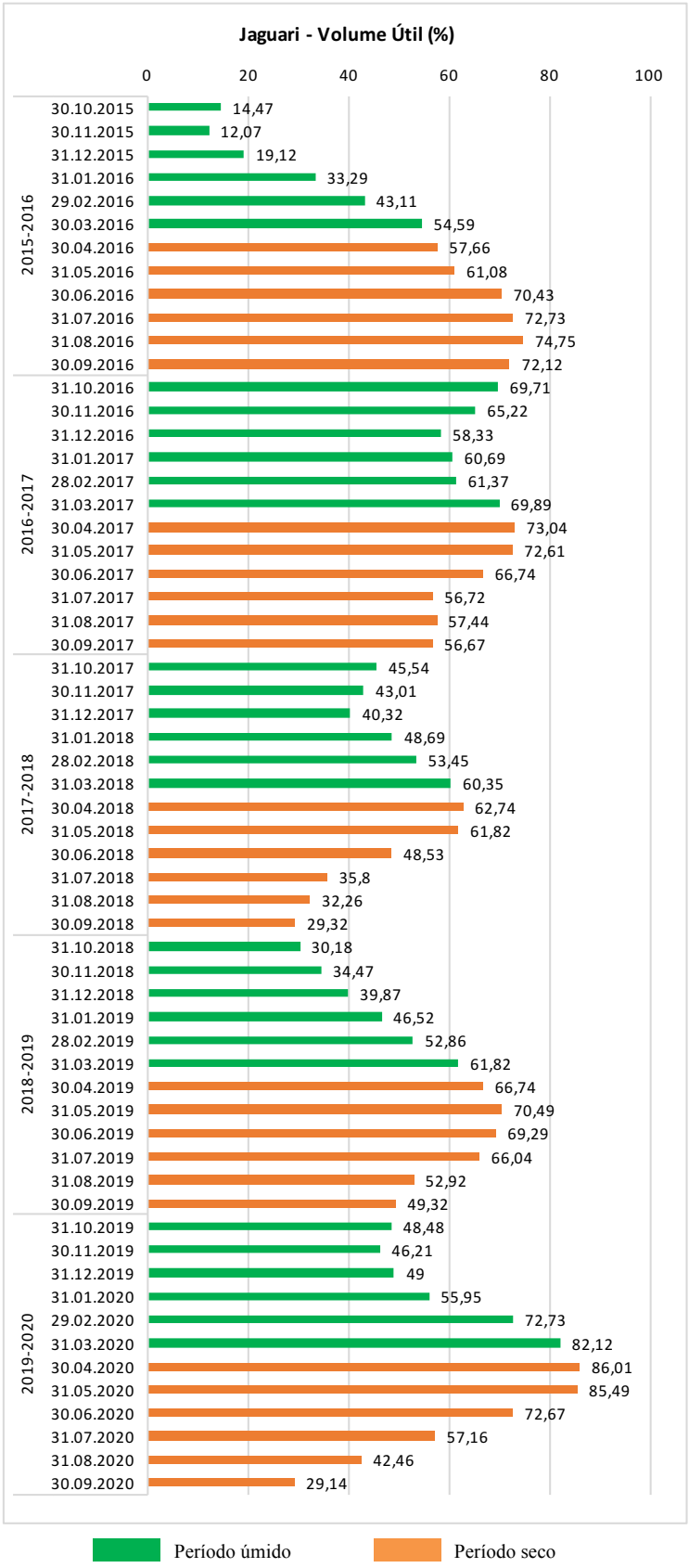
Os dados, apresentados a seguir, tratam do volume útil dos reservatórios associados às usinas hidrelétricas situadas na UGRHI 02 e foram obtidos no Portal WEB da ANA, na conexão (*link*) "Dados históricos" (https://www.ana.gov.br/sar0/MedicaoSin), da conexão (*link*) https://www.ana.gov.br/sar/sin/b_paraiba-do-sul. Os dados são referentes ao último dia de cada mês[2] e foram organizados por reservatório e por anos hidrológicos associados ao período 2016 a 2019 (2015-2016; 2016-2017; 2017-2018; e 2018-2019).

Considerando os dados dos reservatórios Jaguari (**Figura IV-7**), Paraibuna (**Figura IV-8**) e Santa Branca (**Figura IV-9**), para os anos hidrológicos associados ao período 2016-2019, observa-se que:

- Valores de volume útil inferiores a 20% ocorreram no período úmido do ano hidrológico 2015-2016, sendo que o reservatório Paraibuna registrou a pior situação, tendo chegado a um mínimo de 1,44%. O reservatório Santa Branca, também nesse período, chegou a uma situação crítica, tendo registrado um mínimo de 1,62%; e o reservatório Jaguari, com melhor situação relativa, registrou um mínimo de 12,07%. De forma geral os dados corroboram a afirmação de que a Bacia Hidrográfica do Rio Paraíba do Sul passava, nessa época, por uma das piores secas dos últimos 84 anos do histórico de dados (ANA, 2015b, tópico 1);
- Avaliando-se o início da recuperação dos reservatórios, após essa grave seca, verifica-se que, valores de volume útil superiores a 30%, foram registrados, em janeiro de 2016, no reservatório Jaguari e, em março de 2016, nos reservatórios Paraibuna e Santa Branca;
- No reservatório Jaguari, os valores máximos obtidos de volume útil, considerando os últimos dias de cada mês, por ano hidrológico, são: 74,75% (2015-2016), 73,04% (2016-2017), 62,74% (2017-2018), 70,49% (2018-2019) e 86,01% (2019-2020). Assim, observa-se queda dos valores máximo nos quatro primeiros anos hidrológicos e valor acima de 80% apenas no último ano hidrológico;
- No reservatório Paraibuna, os valores máximos obtidos de volume útil, considerando os últimos dias de cada mês, por ano hidrológico, são: 40,48% (2015-2016), 73,77% (2016-2017), 51,60% (2017-2018), 55,35% (2018-2019) e 53,76% (2019-2020). Assim, observa-se que predominam máximas ao redor de, apenas, 50%; e
- No reservatório Santa Branca, os valores máximos obtidos de volume útil, considerando os últimos dias de cada mês, por ano hidrológico, são: 41,26% (2015-2016), 29,19% (2016-2017), 68,13% (2017-2018), 61,77% (2018-2019) e 57,58% (2019-2020). Assim, observa-se que Santa Branca é o único reservatório que registrou valor máximo, de volume útil, inferior a 30% no ano hidrológico 2016-2017 e não apresentou, considerando todos os anos hidrológicos em questão, valor máximo, no último dia de cada mês, superior a 70%.

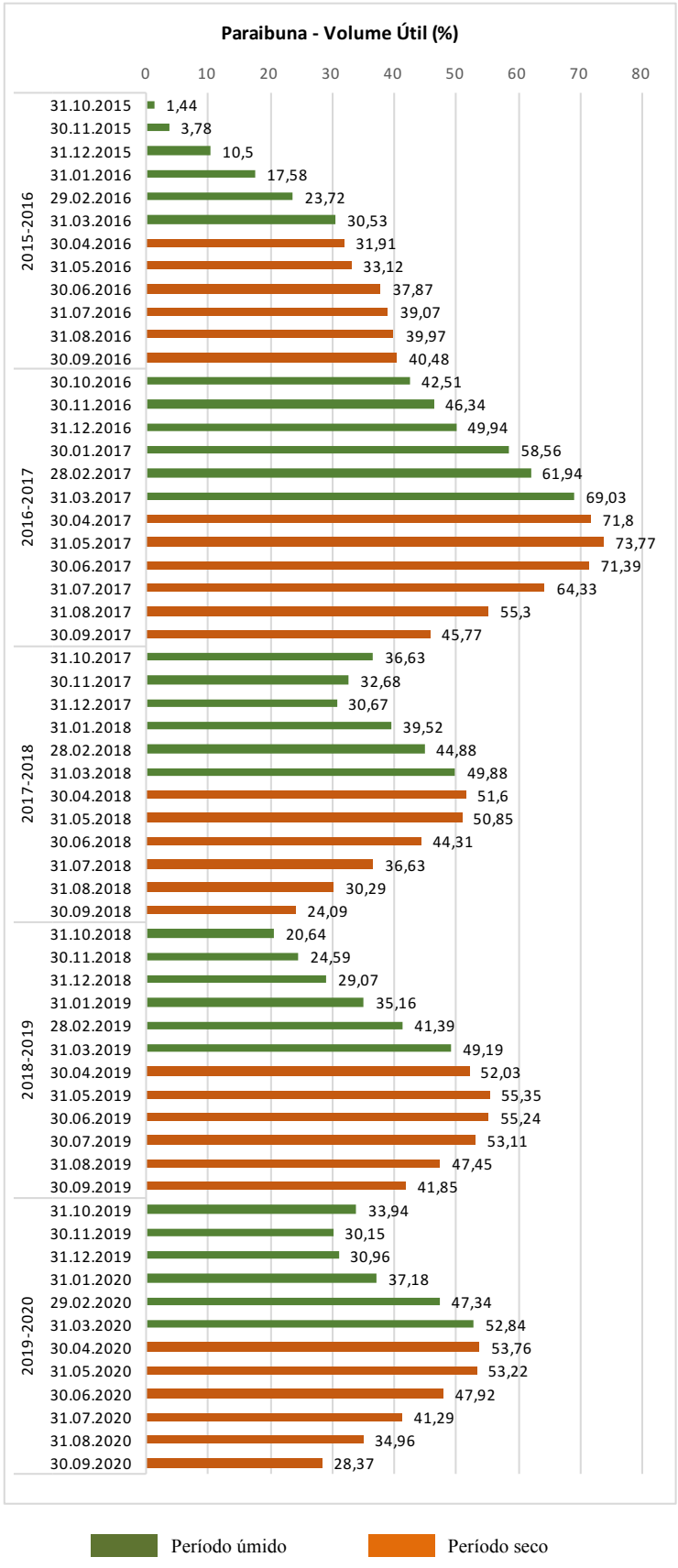
[2] Esse procedimento adotado é uma das formas de apresentação dos dados da ANA em seus boletins mensais.

Figura IV-7 – Reservatório Jaguari: volume útil (%), por ano hidrológico.



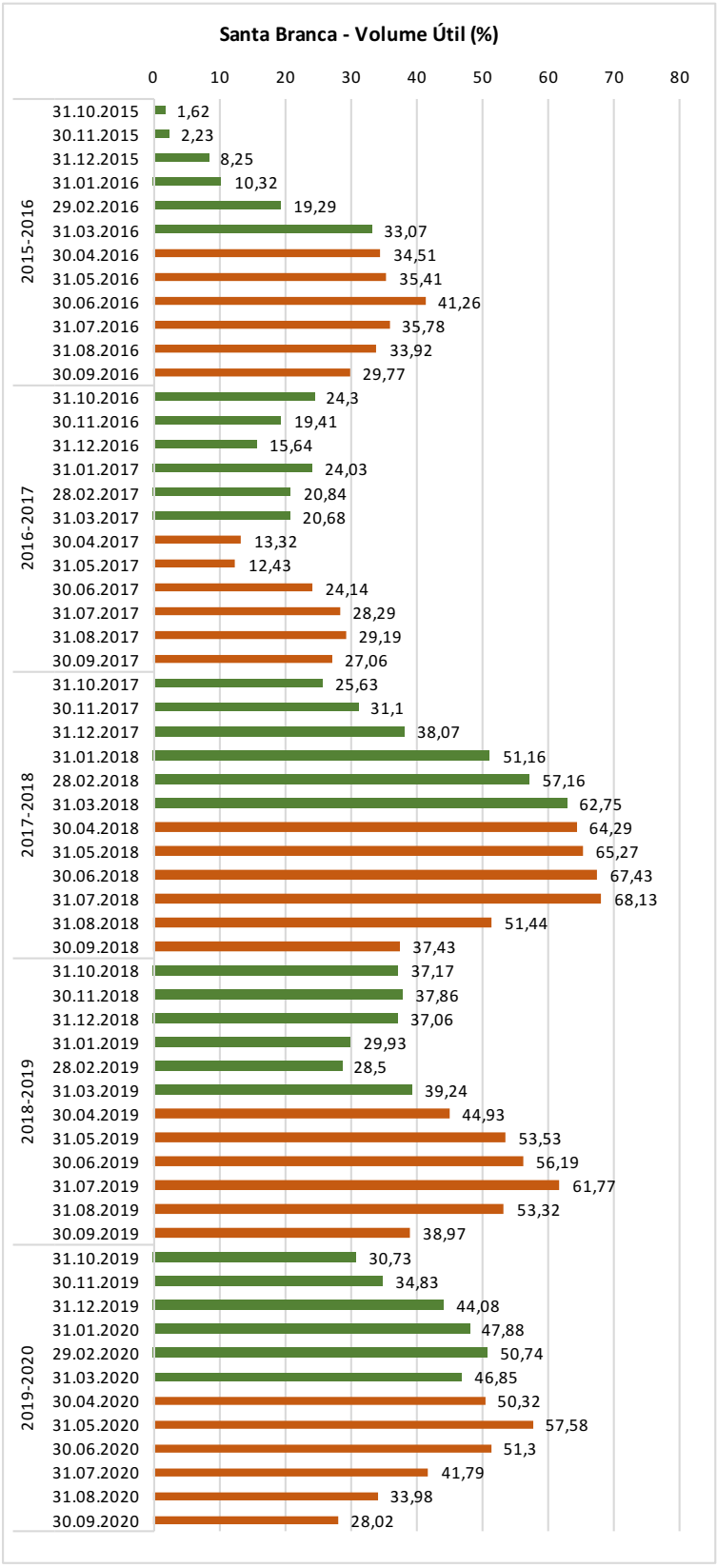
Fonte: Regea (Elaborado no âmbito do desenvolvimento deste empreendimento as partir de dados históricos da ANA no *link* inicial https://www.ana.gov.br/sar/sin/b_paraiba-do-sul, *link* final https://www.ana.gov.br/sar0/MedicaoSin).

Figura IV-8 – Reservatório Paraibuna: volume útil (%), por ano hidrológico.



Fonte: Regea (Elaborado no âmbito do desenvolvimento deste empreendimento as partir de dados da ANA https://www.ana.gov.br/sar0/MedicaoSin).

Figura IV-9 – Reservatório Santa Branca: volume útil (%), por ano hidrológico.



Fonte: Regea (Elaborado no âmbito do desenvolvimento deste empreendimento as partir de dados da ANA https://www.ana.gov.br/sar0/MedicaoSin).

4.1.3.2.2.3. Regras de operação dos reservatórios

Visando o funcionamento do Sistema Hidráulico do Rio Paraíba do Sul, a ANA – Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico tem estabelecido, para os reservatórios desse sistema, regras de operação, por meio de resoluções, com o objetivo de preservar os estoques disponíveis de água no reservatório equivalente (Paraibuna, Santa Branca, Jaguari e Funil), bem como apresetado planos de ações complementares que descrevem medidas adicionais para minimizar os efeitos de períodos críticos (https://www.ana.gov.br/sala-de-situacao/paraiba-do-sul/paraiba-do-sul-saiba-mais).

A Resolução Conjunta ANA/DAEE/IGAM/INEA n°1382/2015, de 07 de dezembro de 2015, em vigor, estabelece limites mínimos de vazão a jusante dos aproveitamentos os quais foram implementados apenas no início de dezembro de 2016 (**Tabela IV-8**).

A referida resolução também criou o Grupo de Assessoramento à Operação do Sistema Hidráulico Paraíba do Sul (GAOPS), composto por representantes da ANA, DAEE, IGAM, INEA, ONES e CEIVAP. O GAOPS tem como função realizar o acompanhamento permanente da operação do Sistema Hidráulico do Rio Paraíba do Sul, a fim de possibilitar o cumprimento das condições de operação estabelecidas e propor soluções alternativas aos órgãos gestores em situações não previstas pelas condições gerais estabelecidas (https://www.ana.gov.br/sala-de-situacao/paraiba-do-sul/paraiba-do-sul-saiba-mais).

Tabela IV-8 – Regras de operação do Sistema Hidráulico do Rio Paraíba do Sul.

Descarga mínima a jusante dos reservatórios (m^3/s)			
Jaguari	**Paraibuna**	**Santa Branca**	**Funil**
4	10	30	70

Fonte: Resolução Conjunta ANA/DAEE/IGAM/INEA n°1382/2015.

4.1.3.2.2.4. Vazão no rio Paraíba do Sul na divisa UGRHI 02/Estado do Rio de Janeiro

Considerando o funcionamento do Sistema Hidráulico do Rio Paraíba do Sul, um valor-chave para realização do balanço hídrico da UGRHI 02 é o da vazão do rio Paraíba do Sul, na divisa com o Estado do Rio de Janeiro, necessária para que o Sistema não entre em colapso.

Entretanto, a determinação da disponibilidade no ponto de entrega entre os Estados de São Paulo e Rio de Janeiro, situado próximo ao reservatório de Funil em Queluz, não é de fácil determinação face às necessidades impostas pela transposição, bem como pelas regras de operação dos reservatórios.

Em virtude dessa demanda para a gestão da UGRHI 02, o Plano de Ações e Programa de Investimentos da UGRHI 02 (PAPI 2020-2023) aprovou o desenvolvimento de estudos para a identificação e caracterização da vazão de entrega na divisa entre os estados de São Paulo e Rio de Janeiro (Deliberação CBH-PS 016/2019, de 18 de dezembro de 2019). O empreendimento, ora em execução pela Fundação para o Desenvolvimento Tecnológico da Engenharia (FDTE), denominado “Estudo hidrológico com modelagem matemática da Bacia do Rio Paraíba do Sul para a definição das vazões no ponto de entrega na divisa entre SP e RJ”, fornecerá esse dado fundamental, o que permitirá excluir a parcela referente à vazão de entrega, identificando-se, assim, a real disponibilidade hídrica global da UGRHI 02.

4.1.3.2.3. Disponibilidade hídrica superficial

Neste item, a disponibilidade hídrica, considerando as vazões $Q_{7,10}$, $Q_{95\%}$ e $Q_{médio}$, é apresentada em três contextos: (1) ottotrechos de cursos d'água; (2) ottobacias nível 5; e (3) bacias com captação superficial para abastecimento público.

Destaca-se que a $Q_{7,10}$ – vazão média mínima anual de sete dias consecutivos, com período de retorno de 10 anos, expressa, neste item, em metros cúbicos por segundo (m^3/s) – é padrão oficial para avaliar a disponibilidade hídrica de uma dada bacia hidrográfica no processo de outorga, no Estado de São Paulo. A $Q_{95\%}$ – vazão determinada a partir das observações em um posto fluviométrico, em certo período de tempo, em que em 95% desse período as vazões registradas foram iguais ou superiores a ela – é utilizada pela ANA – Agência Nacional de Água no processo de outorga nos cursos d'água federais da Bacia Hidrográfica do Rio Paraíba do Sul. A vazão $Q_{médio}$ é a vazão média de longo período que consiste na descarga específica média plurianual, numa dada seção de um curso de água.

Os dados das vazões $Q_{95\%}$, $Q_{7,10}$ e $Q_{médio}$, utilizados neste Plano de Bacia, foram produzidos pela empresa Profill, no âmbito do desenvolvimento de estudo referente à "Complementação e Finalização do Plano Integrado de Recursos Hídricos da Bacia Hidrográfica do Rio Paraíba do Sul (PIRH-PS) e Elaboração dos Planos de Recursos Hídricos das Bacias Hidrográficas Afluentes", e foram cedidos ao CBH-PS, para elaboração deste Plano de Bacia, por meio da Agevap – Agência da Bacia do Rio Paraíba do Sul e do Ceivap – Comitê de Integração da Bacia Hidrográfica do Rio Paraíba do Sul.

Salienta-se que os dados da Profill se referem ao conjunto das áreas de drenagem 1, 2 e 3, sendo que a Área 4, por não pertencer à Bacia do Rio Paraíba do Sul (**Figura III-2,** ver **Volume III**), não consta de tal estudo. Assim, no caso da Área 4, no cálculo das vazões $Q_{95\%}$ e $Q_{7,10}$ e $Q_{médio}$ foi utilizado o *software* de regionalização hidrológica do DAEE – Departamento de Águas e Energia Elétrica (http://www.daee.sp.gov.br/site/outorga/).

Nos subitens a seguir são apresentados uma síntese do estudo desenvolvido pela empresa Profill para determinação das vazões; e os dados obtidos de disponibilidade hídrica superficial nos três contextos citados.

4.1.3.2.3.1. Síntese do estudo da Profill para determinação das vazões

Visando a definição de uma nova regionalização de vazões, a Profill realizou as seguintes atividades: (1) Definição de regiões homogêneas e seleção de estações fluviométricas; (2) Coleta e tratamento dos dados de vazão das estações fluviométricas; (3) Avaliação do impacto do período de estiagem 2014/2015 na disponibilidade hídrica; e (4) Definição das equações de regressão por região homogênea.

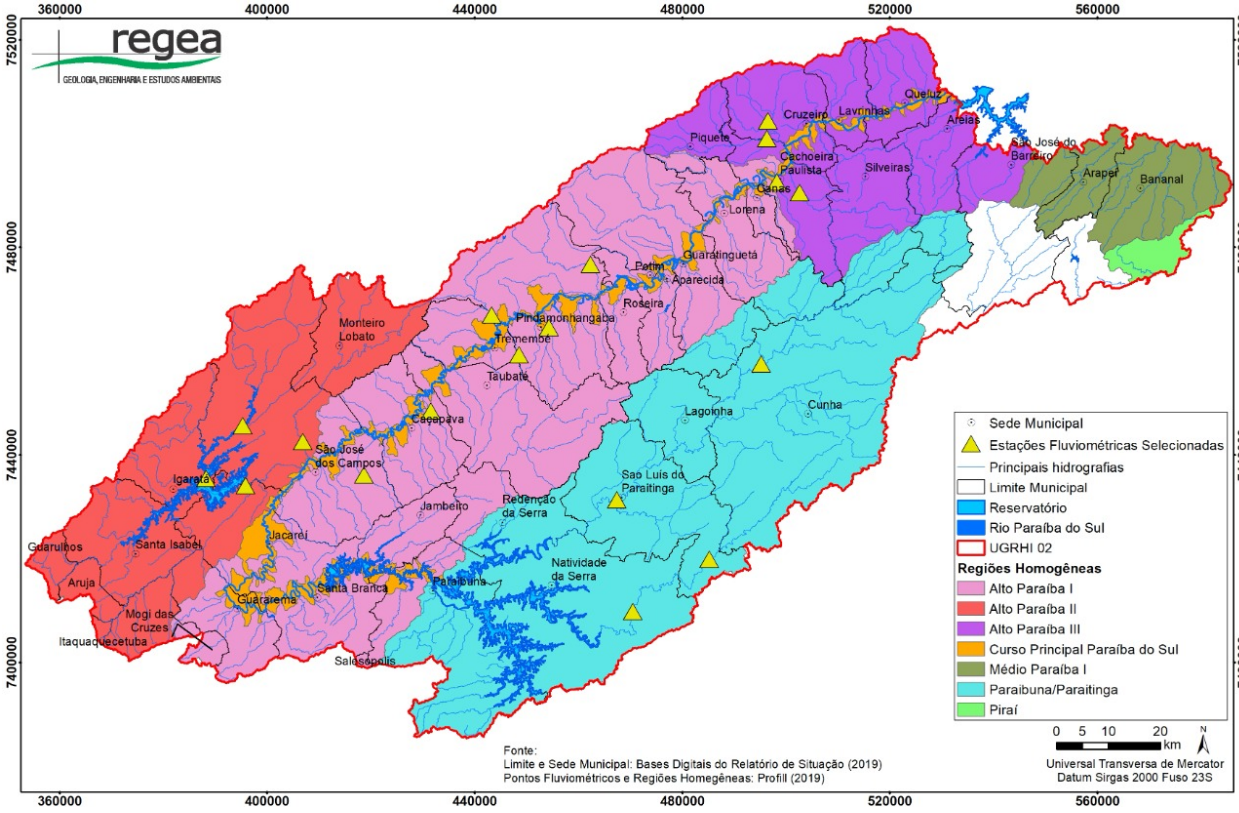
4.1.3.2.3.1.1. Definição de regiões homogêneas e seleção de estações fluviométricas

A delimitação das regiões consideradas hidrológica e estatisticamente homogêneas foi realizada, pela empresa Profill, com base nas regiões apresentadas no estudo de regionalização publicado em CPRM (2003), com adaptações considerando dados atuais (CEIVAP, 2018a).

Para a área total da Bacia do Rio Paraíba do Sul, foram definidas 17 regiões, além do curso principal do rio Paraíba do Sul, para o qual, na definição da disponibilidade hídrica, considerou-se a operação dos reservatórios e a disponibilidade das sub-bacias afluentes (CEIVAP. 2018a).

Em área da UGRHI 02 foram definidas seis regiões homogêneas – três totalmente inseridas na UGRHI 02 (Paraibuna/Paraitinga, Alto Paraíba I e Alto Paraíba II) e três parcialmente inseridas (Alto Paraíba III, Média Paraíba I e Piraí) – e selecionadas 18 estações fluviométricas (**Tabela IV-9**), quatro na região Paraibuna/Paraitinga, seis na região Alto Paraíba I, quatro na Alto Paraíba II e quatro na Alto Paraíba III (**Figura IV-10**).

Figura IV-10 – Regiões homogêneas delimitadas na UGRHI 02 e estações fluviométricas selecionadas.



Fonte: Regea (Elaborado no âmbito do desenvolvimento deste empreendimento a partir de Ceivap, 2018a).

Tabela IV-9 – Dados básicos das estações fluviométricas selecionadas.

Região homogênea	Código da estação	Coordenadas		Nome da estação	Responsável	Curso d'água	Área de drenagem (km²)*
		x	y				
Paraibuna/ Paraitinga	580 40000	-23 13 19	-45 19 24	São Luís do Paraitinga	ANA	Rio Paraitinga	1.950
	580 30000	-22 59 36	-45 02 35	Estrada do Cunha	ANA	Rio Paraitinga	796
	580 68000	-23 25 00	-45 17 00	Fazenda Palmeiras	CESP	Rio Paraibuna	437
	580 60000	-23 19 48	-45 08 40	Ponte Alta 1	ANA	Rio Paraibuna	277
Alto Paraíba I	581 65000	-22 54 15	-45 33 10	Fazenda Kanegai	FCTH/DAEE-SP	Rio Piracuama	161
	581 94000	-22 49 00	-45 22 00	Fazenda Sapucaia	FCTH/DAEE-SP	Ribeirão Tetequera	117
	581 85000	-22 55 32	-45 26 37	Pindamonhangaba	FCTH/DAEE-SP	Ribeirão do Curtume ou do Pinhão	79,6
	581 77000	-22 58 00	-45 29 00	Fazenda Modelo	FCTH/DAEE-SP	Rio Una	465
	581 55000	-23 04 16	-45 40 08	Cerâmica Quirino	FCTH/DAEE-SP	Ribeirão Caçapava Velha ou Boçoroca	30,5
	581 47000	-23 11 00	-45 48 00	Pararangaba	FCTH/DAEE-SP	Rio Pararangaba	50
Alto Paraíba II	581 42200	-23 07 28	-45 54 25	Buquirinha 2	ANA	Rio Buquira/ Ferrão	407
	581 28200	-23 12 00	-46 02 00	PCH Jaguari Jusante	CESP	Rio Jaguari	1.300
	581 22000	-23 05 40	-46 01 20	Usina do Turvo	ANA	Rio do Peixe	352
	581 26000	-23 11 10	-46 05 30	Igaratá 1	ANA	Rio do Peixe	692
Alto Paraíba III	582 27000	-22 35 51	-45 02 08	Embau	FCTH/DAEE-SP	Ribeirão Piquete	179
	582 28000	-22 34 00	-45 02 00	Passa Vinte	FCTH/DAEE-SP	Ribeirão Passa Vinte	64,1
	582 20000	-22 41 32	-44 58 28	Fazenda Santa Clara	ANA	Rio da Bocaina	240
	582 17500	-22 40 23	-45 01 02	Pitéu	FCTH/DAEE-SP	Ribeirão das Pitas	39,4

(*) Área definida pela Porfill por meio de Sistema de Informações Geográficas (SIG).
Fonte: Ceivap, 2018a; e ANA, 2009.

4.1.3.2.3.1.2. Coleta e tratamento dos dados de vazão das estações fluviométricas

Os dados de cada estação fluviométrica foram organizados em duas séries, uma considerando os dados até 2013 e outra, a completa, até 2017 (**Tabela IV-10**). Salienta-se que para cálculo da $Q_{7,10}$ foi utilizada tanto a distribuição estatística de Gumbel quanto a distribuição estatística de Weibull, tendo sido escolhidos os valores obtidos por meio da distribuição estatística de Gumbel, por representarem uma situação mais crítica, uma vez que são ligeiramente inferiores aos obtidos pela distribuição estatística de Weibull (CEIVAP, 2018a).

Tabela IV-10 – Vazões registradas nas estações fluviométricas.

Região homogênea	Código da Estação	Nome	Período selecionado/ disponível	Séries de vazão até dez/2013 (m^3/s)		Séries de vazão até dez/2017 (m^3/s)	
				$Q_{95\%}$	$Q_{7,10}$	$Q_{95\%}$	$Q_{7,10}$
Paraibuna/ Paraitinga	580 40000	São Luís do Paraitinga	1988-2017	12,26	8,20	11,38	7,85
	580 30000	Estrada do Cunha	1984-2017	6,60	5,32	6,09	5,02
	580 68000	Fazenda Palmeiras	1964-1982	3,30	1,40	-	-
	580 60000	Ponte Alta 1	1984-2017	3,56	2,77	3,39	2,63
Alto Paraíba I	581 65000	Fazenda Kanegai	1984-1998	0,53	0,15	-	-
	581 94000	Fazenda Sapucaia	1957-1975	0,54	0,02	-	-
	581 85000	Pindamonhangaba	1984-1998	0,12	0,05	-	-
	581 77000	Fazenda Modelo	1954-1978	1,61	0,77	-	-
	581 55000	Cerâmica Quirino	1984-1998	0,04	0,01	-	-
	581 47000	Pararangaba	1984-1998, 2007/2011	0,11	0,06	-	-
Alto Paraíba II	581 42200	Buquirinha 2	1984-2017	3,96	2,76	3,45	2,51
	581 28200	PCH Jaguari Jusante	1964-1979	11,00	7,74	-	-
	581 22000	Usina do Turvo	1955-1970	5,69	2,81	-	-
	581 26000	Igaratá 1	1955-1969	8,12	6,39	-	-
Alto Paraíba III	582 27000	Embau	1984-1996	1,28	0,95	-	-
	582 28000	Passa Vinte	1969-1980	0,90	0,21	-	-
	582 20000	Fazenda Santa Clara	1984-2017	1,54	1,21	1,26	1,03
	582 17500	Pitéu	1984-1997	0,14	0,08	-	-

Fonte: Ceivap, 2018a; e ANA, 2009.

4.1.3.2.3.1.3. Avaliação do impacto do período de estiagem 2014/2015 na disponibilidade hídrica

Visando avaliar o impacto do período de estiagem 2014/2015 na disponibilidade hídrica, foi calculada a diferença entre os valores obtidos para $Q_{95\%}$ e $Q_{7,10}$ nas duas séries de vazão (até dezembro de 2013 e até dezembro de 2017), na sequência foi obtida a redução de vazão em porcentagem (**Tabela IV-11**).

Os dados obtidos mostram que em todas as estações fluviométricas ocorreu redução da vazão em decorrência do período de estiagem 2014/2015. As estações onde a redução foi mais significativa situam-se nas regiões hidrográficas Alto Paraíba II e Alto Paraíba III sendo, respectivamente, as estações denominadas Buquirinha 2 e Fazenda Santa Clara (**Tabela IV-11**).

Assim, optou-se por considerar os dados referentes às séries de vazão até 2017, que incorporam o impacto da estiagem 2014/2015, ainda que, na UGRHI 02, esses dados relacionem-se a,

apenas, cinco estações fluviométricas (CEIVAP, 2018A). Assim, na região hidrográfica Paraibuna/Paraitinga foram considerados os dados das séries até 2017; para região hidrográfica Alto Paraíba I foram considerados os dados das séries até 2013; e para as demais regiões foram considerados dados de ambas as séries.

Tabela IV-11 – Cálculo da redução de vazão.

Região homogênea	Código da Estação	Nome da estação	Séries de vazão até dez/2013 (m^3/s)		Séries de vazão até dez/2017 (m^3/s)		Redução de vazão			
							m^3/s		%	
			$Q_{95\%}$	$Q_{7,10}$	$Q_{95\%}$	$Q_{7,10}$	$Q_{95\%}$	$Q_{7,10}$	$Q_{95\%}$	$Q_{7,10}$
Paraibuna/ Paraitinga	580 40000	São Luís do Paraitinga	12,26	8,20	11,38	7,85	0,88	0,35	7,2	4,2
	580 30000	Estrada do Cunha	6,60	5,32	6,09	5,02	0,51	0,3	7,7	5,6
	580 68000	Fazenda Palmeiras	3,30	1,40	-	-	-	-	-	-
	580 60000	Ponte Alta 1	3,56	2,77	3,39	2,63	0,17	0,14	4,8	4,9
Alto Paraíba I	581 65000	Fazenda Kanegai	0,53	0,15	-	-	-	-	-	-
	581 94000	Fazenda Sapucaia	0,54	0,02	-	-	-	-	-	-
	581 85000	Pindamonhangaba	0,12	0,05	-	-	-	-	-	-
	581 77000	Fazenda Modelo	1,61	0,77	-	-	-	-	-	-
	581 55000	Cerâmica Quirino	0,04	0,01	-	-	-	-	-	-
	581 47000	Pararangaba	0,11	0,06	-	-	-	-	-	-
Alto Paraíba II	581 42200	Buquirinha 2	3,96	2,76	3,45	2,51	0,51	0,25	12,9	9,1
	581 28200	PCH Jaguari Jusante	11,00	7,74	-	-	-	-	-	-
	581 22000	Usina do Turvo	5,69	2,81	-	-	-	-	-	-
	581 26000	Igaratá 1	8,12	6,39	-	-	-	-	-	-
Alto Paraíba III	582 27000	Embau	1,28	0,95	-	-	-	-	-	-
	582 28000	Passa Vinte	0,90	0,21	-	-	-	-	-	-
	582 20000	Fazenda Santa Clara	1,54	1,21	1,26	1,03	0,28	0,18	18,2	15,4
	582 17500	Pitéu	0,14	0,08	-	-	-	-	-	-

Fonte: Ceivap, 2018a; e ANA, 2009.

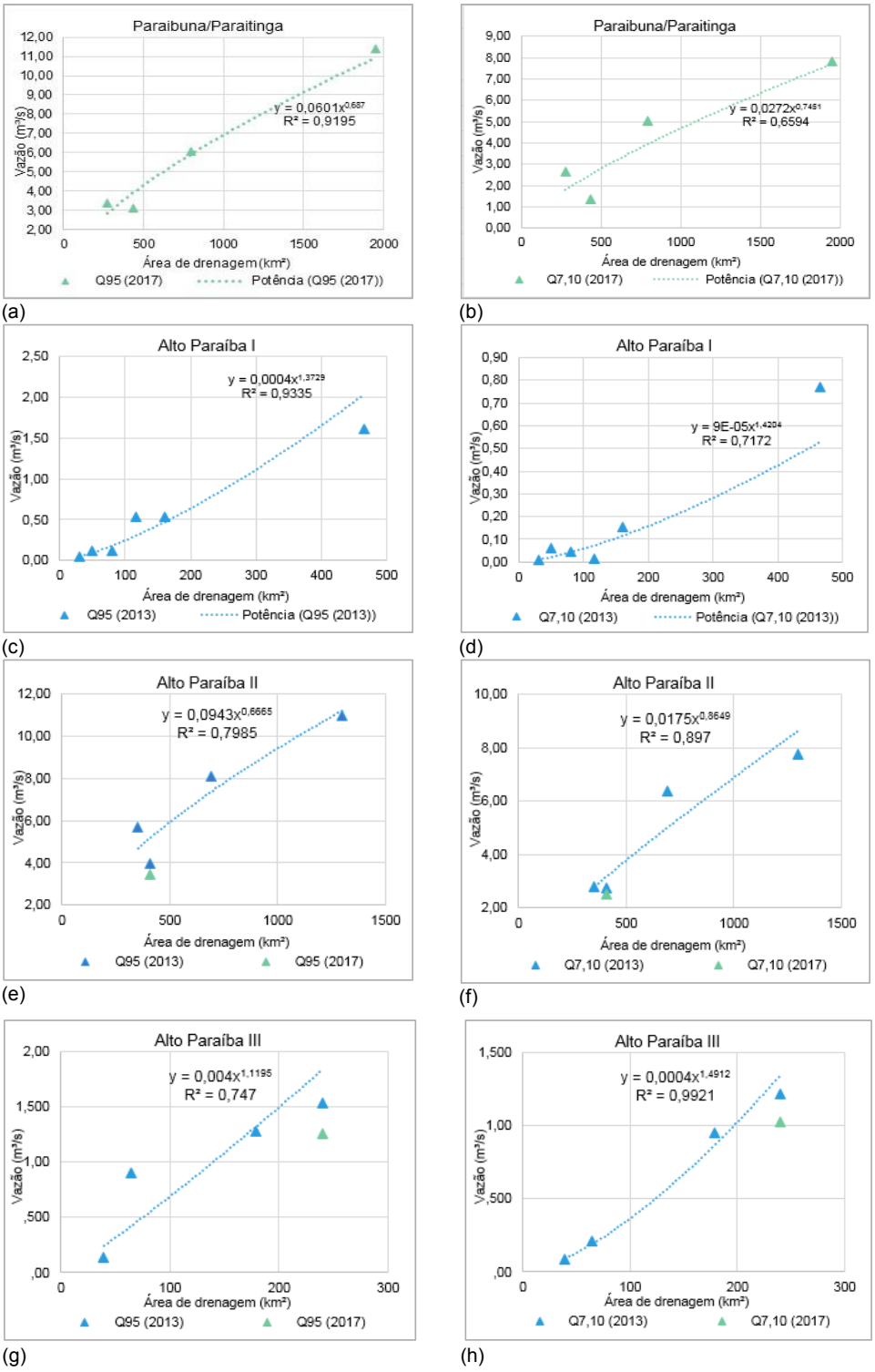
4.1.3.2.3.1.4. Definição das equações de regressão por região homogênea

As equações de regressão foram definidas, pela empresa Profill, "utilizando a aérea de drenagem como variável independente, com um ajuste bastante consistente em cada região homogênea" (CEIVAP, 2018A).

As regiões homogêneas da UGRHI 02 são, de forma geral "formadas por pequenos afluentes, cujo inventário de estações fluviométricas apresenta, em sua maioria, estações desativadas e com reduzida extensão das séries de vazões disponíveis, não sendo possível uma atualização das vazões de referência utilizando os registros mais recentes" (CEIVAP, 2018A).

A **Figura IV-11** apresenta as equações de regressão resultantes, considerando as vazões $Q_{95\%}$ e $Q_{7,10}$, para cada região hidrográfica da UGRHI 02, "observando que as vazões do rio Paraíba do Sul não foram incluídas nessa análise, apenas seus afluentes" (CEIVAP, 2018A).

Figura IV-11 – Equações de regressão para as regiões homogêneas da UGRHI 02.

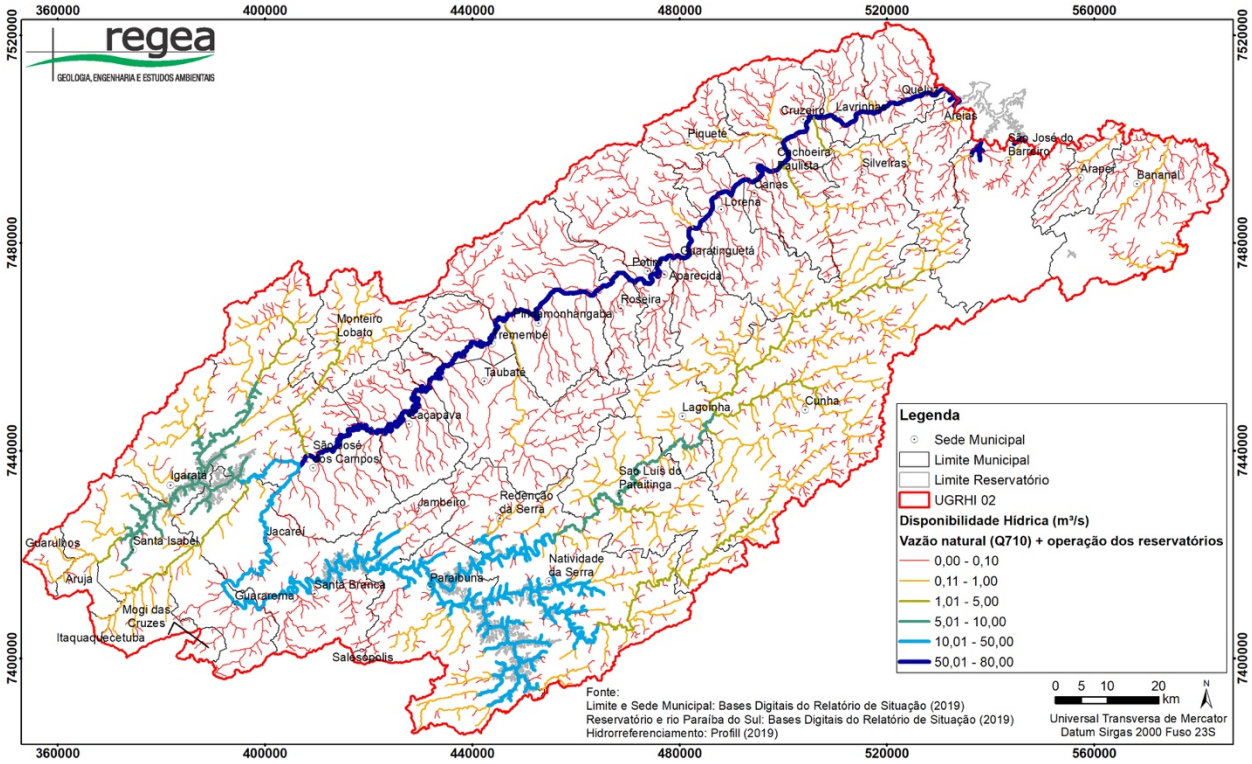


Fonte: Ceivap, 2018a.

4.1.3.2.3.2. Disponibilidade hídrica por trecho de curso d'água

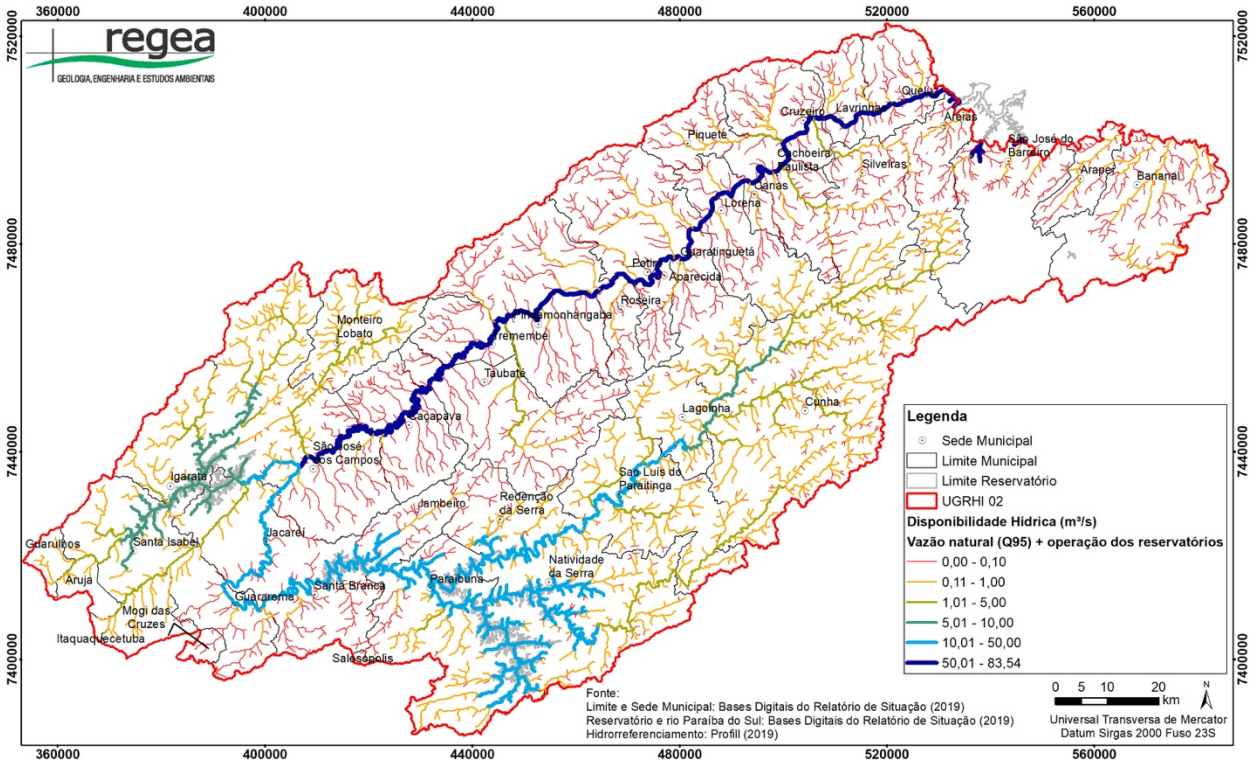
Os resultados de disponibilidade hídrica, em termos de $Q_{95\%}$, $Q_{7,10}$ e $Q_{médio}$, obtidos por meio da regionalização de vazões definida pela Profill, podem ser vistos, por trecho de curso d'água, nas **Figuras IV-12** a **IV-14**.

Figura IV-12 – UGRHI 02: vazão $Q_{7,10}$ por trecho de curso d'água.



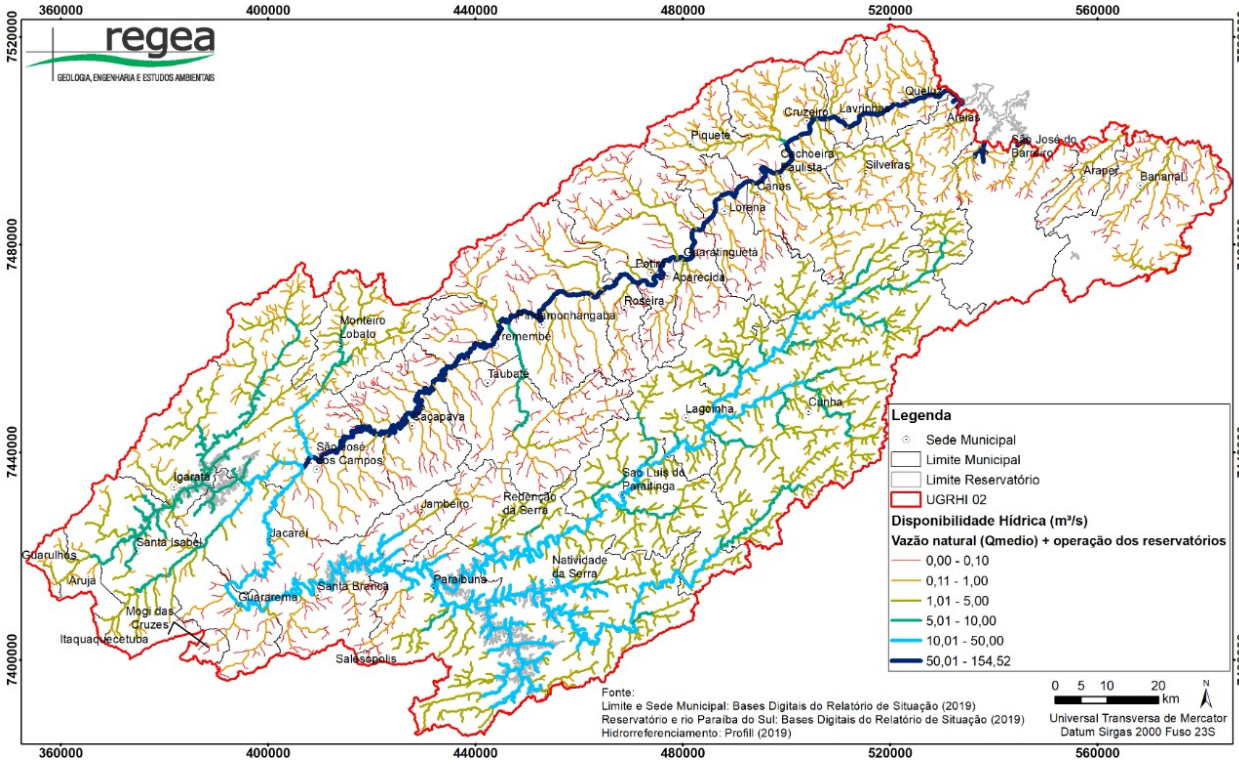
Fonte: Ceivap, 2018a.

Figura IV-13 – UGRHI 02: vazão $Q_{95\%}$ por trecho de curso d'água.



Fonte: Ceivap, 2018a.

Figura IV-14 – UGRHI 02: vazão $Q_{médio}$ por trecho de curso d'água.



Fonte: Ceivap, 2018a.

Considerando a vazão $Q_{7,10}$, os dados obtidos mostram que, na UGRHI 02, com 59,79%, predominam trechos de cursos d'água com vazões inferiores a 0,10 m^3/s (**Tabela IV-12**). Quanto à vazão $Q_{95\%}$, também se observa o predomínio de valores inferiores a 0,10 m^3/s, mas a porcentagem de ocorrência é de 43,63%, destacando-se, ainda, em quase 36% da extensão dos cursos d'água, vazões entre 0,11 e 1,0 m^3/s (**Tabela IV-13**). Em se tratando da $Q_{médio}$, verifica-se o predomínio de vazões entre 0,11 e 5 m^3/s, em quase 60% da extensão de cursos d'água (**Tabela IV-14**).

Tabela IV-12 – Vazões $Q_{7,10}$ por trecho de curso d'água.

Intervalos de $Q_{7,10}$ (m^3/s)	Extensão (km)	Proporção em relação à extensão total de cursos d'água (%)
0,00 – 0,10	4.497,62	59,79
0,11 – 1,00	1.736,08	23,08
1,01 – 5,00	314,09	4,18
5,01 – 10,00	221,19	2,94
10,01 – 50,00	509,44	6,77
50,00 – 80,00	244,14	3,25

Fonte: Ceivap, 2018a.

Tabela IV-13 – Vazões $Q_{95\%}$ por trecho de curso d'água.

Intervalos de $Q_{95\%}$ (m^3/s)	Extensão (km)	Proporção em relação à extensão total de cursos d'água (%)
0,00 – 0,10	3.282,09	43,63
0,11 – 1,00	2.681,18	35,64
1,01 – 5,00	556,86	7,40
5,01 – 10,00	190,31	2,53
10,01 – 50,00	567,97	7,55
50,1 – 83,54	244,14	3,25

Fonte: Ceivap, 2018a.

Tabela IV-14 – Vazões $Q_{médio}$ por trecho de curso d'água.

Intervalos de $Q_{médio}$ (m^3/s)	Extensão (km)	Proporção em relação à extensão total de cursos d'água (%)
0,00 - 0,10	1.586,31	21,09
0,11 - 1,00	2.254,13	29,96
1,01 - 5,00	2.212,21	29,41
5,01 - 10,00	491,74	6,54
10,01 - 50,00	734,03	9,76
50,01 - 154,52	244,14	3,25

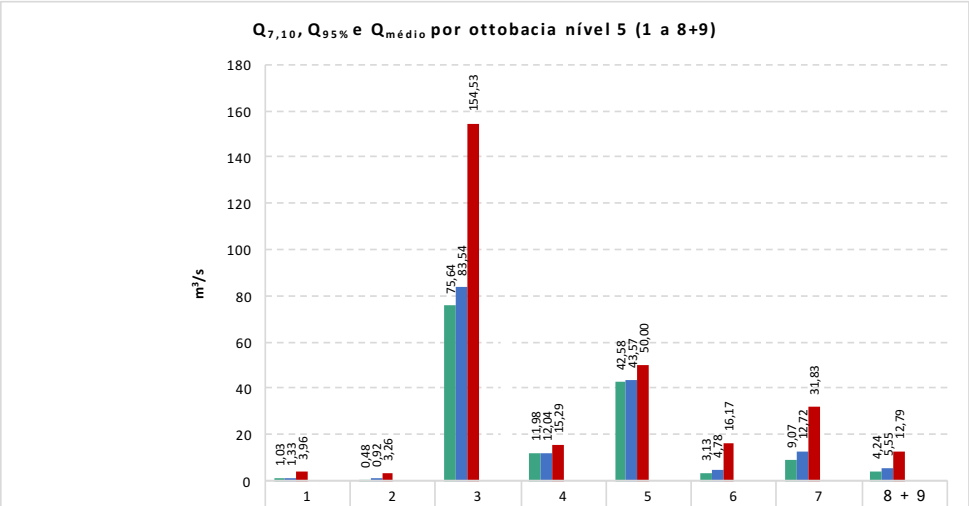
Fonte: Ceivap, 2018a.

4.1.3.2.3.3. Disponibilidade hídrica por ottobacia nível 5

A **Figura III-8** (ver Volume III) apresenta a abrangência, na UGRHI 02, de nove ottobacias nível 5. Considerando os dados da Profill, para as ottobacias 1 a 7, e os dados da regionalização do DAEE, para as ottobacias 8 e 9, as quais foram agregadas na análise, observa-se que os valores de $Q_{médio}$ são superiores ao da $Q_{95\%}$, os quais, por sua vez, são superiores ao da $Q_{7,10,}$ com diferenças, no geral, expressivas (**Figura IV-15**). Visando evidenciar essas diferenças, considerando os mesmos intervalos de vazão dos ottotrechos (0,00-0,10; 0,11-1,00; 1,01-5,00; 5,01-10,00; 10,01-50,00 e maior que 50,00 m^3/s), observa-se que:

- No caso da $Q_{7,10}$, apenas a ottobacia 03 apresenta vazão superior a 50 m^3/s e duas ottobacias (04 e 05) enquadram-se no intervalo 10,01 a 50,00 m^3/s (**Figuras IV-16**);
- No caso da $Q_{95\%}$, também a ottobacia 03 apresenta vazão superior a 50 m^3/s, mas três ottobacias (04,05 e 06) enquadram-se no intervalo 10,01 a 50,00 m^3/s (**Tabela IV-17**); e
- No caso da $Q_{médio}$, tem-se, também, a ottobacia 03 apresentando vazão superior a 50 m^3/s, mas agora cinco ottobacias passam a se enquadrar no intervalo 10,01 a 50,00 m^3/s (**Tabela IV-18**).

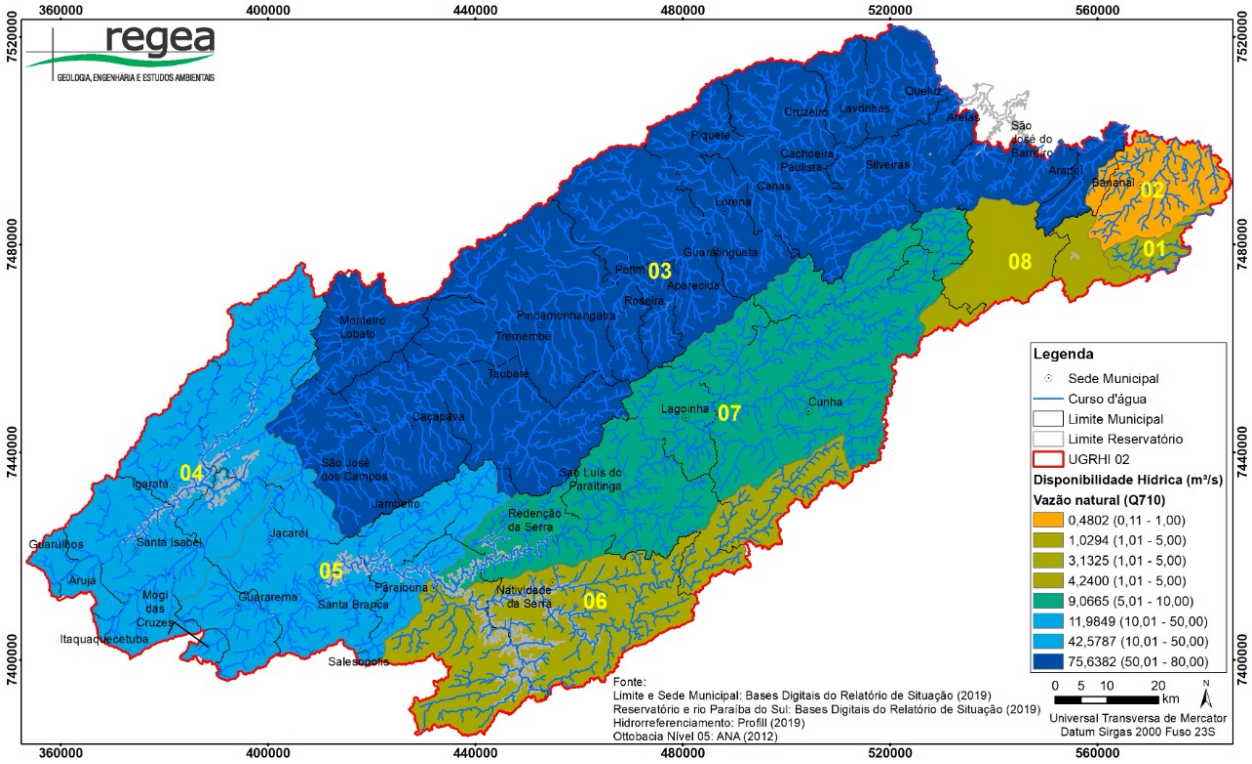
Figura IV-15 – Disponibilidade hídrica ($Q_{7,10,}$ $Q_{95\%}$ e $Q_{médio}$) por ottobacia nível 5.



	1	2	3	4	5	6	7	8 + 9
Q7,10 (m3/s)	1,03	0,48	75,64	11,98	42,58	3,13	9,07	4,24
Q95% (m3/s)	1,33	0,92	83,54	12,04	43,57	4,78	12,72	5,55
Qmédio	3,96	3,26	154,53	15,29	50,00	16,17	31,83	12,79
Diferença Q95% - Q7,10 (m3/s)	0,30	0,44	7,90	0,06	0,99	1,65	3,65	1,31
Diferença Qmédio - Q7,10 (m3/s)	2,93	2,78	78,89	3,31	7,42	13,04	22,76	8,55
Diferença Qmédio - Q95%(m3/s)	2,63	2,34	70,99	3,25	6,43	11,39	19,11	7,24

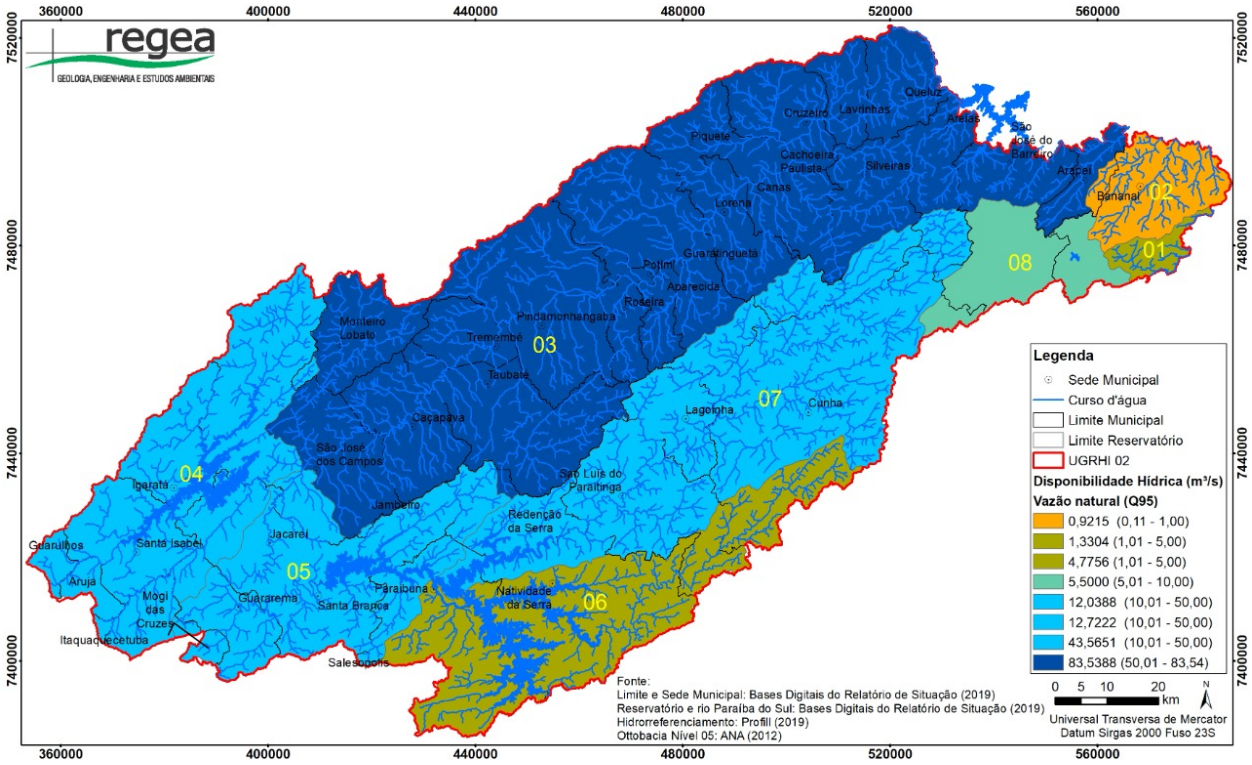
Fonte Regea (Elaborado no âmbito do desenvolvimento deste empreendimento a partir de Ceivap, 2018a).

Figura IV-16 – UGRHI 02: disponibilidade hídrica $Q_{7,10}$, por ottobacias nível 5.



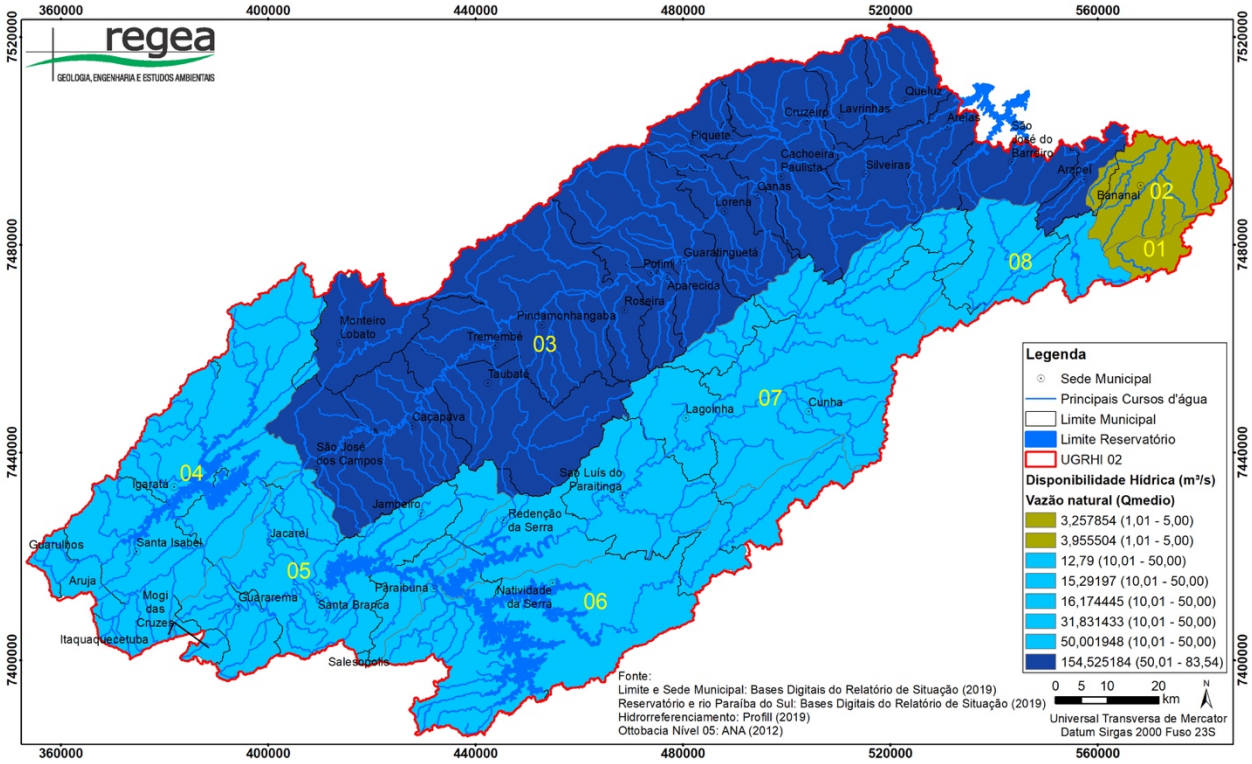
Fonte Regea (Elaborado no âmbito do desenvolvimento deste empreendimento a partir de Ceivap, 2018a).

Figura IV-17 – UGRHI 02: disponibilidade hídrica $Q_{95\%}$, por ottobacias nível 5.



Fonte Regea (Elaborado no âmbito do desenvolvimento deste empreendimento a partir de Ceivap, 2018a).

Figura IV-18 – UGRHI 02: disponibilidade hídrica $Q_{médio}$, por ottobacias nível 5.



Fonte Regea (Elaborado no âmbito do desenvolvimento deste empreendimento a partir de Ceivap, 2018a).

4.1.3.2.3.4. Disponibilidade hídrica superficial nas bacias com captação para abastecimento público

Neste item são apresentados os dados de disponibilidade hídrica relativos às 38 bacias, da UGRHI 02, com captação para abastecimento público (**Figura I-4**, ver Volume I; e **Tabelas III-8** e **III-9**, ver Volume III).

Salienta-se que, nesse rol de bacias, como já citado (ver item 2.4) há quatro situações específicas, onde uma bacia com captação para abastecimento público possui, em seu interior, uma ou mais bacias com captação para abastecimento público. São elas: Bacia 5 possui em seu interior a Bacia 33; Bacia 7 possui em seu interior a Bacia 8; Bacia 16 possui em seu interior três outras bacias (29, 34 e 35); e Bacia 28 possui em seu interior a Bacia 36. Isso significa que as vazões são compartilhadas:

- No balanço hídrico das bacias 5, 7 e 28 devem ser consideradas, respectivamente, as demandas das bacias 33, 8 e 36. Por outro lado, as captações nas bacias 33, 8 e 36 devem considerar as demandas comprometidas a jusante; e
- No balanço hídrico da Bacia 16 devem ser consideradas as demandas das bacias 29, 34 e 35. A Bacia 34, por sua vez, possui no seu interior as bacias 29 e 35. Por outro lado, todas captações a montante devem considerar as demandas comprometidas a jusante.

Os dados de vazão para essas bacias (**Tabela IV-15** e **Anexo A-1, Anexo A-2 e Anexo A-3**) foram obtidos a partir dos dados da Profill.

Analisando-se os dados obtidos (**Tabela IV-15**), observa-se que, considerando a vazão $Q_{7,10}$, apenas três bacias apresentam disponibilidade hídrica superior a 1,00 m^3/s (**Figura IV-19**); em

se tratando da vazão $Q_{95\%}$, cinco bacias possuem vazão superior a 1,00 m^3/s (**Figura IV-20**); e no caso da $Q_{médio}$, 13 bacias teriam vazão ofertada superior a 1,00 m^3/s (**Figura IV-21**).

Considerando apenas a vazão $Q_{7,10}$, a localização das bacias, por intervalo de vazão, pode ser vista nas **Figuras IV-22** a **IV-24**.

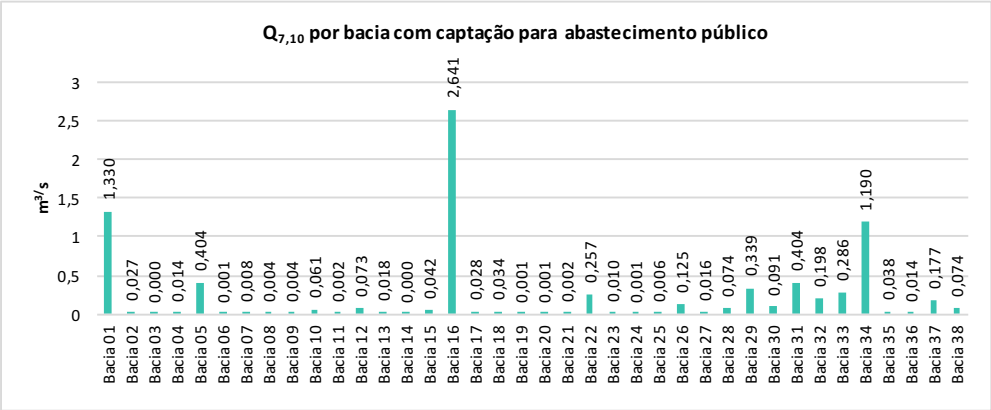
Tabela IV-15 – Vazões ($Q_{7,10}$, $Q_{95\%}$ e $Q_{médio}$) das bacias com captação para abastecimento público.

Bacia	Principal curso d'água da bacia	Coordenadas do exutório		Área (km^2)	Vazão ofertada (m^3/s)		
		x	y		$Q_{7,10}$	$Q_{95\%}$	$Q_{médio}$
Bacia 01	Ribeirão da Bocaina	500.225,53	7.494.282,67	261,14	1,330	1,689	4,843
Bacia 02	Ribeirão Passa Vinte	498.556,86	7.511.702,69	17,55	0,027	0,092	0,573
Bacia 03	Afluente do rio Paraíba do Sul	500.597,69	7.491.516,54	0,46	0,000	0,002	0,016
Bacia 04	Rio do Entupido	521.730,17	7.512.520,96	9,89	0,014	0,056	0,396
Bacia 05	Rio Una ou rio das Almas	447.996,46	7.460.150,75	458,89	0,404	1,846	8,155
Bacia 06	Afluente do córrego das Palmeiras	544.794,26	7.493.955,36	0,85	0,001	0,003	0,032
Bacia 07	Ribeirão Benfica	478.751,90	7.501.569,57	15,92	0,008	0,035	0,281
Bacia 08	Afluente do córrego da Tabuleta	478.557,24	7.502.140,69	2,41	0,004	0,020	0,160
Bacia 09	Ribeirão dos Lemes	473.250,10	7.493.109,88	12,38	0,004	0,016	0,121
Bacia 10	Afluente do córrego do Sertãozinho	492.320,30	7.465.011,73	0,38	0,061	0,115	0,831
Bacia 11	Ribeirão da Fortaleza	476.205,48	7.496.481,85	4,71	0,002	0,006	0,060
Bacia 12	Afluente do rio do Chapéu	479.336,55	7.428.325,38	2,84	0,073	0,149	1,474
Bacia 13	Ribeirão dos Monteiros	495.264,16	7.506.653,57	12,75	0,018	0,067	0,454
Bacia 14	Afluente do ribeirão da Fortaleza	476.529,51	7.494.929,28	1,16	0,000	0,001	0,008
Bacia 15	Ribeirão do Braço	511.893,85	7.511.367,96	22,75	0,042	0,126	0,724
Bacia 16	Rio Buquira ou Ferrão	406.509,75	7.443.594,35	244,61	2,641	4,325	11,398
Bacia 17	Córrego do Fundo	516.615,71	7.493.410,60	16,00	0,028	0,092	0,573
Bacia 18	Ribeirão do Batedor	497.623,88	7.510.902,60	21,52	0,034	0,108	0,647
Bacia 19	Afluente do rio Formoso	550.676,69	7.494.515,46	0,44	0,001	0,002	0,007
Bacia 20	Afluente do ribeirão do Barreiro	543.419,12	7.492.864,51	1,43	0,001	0,006	0,074
Bacia 21	Afluente do ribeirão do Barreiro	543.059,28	7.492.604,77	3,41	0,002	0,014	0,141
Bacia 22	Ribeirão Capetinga	523.664,31	7.464.536,22	19,79	0,257	0,476	3,288
Bacia 23	Rio do Pimenta	510.949,04	7.445.935,98	0,54	0,010	0,020	0,182
Bacia 24	Afluente do ribeirão Barreiro*	541.824,37	7.490.974,25	1,70	0,001	0,009	0,108
Bacia 25	Afluente do rio Formoso**	549.645,42	7.494.600,17	2,06	0,006	0,012	0,043
Bacia 26	Ribeirão Araraquara	373.751,06	7.419.513,30	17,61	0,125	0,388	1,042
Bacia 27	Córrego do Almeida	556.244,80	7.489.884,94	6,57	0,016	0,032	0,112
Bacia 28	Ribeirão Guaratinguetá	478.035,45	7.480.226,70	128,22	0,074	0,312	1,751
Bacia 29	Ribeirão dos Souzas	414.377,14	7.466.806,52	31,46	0,339	0,851	2,273
Bacia 30	Córrego das Couves	401.169,11	7.466.443,14	7,29	0,091	0,301	0,811
Bacia 31	Córrego das Palmeiras e ribeirão do Charco	382.076,34	7.434.951,44	32,54	0,404	0,978	2,608
Bacia 32	Ribeirão da Tapera	478.868,26	7.446.717,89	14,08	0,198	0,375	2,787
Bacia 33	Rio Una ou rio das Almas	448.049,03	7.453.083,74	363,32	0,286	1,287	5,969
Bacia 34	Rio Buquira ou Ferrão	414.334,42	7.460.382,59	148,50	1,190	2,301	6,095
Bacia 35	Afluente do rio Buquira ou Ferrão***	415.479,13	7.461.005,61	1,25	0,038	0,151	0,410
Bacia 36	Ribeirão do Guameral ou Pirutinga	462.492,44	7.483.809,37	35,47	0,014	0,053	0,380
Bacia 37	Rio Bananal	570.424,43	7.492.360,77	74,34	0,177	0,340	1,203
Bacia 38	Ribeirão Vermelho	531.308,56	7.503.018,16	38,20	0,074	0,192	0,985

* Córrego Bairro São Pedro; ** Córrego Fazenda Cachoeira; ***Córrego da Serrinha.

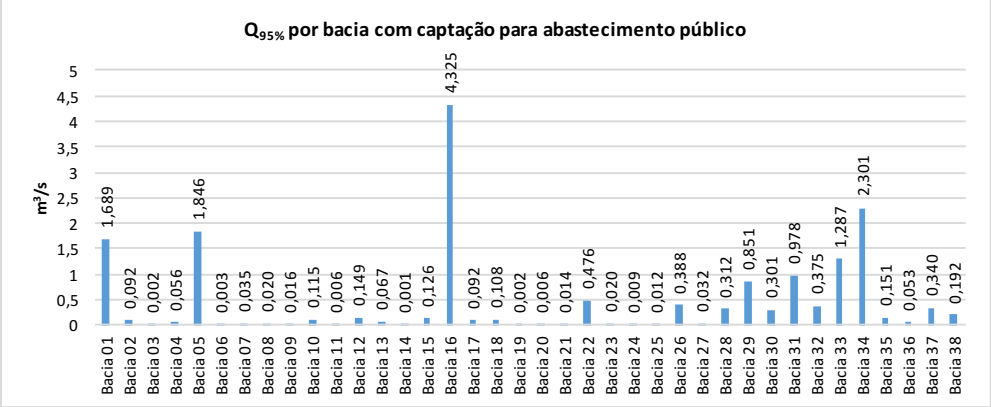
Fonte: Regea (Elaborado no âmbito do desenvolvimento deste empreendimento a partir de Ceivap, 2018a).

Figura IV-19 – Bacias com captação para abastecimento - $Q_{7,10}$.



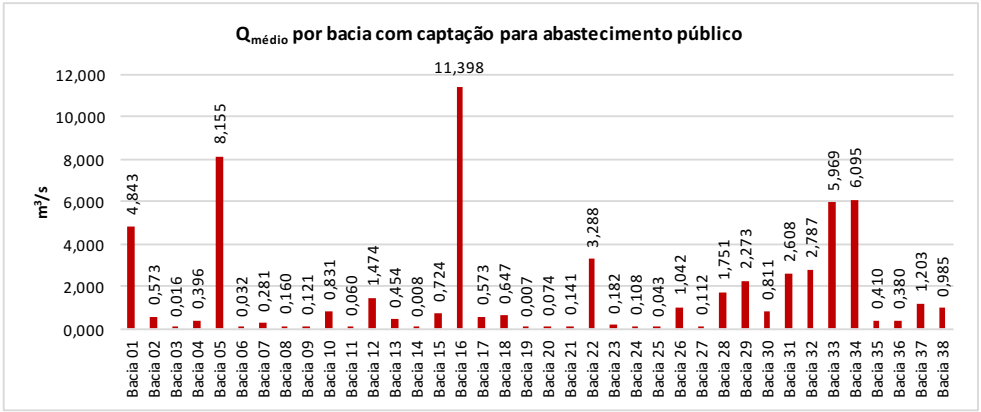
Fonte: Regea (Elaborado no âmbito do desenvolvimento deste empreendimento a partir de Ceivap, 2018).

Figura IV-20 – Bacias com captação para abastecimento – $Q_{95\%}$.



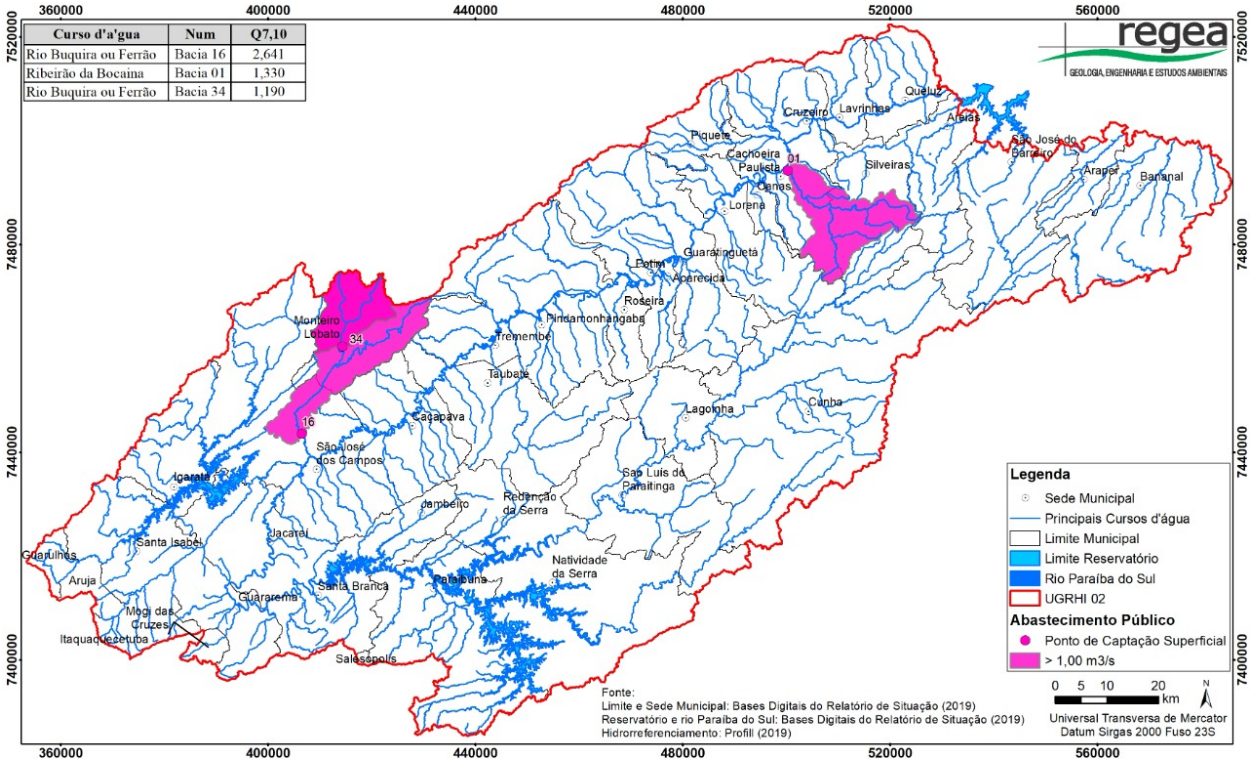
Fonte: Regea (Elaborado no âmbito do desenvolvimento deste empreendimento a partir de Ceivap, 2018a).

Figura IV-21 – Bacias com captação para abastecimento – $Q_{médio}$.



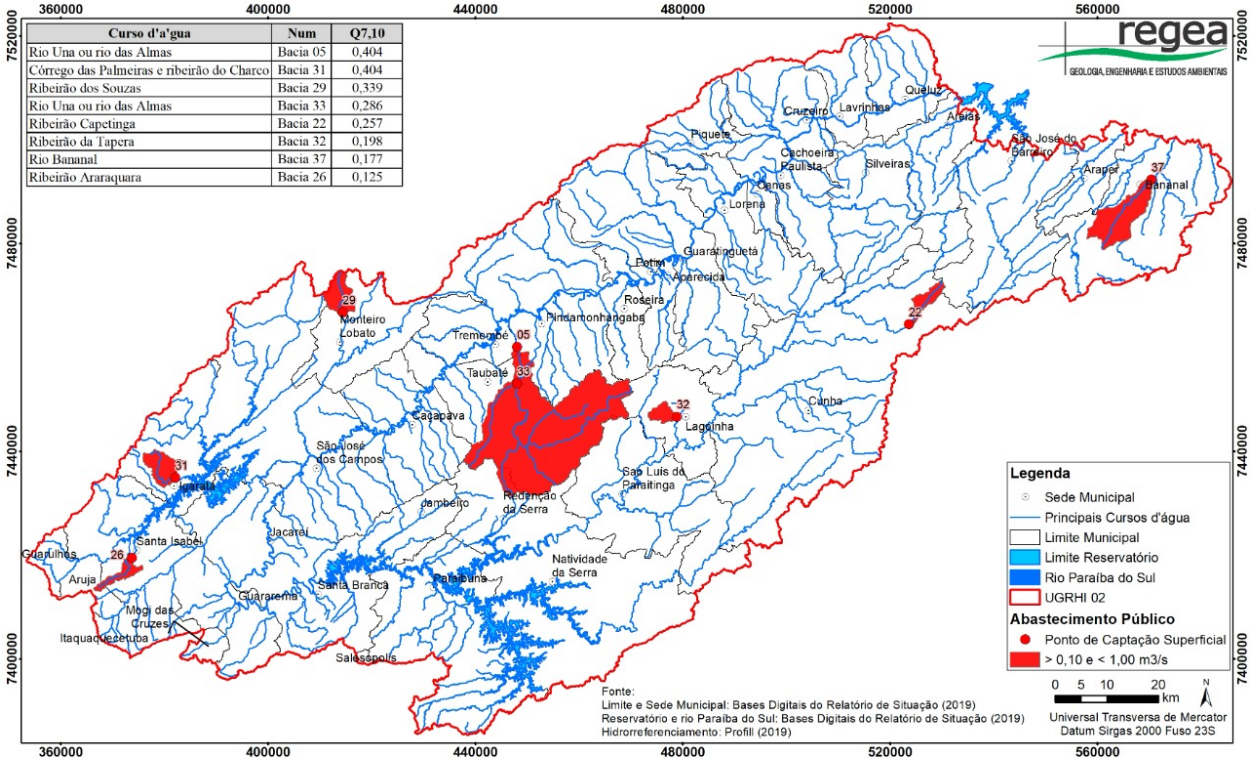
Fonte: Regea (Elaborado no âmbito do desenvolvimento deste empreendimento a partir de Ceivap, 2018a).

Figura IV-22 – Localização das bacias com vazão ofertada $Q_{7,10}$ superior a 1,00 m^3/s.



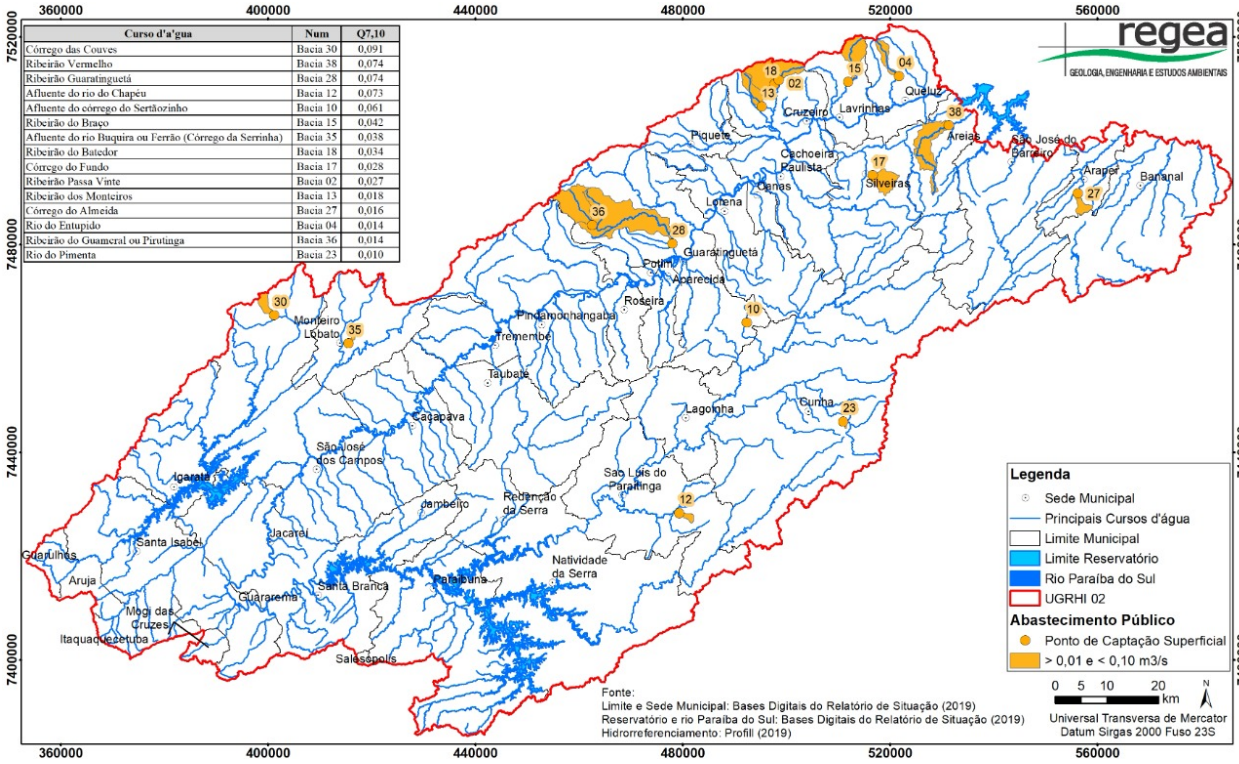
Fonte: Regea (Elaborado no âmbito do desenvolvimento deste empreendimento a partir de Ceivap, 2018a).

Figura IV-23 – Localização das bacias com vazão ofertada $Q_{7,10}$ entre 0,10 e m^3/s e 1,00 m^3/s.



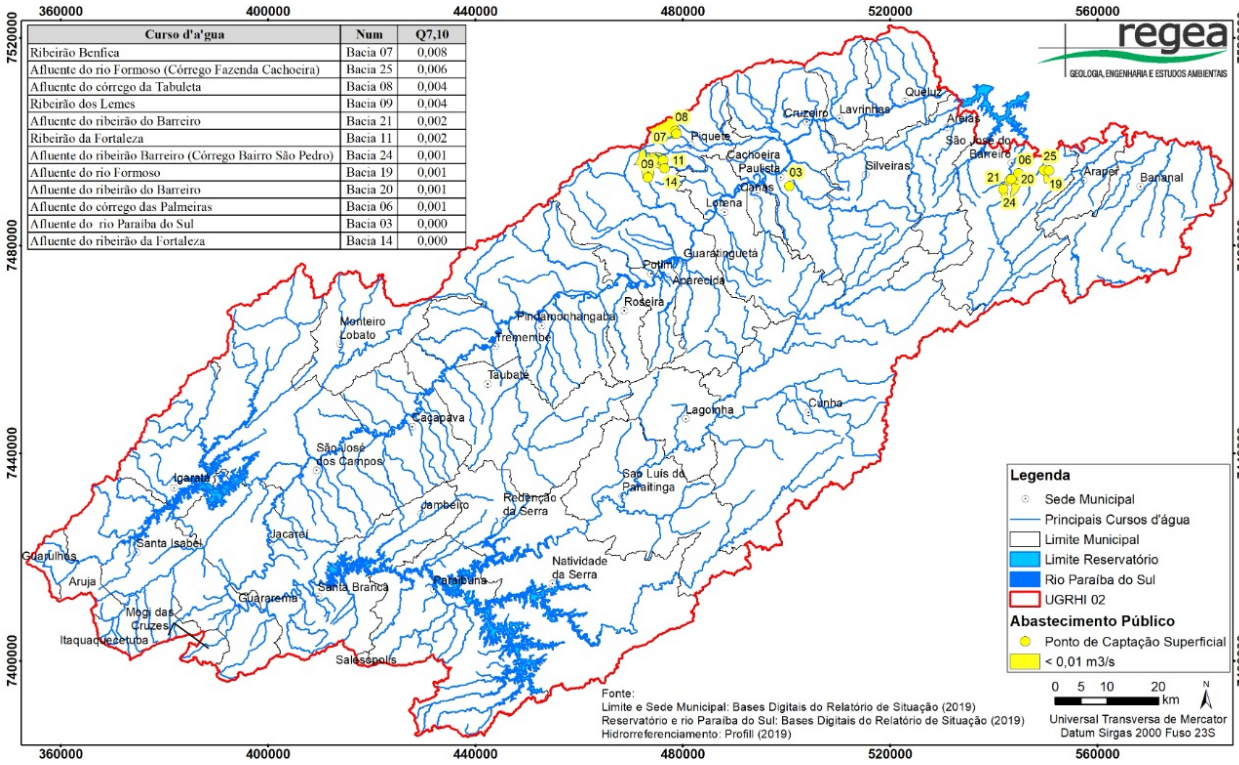
Fonte: Regea (Elaborado no âmbito do desenvolvimento deste empreendimento a partir de Ceivap, 2018a).

Figura IV-24 – Localização das bacias com vazão ofertada $Q_{7,10}$ entre 0,01 e m^3/s e 0,10 m^3/s.



Fonte: Regea (Elaborado no âmbito do desenvolvimento deste empreendimento a partir de Ceivap, 2018a).

Figura IV-25 – Localização das bacias com vazão ofertada $Q_{7,10}$ inferior a 0,01 m^3/s.



Fonte: Regea (Elaborado no âmbito do desenvolvimento deste empreendimento a partir de Ceivap, 2018a).

4.1.3.2.4. Disponibilidade hídrica subterrânea

Os dados de disponibilidade hídrica subterrânea utilizados pela CRHi, para cálculo do parâmetro E.05-A - Disponibilidade *per capita* de água subterrânea, são provenientes do PERH 2004-2007 (ver Ficha Técnica 43 em CRHi, 2020). O PERH 2004-2007[3] considera que, na UGRHI 02 existem dois sistemas aquíferos principais, o das coberturas sedimentares cenozoicas (Formações Caçapava e Tremembé e sedimentos quartanários), e o pré-Cambriano cristalino; e estima que o potencial total explotável de águas subterrâneas é de 3,5 m^3/s para o aquífero sedimentar e de 16,6 m^3/s para o aquífero cristalino.

Assim, observa-se que o Aquífero Taubaté, em relação ao Aquífero Pré-Cambriano, em termos de disponibilidade hídrica, deve receber tratamento especial pelo volume expressivamente inferior.

Além disso, considerando a compartimentação da Bacia Sedimentar de Taubaté, proposta por DAEE (1977), em seis sub-bacias (Parateí, Jacareí, Eugênio de Melo, Tremembé, Lorena e Cruzeiro), são identificadas três regiões quanto à disponibilidade hídrica: (1) região das sub-bacias Jacareí e Eugenio Melo, considerada promissora do ponto de vista hidrogeológico; (2) região da sub-bacia de Lorena, também promissora; e (3) região da sub-bacia Tremembé, apresentando aquíferos de baixa produtividade (TEISSEDRE & MARIANO, 1978 e DAEE, 1977 apud VIDAL, 1997). Portanto, em termos de quantidade de água subterrânea, a região da sub-bacia Tremembé pode ser considerada como área crítica.

4.1.3.3. Conteúdo complementar

O conteúdo complementar apresenta dados e informações específicas que diversificam o conhecimento sobre a disponibilidade hídrica superficial e a disponibilidade hídrica subterrânea na UGRHI 02. Para tanto são apresentados dados sobre: disponibilidade hídrica superficial e subterrânea, por município; disponibilidade hídrica integrada, por município; vazões de referência; reserva explotável; potencial de produção de poços; e disponibilidade per capita em relação à população total.

4.1.3.3.1. Disponibilidade hídrica superficial, por município

Os dados, referentes a 2019, do parâmetro E.04-A (Disponibilidade *per capita* - $Q_{médio}$ em relação à população total), por município com sede na UGRHI 02, (**Tabela IV-16** e **Figura IV-26**) mostram que:

- Quatro municípios (Jacareí, Potim, São José dos Campos e Taubaté) enquadram-se na classe Crítica;
- Seis municípios enquadram-se na classe Atenção (Caçapava, Cruzeiro, Lorena, Pindamonhangaba, Roseira e Tremembé); e
- Os demais 24 municípios estão na classe Boa, entre os quais se destacam com os maiores valores São José do Barreiro e Natividade da Serra.

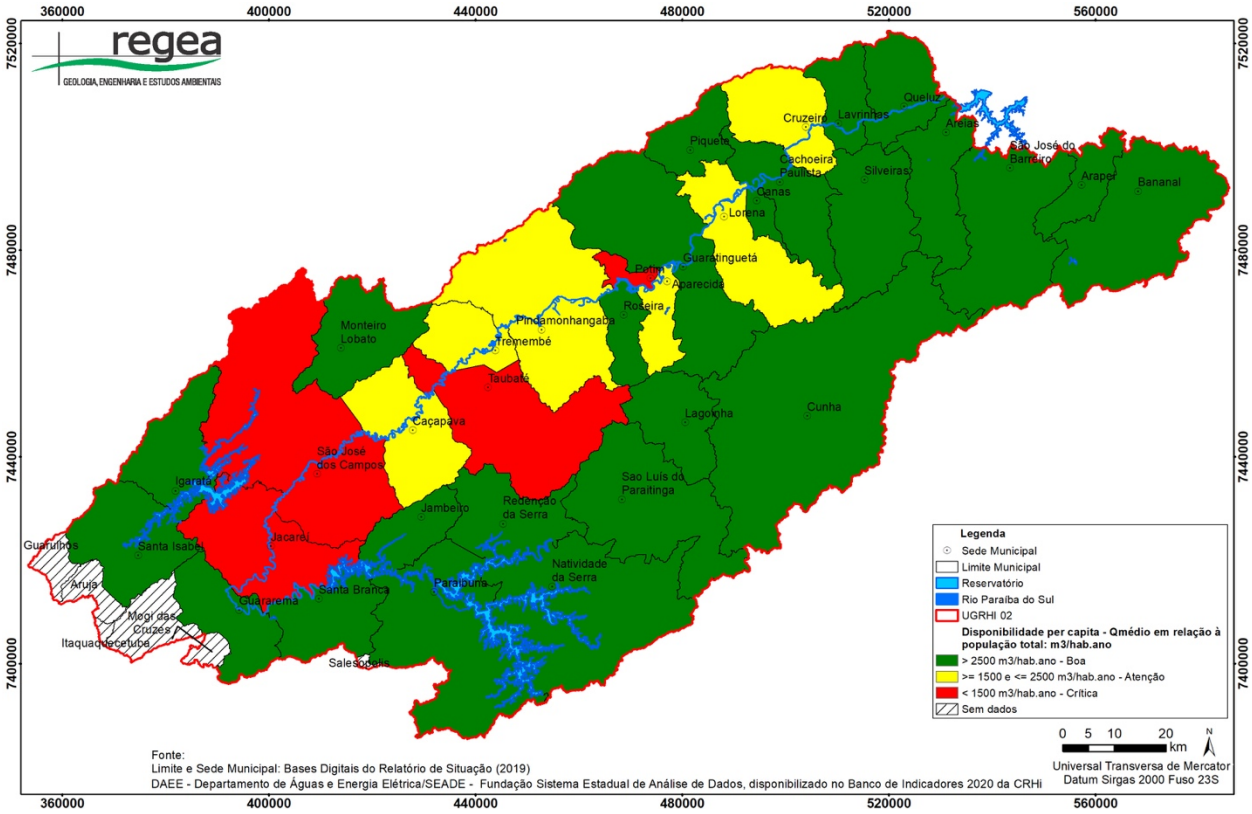
[3] Disponível em http://www.sigrh.sp.gov.br/arquivos/perh/CRH/1063/ugrhi_02_04.pdf

Tabela IV-16 – E.04-A - Disponibilidade *per capita* - $Q_{médio}$ em relação à população total, por município.

Município	E.04-A Disponibilidade *per capita* - $Q_{médio}$ (2019)	Classificação	Município	E.04-A Disponibilidade *per capita* - $Q_{médio}$ (2019)	Classificação
São José do Barreiro	66.342,6	Boa	Piquete	5.969,3	Boa
Natividade da Serra	58.794,3		Roseira	5.804,5	
Redenção da Serra	38.033,8		Canas	5.176,0	
Areias	37.266,1		Guararema	4.330,3	
Monteiro Lobato	36.582,0		Cachoeira Paulista	4.263,6	
Silveiras	31.679,3		Santa Isabel	3.111,1	
Cunha	30.963,0		Guaratinguetá	3.004,7	
Arapeí	28.703,9		Lorena	2.274,6	Atenção
Bananal	27.804,0		Pindamonhangaba	2.169,9	
São Luís do Paraitinga	27.503,2		Tremembé	2.009,1	
Lagoinha	25.325,7		Caçapava	1.945,0	
Paraibuna	20.734,3		Cruzeiro	1.833,0	
Igaratá	14.876,1		Aparecida	1.628,1	
Jambeiro	13.615,2		Potim	1.027,3	Crítica
Lavrinhas	11.090,2		Taubaté	968,0	
Queluz	9.972,3		Jacareí	959,9	
Santa Branca	9.368,5		São José dos Campos	739,9	

Fonte: Banco de Indicadores disponibilizado pela CRHi para elaboração do Relatório de Situação 2019/2020.

Figura IV-26 – Distribuição espacial da classificação do parâmetro E.04-A (Disponibilidade *per capita* - $Q_{médio}$ em relação à população total).



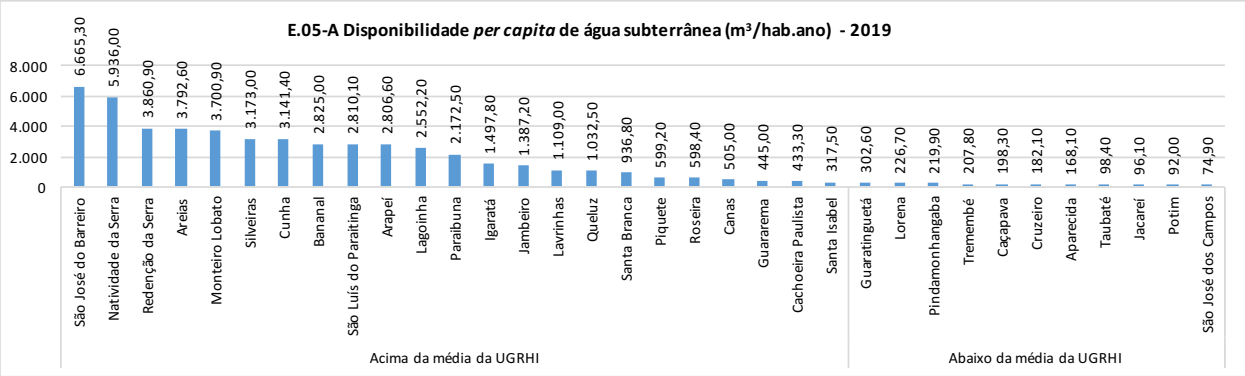
Fonte: Regea (Elaborado no âmbito do desenvolvimento deste empreendimento a partir do Banco de Indicadores disponibilizado pela CRHi para elaboração do Relatório de Situação 2019/2020).

4.1.3.3.2. Disponibilidade hídrica subterrânea, por município

Considerando que não existe classificação para os dados do parâmetro E.05-A (Disponibilidade *per capita* de água subterrânea), eles foram analisados, por município, em relação à média da UGRHI que é, segundo dado de 2019, de 306,13 m^3/hab.ano.

Os dados, por município com sede na UGRHI 02, para o ano de 2019, mostram que 11 municípios apresentam disponibilidade *per capita* de água superficial inferior à média da UGRHI 02, sendo que, entre esses, São José dos Campos, Potim, Jacareí e Taubaté apresentam a pior situação (**Figura IV-27** e **Tabela IV-17**).

Figura IV-27 – E.05-A (Disponibilidade *per capita* de água subterrânea), por município - 2019.



Fonte: Regea (Elaborado no âmbito do desenvolvimento deste empreendimento a partir do Banco de Indicadores disponibilizado pela CRHi para elaboração do Relatório de Situação 2019/2020).

Tabela IV-17 - E.05-A (Disponibilidade *per capita* de água subterrânea), por município – 2019.

Município	E.05-A Disponibilidade *per capita* de água subterrânea (m^3/hab. ano) 2019	Média da UGRHI 02 em 2019 (306,13 m^3/hab. ano)
São José do Barreiro	6.665,30	
Natividade da Serra	5.936,00	
Redenção da Serra	3.860,90	
Areias	3.792,60	
Monteiro Lobato	3.700,90	
Silveiras	3.173,00	
Cunha	3.141,40	
Bananal	2.825,00	
São Luís do Paraitinga	2.810,10	
Arapeí	2.806,60	
Lagoinha	2.552,20	
Paraibuna	2.172,50	Acima da média
Igaratá	1.497,80	
Jambeiro	1.387,20	
Lavrinhas	1.109,00	
Queluz	1.032,50	
Santa Branca	936,80	
Piquete	599,20	
Roseira	598,40	
Canas	505,00	
Guararema	445,00	
Cachoeira Paulista	433,30	
Santa Isabel	317,50	
Guaratinguetá	302,60	
Lorena	226,70	
Pindamonhangaba	219,90	
Tremembé	207,80	
Caçapava	198,30	
Cruzeiro	182,10	Abaixo da média
Aparecida	168,10	
Taubaté	98,40	
Jacareí	96,10	
Potim	92,00	
São José dos Campos	74,90	

Fonte: Regea (Elaborado no âmbito do desenvolvimento deste empreendimento a partir do Banco de Indicadores disponibilizado pela CRHi para elaboração do Relatório de Situação 2019/2020).

4.1.3.3.3. Disponibilidade integrada, por município

Considerando a somatória das parcelas de disponibilidade hídrica *per capita* superficial e subterrânea (**Tabela IV-18** e **Figura IV-28**), observa-se que os mesmos municípios (Jacareí, Potim, São José dos Campos e Taubaté) se mantêm na pior situação, com destaque para São José dos Campos.

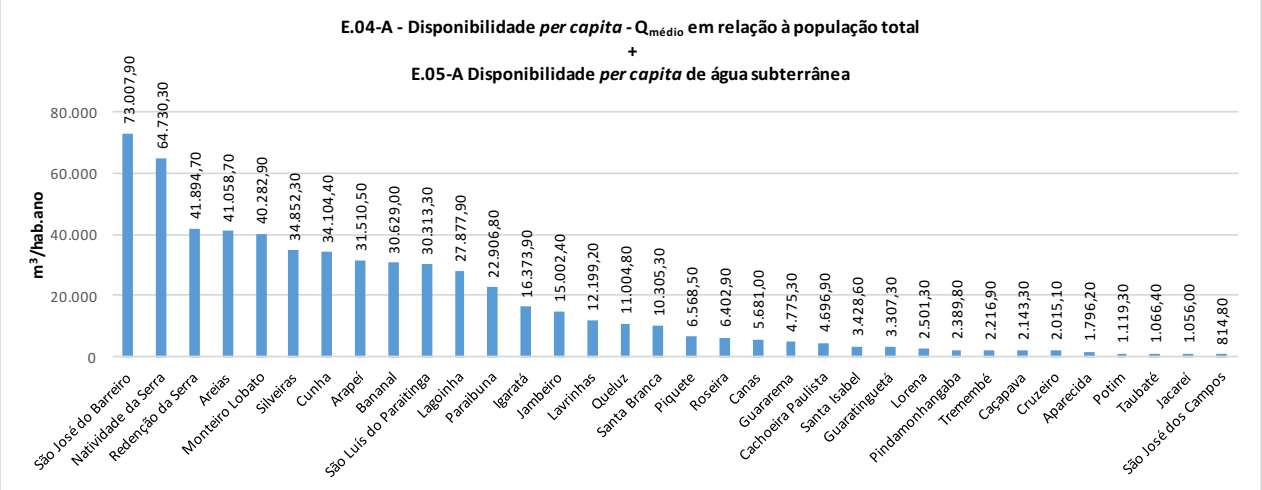
De forma geral verifica-se que a parcela de água subterrânea não influi no *ranking* definido pela disponibilidade hídrica superficial *per capita*.

Tabela IV-18 – Disponibilidade *per capita* - $Q_{médio}$ em relação à população total + Disponibilidade *per capita* de água subterrânea.

Município	E-04-A + E.05-A (m^3/hab.ano) 2019	Município	E-04-A + E.05-A (m^3/hab.ano) 2019
Aparecida	1.796,20	Monteiro Lobato	40.282,90
Arapeí	31.510,50	Natividade da Serra	64.730,30
Areias	41.058,70	Paraibuna	22.906,80
Bananal	30.629,00	Pindamonhangaba	2.389,80
Caçapava	2.143,30	Piquete	6.568,50
Cachoeira Paulista	4.696,90	Potim	1.119,30
Canas	5.681,00	Queluz	11.004,80
Cruzeiro	2.015,10	Redenção da Serra	41.894,70
Cunha	34.104,40	Roseira	6.402,90
Guararema	4.775,30	Santa Branca	10.305,30
Guaratinguetá	3.307,30	Santa Isabel	3.428,60
Igaratá	16.373,90	São José do Barreiro	73.007,90
Jacareí	1.056,00	São José dos Campos	814,80
Jambeiro	15.002,40	São Luís do Paraitinga	30.313,30
Lagoinha	27.877,90	Silveiras	34.852,30
Lavrinhas	12.199,20	Taubaté	1.066,40
Lorena	2.501,30	Tremembé	2.216,90

Fonte: Regea (Elaborado no âmbito do desenvolvimento deste empreendimento a partir do Banco de Indicadores disponibilizado pela CRHi para elaboração do Relatório de Situação 2019/2020).

Figura IV-28 – Disponibilidade *per capita* - $Q_{médio}$ em relação à população total + Disponibilidade *per capita* de água subterrânea.



Fonte: Regea (Elaborado no âmbito do desenvolvimento deste empreendimento a partir do Banco de Indicadores disponibilizado pela CRHi para elaboração do Relatório de Situação 2019/2020).

4.1.3.3.4. Vazões de referência

A vazão de um curso d'água corresponde à quantidade de água (volume) que passa através de determinada seção transversal, por unidade de tempo. Entretanto essa vazão varia, ao longo do tempo, em decorrência da atuação de diversos fatores, tais como regime de precipitação, condições de infiltração e escoamento da água em subsuperfície (CHRISTOFOLETTI, 1981, p.54).

No âmbito dessa situação imposta pela natureza e influenciada pela ação humana, que torna a água um recurso em quantidade não só limitada, mas também aleatória, o Poder Público, por meio da outorga, controla as captações de água, com o objetivo de atendimento aos diversos usos e usuários e, ao mesmo tempo, de manutenção dos corpos hídricos.

No processo de outorga, é utilizada uma vazão de referência, a qual consiste na vazão mínima que caracteriza a disponibilidade hídrica de um corpo d'água, sendo, geralmente, expressa em termos de vazão de alta permanência no tempo, como a $Q_{95\%}$, ou de vazão mínima associada à probabilidade de ocorrência, como $Q_{7,10}$. Portanto, a vazão mínima de referência é a vazão disponível mesmo nos períodos de estiagem (LOPES & FREITAS, 2007, p.9).

A $Q_{95\%}$ é a vazão determinada a partir das observações em um posto fluviométrico, em certo período de tempo, em que em 95% desse período as vazões registradas foram iguais ou superiores a ela. Isso significa que em apenas 5% do tempo as vazões podem ser inferiores (ANA, 2011, p.23).

A $Q_{7,10}$ é a vazão de sete dias de duração com dez anos de recorrência. Fixou-se a duração de sete dias porque desse modo tem-se um intervalo de tempo que abrange as variações de consumo de dias úteis e finais de semana, possibilitando que os reservatórios absorvam os impactos das variações ocorridas durante a semana. O tempo de retorno de dez anos representa uma probabilidade de 10% de que a vazão fique abaixo do valor mínimo (MENDES, 2007, p.56).

Cabe ressaltar que a vantagem de se utilizar a $Q_{7,10}$, é que a mesma sofre menos influência de erros operacionais e intervenções humanas no curso de água do que a vazão mínima diária, além de ser suficientemente mais detalhada que a vazão mínima mensal (DAEE, 2006, p.67-68).

No Estado de São Paulo é adotada como vazão de referência, nos cursos d'água estaduais, a $Q_{7,10}$ e nos cursos d'água federais a Q95%. No que tange à $Q_{7,10}$, em decorrência dessa vazão considerar uma situação de severa escassez, restrita aos sete dias mais críticos de um ano cuja probabilidade de ocorrência é de 10%, a principal crítica ao uso da $Q_{7,10}$, que tem sido citada, é a limitação excessiva do uso dos recursos hídricos, o que poderia impor entraves ao desenvolvimento econômico da bacia hidrográfica (MENDES, 2007, p.56-57).

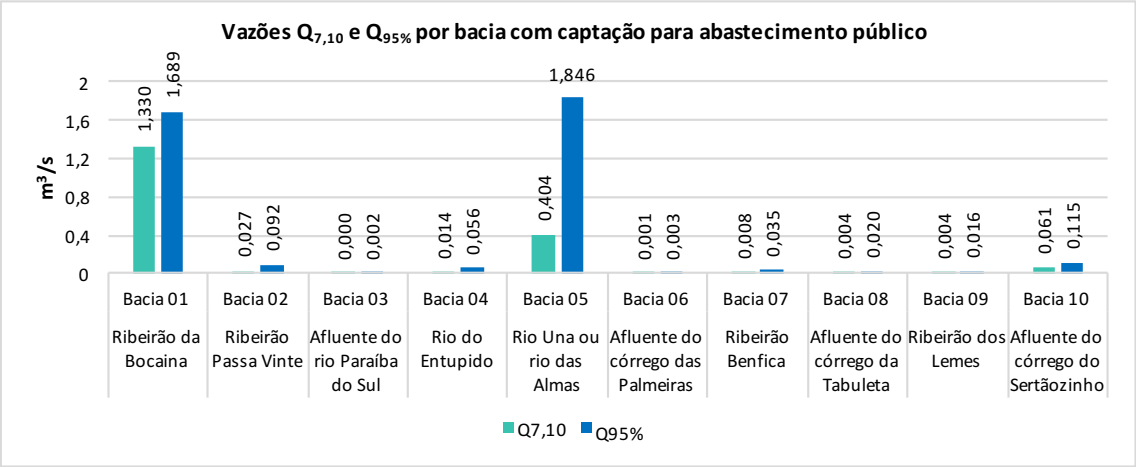
Entretanto, considerando o provável enquadramento da UGRHI 02 entre as regiões do planeta que tendem a sofrer redução da frequência e do volume de chuvas no período úmido, em decorrência das Mudanças Climáticas, e a recente crise hídrica que passou a região, parece prudente adotar o critério da precaução[4] e manter como vazão de referência, pelo menos nos cursos d'água estaduais, a $Q_{7,10}$.

Os dados relacionados às vazões $Q_{95\%}$ e $Q_{7,10}$ – obtidos, para cada bacia com captação para abastecimento público, a partir da regionalização hidrológica desenvolvida pela Profill – evidenciam a diferença dos valores dessas vazões de referência (**Figuras IV-29** a **IV-32**). As

[4] O critério da precaução é citado no Princípio 15 da Declaração do Rio, apresentada na Conferência das Nações Unidas sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento, realizada no Rio de Janeiro (3 e 14 de junho de 1992). No Princípio 15 lê-se: "Com a finalidade de proteger o meio ambiente, os Estados deverão aplicar amplamente o critério de precaução conforme suas capacidades. Quando houver perigo de dano grave ou irreversível, a falta de certeza científica absoluta não deverá ser utilizada como razão para que seja adiada a adoção de medidas eficazes em função dos custos para impedir a degradação ambiental" (https://cetesb.sp.gov.br/proclima/wp-content/ uploads/sites/36/2013/12/declaracao_rio_ ma.pdf).

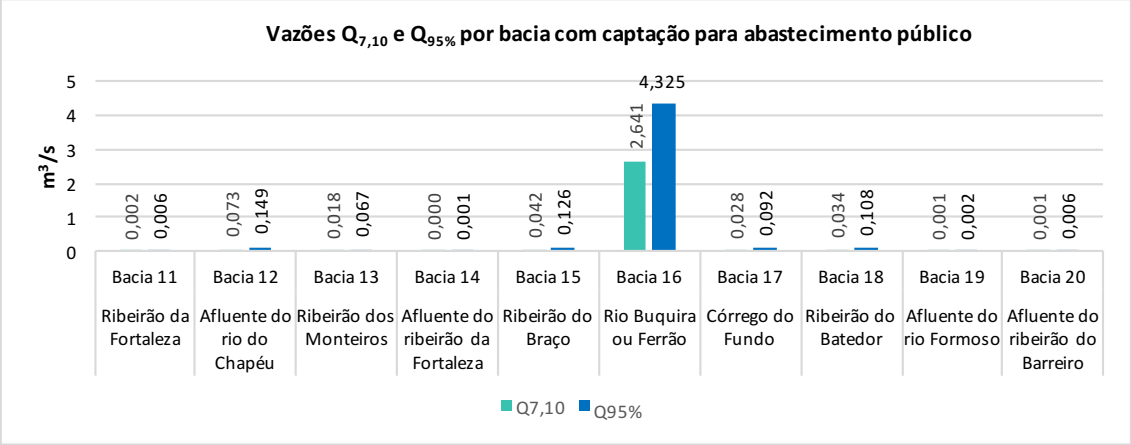
implicações dessas diferenças estão analisadas no item 4.1.5.2, referente ao balanço hídrico por bacia com captação para abastecimento público.

Figura IV-29 – Bacias com captação para abastecimento público 01 a 10: vazões de referência.



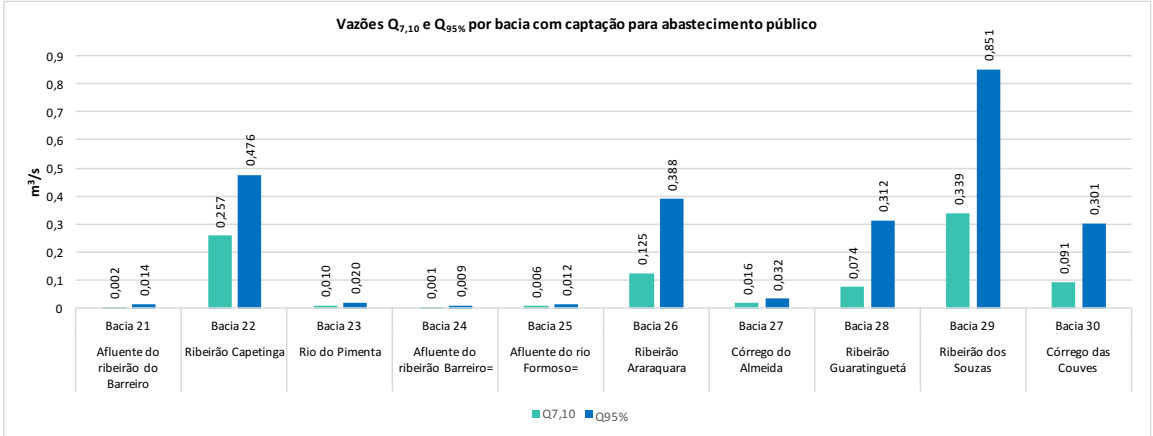
Fonte: Regea (Elaborado no âmbito do desenvolvimento deste empreendimento a partir de Ceivap, 2018a).

Figura IV-30 – Bacias com captação para abastecimento público 11 a 20: vazões de referência.



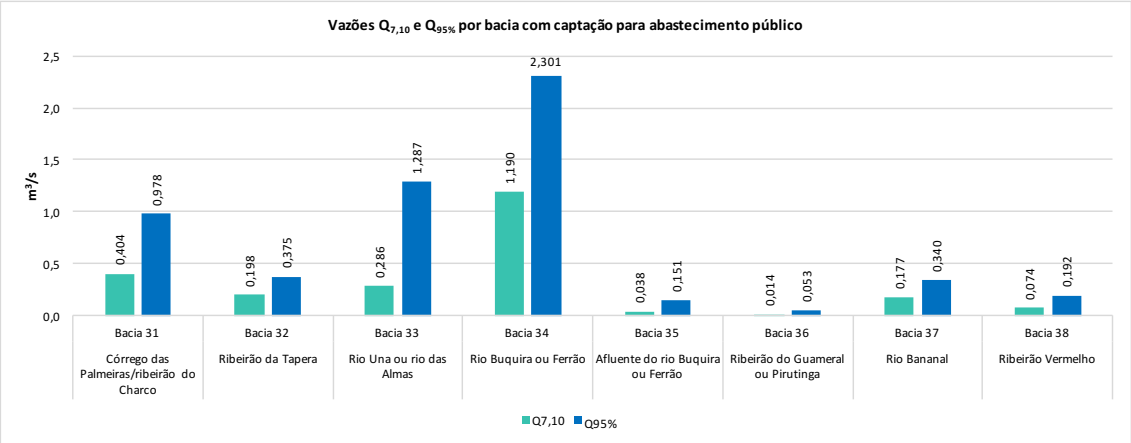
Fonte: Regea (Elaborado no âmbito do desenvolvimento deste empreendimento a partir de Ceivap, 2018a).

Figura IV-31 – Bacias com captação para abastecimento público 21 a 30: vazões de referência.



Fonte: Regea (Elaborado no âmbito do desenvolvimento deste empreendimento a partir de Ceivap, 2018a).

Figura IV-32 – Bacias com captação para abastecimento público 31 a 38: vazões de referência.



Fonte: Regea (Elaborado no âmbito do desenvolvimento deste empreendimento a partir de Ceivap, 2018a).

4.1.3.3.5. Reserva explotável

A definição das vazões explotáveis considera, para os aquíferos sedimentares, as vazões exploráveis ou recomendadas dos poços, isto é, aquela que pode ser extraída de forma sustentável por longos períodos e com rebaixamento moderado de sua espessura saturada. Ao lado da produtividade potencial dos aquíferos, a agregação do componente populacional permite uma avaliação regionalizada da disponibilidade hídrica subterrânea (PERH, 2013).

As vazões explotáveis representam as parcelas de recursos que podem ser extraídos dos aquíferos de forma sustentável. Há várias discussões em torno das reservas de explotação. O conceito é muito controvertido, dependendo da tolerância aos efeitos indesejáveis ou prioridade a determinado uso.

A determinação da vazão explotável deve levar em consideração a sua realidade específica, dentro de um contexto não apenas físico, mas também socioeconômico.

A gestão dos recursos hídricos deve satisfazer a um conjunto de objetivos associados aos diversos usos da água, envolvendo uma análise dos custos e benefícios, presentes e futuros, da sua utilização. A determinação da capacidade máxima de explotação abrange um conjunto de variáveis locais, que devem ser avaliadas caso a caso. A superexploração pode trazer efeitos indesejáveis (KIMURA, 2019), tais como:

- Efeito hidrológico – exceder a recarga média anual;
- Efeito econômico – rebaixar os níveis piezométricos abaixo da profundidade econômica de bombeamento;
- Efeito na qualidade da água – permitir a entrada de águas de qualidade indesejável;
- Efeito legal – afetar direitos de outros usuários em decorrência do esgotamento ou redução sensível da descarga de base dos rios ou de poços pré-existentes;
- Efeito agrícola/ecológico – rebaixar os níveis piezométricos de modo a danificar a vegetação natural, paisagem e cultivos típicos da região; e
- Efeito geotécnico – produzir uma subsidência do terreno com efeitos adversos.

Neste Plano de Bacia os valores de reserva explotável, para o total da UGRHI 02 e por município, foram calculados a partir de dois parâmetros: P.01-C (Demanda de água subterrânea,

em m^3/s) e E.07-D (Demanda subterrânea em relação às reservas explotáveis, em %), de acordo com a seguintes equação:

Reserva explotável = (P.01-C x 100) / E.07-D (Equação 1)

O parâmetro E.07-D (Demanda subterrânea em relação as reservas explotáveis) é o balanço entre a disponibilidade hídrica subterrânea e a demanda subterrânea.

A disponibilidade subterrânea é calculada por meio da estimativa do volume de água que está disponível para consumo sem comprometimento das reservas totais, ou seja, a reserva explotável é semelhante ao volume infiltrado.

Quanto a estimativa da demanda por água subterrânea, devido a importância do parâmetro e a ausência de dados, optou-se por assumir a vazão outorgada para captações subterrâneas como sendo equivalente à demanda subterrânea total (CRHI, 2020).

O parâmetro E.07-D é classificado conforme os valores de referência apresentados na **Tabela IV-19**.

Tabela IV-19 – E.07-D - Demanda subterrânea em relação às reservas explotáveis: valores de referência.

Parâmetro	Valor de referência	Classificação
E.07-D - Demanda subterrânea em relação às reservas explotáveis (%),	≤ 5%	
	> 5% e ≤ 30%	
	> 30% e ≤ 50%	
	> 50% e ≤ 100%	
	> 100%	

Fonte: Regea (Elaborado no âmbito do desenvolvimento deste empreendimento a partir do Banco de Indicadores disponibilizado pela CRHi para elaboração do Relatório de Situação 2019/2020).

4.1.3.3.5.1. Reserva explotável na UGRHI 02

Aplicando-se a Equação 1 aos dados dos parâmetros P.01-C (Demanda de água subterrânea) e E.07-D (Demanda subterrânea em relação às reservas explotáveis), referentes ao período 2015-2019, observa-se que a reserva explotável da UGRHI 02 é de 21 m^3/s (**Tabela IV-20**).

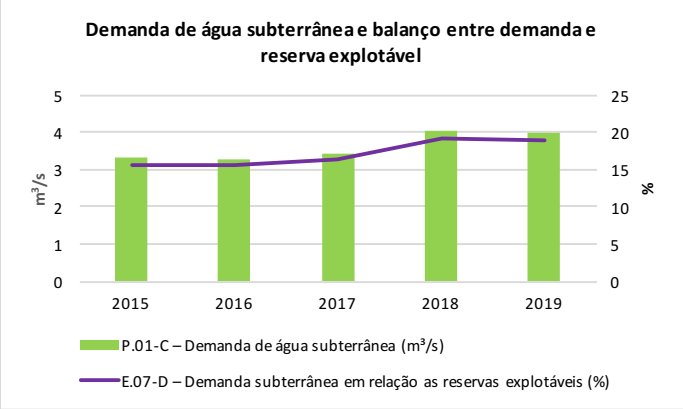
Tabela IV-20 – Reserva explotável na UGRHI 02.

Ano	P.01-C – Demanda de água subterrânea (m^3/s)	E.07-D – Demanda subterrânea em relação as reservas explotáveis (%)	Reserva Explotável (m^3/s)
2019	3,97	18,9	21
2018	4,03	19,2	21
2017	3,42	16,3	21
2016	3,289	15,7	21
2015	3,307	15,7	21

Fonte: Regea (Elaborado no âmbito do desenvolvimento deste empreendimento a partir do Banco de Indicadores disponibilizado pela CRHi para elaboração do Relatório de Situação 2019/2020).

Analisando-se os dados do parâmetro E.07-D (Demanda subterrânea em relação às reservas explotáveis), considerando os valores de referência (**Tabela IV-19**), verifica-se que, de forma geral, na UGRHI 02, apesar do aumento paulatino do parâmetro P.01-C (Demanda de água subterrânea), o balanço entre a demanda e a reserva explotável sempre se manteve abaixo de 30%, sendo a situação considerada boa (**Figura IV-33**).

Figura IV-33 – UGRHI 02: Demanda de água subterrânea e balanço demanda *versus* reserva explotável.



Fonte: Regea (Elaborado no âmbito do desenvolvimento deste empreendimento a partir do Banco de Indicadores disponibilizado pela CRHi para elaboração do Relatório de Situação 2019/2020).

4.1.3.3.5.2. Reserva explotável por município

Aplicando-se a Equação 1 aos dados, de cada município, dos parâmetros P.01-C (Demanda de água subterrânea) e E.07-D (Demanda subterrânea em relação às reservas explotáveis), referentes ao ano de 2019 (**Tabela IV-21** e **Figura IV-34**), observa-se que:

- Sete municípios possuem reserva explotável maior que 1,00 m^3/s, destacando-se Cunha com 2,16 m^3/s;
- 12 municípios têm reserva explotável entre 1,00 e 0,50 m^3/s;
- Em 18 municípios a reserva explotável varia entre 0,50 e 0,10 m^3/s; e
- Apenas dois municípios possuem reserva explotável inferior a 0,10 m^3/s.

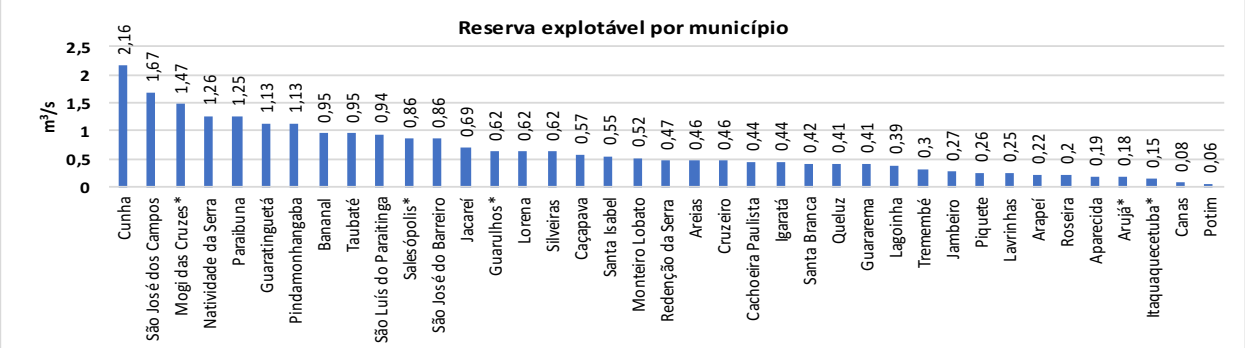
Tabela IV-21 – Reserva explotável por município.

Município	Reserva explotável (m³/s)	Município	Reserva explotável (m³/s)
Potim	0,06	Monteiro Lobato	0,52
Canas	0,08	Santa Isabel	0,55
Itaquaquecetuba*	0,15	Caçapava	0,57
Arujá*	0,18	Guarulhos*	0,62
Aparecida	0,19	Lorena	0,62
Roseira	0,20	Silveiras	0,62
Arapeí	0,22	Jacareí	0,69
Lavrinhas	0,25	Salesópolis*	0,86
Piquete	0,26	São José do Barreiro	0,86
Jambeiro	0,27	São Luís do Paraitinga	0,94
Tremembé	0,30	Bananal	0,95
Lagoinha	0,39	Taubaté	0,95
Queluz	0,41	Guaratinguetá	1,13
Guararema	0,41	Pindamonhangaba	1,13
Santa Branca	0,42	Paraibuna	1,25
Cachoeira Paulista	0,44	Natividade da Serra	1,26
Igaratá	0,44	Mogi das Cruzes*	1,47
Areias	0,46	São José dos Campos	1,67
Cruzeiro	0,46	Cunha	2,16
Redenção da Serra	0,47		

(*) município com sede na UGRHI 06.

Fonte: Regea (Elaborado no âmbito do desenvolvimento deste empreendimento a partir do Banco de Indicadores disponibilizado pela CRHi para elaboração do Relatório de Situação 2019/2020).

Figura IV-34 – Reserva explotável por município.



(*) município com sede na UGRHI 06.

Fonte: Regea (Elaborado no âmbito do desenvolvimento deste empreendimento a partir do Banco de Indicadores disponibilizado pela CRHi para elaboração do Relatório de Situação 2019/2020).

A **Tabela IV-22** apresenta os dados do parâmetro E.07-D (Demanda subterrânea em relação às reservas explotáveis), em relação aos valores de referência (**Tabela IV-19**), para cada município no período 2015-2019.

Tabela IV-22 - Demanda subterrânea em relação às reservas explotáveis, por município (2015-2019).

Município	E.07-D - Demanda subterrânea em relação às reservas explotáveis (%)				
	2015	2016	2017	2018	2019
Aparecida	3,3	3,4	5,26	4,19	4,2
Arapeí	0,3	0,3	-	0,92	0,98
Areias	-	-	-	0,03	0
Arujá	-	-	-	0,18	0,95
Bananal	0,2	0,2	1,5	0,2	0,2
Caçapava	95,2	93,9	98,1	103,39	101,62
Cachoeira Paulista	2,1	1,5	1,9	1,95	1,97
Canas	24,7	24,7	25,2	36,82	31,99
Cruzeiro	2,1	1,9	1,9	2,4	2,09
Cunha	0,1	0,1	0,1	0,1	0,08
Guararema	8,7	9,7	11,2	21,13	20,33
Guaratinguetá	4,6	4,5	5	5,09	5,11
Guarulhos*	-	-	-	0	0,06
Igaratá	1,1	1,1	1,4	1,36	1,32
Itaquaquecetuba*				0	0,07
Jacareí	53,5	52,7	51	73,18	70,45
Jambeiro	4,3	5,6	11	11,02	11,33
Lagoinha	-	-	-	-	0,001098
Lavrinhas	0,3	0,3	0,3	0,32	0,29
Lorena	54,1	50,9	51	51,24	51,51
Mogi das Cruzes*	-	-	-	4,38	4,09
Monteiro Lobato	0,1	0,1	0,1	0,16	0,13
Natividade da Serra	0	0	0	0,06	0,05
Paraibuna	0,4	0,4	0,8	0,72	0,71
Pindamonhangaba	5,2	4,6	5,1	14,51	13,84
Piquete	2,9	2,9	2,9	2,94	2,94
Potim	75,3	75,3	85,7	106,82	106,82
Queluz	0,2	0,6	0,6	0,6	0,6
Redenção da Serra	0,2	0,2	0,2	0,04	0,03
Roseira	20	20	24,3	25,77	28,64
Salesópolis*	-	-	-	0,0035	0,0035
Santa Branca	0,3	0,4	0,4	1,37	1,84
Santa Isabel	4	4,1	4,2	5,45	4,38
São José do Barreiro	0	0	0	0,01	0,01
São José dos Campos	96,6	97	100,3	109,41	108,8
São Luís do Paraitinga	0,2	0,2	0,2	0,21	0,23
Silveiras	0,5	0,5	0,5	0,53	0,53
Taubaté	6,3	6,3	6,5	12,49	12,08
Tremembé	5	5	5	7,2	7,69

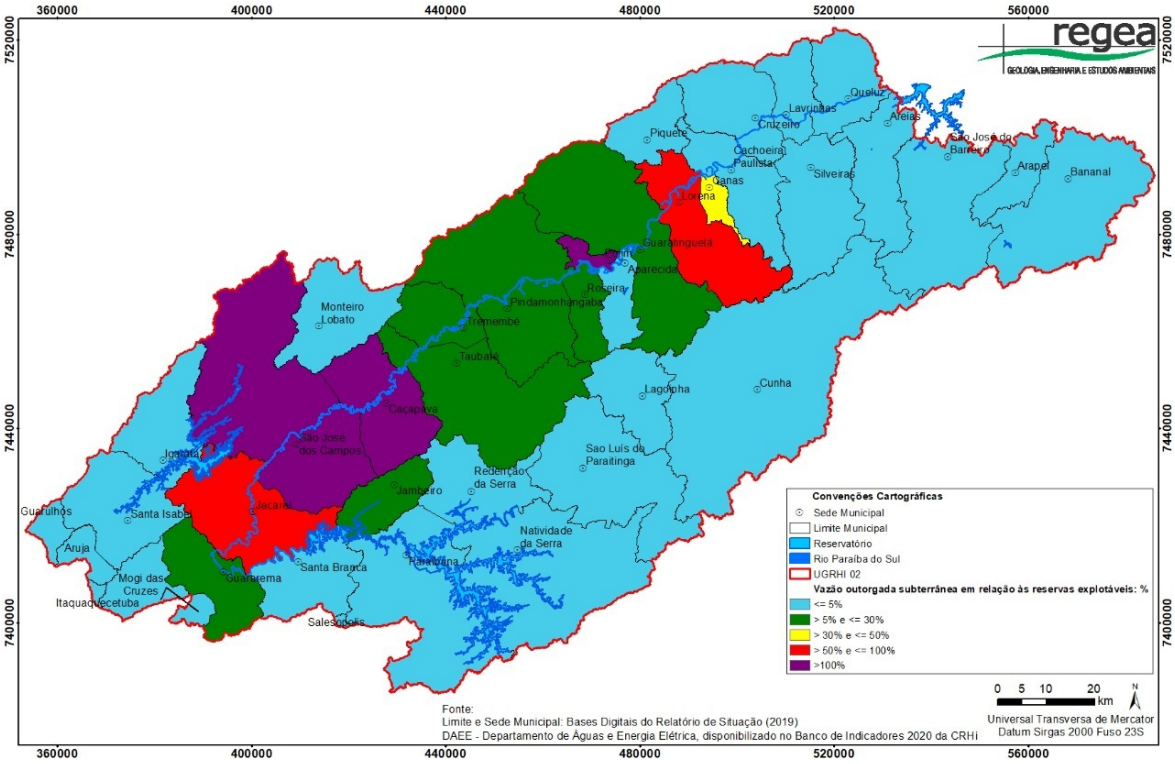
(*) município com sede na UGRHI 06.

Fonte: Regea (Elaborado no âmbito do desenvolvimento deste empreendimento a partir do Banco de Indicadores disponibilizado pela CRHi para elaboração do Relatório de Situação 2019/2020).

Analisando-se os dados da **Tabela IV-22**, observa-se que sete municípios tiveram, no período considerado, a situação piorada (Caçapava, Canas, Guaratinguetá, Jambeiro, Potim, São José dos Campos e Tremembé), enquanto apenas um melhorou (Aparecida). Quanto aos demais municípios: Jacareí e Lorena mantiveram a situação crítica; Guararema. Roseira e Taubaté mantiveram-se na situação boa; e 26 municípios mantiveram-se na situação muito boa.

Especificamente no ano de 2019, verifica-se que, três municípios encontram-se em situação muito crítica (Caçapava, Potim e São José dos Campos); dois em situação crítica (Jacareí e Lorena) e um em situação de atenção (Canas) (**Tabela IV-22** e **Figura IV-35**).

Figura IV-35 – E.07-D - Demanda subterrânea em relação às reservas explotáveis (%) - 2019.



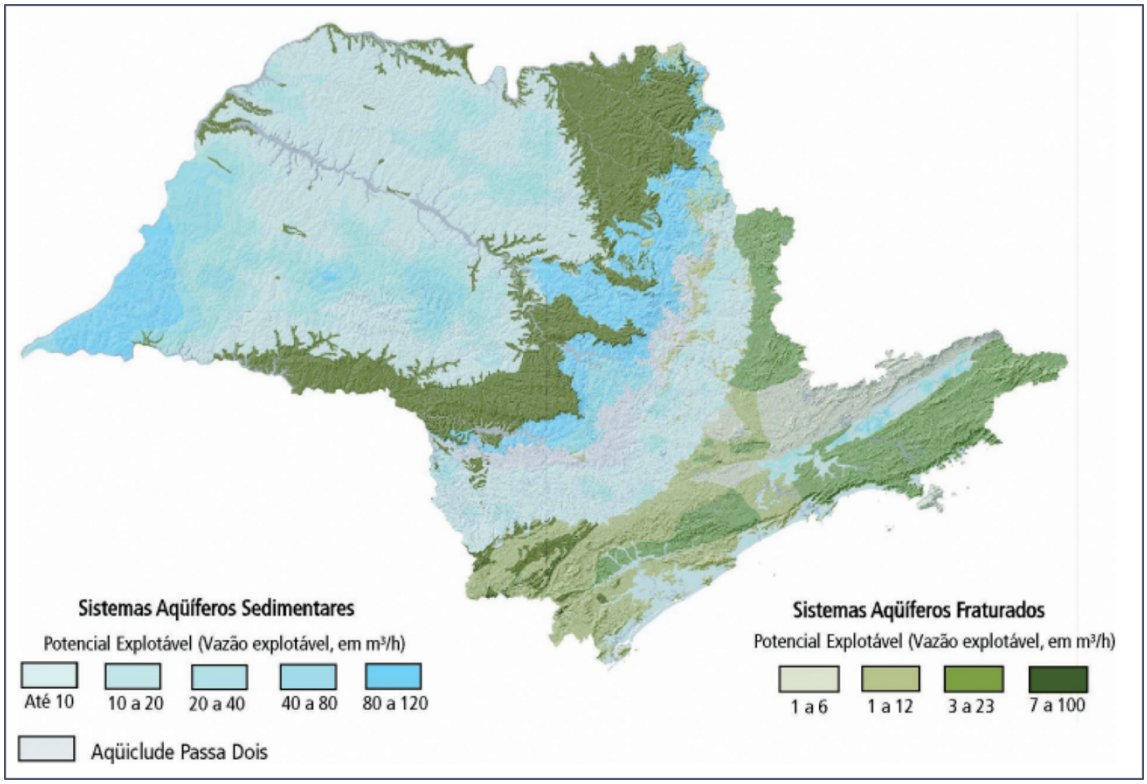
Fonte: Regea (Elaborado no âmbito do desenvolvimento deste empreendimento a partir do Banco de Indicadores disponibilizado pela CRHi para elaboração do Relatório de Situação 2019/2020).

4.1.3.3.6. Potencial de produção de poços

O conceito de potencialidade hídrica subterrânea reflete a capacidade de fornecimento de água em poços, por unidade de rebaixamento do aquífero, dependente das características intrínsecas das rochas formadoras do aquífero, e em menor grau dos aspectos construtivos do poço perfurado. É praticamente o conceito da produção, ou vazão potencial (SIGRH, 2015).

Os Domínios Geológicos podem ser "traduzidos", do ponto de vista da vocação para produção de água, em vazões potenciais (a vazão potencial assim considerada admite critério de sustentabilidade no cálculo) por poço. Conforme pode ser observado no mapa da **Figura IV-36**, a produção potencial de poços varia de próximo de 10 a mais de 120 m^3/h nos aquíferos sedimentares e de cerca de 1 a 100 m^3/h nos aquíferos fraturados (Cristalino) (DAEE, IG, IPT, CPRM, 2005). O objetivo final desse mapa é facilitar, aos interessados que o consultam, a obtenção de uma informação direta sobre qual vazão é esperada em um dado local selecionado para perfurar o poço, sem necessitar no primeiro momento de um especialista. É muito útil aos planejadores da administração pública, setores econômicos e usuários em geral (SIGRH, 2015).

Figura IV-36 – Sistemas aquíferos do Estado de São Paulo: potencial explotável.



Fonte: DAEE, IG, IPT, CPRM, 2005.

Na UGRHI 02 águas subterrâneas ocorrem em dois sistemas aquíferos (**Figura IV-37**), o Sistema Aquífero Sedimentar (Taubaté) e o Sistema Aquífero Cristalino (Pré-Cambriano), sendo que o principal, em termos de potencial de produção, é o constituído pelas rochas sedimentares (SMA, 2011).

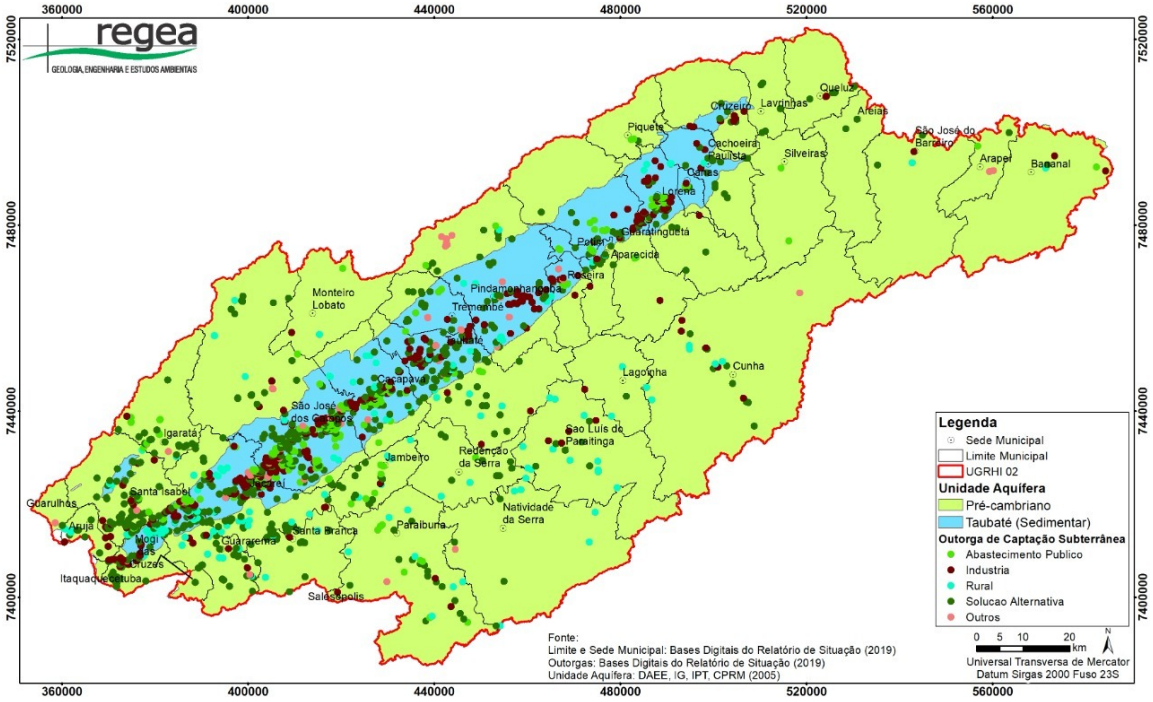
O Aquífero Taubaté (Tt) abrange rochas do Grupo Taubaté: arenitos, conglomerados, argilitos e siltitos da Formação Pindamonhangaba (Mioceno); e depósitos aluviais e coluviais (Quaternário) (DAEE, IPT, IG, CPRM, 2005). A recarga ocorre pela infiltração das águas de chuva, além de vazamentos das redes de água e esgoto, ao longo de toda a extensão não impermeabilizada do aquífero. Uma vez ingressadas no aquífero, as águas fluem em direção às áreas de descarga, constituídas principalmente pelas drenagens superficiais da região (SÃO PAULO, 2011). De acordo com o DAEE (1977), a porção sedimentar na região de São José dos Campos tem apresentado as melhores características hidrogeológicas para fins de captação, com capacidades específicas cerca de três vezes superiores à média de outros poços perfurados no Vale do Rio Paraíba do Sul. Os poços perfurados geralmente têm profundidades entre 150 e 200 m e vazões que podem chegar a mais de 200 m^3/h. Nas regiões menos permeáveis, os poços apresentam vazões que variam entre 20 e 30 m^3/h (SÃO PAULO, 2011).

Os Aquíferos Pré-Cambrianos (p€ e p€c) afloram em faixa aproximadamente NE e ocorrem desde as escarpas da Serra do Mar até a região limítrofe com a Depressão Periférica. As rochas pré-cambrianas foram subdivididas em dois aquíferos: pré-Cambriano (p€) e pré-Cambriano Cárstico (p€c). O primeiro corresponde a rochas metamórficas, de composição e graus metamórficos variados, e rochas ígneas, principalmente granitos foliados ou maciços. O segundo, p€c, consiste de mármores e metacalcários que afloram principalmente no sul do Estado (DAEE IG, IPT, CPRM, 2005). O rendimento dos poços que exploram o Sistema Aquífero Cristalino é geralmente pequeno, da ordem de alguns m³/h e com grande rebaixamento

de nível, mesmo poços bem localizados, em lineamentos tectônicos, rendem vazões da ordem de 10 a 20 m³/h (SÃO PAULO, 2011).

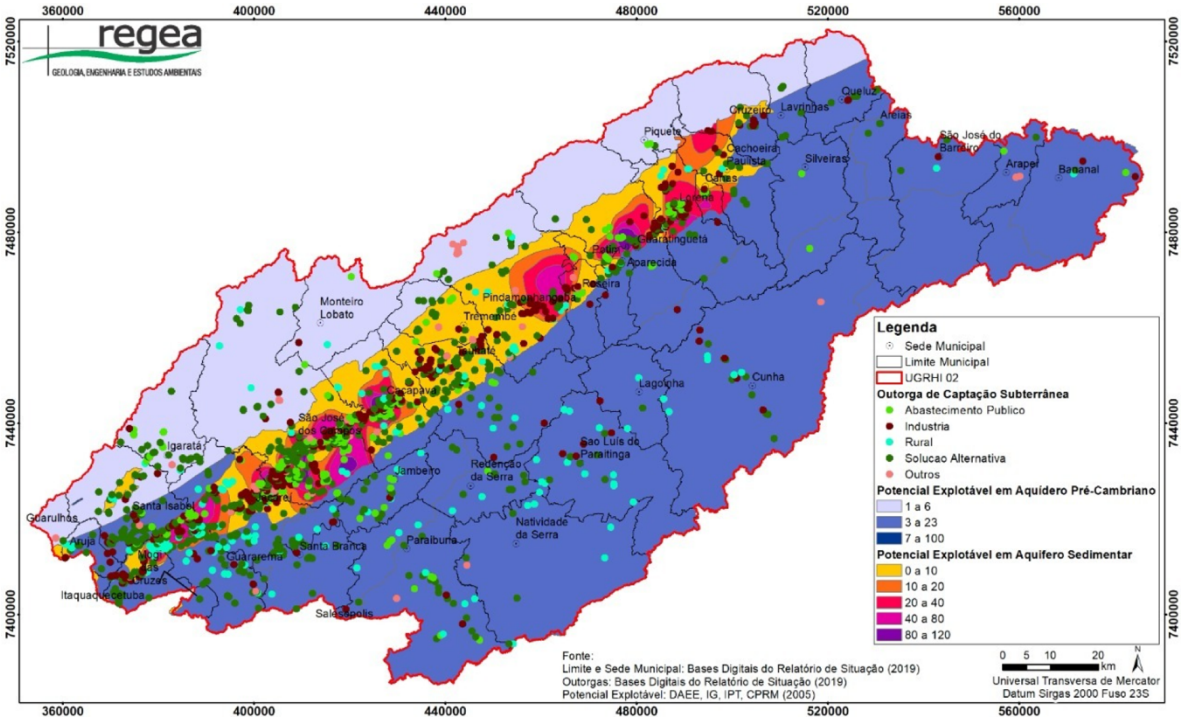
A Figura **IV-38** apresenta a potencialidade hidrogeológica dos aquíferos da UGRHI 02, bem como a localização das captações subterrâneas por tipo de uso.

Figura IV-37 – UGRHI 02: Sistema aquíferos e poços por tipo de uso.



Fonte: Regea, 2020 (Elaborado no âmbito do desenvolvimento deste empreendimento).

Figura IV-38 – UGRHI 02: Potencial hidrogeológico.



Fonte: Regea, 2020 (Elaborado no âmbito do desenvolvimento deste empreendimento a partir de DAEE/IG/IPT/CPRM, 2005).

4.1.3.3.7. Disponibilidade per capita em relação à população total e à população flutuante estimada

Neste item, de acordo com a Deliberação CRH no 146/2012, devem ser apresentados e analisados "dados sobre a disponibilidade *per capita* – $Q_{médio}$ em relação à população total e à população flutuante estimada".

Entretanto, os dados obtidos, relativos à população flutuante, são globais, não sendo especificado quantos dias os não moradores ficaram nos locais visitados. Assim, os dados apresentados e analisados neste item referem-se à população total residente.

A disponibilidade *per capita* é a avaliação da disponibilidade de água ($Q_{médio}$) em relação ao total de habitantes, por ano, sendo sistematizado no parâmetro E.04-A Disponibilidade *per capita* - $Q_{médio}$, em relação à população total

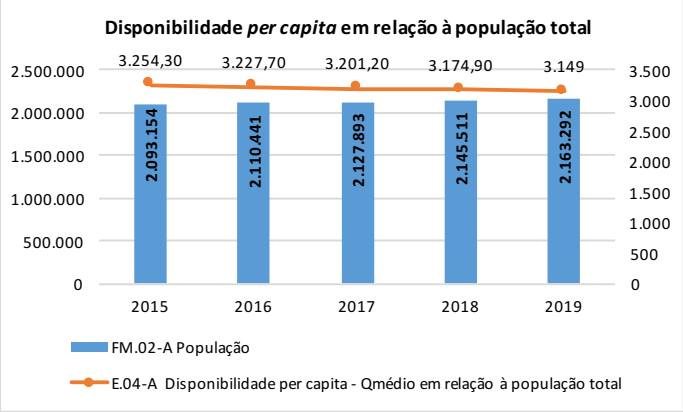
Ao observar a **Tabela IV-23**, verifica-se que os valores disponibilizados pela CRHi para elaboração do relatório de Situação 2019/2020, apontam, para a UGRHI 02, uma redução contínua da disponibilidade *per capita* entre os anos de 2015 e 2019, cerca de 0,8% a.a., enquanto a população aumenta gradativamente (**Figura IV-39**).

Tabela IV-23 – População total e disponibilidade hídrica *per capita*.

Ano	FM.02-A População	E.04-A Disponibilidade *per capita* - $Q_{médio}$ em relação à população total
2019	2.163.292	3.149
2018	2.145.511	3.174,90
2017	2.127.893	3.201,20
2016	2.110.441	3.227,70
2015	2.093.154	3.254,30

Fonte: Regea (Elaborado no âmbito do desenvolvimento deste empreendimento a partir do Banco de Indicadores disponibilizado pela CRHi para elaboração do Relatório de Situação 2019/2020).

Figura IV-39 – População total e disponibilidade hídrica *per capita*.



Fonte: Regea (Elaborado no âmbito do desenvolvimento deste empreendimento a partir do Banco de Indicadores disponibilizado pela CRHi para elaboração do Relatório de Situação 2019/2020).

4.1.4. Demandas por Recursos Hídricos

As demandas por recursos hídricos são analisadas considerando-se dados sobre a quantidade de captações superficiais e subterrâneas; as vazões outorgadas associadas às demandas consuntivas; e as outorgas relacionadas às demandas não consuntivas.

4.1.4.1. Captação de água superficial e de água subterrânea

O objetivo de considerar aspectos referentes às captações, superficiais e subterrâneas, é "avaliar a prevalência das origens (superficiais ou subterrâneas) e a densidade dos pontos de captação, indicando áreas vulneráveis para gestão, em especial, quanto à explotação de águas subterrâneas" (Deliberação CRH nº 146/2012).

4.1.4.1.1. Conteúdo básico

O conteúdo básico trata da "apresentação dos indicadores de demanda de água e de controle da exploração e uso da água (**Quadro IV-2**) e respectivas análises" (Deliberação CRH nº 146/2012).

Quadro IV-2 – Captações superficiais e subterrâneas: indicadores e seus parâmetros.

Indicador	Parâmetro	Unidade
P.03 - Captações de água	P.03-A - Captações superficiais em relação à área total da bacia	nº de outorgas/ 1000 km²
	P.03-B - Captações subterrâneas em relação à área total da bacia	nº de outorgas/ 1000 km²
	P.03-C - Proporção de captações superficiais em relação ao total	%
	P.03-D - Proporção de captações subterrâneas em relação ao total	%
R.05 - Outorga de uso da água	R.05-B - Vazão total outorgada para captações superficiais	m³/s
	R.05-C - Vazão total outorgada para captações subterrâneas	m³/s

Fonte: Deliberação CRH nº 146/2012.

Salienta-se que, considerando que a UGRHI 02 possui cursos d'água de domínio federal, aos dados parâmetros P.03-A e R.05-B, disponibilizados no Banco de Indicadores da CRHi, foram acrescentados os dados de quantidade de captações e vazão outorgada do Banco de Outorgas da ANA. Além disso, nos anos de 2018 e 2019, foram incluídos os dados da captação superficial (quantidade e vazão) relacionados à transposição Jaguari-Atibainha (**Tabela IV-24**).

Cabe destacar o incremento em termos de vazão outorgada total na UGRHI 02, que passou de 21,79 m³/s, em 2015, para 28,93 m³/s, em 2019, uma variação de cerca de 30% em quatro anos, o que deve ser visto com atenção. Tal incremento pode significar um aumento no percentual de regularização de usos já existentes, o que seria positivo. Por outro lado, pode indicar aumento de usos da água na UGHI 02, o que se mostra preocupante caso continue tal crescimento para os próximos anos.

Tabela IV-24 – UGRHI 02: quantidade de captações e vazão outorgada (2015-2019).

Origem do dado	Ano	Captações superficiais		Captações subterrâneas		Superficiais + Subterrâneas	
		Quantidade (nº)	Vazão (m³/s)	Quantidade (nº)	Vazão (m³/s)	Quantidade (nº)	Vazão (m³/s)
CRHi	2015	861	10,00	1.030	3,31	1.891	13,31
	2016	891	10,13	1.085	3,29	1.976	13,42
	2017	954	10,22	1.212	3,42	2.166	13,64
	2018	1.130	17,21	1.440	4,03	2.570	21,24
	2019	1.415	17,42	1.804	3,97	3.219	21,39
ANA	2015	89	8,48	0	0	89	8,48
	2016	sd	8,67	0	0	sd	8,67
	2017	sd	8,16	0	0	sd	8,16
	2018	sd	8,86	0	0	sd	8,87
	2019	81	7,54	0	0	81	7,54
Total	**2015**	**950**	**18,48**	**1.030**	**3,31**	**1.980**	**21,79**
	2016	**891**	**18,80**	**1.085**	**3,29**	**1.976**	**22,09**
	2017	**954**	**18,38**	**1.212**	**3,42**	**2.166**	**21,80**
	2018	**1.130**	**26,07**	**1.440**	**4,03**	**2.570**	**30,11**
	2019	**1.496**	**24,96**	**1.804**	**3,97**	**3.300**	**28,93**

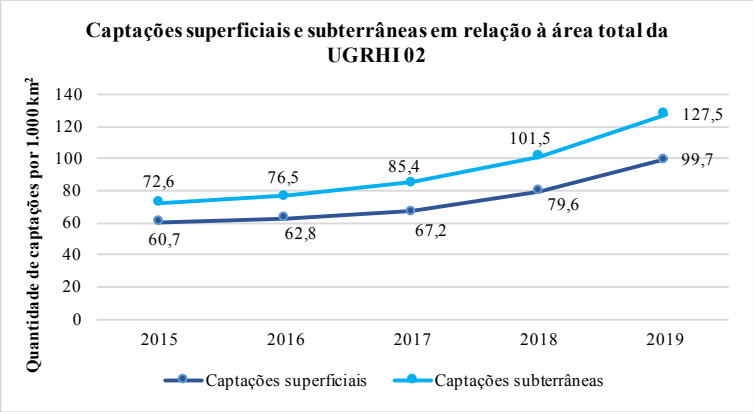
Fonte: Banco de Outorgas do DAEE e Banco de Outorgas da ANA.

4.1.4.1.1.1. Captações superficiais e subterrâneas em relação à área total da UGRHI

Neste item são apresentados dados dos parâmetros P.03-A (Captações superficiais em relação à área total da bacia) e P.03-B (Captações subterrâneas em relação à área total da bacia), referentes à área total da UGRHI 02.

Os dados da **Figura IV-40** mostram que tanto a quantidade de captações superficiais quanto a quantidade de captações subterrâneas, em relação à área, apresentam crescimento ao longo do período considerado, sendo que as maiores quantidades se relacionam às captações subterrâneas.

Figura IV-40 – Captações superficiais e subterrâneas em relação à área total da UGRHI 02.



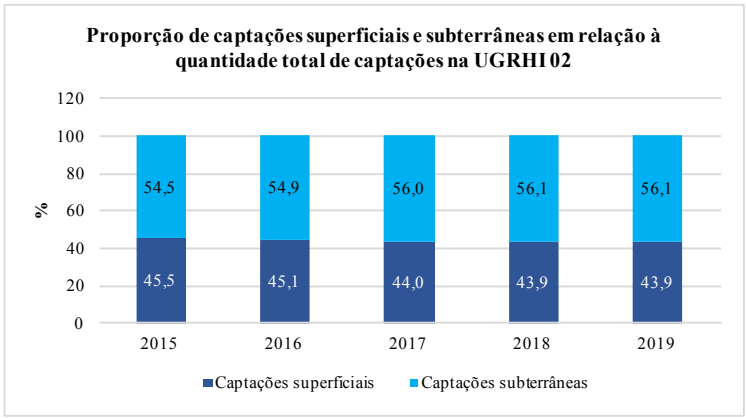
Fonte: Banco de Indicadores da CRHi, disponibilizado para elaboração do Relatório de Situação 2019/2020.

4.1.4.1.1.2. Captações superficiais *versus* captações subterrâneas

Neste item são apresentados dados dos parâmetros P.03-C (Proporção de captações superficiais em relação ao total) e P.03-D (Proporção de captações subterrâneas em relação ao total), referentes à área total da UGRHI 02.

Os dados mostram que, ao longo do período considerado, a proporção de captações subterrâneas tem aumentado em relação às captações superficiais, evidenciando que o aumento da quantidade de captações subterrâneas é mais acelerado que o aumento na quantidade de captações superficiais (**Figura IV-41**).

Figura IV-41 – Captações superficiais e subterrâneas em relação à quantidade total de captações.



Fonte: Banco de Indicadores da CRHi, disponibilizado para elaboração do Relatório de Situação 2019/2020.

4.1.4.1.1.3. Vazões outorgadas para captações superficiais e subterrâneas

Neste item são apresentados dados dos parâmetros R.05-B (Vazão total outorgada para captações superficiais) e R.05-C (Vazão total outorgada para captações subterrâneas), considerando a área total da UGRHI 02.

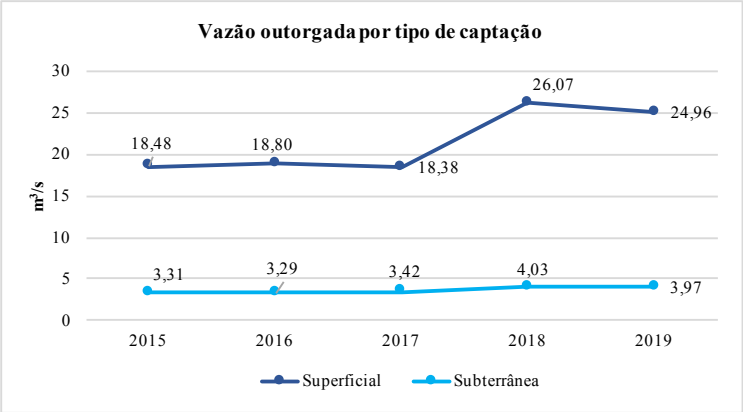
Os dados dos parâmetros R.05-B e R.05-C são, respectivamente, os mesmos dos parâmetros P.01-B (Vazão outorgada de água superficial) e P.01-C (Vazão outorgada de água subterrânea).

No caso do P.01-B (Vazão outorgada de água superficial) foram considerados, além das vazões outorgadas pelo DAEE, os dados da ANA e da transposição Jaguari-Atibainha (5,13 m^3/s).

O gráfico gerado (**Figura IV-42)**, para o período 2015-2019, mostra que:

- O volume total outorgado para captações superficiais é expressivamente superior ao volume outorgado para captações subterrâneas;
- A vazão outorgada para captações superficiais apresenta, entre 2015 e 2017, valores inferiores a 19 m^3/s, saltando para mais de 26 m^3/s, a partir de 2018, principalmente em decorrência da outorga da transposição Jaguari-Atibainha (média de 5,13 m^3/s); e
- No caso das captações subterrâneas, observa-se que entre 2015 e 2017, a vazão total outorgada manteve-se em valores ao redor de 3 m^3/s, passando para valores ao redor de 4 m^3/s nos anos de 2018 e 2019.

Figura IV-42 – UGRHI 02: vazão outorgada por tipo de captação.



Fonte: Banco de Indicadores da CRHi, disponibilizado para elaboração do Relatório de Situação 2019/2020, modificado.

4.1.4.1.2. Conteúdo fundamental

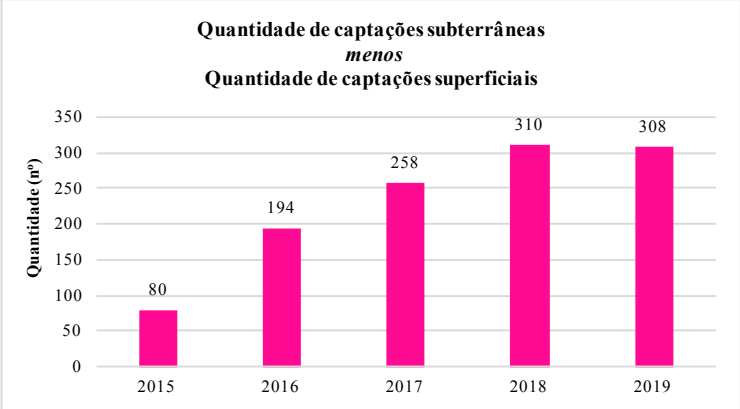
O conteúdo fundamental consiste em um texto analítico – acompanhado de recurso síntese visual, tais como tabela ou figura (gráfico e/ou mapa entre outros), conforme as especificidades de cada dado – que apresenta uma avaliação das captações de água, superficial e subterrânea, identificando as áreas vulneráveis para gestão em termos de quantidade, em função da evolução dos pontos de captação e dos volumes demandados (Deliberação CRH nº 146/2012).

4.1.4.1.2.1. Análise integrada dos dados do conteúdo básico

Considerando a quantidade de captações, os dados da **Tabela IV-24** mostram que, na UGRHI 02, a quantidade de captações subterrâneas é superior à quantidade de captações

superficiais e essa diferença tem aumentado ao longo do período considerado, apenas entre 2018 e 2019 teve uma pequena redução nessa diferença (**Figura IV-43**).

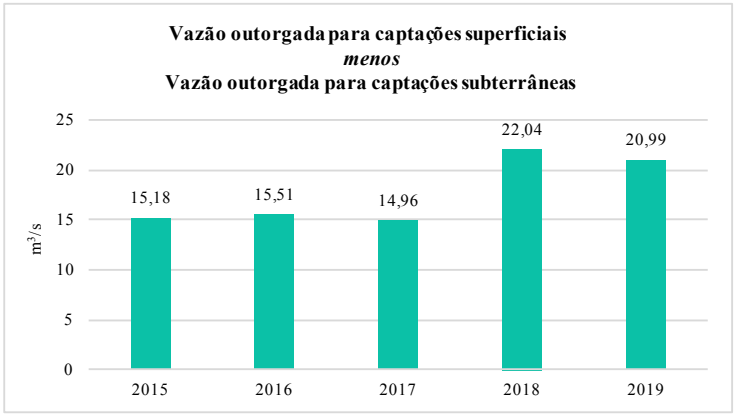
Figura IV-43 – Diferença entre as quantidades de captação, por tipo de captação.



Fonte: Banco de Indicadores da CRHi, disponibilizado para elaboração do Relatório de Situação 2019/2020, modificado.

Em se tratando dos volumes outorgados, os dados da **Tabela IV-24** evidenciam que os volumes outorgados para captações superficiais são expressivamente superiores aos outorgados para captações subterrâneas, sendo que o aumento nessa diferença, verificado entre 2017 e 2018, é função, principalmente, da outorga para a transposição Jaguari-Atibainha (**Figura IV-44**).

Figura IV-44 – Diferença entre os dados dos parâmetros R.05-B e R.05-C.



Fonte: Banco de Indicadores da CRHi, disponibilizado para elaboração do Relatório de Situação 2019/2020, modificado.

Relacionando-se a quantidade de captações com os volumes outorgados, verifica-se que:

- A vazão outorgada para águas superficiais aumenta com o aumento da quantidade de captações, ocorrendo incremento expressivo da vazão, entre 2017 e 2018 (**Figura IV-45**); e
- A vazão outorgada para captações subterrâneas, tanto entre 2015 e 2016 quanto entre 2018 e 2019, teve uma pequena redução, embora a quantidade de captações subterrâneas tenha aumentado ao longo de todo o período, sendo que, entre 2018 e 2019, de forma expressiva (**Figura IV-46**).

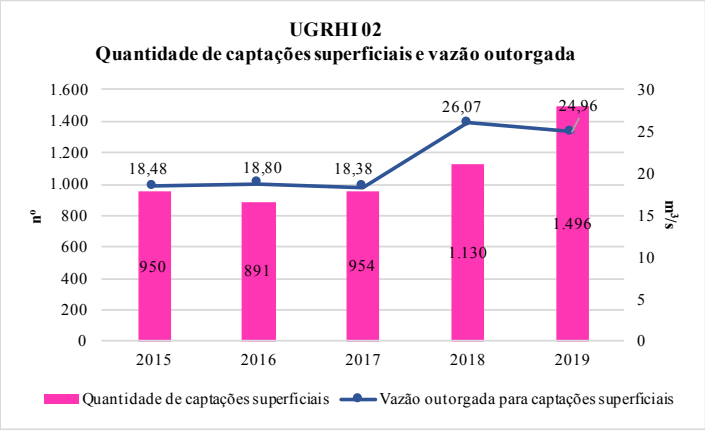
Comparando-se a evolução da quantidade de captações e dos valores outorgados, verifica-se que:

- Um aumento de 176 captações superficiais, entre os anos de 2017 e 2018, representou um acréscimo de 7,69 m^3/s no total de vazão outorgada, principalmente em decorrência da outorga da transposição Jaguari-Atibainha; por outro lado, um aumento de 366 captações superficiais, entre os anos de 2018 e 2019, representou um decréscimo de -1,11 m^3/s (**Figura**

IV-47), isso pode significar que, entre 2018 e 2019, vazões menores foram distribuídas para atender mais usuários, dentro da própria UGRHI 02; e

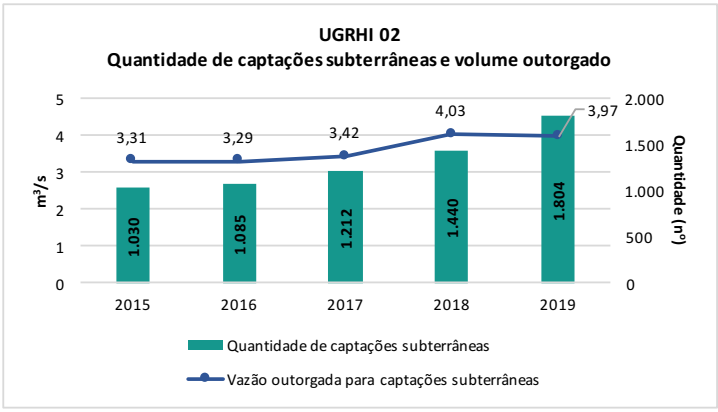
- O aumento das captações subterrâneas segue, aproximadamente, o mesmo padrão, entre 2017 e 2018, com 228 captações a mais, a vazão outorgada aumentou em 0,61 m^3/s; e, entre 2018 e 2019, o aumento de 364 captações representou uma diminuição de -0,06 m^3/s na vazão outorgada (**Figura IV-48**).

Figura IV-45 – UGRHI 02: quantidade de captações superficiais e volumes outorgados.



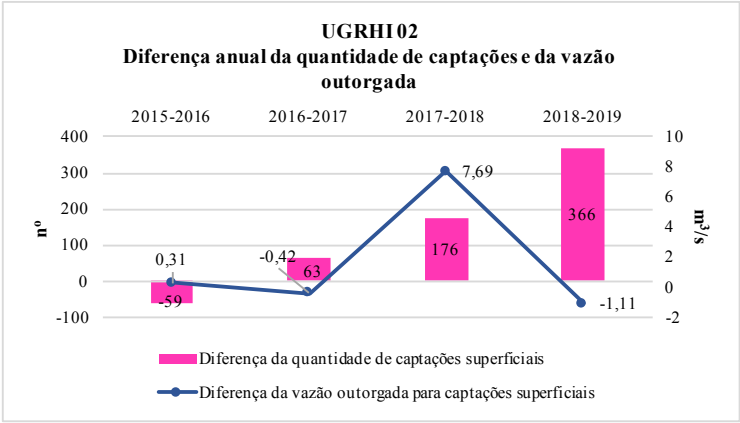
Fonte: Banco de Indicadores da CRHi, disponibilizado para elaboração do Relatório de Situação 2019/2020, modificado.

Figura IV-46 -– UGRHI 02: quantidade de captações subterrâneas e volumes outorgados.



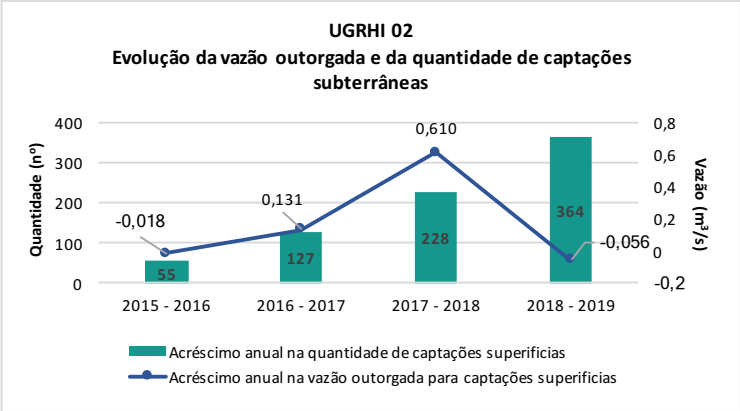
Fonte: Banco de Indicadores da CRHi, disponibilizado para elaboração do Relatório de Situação 2019/2020, modificado.

Figura IV-47 – UGRHI 02: evolução da vazão outorgada e da quantidade de captações superficiais.



Fonte: Banco de Indicadores da CRHi, disponibilizado para elaboração do Relatório de Situação 2019/2020, modificado.

Figura IV-48 – Evolução da vazão outorgada em relação ao aumento da quantidade de captações subterrâneas, na UGRHI 02.



Fonte: Banco de Indicadores da CRHi, disponibilizado para elaboração do Relatório de Situação 2019/2020, modificado.

4.1.4.1.2.2. Áreas vulneráveis para a gestão em termos de quantidade

Visando identificar as áreas vulneráveis[5] em termos de quantidade, os dados, de 2019, referentes à quantidade de captações, superficiais e subterrâneas, e de vazões outorgadas, foram analisados por município.

4.1.4.1.2.2.1. Áreas vulneráveis quanto à quantidade de águas superficiais

Em se tratando de águas superficiais, os dados referentes ao ano de 2019 (**Tabela IV-25**) mostram que:

- Itaquaquecetuba e Salesópolis não possuem, em área da UGRHI 02, captações superficiais outorgadas;
- Apenas seis municípios possuem vazão outorgada para captações superficiais superior a 1,00 m^3/s, são eles, Santa Isabel, São José dos Campos, Jacareí, Pindamonhangaba, Guaratinguetá e Tremembé; e
- Esses seis municípios – ou seja, 16,22 % dos municípios com captação superficial na UGRHI 02 – que possuem, individualmente, vazão superior a 1,0 m^3/s, se apropriam, juntos, de 85 % de toda a vazão outorgada para águas superficiais e de 38,97 % da quantidade de captações superficiais outorgadas. Por outro lado, os 31 municípios – isto é, 83,78 % dos municípios com captação superficial – que apresentam, individualmente, vazão outorgada inferior a 1,00 m^3/s, abrangem juntos 15 % de toda vazão outorgada e 61 % do total de captações. Isso pode indicar que esses últimos municípios distribuem melhor a água entre os usuários e que os sete primeiros municípios concentram a água em poucos usuários.

De forma geral, quanto às águas superficiais, os seis municípios com maiores vazões outorgadas (Santa Isabel, São José dos Campos, Jacareí, Pindamonhangaba, Guaratinguetá e Tremembé) podem ser considerados como áreas vulneráveis para a gestão em termos de quantidade.

[5] Cabe destacar que o conceito de vulnerabilidade se relaciona com balanço hídrico e não apenas com demanda, o termo mais adequado, a ser utilizado neste item seria: "representatividade das demandas na bacia em termos quantitativos" e não vulnerabilidade.

Tabela IV-25 – Quantidade de captações superficiais e vazão outorgada, por município, em 2019.

Município	Vazão outorgada		Quantidade de captações		Observações
	m³/s	%	nº	%	
Santa Isabel	5,468	21,91	47	3,14	• Esses seis municípios, que apresentam vazão outorgada para águas superficiais superior a 1,0 m³/s, se apropriam de 85 % de toda a água superficial outorgada, num total de 21,21 m³/s; • A esses municípios correspondem, no total, 583 captações superficiais, ou seja, 38,97 % de todas as captações superficiais; e • Santa Isabel se destaca com a maior vazão outorgada, seguido por São José dos Campos, mas enquanto este último município distribuição a vazão em 189 captações, Santa Isabel concentra em apenas 47, destacando-se a outorga para a transposição Jaguari-Atibainha.
São José dos Campos	4,363	17,48	189	12,63	
Jacareí	3,738	14,98	57	3,81	
Pindamonhangaba	3,384	13,56	166	11,10	
Guaratinguetá	2,582	10,35	81	5,41	
Tremembé	1,678	6,72	43	2,87	
Taubaté	0,827	3,32	94	6,28	• Esses 12 municípios, que apresentam vazão total outorgada para captações superficiais entre 0,1 a 1,0 m³/s, juntos se apropriam de 11,99 % de toda vazão outorgada, num total de 2,99 m³/s; • A esses municípios correspondem, no total, 415 captações superficiais, ou seja, 27,74 % do total outorgado; e • Taubaté se destaca com a maior vazão total outorgada e a maior quantidade de captações.
Roseira	0,491	1,97	27	1,80	
Caçapava	0,272	1,09	42	2,81	
Aparecida	0,233	0,94	14	0,94	
Igaratá	0,212	0,85	39	2,61	
Cachoeira Paulista	0,148	0,59	15	1,00	
Cunha	0,146	0,59	46	3,07	
Mogi das Cruzes	0,144	0,58	34	2,27	
Guararema	0,142	0,57	49	3,28	
Piquete	0,141	0,57	14	0,94	
Cruzeiro	0,127	0,51	25	1,67	
Potim	0,109	0,43	16	1,07	
Paraibuna	0,092	0,37	70	4,68	• Esses 19 municípios, com vazões inferiores a 0,1 m³/s, se apropriam, juntos, de 3,01 % de toda vazão outorgada, num total de 0,75 m³/s; e • A esses municípios correspondem, no total, 498 captações superficiais, ou seja, 33,29 % do total de captações superficiais outorgadas.
Guarulhos	0,086	0,34	3	0,20	
Jambeiro	0,079	0,32	62	4,14	
Lavrinhas	0,070	0,28	25	1,67	
Bananal	0,055	0,22	10	0,67	
Lorena	0,055	0,22	28	1,87	
Lagoinha	0,052	0,21	19	1,27	
Monteiro Lobato	0,051	0,21	32	2,14	
Queluz	0,036	0,14	7	0,47	
São Luís do Paraitinga	0,031	0,12	61	4,08	
Natividade da Serra	0,030	0,12	56	3,74	
Redenção da Serra	0,025	0,10	28	1,87	
Canas	0,019	0,08	10	0,67	
Santa Branca	0,018	0,07	37	2,47	
Areias	0,015	0,06	10	0,67	
São José do Barreiro	0,014	0,06	17	1,14	
Silveiras	0,013	0,05	8	0,53	
Arapei	0,007	0,03	3	0,20	
Arujá	0,003	0,01	12	0,80	
Itaquaquecetuba	-	-	-	-	• Esses dois municípios não possuem, em área da UGRHI 02, captações superficiais outorgadas.
Salesópolis	-	-	-	-	
Total	**24,96**	**100**	**1.496**	**100**	

Fonte: Banco de Indicadores da CRHi, disponibilizado para elaboração do Relatório de Situação 2019/2020.

4.1.4.1.2.2.2. Áreas vulneráveis quanto à quantidade de águas subterrâneas

Quanto às águas subterrâneas, os dados referentes a 2019 (**Tabela IV-26**) mostram que:

- São José dos Campos detém, sozinho, 46% da vazão total outorgada, possuindo 21% do total de captações subterrâneas;
- São José dos Campos, junto com outros 10 municípios (Caçapava, Jacareí, Lorena, Pindamonhangaba, Taubaté, Guararema, Potim, Mogi das Cruzes, Guaratinguetá e Roseira) detêm 96% de toda vazão outorgada e abrangem 76% de todas as captações subterrâneas; e
- Os demais 28 municípios abrangem 24% das captações e dividem 4% de toda a vazão outorgada para águas subterrâneas.

Novamente, pode-se observar municípios com maior quantidade de captações, comprometendo volume menor de água, o que pode indicar melhor distribuição para atendimento aos usuários; é o caso, por exemplo, de Taubaté em comparação com Lorena. Enquanto Taubaté possui 194 captações subterrâneas e abrange 0,11 m^3/s, Lorena, com 73 captações subterrâneas abrange 0,32 m^3/s (**Tabela IV-26**).

Tabela IV-26 – Vazão outorgada de água subterrânea, por município, em 2019.

Município	Vazão outorgada		Quantidade de captações		Observações
	m^3/s	%	nº	%	
São José dos Campos	1,816971	45,74	381	21,12	• Esses 11 municípios se apropriam de 96% do total de vazão outorgada para captações subterrâneas e abrangem 76% de todas as captações subterrâneas outorgadas na UGRHI 02; • Entre esses municípios, destaca-se São José dos Campos, com vazão outorgada correspondente a 46% do total e possuindo 21% das captações subterrâneas.
Caçapava	0,579251	14,58	117	6,49	
Jacareí	0,486121	12,24	236	13,08	
Lorena	0,319377	8,04	73	4,05	
Pindamonhangaba	0,15638	3,94	90	4,99	
Taubaté	0,1148	2,89	194	10,75	
Guararema	0,083181	2,09	113	6,26	
Potim	0,06409	1,61	11	0,61	
Mogi das Cruzes	0,060178	1,51	82	4,55	
Guaratinguetá	0,05775	1,45	45	2,49	
Roseira	0,057275	1,44	21	1,16	
Jambeiro	0,030595	0,77	31	1,72	• Esses 28 municípios, por meio de 24% do total de captações subterrâneas, dividem 4% da água subterrânea outorgada na UGRHI 02.
Canas	0,025591	0,64	7	0,39	
Santa Isabel	0,023908	0,60	94	5,21	
Tremembé	0,023078	0,58	26	1,44	
Cruzeiro	0,00962	0,24	17	0,94	
Paraibuna	0,008892	0,22	38	2,11	
Cachoeira Paulista	0,008627	0,22	20	1,11	
Aparecida	0,007972	0,20	18	1,00	
Santa Branca	0,007708	0,19	23	1,27	
Piquete	0,00764	0,19	3	0,17	
Igaratá	0,005799	0,15	33	1,83	
Silveiras	0,00327	0,08	2	0,11	
Queluz	0,00248	0,06	7	0,39	
Arapeí	0,00215	0,05	5	0,28	
São Luís do Paraitinga	0,00195	0,05	24	1,33	
Bananal	0,001898	0,05	7	0,39	
Arujá	0,001703	0,04	20	1,11	
Cunha	0,001604	0,04	21	1,16	
Lavrinhas	0,000721	0,02	6	0,33	
Monteiro Lobato	0,000701	0,02	4	0,22	
Natividade da Serra	0,000642	0,02	10	0,55	
Guarulhos	0,000353	0,01	2	0,11	
Redenção da Serra	0,000145	0,00	12	0,67	
Itaquaquecetuba	0,0001	0,00	2	0,11	
São José do Barreiro	0,000079	0,00	4	0,22	
Salesópolis	0,00003	0,00	1	0,06	
Areias	0,000015	0,00	2	0,11	
Lagoinha	0,000004	0,00	2	0,11	
Total	**3,972649**	**100**	**1.804**	**100**	

Fonte: Banco de Indicadores da CRHi, disponibilizado para elaboração do Relatório de Situação 2019/2020.

De forma geral, quanto às águas subterrâneas, os onze municípios com maiores vazões outorgadas (Caçapava, Jacareí, Lorena, Pindamonhangaba, Taubaté, Guararema, Potim, Mogi das Cruzes, Guaratinguetá, São José dos Campos e Roseira) podem ser considerados como áreas vulneráveis para a gestão em termos de quantidade.

4.1.4.1.3. Conteúdo complementar

Neste conteúdo complementar são detalhados, por município, os dados, de 2019, dos parâmetros dos indicadores, relativos à quantidade de captações superficiais e subterrâneas e às vazões outorgadas, além de dados absolutos referentes às quantidades de captações (**Tabela IV-27**).

Tabela IV-27 – UGRHI 02: quantidade captações e vazões outorgadas - 2019.

Parâmetros	Unidade	Dado (2019)
Quantidade de captações superficiais	nº	1.496
Quantidade de captações subterrâneas	nº	1.804
P.03-C - Proporção de captações superficiais em relação ao total	%	43,9
P.03-D - Proporção de captações subterrâneas em relação ao total	%	56,1
R.05-B - Vazão total outorgada para captações superficiais na UGRHI 02	m^3/s	24,96
R.05-C - Vazão total outorgada para captações subterrâneas na UGRHI 02	m^3/s	3,97

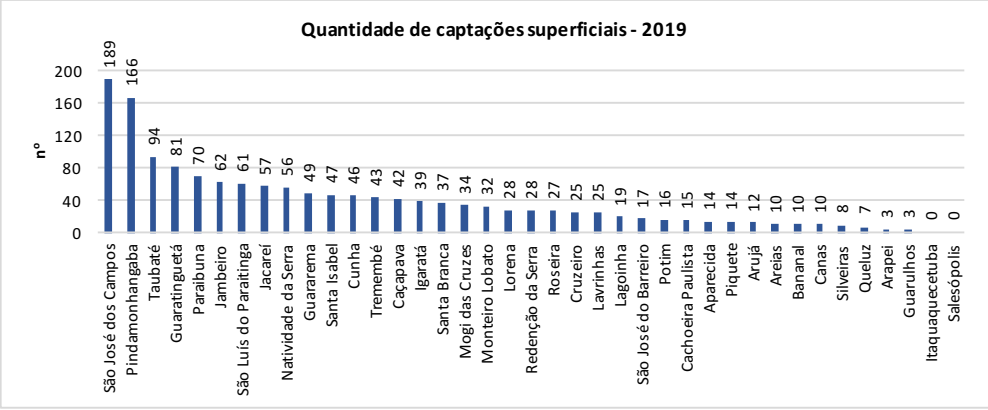
Fonte: Banco de Indicadores da CRHi, disponibilizado para elaboração do Relatório de Situação 2019/2020, modificado.

4.1.4.1.3.1. Quantidade de captações superficiais por município

No que tange à quantidade de captações superficiais, os dados referentes ao ano de 2019 (**Figura IV-49**) mostram que:

- São José dos Campos se destaca com a maior quantidade de captações superficiais (189), seguido por Pindamonhangaba, com 166;
- Sete municípios possuem entre 100 e 50 captações superficiais, são eles, Taubaté (94); Guaratinguetá (81); Paraibuna (70); Jambeiro (62); São Luís do Paraitinga (61); Jacareí (57); e Natividade da Serra (56);
- 28 municípios têm menos de 50 captações superficiais, sendo que, nove municípios possuem entre 50 e 30 captações superficiais; 15 municípios têm entre 30 e 10 captações superficiais; e quatro municípios possuem menos de 10 captações superficiais; e
- Em área da UGRHI 02, não há registro de captação superficial nos municípios de Itaquaquecetuba e Salesópolis.

Figura IV-49 – Quantidade de captações superficiais por município - 2019.



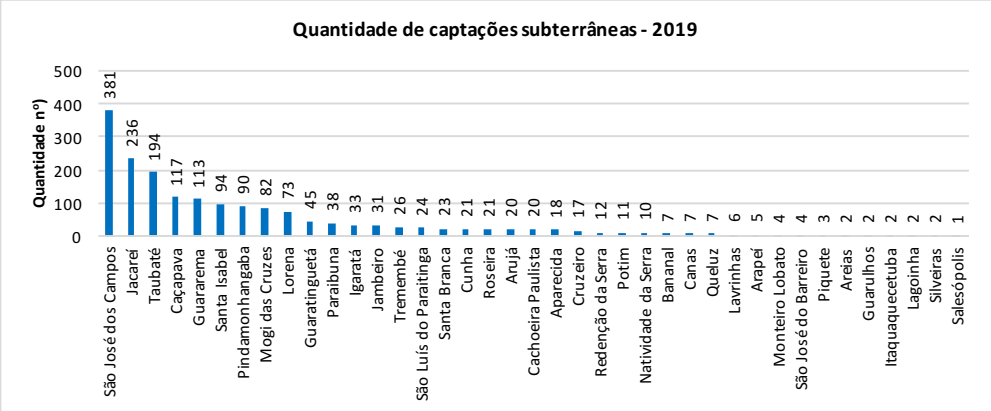
Fonte: Banco de Indicadores da CRHi, disponibilizado para elaboração do Relatório de Situação 2019/2020, modificado.

4.1.4.1.3.2. Quantidade de captações subterrâneas por município

No que tange à quantidade de captações subterrâneas, os dados referentes ao ano de 2019 (**Figura IV-50**) mostram que:

- São José dos Campos também se destaca com a maior quantidade de captações subterrâneas (381), seguido, agora, pelo município de Jacareí, com 236 captações subterrâneas;
- Taubaté, Caçapava e Guararema registram captações subterrâneas na faixa de 100 a 200 captações;
- Entre 100 e 50 captações subterrâneas têm-se quatro municípios (Santa Isabel, Pindamonhangaba, Mogi das Cruzes e Lorena);
- Na faixa entre 50 e 10 captações subterrâneas enquadram-se 16 municípios; e
- Com menos de 10 captações subterrâneas têm-se 14 municípios.

Figura IV-50 – Quantidade de captações subterrâneas por município - 2019.



Fonte: Banco de Indicadores da CRHi, disponibilizado para elaboração do Relatório de Situação 2019/2020.

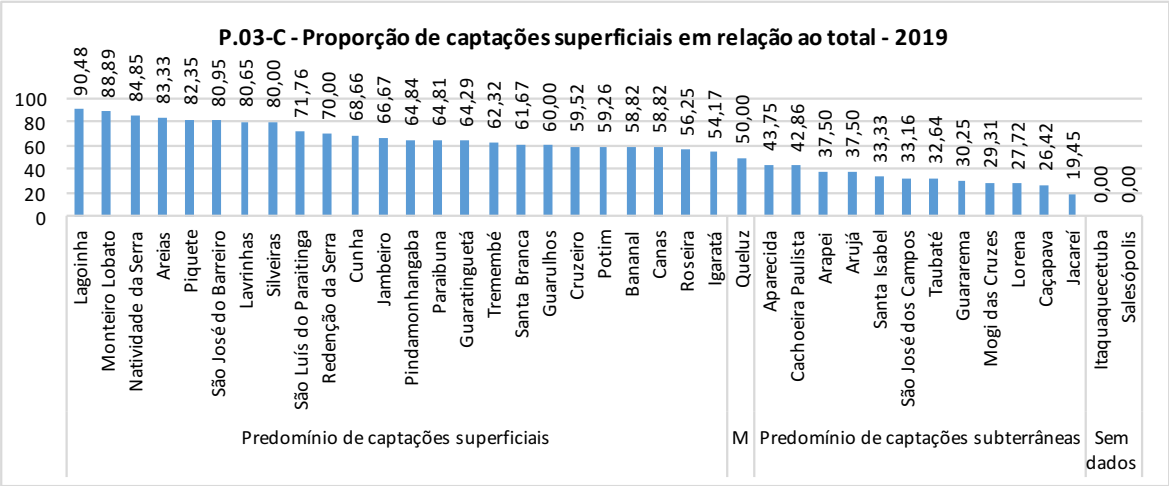
4.1.4.1.3.3. Captações superficiais *versus* captações subterrâneas, por município

Neste item são analisados, por município, os dados dos parâmetros P.03-C (Proporção de captações superficiais em relação ao total) e P.03-D (Proporção de captações subterrâneas em relação ao total).

Os dados, referentes ao ano de 2019, do parâmetro P.03-C (Proporção de captações superficiais em relação ao total), por município (**Figura IV-51**), mostram que:

- Lagoinha se destaca como o município que mais privilegia o uso de captações superficiais, seguido por outros sete municípios (Monteiro Lobato, Natividade da Serra, Areias, Piquete, São José do Barreiro, Lavrinhas e Silveiras) onde as captações superficiais representam mais de 80% do total de captações;
- Com mais de 50% de captações superficiais e menos de 80%, têm-se 16 municípios;
- Queluz é o único município possui quantidades iguais de captações superficiais e subterrâneas;
- Os demais 12 municípios privilegiam as captações subterrâneas; e
- Itaquaquecetuba e Salesópolis, em área da UGRHI 02, não possuem captações superficiais.

Figura IV-51 – P.03-C-Proporção de captações superficiais em relação ao total, por município - 2019.

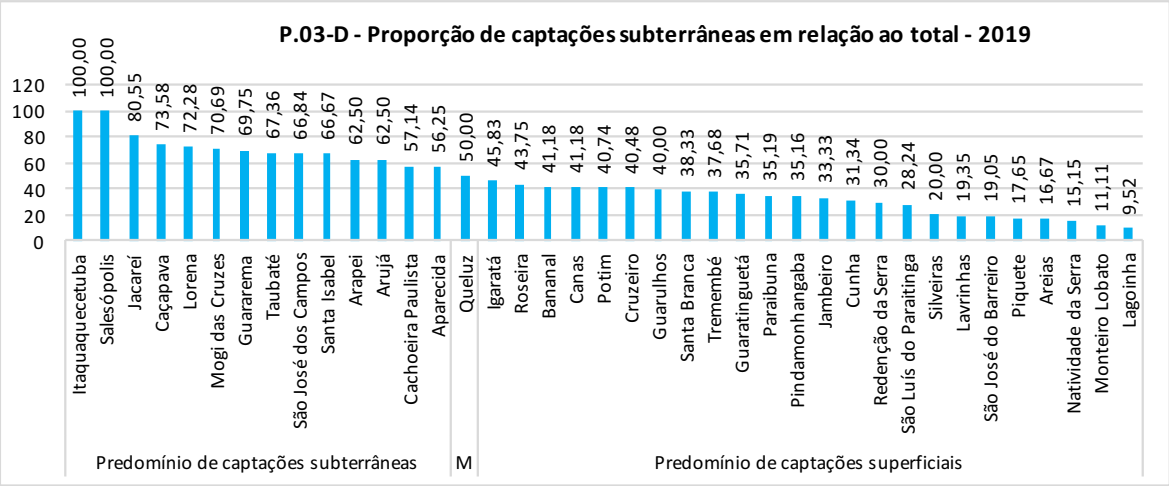


M = valor médio.
Fonte: Banco de Indicadores da CRHi, disponibilizado para elaboração do Relatório de Situação 2019/2020, modificado.

Os dados, referentes ao ano de 2019, do parâmetro P.03-D (Proporção de captações subterrâneas em relação ao total), por município (**Figura IV-52**), mostram que:

- Itaquaquecetuba e Salesópolis, em área da UGRHI 02, possuem apenas captações subterrâneas;
- Quatro municípios possuem mais que 70% de captações subterrâneas. Jacareí, com 80,55 %, é, entre esses municípios, que mais privilegia as captações subterrâneas, seguido por Caçapava, Lorena e Mogi das Cruzes, com, respectivamente, 73,58 %, 72,28 % e 70,69 %. Salienta-se que o dado de Mogi das Cruzes refere-se apenas ao trecho desse município em área da UGRHI 02;
- Na faixa entre 50% e 70% de captações subterrâneas encontram-se oito municípios;
- Como já citado, Queluz é o único município possui quantidades iguais de captações superficiais e subterrâneas; e
- Os demais 24 municípios possuem menos de 50% de captações subterrâneas.

Figura IV-52 – P.03-D-Proporção de captações subterrâneas em relação ao total, por município - 2019.



M = valor médio.
Fonte: Banco de Indicadores da CRHi, disponibilizado para elaboração do Relatório de Situação 2019/2020.

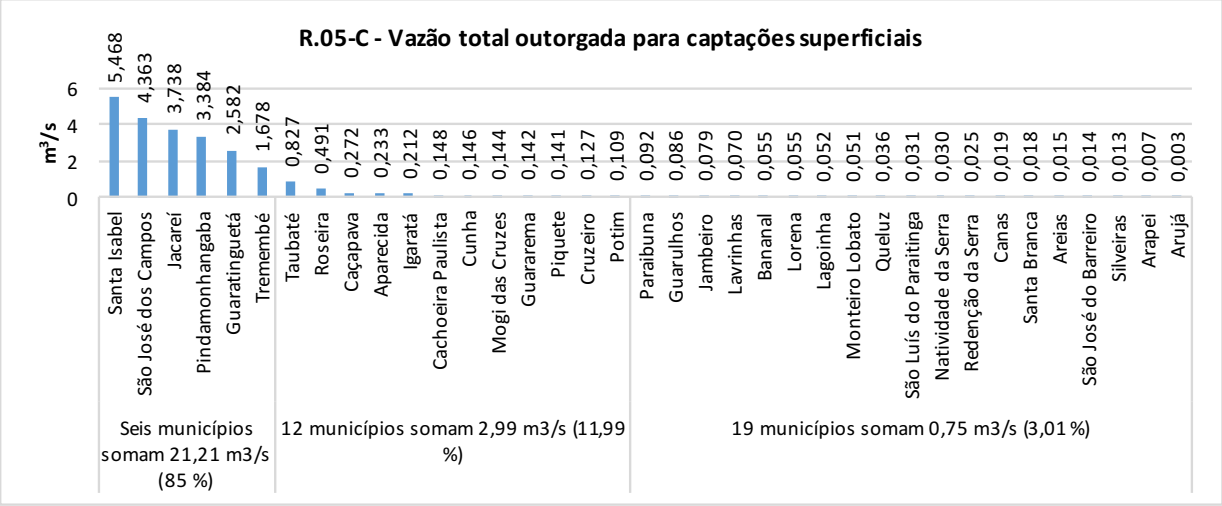
4.1.4.1.3.4. Vazões outorgadas para captações superficiais e subterrâneas, por município

Neste item são analisados, por município, os dados dos parâmetros R.05-C (Vazão total outorgada para captações superficiais) e R.05-D (Vazão total outorgada para captações subterrâneas).

Os dados, referentes ao ano de 2019, do parâmetro R.05-C (Vazão total outorgada para captações superficiais), por município (**Figura IV-53**), mostram que:

- Seis municípios concentram 85 % da vazão outorgada para captações superficiais, somando 21,21 m^3/s. Entre esses municípios, Santa Isabel e São José dos Campos se destacam com valores superiores a 4,00 m^3/s;
- 12 municípios são usuários de 11,99 % da vazão outorgada para captações superficiais, somando 2,99 m^3/s;
- 19 municípios utilizam 3,01 % da vazão outorgada para captações superficiais, somando 0,75 m^3/s; e
- Dois municípios, Itaquaquecetuba e Salesópolis, não utilizam água de captações superficiais situadas na UGRHI 02.

Figura IV-53 – R.05-C - Vazão total outorgada para captações superficiais, por município – 2019.



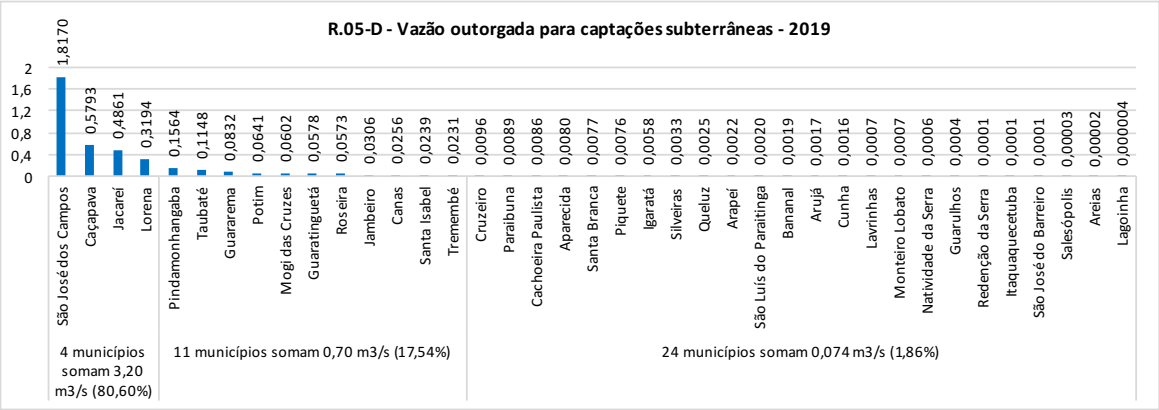
Obs.: Itaquaquecetuba e Salesópolis não possuem captação superficial registrada em área da UGRHI 02.

Fonte: Banco de Indicadores da CRHi, disponibilizado para elaboração do Relatório de Situação 2019/2020, modificado.

Os dados, referentes ao ano de 2019, do parâmetro R.05-D (Vazão total outorgada para captações subterrâneas), por município (**Figura IV-54**), mostram que:

- Quatro municípios (São José dos Campos, Caçapava, Jacareí e Lorena) utilizam 80,58% da vazão outorgada para captações subterrâneas;
- 11 municípios utilizam 17,54% da vazão outorgada para captações subterrâneas; e
- 24 municípios utilizam apenas 1,87% da vazão outorgada para captações subterrâneas.

Figura IV-54 – R.05-D - Vazão total outorgada para captações subterrâneas, por município – 2019.



Fonte: Banco de Indicadores da CRHi, disponibilizado para elaboração do Relatório de Situação 2019/2020.

4.1.4.2. Demandas consuntivas

O uso consuntivo da água é definido "como aquele no qual há perda entre o que é derivado e o que retorna ao curso de água" (http://www.sigrh.sp.gov.br/arquivos/perh/perh90/Perh9010c.htm).

4.1.4.2.1. Conteúdo básico

O conteúdo básico referente à demanda consuntiva abrange nove parâmetros distribuídos em três indicadores (**Quadro IV-3**). Salienta-se que foram incluídas informações sobre a transposição de água do reservatório Jaguari para o reservatório Atibainha, que configura a mais expressiva demanda consuntiva da UGRHI 02, considerando o volume disponibilizado para uma única outorga; além dos dados referentes às outorgas da ANA – Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico.

Quadro IV-3 – Demandas consuntivas: indicadores e seus parâmetros.

Indicador	Parâmetro	Unidade
P.01 - Demanda de água	P.01-A – Vazão outorgada total de água	m^3/s
	P.01-B – Vazão outorgada de água superficial	m^3/s
	P.01-C – Vazão outorgada de água subterrânea	m^3/s
	P.01-D – Vazão outorgada de água em rios de domínio da União	m^3/s
P.02 - Tipos de uso da água	P.02-A – Vazão outorgada para abastecimento público	m^3/s
	P.02-B – Vazão outorgada para uso industrial	m^3/s
	P.02-C – Vazão outorgada para uso rural	m^3/s
	P.02-D – Vazão outorgada para soluções alternativas e outros usos	m^3/s
	P.02-E - Demanda estimada para abastecimento urbano	m^3/s
R.05 - Outorga de uso da água	R.05-G - Vazão outorgada para uso urbano / Volume estimado para Abastecimento Urbano	%

Fonte: Modificado de Deliberação CRH nº 146/2012 (as modificações na denominação dos parâmetros estão embasadas em CRHi, 2020).

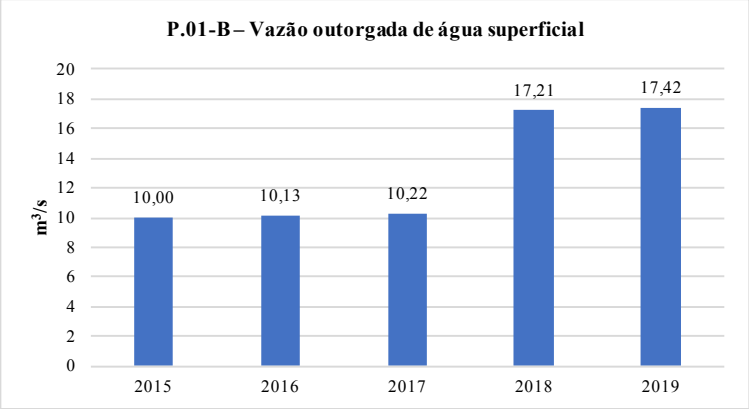
4.1.4.2.1.1. Demandas total, superficial, subterrânea e em rios de domínio da União

Neste item são considerados os parâmetros: P.01-A – Vazão outorgada total de água; P.01-B – Vazão outorgada de água superficial; P.01-C – Vazão outorgada de água subterrânea; e P.01-D – Vazão outorgada de água em rios de domínio da União (**Quadro IV-3**).

Considerando apenas a demanda de água superficial em cursos d'água de domínio estadual, bem como a outorga da transposição Jaguari-Atibainha, observa-se: entre 2015 e 2017, um aumento discreto; um acréscimo expressivo, entre 2017 e 2018; e retorno a um incremento mais discreto,

entre 2018 e 2019. Comparando-se 2015 com 2019, verifica-se aumento de 7,42 m^3/s (**Figura IV-55**).

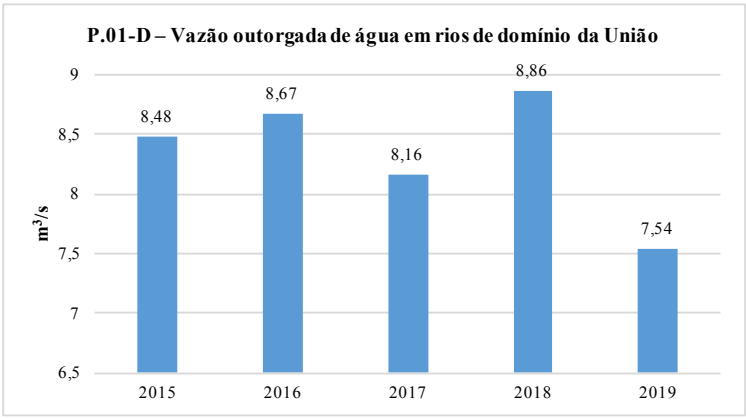
Figura IV-55 – UGRHI 02: demanda de água superficial em corpo d'água estaduais (2015-2019).



Obs.: em 2018 e 2019 está incluída a vazão de 5,13 m^3/s referente à transposição Jaguari-Atibainha.
Fonte: Banco de Indicadores da CRHi, disponibilizado para elaboração do Relatório de Situação 2019/2020, modificado.

Ainda em se tratando da demanda superficial, agora considerando a demanda em rios da União, observa-se tendência geral de decréscimo, decorrente das reduções observadas em 2017 e 2019. Comparando-se 2015 com 2019, verifica-se redução de 0,94 m^3/s (**Figura IV-56**).

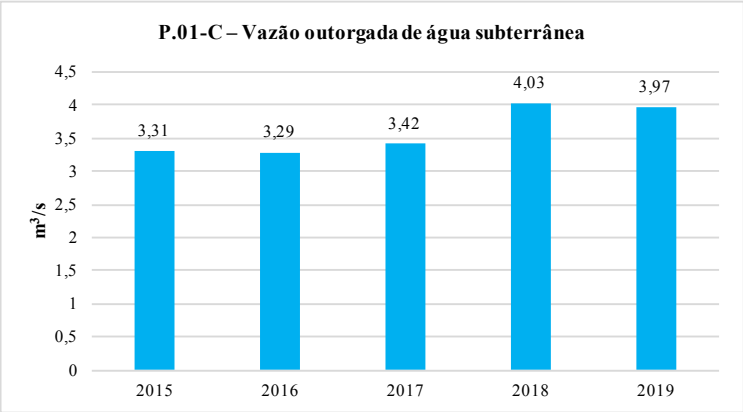
Figura IV-56 –UGRHI 02: demanda de água superficial em rios de domínio da União (2015-2019).



Fonte: Banco de Indicadores da CRHi, disponibilizado para elaboração do Relatório de Situação 2019/2020.

Considerando a demanda subterrânea, observa-se tendência de aumento, entretanto estão registradas reduções: entre 2015 e 2016, ocorreu uma redução de 0,02 m^3/s; e, entre 2018 e 2019, de 0,06 m^3/s. Comparando-se o dado de 2019 com o dado 2015, verifica-se aumento de 0,66 m^3/s (**Figura IV- 57**).

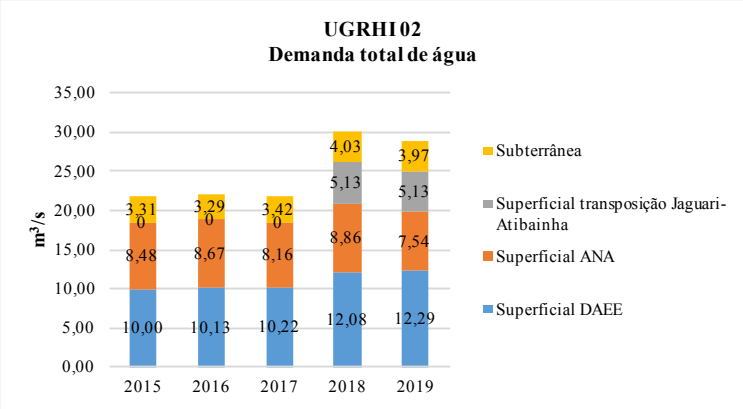
Figura IV-57 – UGRHI 02: demanda de água subterrânea (2015-2019).



Fonte: Banco de Indicadores da CRHi, disponibilizado para elaboração do Relatório de Situação 2019/2020.

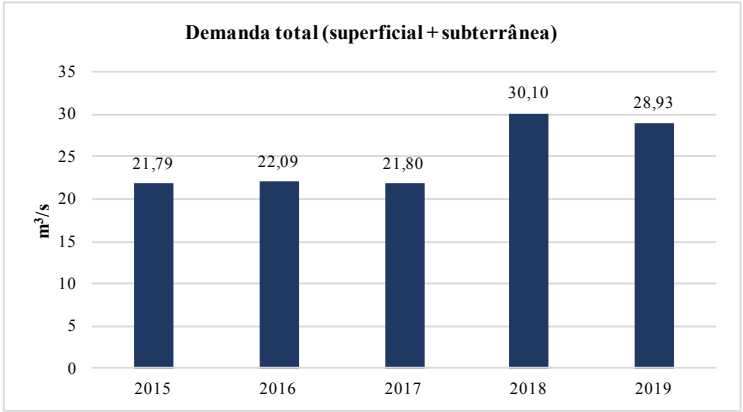
Visando retratar a demanda total de água na UGRHI 02, foram consideradas as demandas superficiais e subterrâneas, sendo que, no caso das demandas superficiais, foram computados os dados das outorgas do DAEE e da ANA, incluindo a outorga da transposição Jaguari-Atibainha (**Figura IV-58**). Os dados assim agregados evidenciam discreto incremento entre 2015 e 2016; pequeno decréscimo entre 2017 e 2018; um salto entre 2017 e 2018, decorrente, principalmente, da outorga da transposição Jaguari-Atibainha; e um pequeno decréscimo entre 2018 e 2019 (**Figura IV-59**).

Figura IV-58 – UGRHI 02: demandas superficiais e subterrâneas (2015-2019).



Fonte: Banco de Indicadores da CRHi, disponibilizado para elaboração do Relatório de Situação 2019/2020, modificado.

Figura IV-59 – UGRHI 02: demanda total de água (2015-2019).



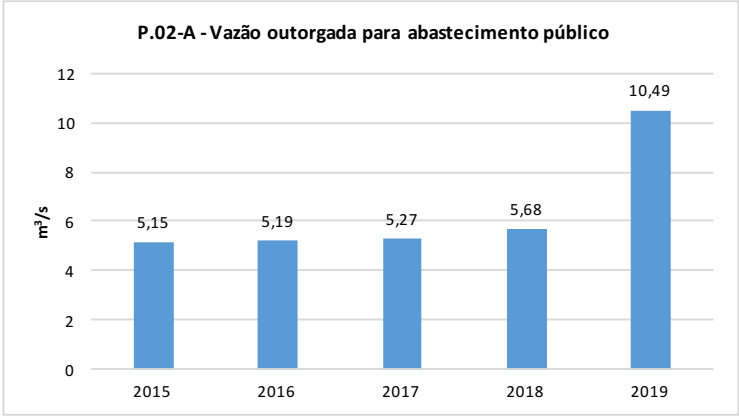
Fonte: Banco de Indicadores da CRHi, disponibilizado para elaboração do Relatório de Situação 2019/2020, modificado.

4.1.4.2.1.2. Demanda urbana de água

Neste item são considerados os parâmetros: P.02-A - Vazão outorgada para abastecimento público; P.02-E - Demanda estimada para abastecimento urbano; e R05-G - Vazão outorgada para uso urbano / Volume estimado para Abastecimento Urbano (**Quadro IV-3**).

Os dados do parâmetro P.02-A (Vazão outorgada para abastecimento público), que correspondem ao volume total de água (superficial + subterrânea) outorgado para os usos urbanos, referentes ao período 2015-2019, mostram que: entre 2015 e 2016, ocorreu incremento de 0,04 m^3/s, na demanda urbana de água; entre 2016 e 2017 esse aumento foi de 0,08 m^3/s; entre 2017 e 2018 observa-se o aumento de 0,41 m^3/s. Em 2019, aos dados de outorga do DAEE, foi possível acrescentar os dados das outorgas da ANA para abastecimento público (**Figura IV-60**).

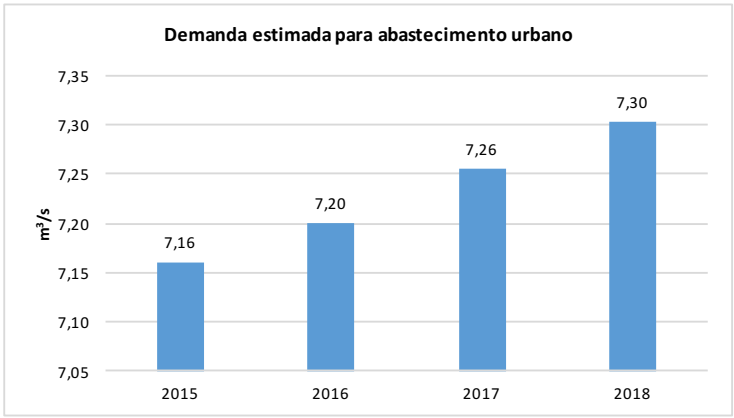
Figura IV-60 – UGRHI 02: demanda urbana de água (2015-2019).



Fonte: Banco de Indicadores da CRHi, disponibilizado para elaboração do Relatório de Situação 2019/2020, modificado.

Os dados do parâmetro P.02-E (Demanda estimada para abastecimento urbano), que corresponde ao volume estimado de água (superficial + subterrânea) necessário para o abastecimento urbano, mostram, a partir de 2015, um incremento paulatino, sendo: 0,04 m^3/s, entre 2015 e 2016; 0,06 m^3/s, entre 2016 e 2017; e 0,04 m^3/s, entre 2017 e 2018 (**Figura IV-61**).

Figura IV-61 – UGRHI 02: demanda estimada para uso urbano.



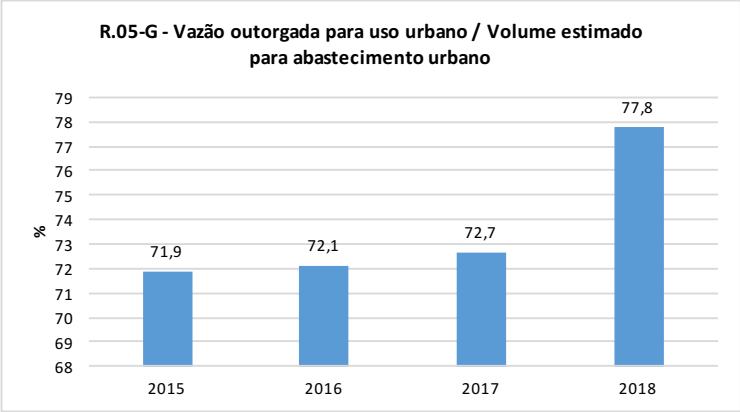
Obs.: os dados de 2019 não estão disponíveis na fonte.

Fonte: Banco de Indicadores da CRHi, disponibilizado para elaboração do Relatório de Situação 2019/2020.

O parâmetro R05-G (Vazão outorgada para uso urbano / Volume estimado para Abastecimento Urbano) evidencia essa situação de volumes outorgados inferiores aos volumes considerados

como necessários. Na **Figura IV-62** observa-se que, em 2015, o volume outorgado para uso urbano representava 71,9 % do volume estimado como necessário para uso urbano, com tendência de crescimento, chegando, em 2018, a ser 77,8 % do volume estimado para esse uso. Entretanto, cabe lembrar que as vazões outorgadas para abastecimento público, entre 2015 e 2018, disponibilizado no Banco de Indicadores da CRHi, não estão computados os dados de outorga da ANA.

Figura IV-62 – UGRHI 02: volume outorgado em relação ao volume estimado para uso urbano.



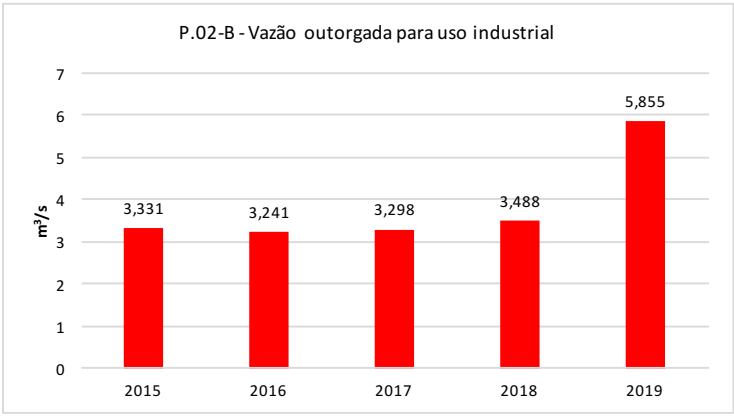
Fonte: Banco de Indicadores da CRHi, disponibilizado para elaboração do Relatório de Situação 2019/2020, modificado.

4.1.4.2.1.3. Demanda industrial de água

Neste item é abordado o parâmetro P.02-B - Vazão outorgada para uso industrial (**Quadro IV-3**), o qual caracteriza o volume total de água superficial e subterrânea requeridos pelos usos industriais, entre os quais os processos produtivos e o tratamento de efluentes industriais (CRHi, 2020).

Os dados disponíveis, referentes ao parâmetro em questão, mostram entre 2015 e 2016 ocorreu uma redução dessa demanda, mas a partir de 2016 os valores são crescentes. Destaca-se que, em 2019, aos dados de outorga do DAEE, foi possível acrescentar os dados das outorgas da ANA para uso industrial (**Figura IV-63**).

Figura IV-63 – UGRHI 02: demanda industrial de água (2015-2019).



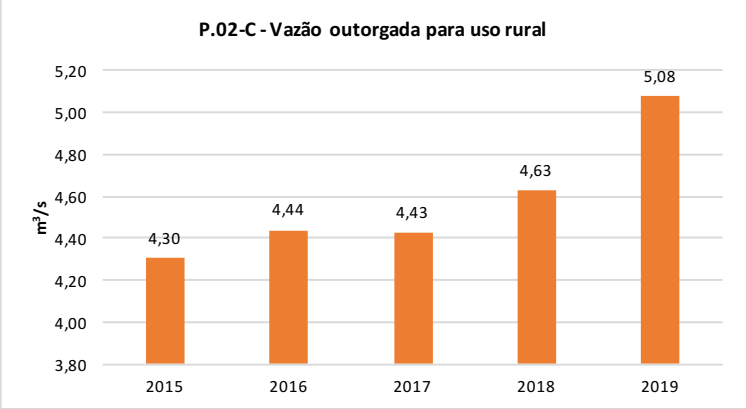
Fonte: Banco de Indicadores da CRHi, disponibilizado para elaboração do Relatório de Situação 2019/2020, modificado.

4.1.4.2.1.4. Demanda rural de água

O parâmetro P.02-C - Vazão outorgada para uso rural (**Quadro IV-3)** considera o volume total de água superficial e subterrânea requerido pelos diferentes usos rurais, entre os quais irrigação, pecuária e aquicultura (CRHi, 2020).

Os dados do parâmetro P.02-C – Vazão outorgada para uso rural, mostram que, na UGRHI 02, exceto no ano 2017, que registra pequena redução de 0,01 m^3/s nos volumes outorgados, os demais anos apresentam crescimento: entre 2015 e 2016, observa-se aumento de 0,14 m^3/s; e entre 2017 e 2018, de 0,20 m^3/s. Destaca-se que, em 2019, aos dados de outorga do DAEE, foi possível acrescentar os dados das outorgas da ANA para uso industrial (**Figura IV-64**).

Figura IV-64 – UGRHI 02: demanda rural de água (2015-2019).



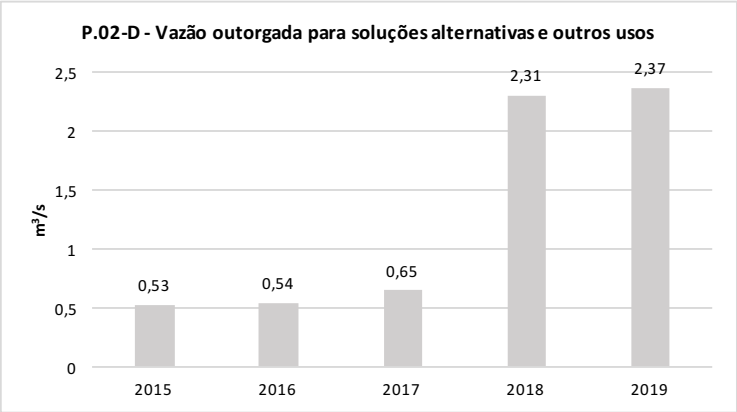
Fonte: Banco de Indicadores da CRHi, disponibilizado para elaboração do Relatório de Situação 2019/2020, modificado.

4.1.4.2.1.5. Demanda de água associada a soluções alternativas e outros usos

O parâmetro P.02-D (Vazão outorgada para soluções alternativas e outros usos) corresponde ao "volume total de água superficial e subterrânea requerido pelos usos que não se enquadram como urbano, industrial ou rural, denominados conjuntamente de 'outros usos': lazer, paisagismo, etc. 'Soluções alternativas' são representadas, por exemplo, por captações superficiais e subterrâneas destinadas ao abastecimento de hotéis, condomínios, clubes, hospitais, shoppings centers, entre outros" (CRHi, 2020).

Os dados referentes à vazão outorgada para soluções alternativas e outros usos, mostram que, entre 2015 e 2017, ocorre um incremento discreto da vazão outorgada (0,01 m^3/s); entre 2016 e 2017 o aumento é de 0,11 m^3/s; já, entre 2017 e 2018 ocorre um salto, tendo sido registrado aumento de 1,66 m^3/s, mas retorna, embora nesse novo patamar, entre 2018 e 2019, para incremento menor, com 0,06 m^3/s (**Figura IV-65**).

Figura IV-65 – UGRHI 02: demanda relacionada a soluções alternativas e outros usos (2015-2019).



Fonte: Banco de Indicadores da CRHi, disponibilizado para elaboração do Relatório de Situação 2019/2020, modificado.

4.1.4.2.1.6. Demanda de água associada à transposição Jaguari-Atibainha

A UGRHI 02 desempenha um importante papel na segurança hídrica não só da Região Metropolitana do Rio de Janeiro (RMRJ), como visto no item 4.1.3.2.2. (Sistema Hidráulico do Rio Paraíba do Sul), como também da Região Metropolitana de São Paulo (RMSP), por meio da transposição de água entre os reservatórios Jaguari e Atibainha, conforme apresentado a seguir.

A RMSP é uma área onde o abastecimento público é complexo, pois além de estar situada na UGRHI 06 (Alto Tietê), região de nascente, logo com baixa oferta hídrica, possui uma das maiores densidades demográficas do planeta, mais de 21 milhões de pessoas, que corresponde a 69% do total de clientes da Sabesp; e sofre com a ocupação irregular, inclusive em áreas de proteção ambiental, que abrigam os principais mananciais, prejudicando a quantidade de água, pelo desmatamento, e a qualidade da água, pelo descarte irregular de resíduos sólidos e efluentes sanitários (SABESP, 2016 p.32).

Diante desse cenário de insuficiência do Sistema Produtor Alto Tietê, a Sabesp importa água de outros sistemas produtores, para viabilizar o abastecimento público da RMSP. Entre esses sistemas, destaca-se o Sistema Cantareira.

O Sistema Cantareira – principal fonte de abastecimento da RMSP – é composto por seis represas: quatro (Jaguari, Jacareí, Cachoeira, Atibainha) situadas na UGRHI 05 (PCJ - Piracicaba, Capivari e Jundiaí); e duas situadas na própria UGRHI 06 (Paiva Castro e Águas Claras). Essas represas estão interligadas por um complexo sistema de túneis e canais localizados nos municípios de São Paulo, Mairiporã, Nazaré Paulista, Piracaia, Vargem e Joanópolis (SABESP, 2016, p.32). Cabe destacar que a barragem que forma o reservatório Jaguari, que integra o Sistema Cantareira, situa-se no município de Vargem, na UGRHI 05, sendo homônima da barragem Jaguari situada na UGRHI 02.

A renovação da outorga do Sistema Cantareira, concedida à Sabesp por meio de Resolução Conjunta entre o Departamento de Águas e Energia Elétrica de São Paulo (DAEE) e a Agência Nacional de Águas (ANA), após ter sido postergada em razão das incertezas trazidas pela crise hídrica, ocorreu em 29 de maio de 2017, definindo novas regras de operação válidas por dez anos. As novas regras estabelecem a operação em diferentes faixas, de acordo com o volume útil acumulado, sendo o máximo de 33 m^3/s, quando o Cantareira estiver com estoque igual ou maior que 60% de sua capacidade (SABESP, 2017 p.28).

Entretanto, o evento climático extremo ocorrido no biênio 2014-2015, além de impor a necessidade de mecanismos de controle da retirada de água de acordo com o volume armazenado

(SABESP, 2016, p.32), evidenciou a necessidade da realização de intervenções para garantir os volumes nos reservatórios. Entre essas intervenções, destaca-se a interligação entre o reservatório Jaguari, na UGRHI 02, cuja barragem encontra-se entre os municípios de Jacareí e São José dos Campos, e seu reservatório abrange área dos municípios de Igaratá, Jacareí, Santa Isabel e São José dos Campos; e o reservatório Atibainha, na UGRHI 05, cuja barragem e reservatório situam-se no município de Nazaré Paulista.

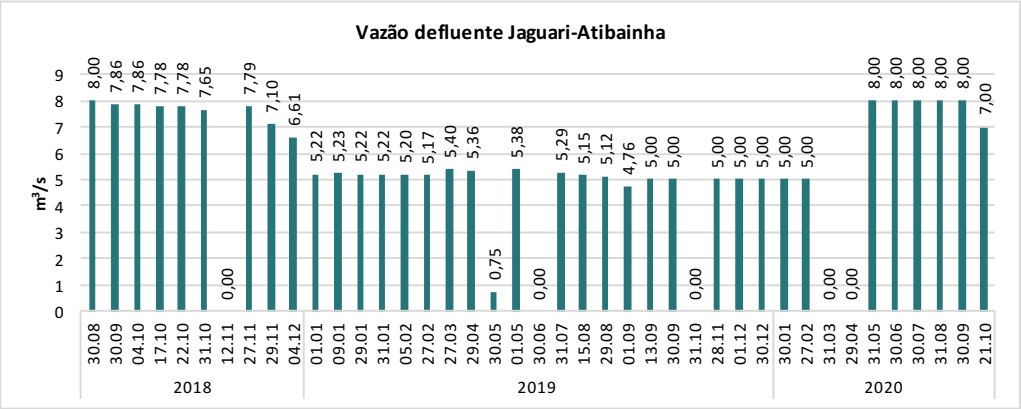
A Interligação Jaguari–Atibainha entrou em operação em março de 2018 com o objetivo de ampliar a segurança hídrica da RMSP. Essa interligação de 19,6 km de extensão (13,2 km de adutora e 6,4 km de túnel adutor) permite transferências de vazão média de 5,13 m^3/s e máxima de 8,5 m^3/s de água bruta do reservatório Jaguari, para o reservatório Atibainha. "Em maio de 2018, foi inaugurada a operação do sentido contrário (Atibainha–Jaguari) que possibilita a reversão de até 12,2 mil litros por segundo, garantindo assim que o Sistema Cantareira sirva de caixa d´água para abastecer a população da bacia do Paraíba do Sul em períodos de maior necessidade" (SABESP, 2018 p.28).

A Portaria DAEE nº 4.563, de 11 de dezembro de 2017, outorga à Sabesp, pelo prazo de 10 anos, a concessão administrativa para os usos de recursos hídricos superficiais, para fins de abastecimento, nos municípios de Santa Isabel (UGRHI 02) e Nazaré Paulista (UGRHI 05). De acordo com essa outorga, em Santa Isabel têm-se um lançamento (12,2 m^3/s provenientes de captação realizada em Atibainha) e uma captação para reversão das águas do reservatório da UHE Jaguari para o reservatório do aproveitamento Atibainha com as seguintes condições:

- Valor máximo nominal da estação de recalque de 8,5 m^3/s;
- Vazão média limitada a 5,13 m^3/s; e
- Volume anual revertido limitado a 162 milhões m^3.

Nos Boletins Diários de Monitoramento da Bacia do Rio Paraíba do Sul, da ANA – referentes ao último dia com registro de cada mês, além de dados de dias aleatórios – verifica-se apenas a existência de valores relativos à captação para reversão das águas do reservatório da UHE Jaguari para o reservatório Atibainha, não havendo notações sobre lançamentos a partir da reversão Atibainha-Jaguari. Os dados coletados mostram que, em 2018, nos dias eleitos, há predomínio de valores superiores a 7,00 m^3/s; em 2019, predominam valores próximos a 5,00 m^3/s; e, em 2020, destacam-se valores de 8 m^3/s (**Figura IV-66**). Salienta-se que, nos cálculos realizados neste Plano de Bacia, foi utilizada apenas a vazão média de 5,13 m^3/s.

Figura IV-66 – Vazões defluentes do reservatório Jaguari para o reservatório Atibainha.



Fonte: ANA (https://www.gov.br/ana/pt-br/sala-de-situacao/paraiba-do-sul/boletins/diario/).

4.1.4.2.2. Conteúdo fundamental

O conteúdo fundamental abrange a avaliação das demandas consuntivas por município, considerando os tipos de uso da água e a identificação de potenciais vulnerabilidades relacionadas ao uso múltiplo dos recursos hídricos e/ou à sua distribuição espacial (Deliberação CRH nº 146/2012).

Para tanto são apresentadas informações sobre as demandas (superficial, subterrânea e total), por tipo de uso, incluindo produto cartográfico com a localização das captações para abastecimento privado (especialmente para o setor industrial) e as captações para abastecimento público de água.

Os dados de vazão outorgada, superficial e subterrânea, referentes ao ano de 2019, foram obtidos no Banco de Outorgas do DAEE, com inclusão da outorga referente à Portaria DAEE nº 4.563/2017 (transposição), bem como os dados de outorga da ANA.

4.1.4.2.2.1. Demanda de água superficial por tipo de uso, por município

Na UGRHI 02, entre os usos discriminados, isto é exceto soluções alternativas e outros usos, destacam-se, quanto à quantidade de captações, a classe soluções alternativas e outros usos, com 682 captações superficiais (45,59 % do total); e quanto ao volume outorgado, o abastecimento público, abrangendo 8,58 m^3/s, ou seja, 34,36 % do volume total outorgado para captações superficiais (**Tabela IV-28**).

Tabela IV-28 – Dados gerais sobre as captações superficiais, por tipo de uso – 2019.

Tipo de uso	Quantidade de municípios com captações superficiais (nº)	Captações superficiais (DAEE +ANA)			
		Quantidade		Vazão outorgada	
		nº	%	m^3/s	%
Abastecimento público	26	68	4,54	8,57	34,33
Industrial	30	121	8,09	4,32	17,32
Rural	35	593	39,64	5,03	20,14
Soluções alternativas e outros usos	37	713	47,66	1,91	7,65
Transposição	1	1	0,07	5,13	20,56
Total		**1.496**	**100**	**24,96**	**100**

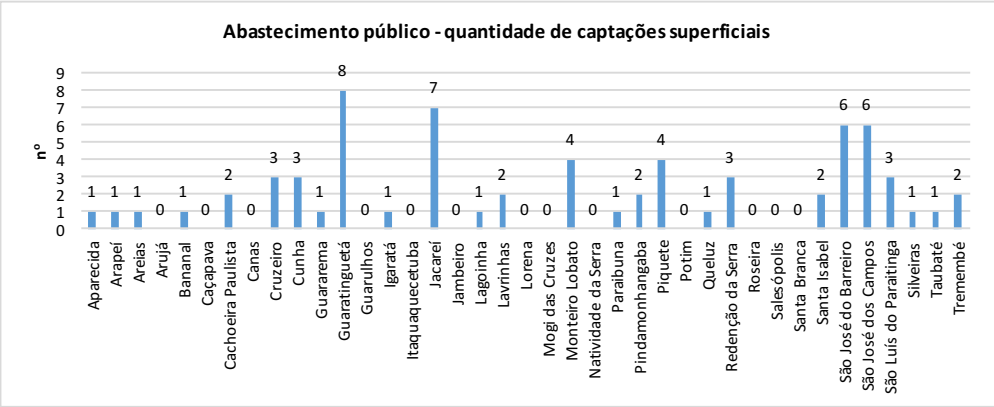
Fonte: Bancos de Outorgas do DAEE e da ANA.

Analisando-se os dados por município, observa-se que, entre os 30 municípios com captação superficial para abastecimento público, Jacareí e Guaratinguetá se destacam quanto à quantidade de captações (**Figura IV-67**), mas é São José dos Campos que ostenta a maior vazão outorgada, 3,75 m^3/s (43,73 % da vazão total outorgada para esse uso), seguido de longe por Tremembé, com 1,15 m^3/s, ou seja, 13,37% do total. Assim, esses dois municípios se apropriam de 57 % da vazão total outorgada para esse uso (**Figura IV-68**).

Já para o uso industrial, entre os 30 municípios com captação superficial para esse uso, São José dos Campos se destaca com a maior quantidade de captações (17), mas é Jacareí que ostenta a maior vazão outorgada para uso industrial, com 2,85 m^3/s, ou seja, 65,89 % do total outorgado para captações superficiais visando o uso industrial (**Figuras IV-69** e **IV-70**).

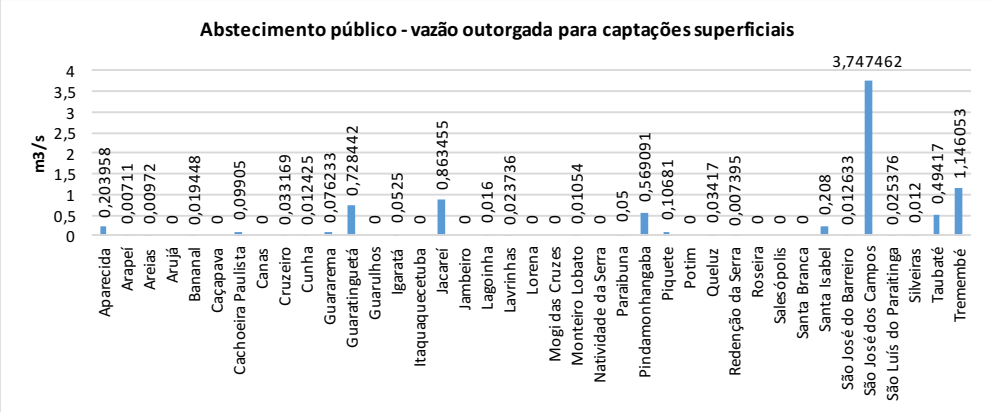
Em se tratando do uso rural, entre os 36 municípios com captação superficial para esse uso, destaca-se Pindamonhangaba com a maior quantidade de captações (89) e o maior volume outorgado (2,37 m^3/s), 47 % do total. Na sequência, considerando a vazão outorgada, está Roseira com 18 captações e abrangendo 0,48 m^3/s (9,56 %); e Guaratinguetá, com 21 captações e 0,45 m^3/s, ou seja, 8,96 % da vazão total. Esses três municípios se apropriam de 65,52 % da vazão total outorgada para captações superficiais para o uso rural (**Figuras IV-71** e **IV-72**).

Figura IV-67 – Captações superficiais para abastecimento público: quantidade por município – 2019.



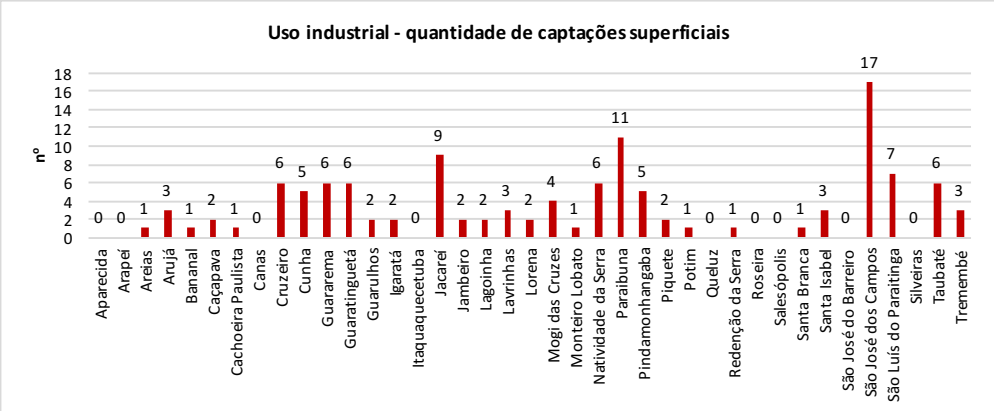
Fonte: Bancos de Outorgas do DAEE e da ANA.

Figura IV-68 – Captações superficiais para abastecimento público: vazão outorgada por município – 2019



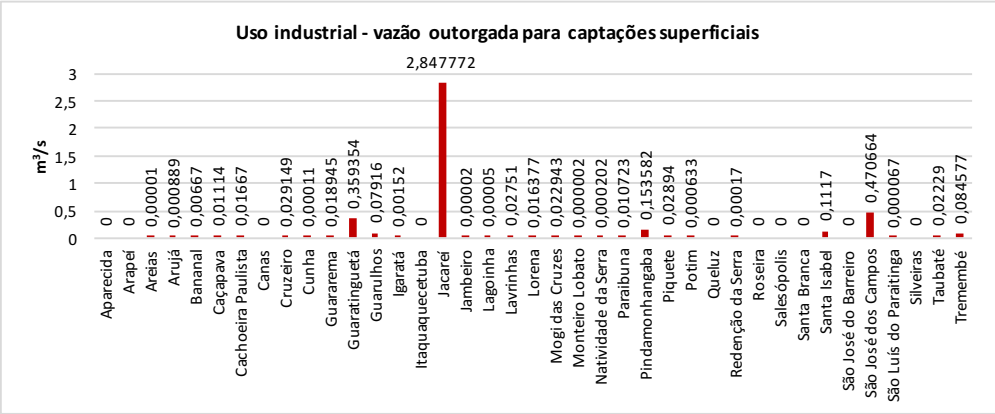
Fonte: Bancos de Outorgas do DAEE e ANA.

Figura IV-69 – Captações superficiais para uso industrial: quantidade por município – 2019.



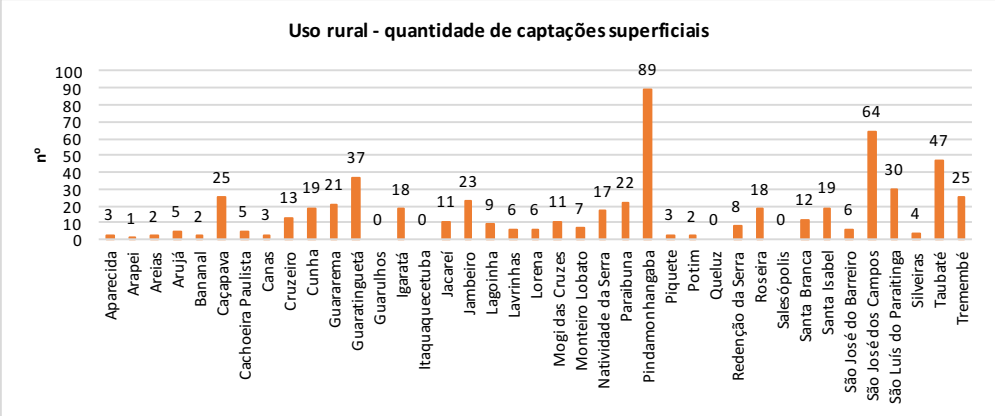
Fonte: Bancos de Outorgas do DAEE e ANA.

Figura IV-70 – Captações superficiais para uso industrial: vazão outorgada por município – 2019



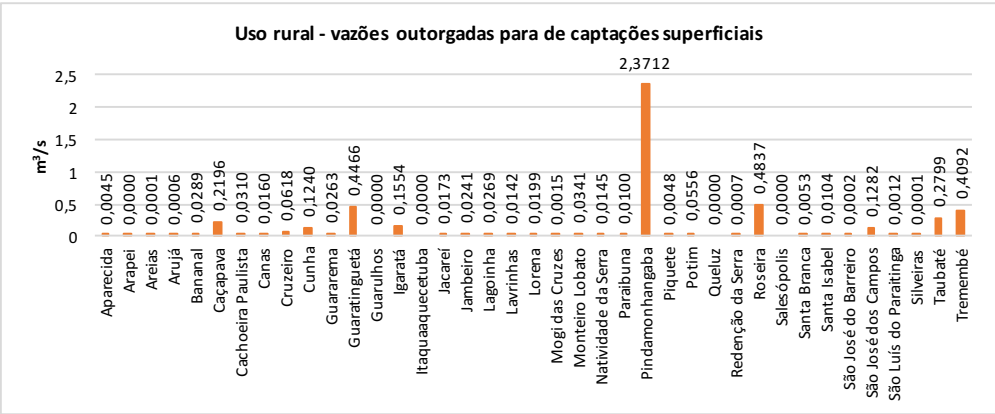
Fonte: Bancos de Outorgas do DAEE e ANA.

Figura IV-71 – Captações superficiais para uso rural: quantidade por município – 2019.



Fonte: Bancos de Outorgas do DAEE e ANA.

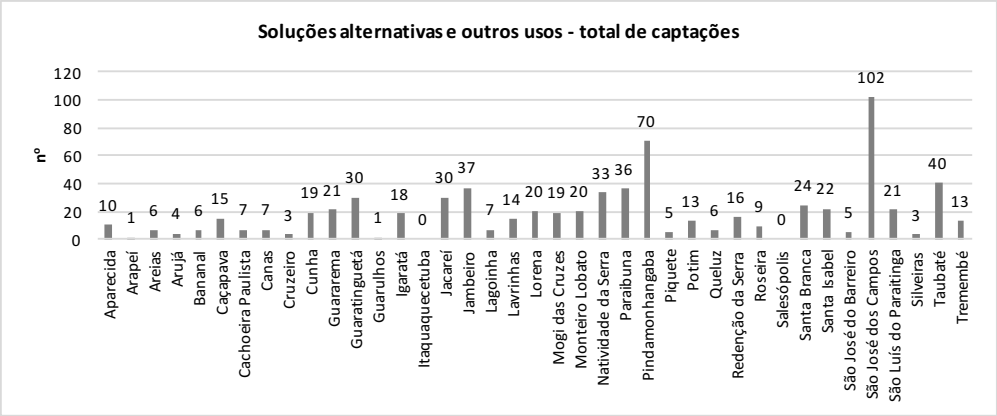
Figura IV-72 – Captações superficiais para uso rural: vazão outorgada por município – 2019.



Fonte: Bancos de Outorgas do DAEE e ANA.

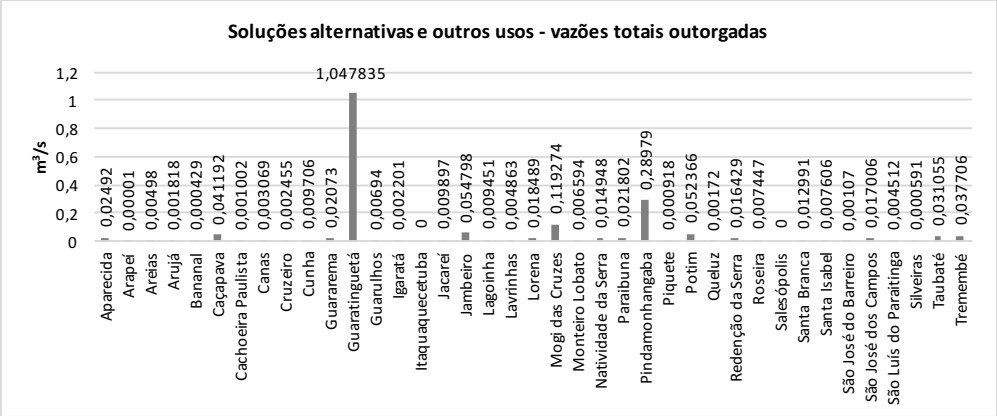
Quanto às soluções alternativas e outros usos, observa-se que 37 municípios possuem captações superficiais dedicadas a esses usos, entre esses municípios, São José dos Campos se destaca com a maior quantidade de captações (102), seguindo por Pindamonhangaba, com 70 captações superficiais para soluções alternativas e outros usos (**Figura IV-73**). Quanto às vazões outorgadas, Guaratinguetá se destaca com a maior vazão outorgada (1,05 m^3/s), ou seja, 54,97 % do total outorgado para esses usos (**Figura IV-74**).

Figura IV-73 – Captações superficiais para soluções alternativas e outros usos: quantidade por município – 2019.



Fonte: Bancos de Outorgas do DAEE e ANA.

Figura IV-74 – Captações superficiais para soluções alternativas e outros usos: vazão outorgada por município – 2019.



Fonte: Bancos de Outorgas do DAEE e ANA.

4.1.4.2.2.2. Demanda de água subterrânea por tipo de uso, por município

Na UGRHI 02, as soluções alternativas e outros usos possuem a maior quantidade de captações subterrâneas (917); na sequência, com 491 captações subterrâneas tem-se o uso industrial; com 219 captações o abastecimento público e, por fim, o uso rural com 177 captações subterrâneas. Quanto aos volumes outorgados, destaca-se o abastecimento público com vazão de 1,92 m^3/s; na sequência, com 1,41 m^3/s está o uso industrial; as soluções alternativas e outros usos somam vazão de 0,5975 m^3/s; e, por fim, com menor expressão está o uso rural, com vazão de 0,0513 m^3/s (**Tabela IV-29**).

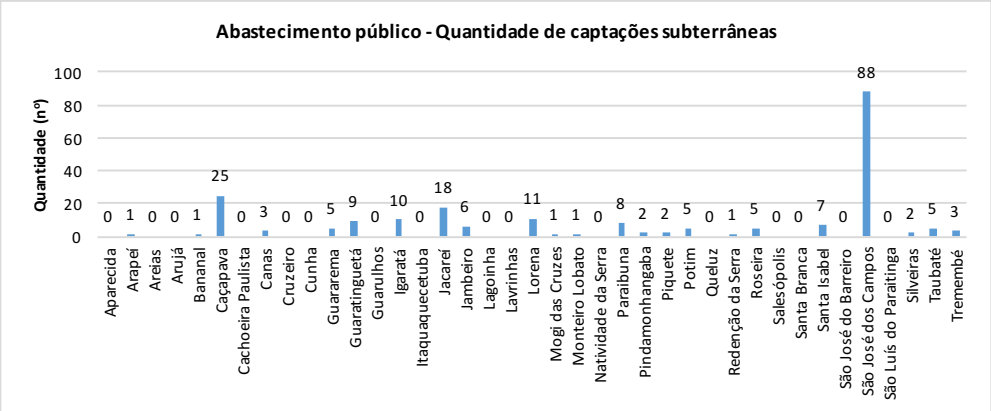
Tabela IV-29 – Dados gerais sobre as captações subterrâneas, por tipo de uso – 2019.

Tipo de uso	Quantidade de municípios com captações subterrâneas (nº)	Quantidade de captações subterrâneas		Vazão outorgada	
		nº	%	m^3/s	%
Abastecimento público	23	219	12,14	1,91618	48,23
Industrial	30	491	27,22	1,407636	35,43
Rural	26	177	9,81	0,051293	1,30
Soluções alternativas e outros usos	37	917	50,83	0,59754	15,04
	Total	**1.804**	**100**	3,972649	**100**

Fonte: Bancos de Outorgas do DAEE e da ANA.

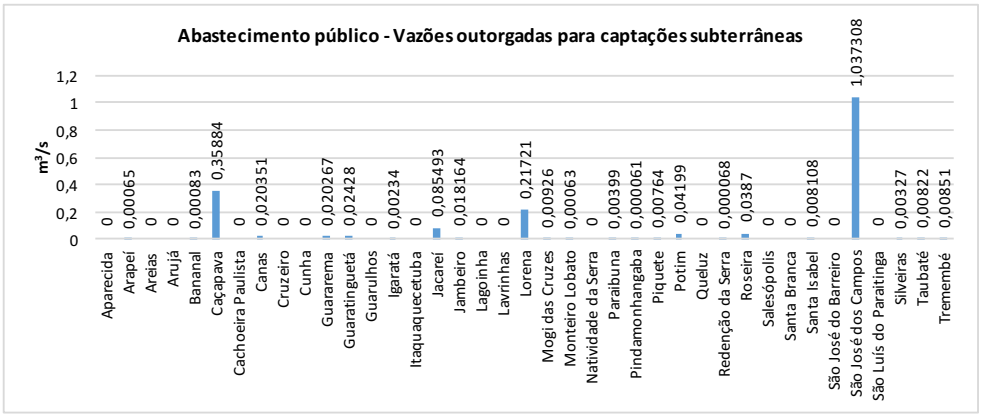
Analisando-se os dados por município, observa-se que, entre os 23 municípios com captação subterrânea para abastecimento público, São José dos Campos se destaca com a maior quantidade de captações (88) (**Figura IV-75**) e a maior vazão outorgada (1,037 m^3/s), que corresponde a 54,13% da vazão total outorgada para esse uso (**Figura IV-76**).

Figura IV-75 – Captações subterrâneas para abastecimento público: quantidade por município – 2019.



Fonte: Banco de Outorgas do DAEE.

Figura IV-76 – Captações subterrâneas para abastecimento público: vazão outorgada por município – 2019.



Fonte: Banco de Outorgas do DAEE.

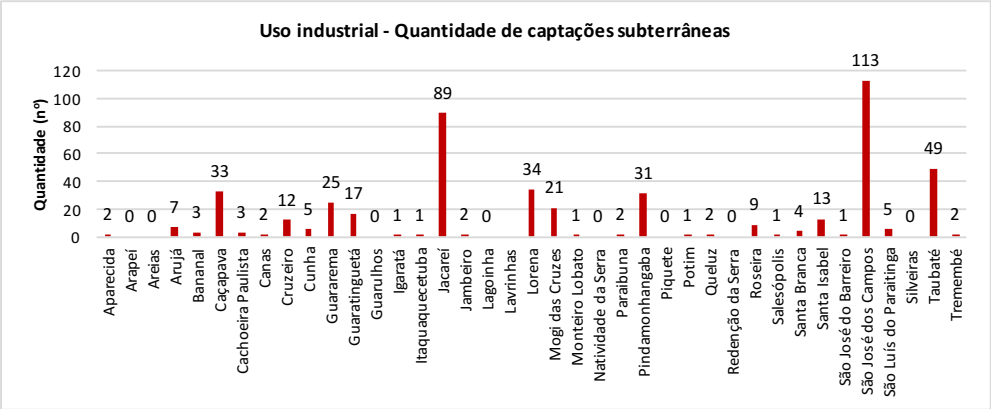
Em se tratando do uso industrial, entre os 30 municípios com captações subterrâneas dedicadas a esse uso, destacam-se São José dos Campos com a maior quantidade de captações (113) e a maior vazão outorgada (0,5703 m^3/s); e o segundo colocado, Jacareí, com 89 captações subterrâneas para esse uso e vazão total outorgada de 0,3546 m^3/s (**Figuras IV-77** e **IV-78**). Juntos esses municípios utilizam quase 66% de toda vazão outorgada.

Considerando o uso rural, observa-se que, entre os 26 municípios considerados, Jacareí e Mogi das Cruzes empatam com maior quantidade de captações subterrâneas para esse uso, 22 para cada um, seguidos por Guararema com 18 captações (**Figura IV-79**). Já o maior volume outorgada é detido por São José dos Campos (0,019 m^3/s), seguido pelos municípios de Roseira (0,008 m^3/s) e Mogi das Cruzes (0,007 m^3/s) (**Figura IV-80**), esses três municípios detêm 67,54% do volume outorgado para captações subterrâneas dedicadas a esse uso.

Entre os 37 municípios com captações subterrâneas utilizadas para soluções alternativas e outros usos, São José dos Campos, Taubaté e Jacareí se destacam com mais de 100 captações subterrâneas para esses usos (**Figura IV-81**). Quanto à vazão outorgada, destacam-se São José dos Campos, Pindamonhangaba e Caçapava que, junto, detêm 60% do volume outorgado para

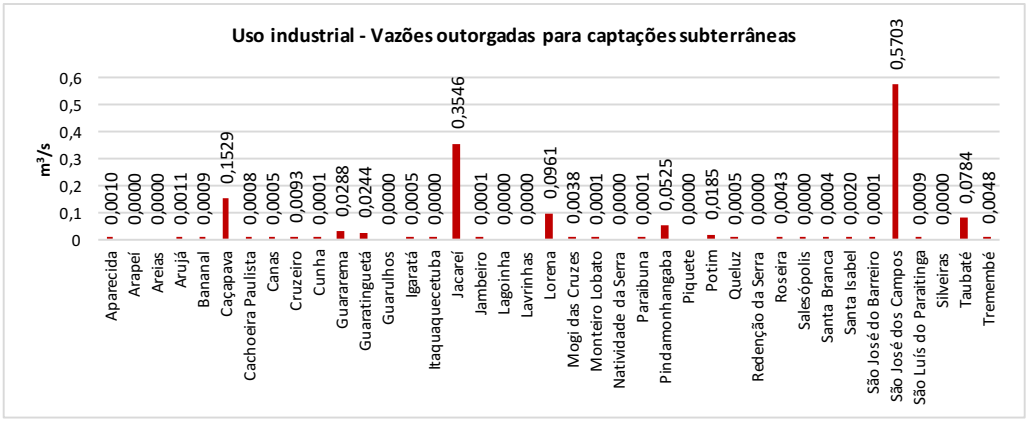
captações subterrâneas dedicadas para esses usos, com 0,19 m^3/s, 0,10 m^3/s e 0,07 m^3/s, respectivamente (**Figura IV-82**).

Figura IV-77 – Captações subterrâneas para uso industrial: quantidade por município – 2019.



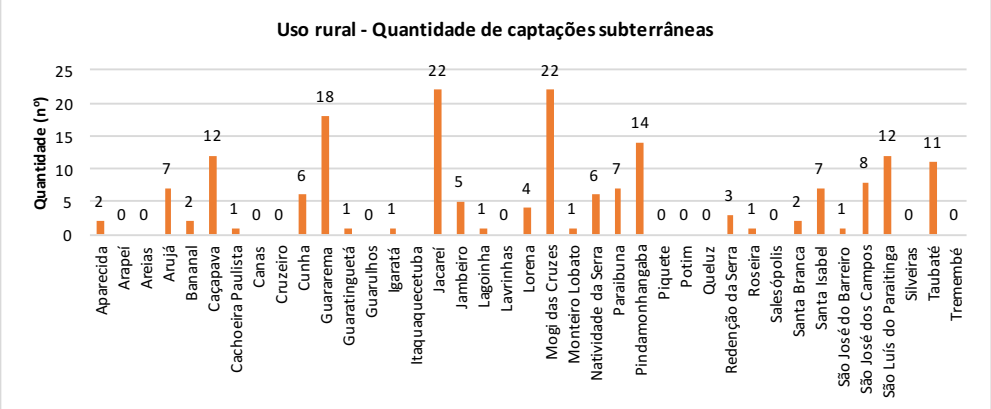
Fonte: Banco de Outorgas do DAEE.

Figura IV-78 – Captações subterrâneas para uso industrial: vazão outorgada por município – 2019.



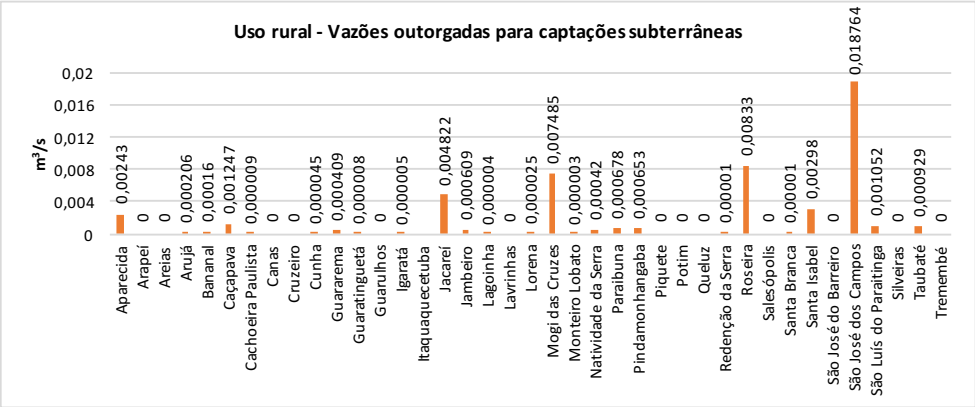
Fonte: Banco de Outorgas do DAEE.

Figura IV-79 – Captações subterrâneas para uso rural: quantidade por município – 2019.



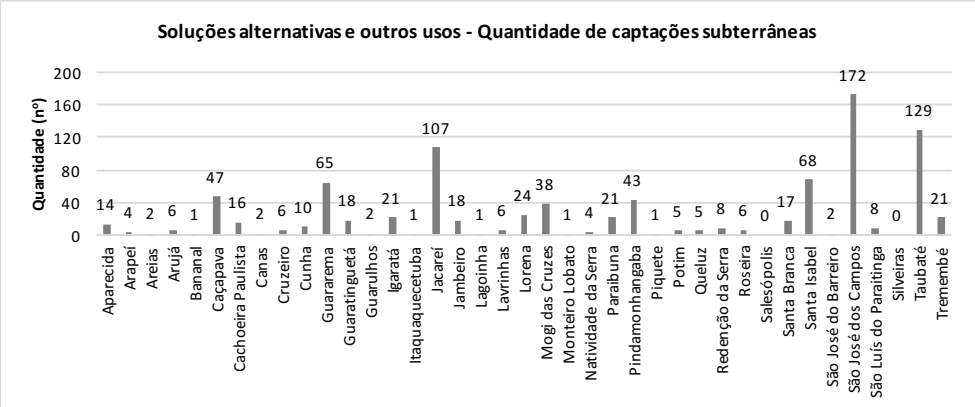
Fonte: Banco de Outorgas do DAEE.

Figura IV-80 – Captações subterrâneas para uso rural: vazão outorgada por município – 2019.



Fonte: Banco de Outorgas do DAEE.

Figura IV-81 – Captações subterrâneas para soluções alternativas e outros usos: quantidade por município – 2019.



Fonte: Banco de Outorgas do DAEE.

Figura IV-82 – Captações subterrâneas para soluções alternativas e outros usos: vazão outorgada por município – 2019.

Fonte: Banco de Outorgas do DAEE.

4.1.4.2.2.3. Demanda total (superficial + subterrânea) por tipo de uso, por município

Os dados de demanda total mostram que: (1) o abastecimento público, com 8,70 % do total de captações (superficiais + subterrâneas) se apropria de 36,25 % da vazão total outorgada para captações superficiais e subterrâneas; (2) na sequência, tem-se o uso industrial com 18,55 % do

total de captações, se apropria de 19,80 % da vazão total outorgada: (3) a transposição Jaguari-Atibainha abrange 17,73 % de toda vazão outorgada; (4) o uso rural, com 23,33 % das captações, abrange 17,55 % da vazão total outorgada; e (5) soluções alternativas e outros usos, com a maior parte das captações (49,39 %), se apropria de apenas 8,67 % da vazão total outorgada (**Tabela IV-30**).

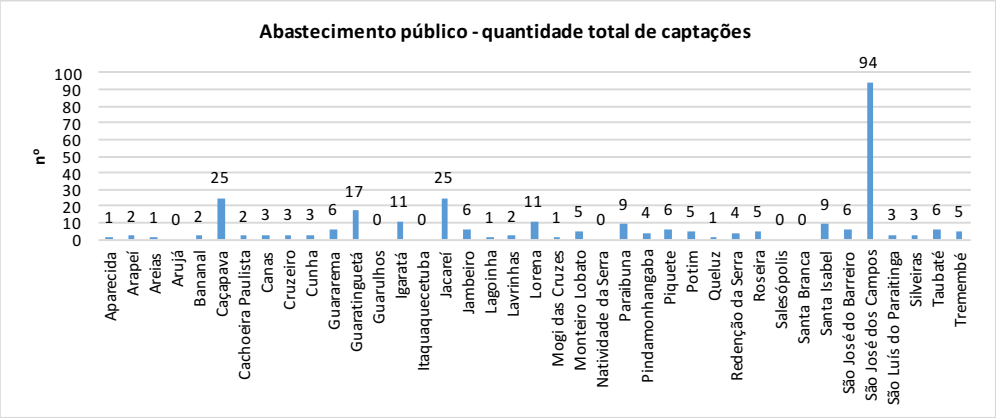
Tabela IV-30 - Quantidade total de captações e vazão outorgada, por tipo de uso.

Tipo de uso	Quantidade de captações (superficiais + subterrâneas)		Vazão outorgada (superficial + subterrânea)	
	nº	%	m³/s	%
Abastecimento público	287	8,70	10,49	36,25
Industrial	612	18,55	5,73	19,80
Rural	770	23,33	5,08	17,55
Soluções alternativas e outros usos	1.630	49,39	2,51	8,67
Transposição	1	0,03	5,13	17,73
Total	**3.300**	**100**	**28,94**	**100**

Fonte: Bancos de Outorgas do DAEE e da ANA.

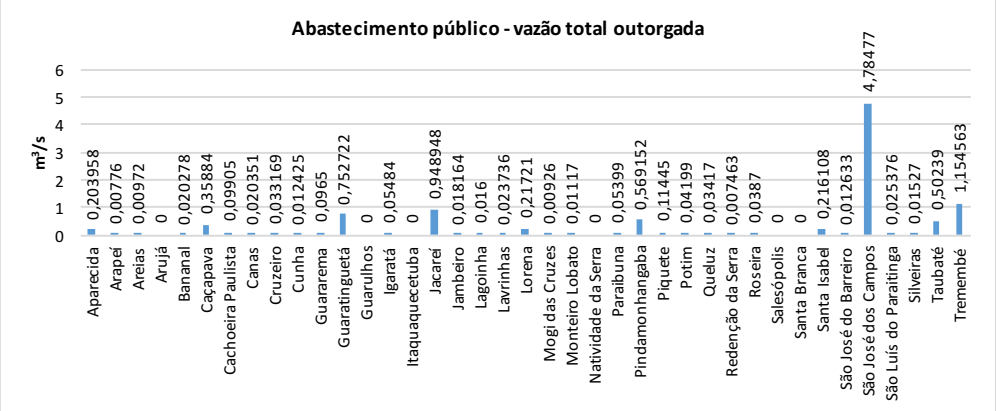
Analisando-se os dados, de 2019, referentes a todas as captações para abastecimento público (superficiais + subterrâneas), por município, observa-se que São José dos Campos abrange, de forma destacada, tanto a maior quantidade de captações (**Figura IV-83**) como a maior vazão outorgada (**Figura IV-84**). Esse resultado é o esperado, uma vez que São José dos Campos abriga o maior contingente populacional da UGRHI 02 (32,50% da população total).

Figura IV-83 – Abastecimento público: quantidade total de captações, por município - 2019.



Fonte: Bancos de Outorgas do DAEE e da ANA.

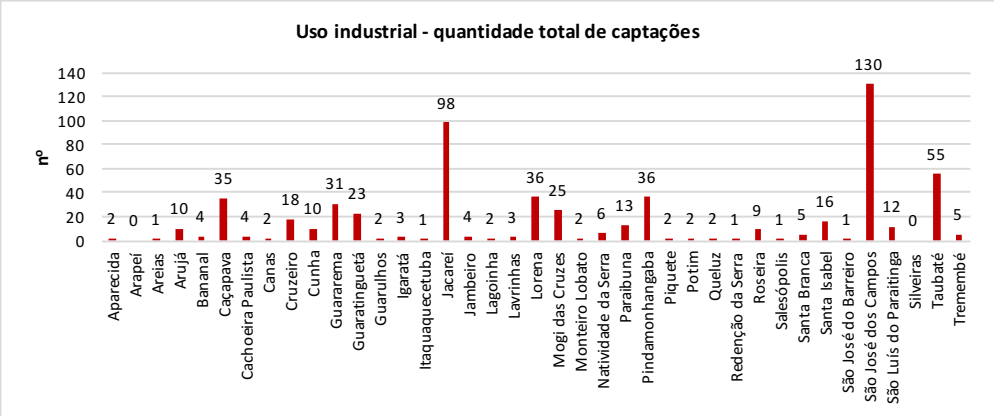
Figura IV-84 – Abastecimento público: vazão total outorgada, por município - 2019.



Fonte: Bancos de Outorgas do DAEE e ANA.

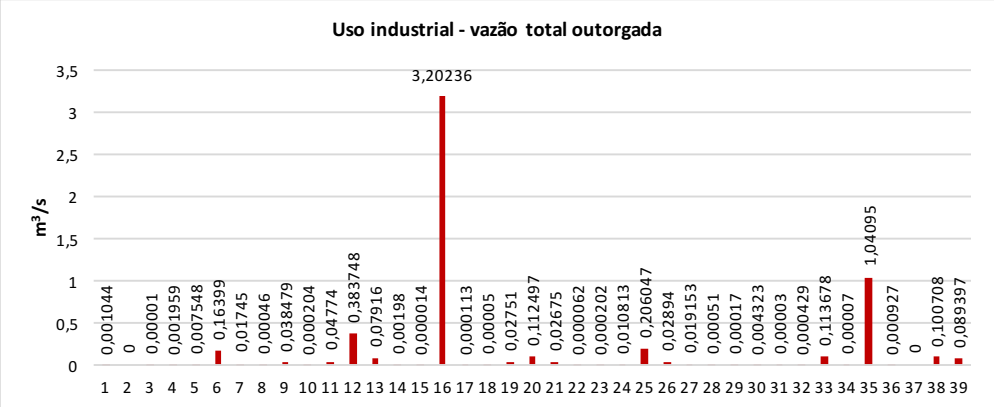
Os dados, de 2019, referentes ao uso industrial, considerando a quantidade total de captações (superficiais + subterrâneas), mostram que o município de São José dos Campos se destaca, de forma expressiva, com um total de 130 captações outorgadas, seguido por Jacareí, com 98 captações (**Figura IV-85**). Em se tratando das vazões outorgadas para uso industrial, Jacareí se destaca por abranger 55,89 % de toda vazão (superficial + subterrânea) outorgada para uso industrial, seguido por São José dos Campos que detém 18,17 % da vazão outorgada para esse uso (**Figura IV-86**). A relevância de Jacareí quanto ao volume outorgado decorre, principalmente, das operações, no município, das empresas Fibria Celulose S.A., Suzano S.A. e Votorantim Celulose e Papel S.A.

Figura IV-85 – Uso industrial: quantidade total de captações, por município - 2019.



Fonte: Bancos de Outorgas do DAEE e ANA.

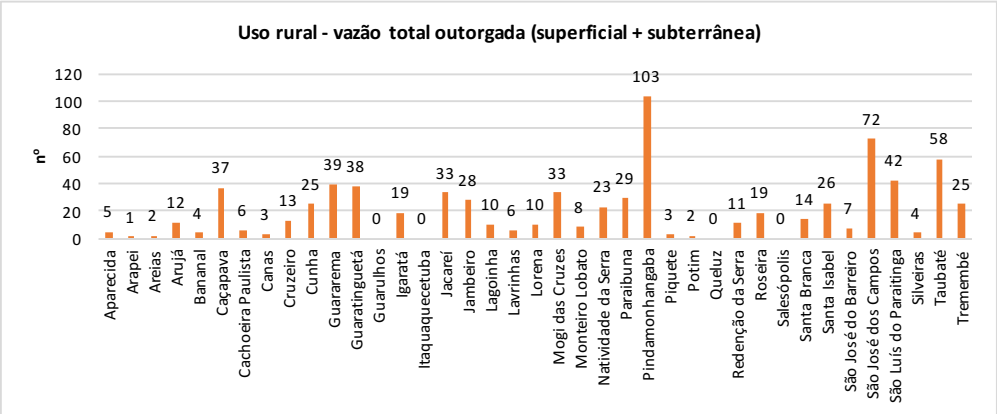
Figura IV-86 – Uso industrial: vazão total outorgada, por município - 2019.



Fonte: Bancos de Outorgas do DAEE e ANA.

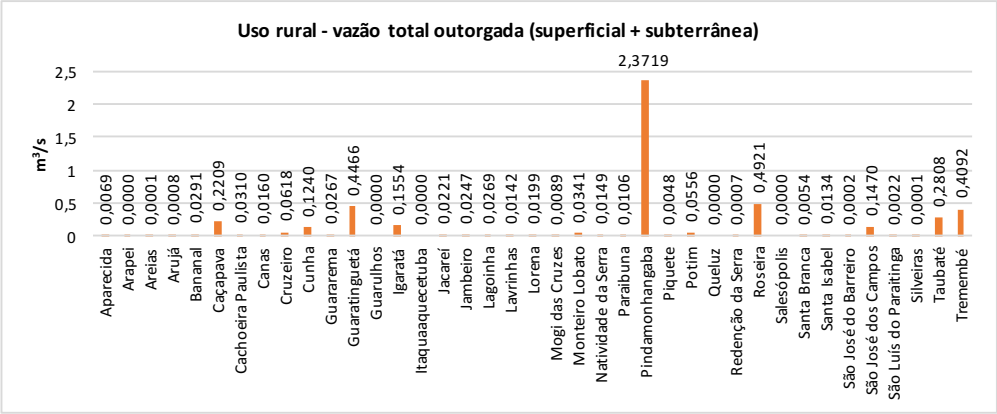
Os dados, de 2019, referentes ao uso rural, considerando a quantidade total de captações (superficial + subterrânea), mostram que Pindamonhangaba se destaca com um total de 116 captações outorgadas (14,03%), seguido por São José dos Campos, com 80 captações (9,67%), e Taubaté, com 60 captações, 7,26% do total (**Figura IV-87**). Em se tratando dos volumes outorgados para uso rural, Pindamonhangaba se destaca por abranger quase 41% de toda vazão (superficial + subterrânea) outorgada para uso rural, seguido pelo município de Roseira (21%) (**Figura IV-88**). Os resultados relacionados a Pindamonhangaba são esperados em decorrência da expressividade da cultura de arroz nesse município.

Figura IV-87 – Uso rural: quantidade total de captações, por município - 2019.



Fonte: Bancos de Outorgas do DAEE e ANA.

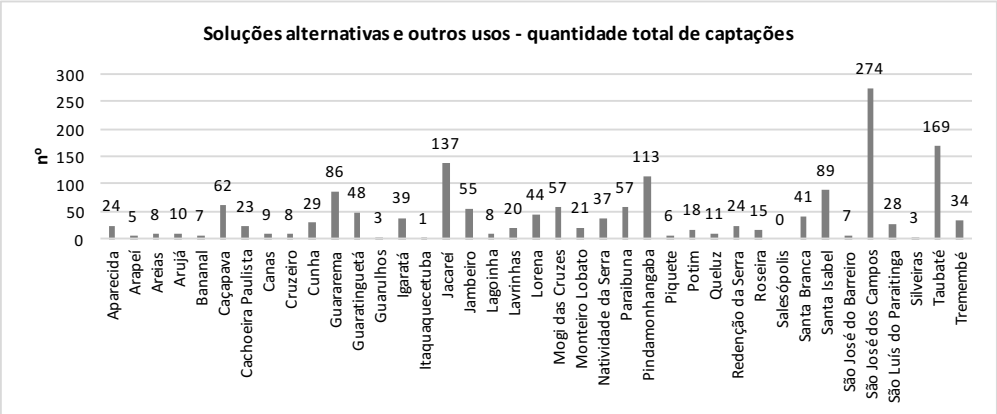
Figura IV-88 – Uso rural: vazão total outorgada, por município - 2019.



Fonte: Bancos de Outorgas do DAEE e ANA.

Quanto às soluções alternativas e outros usos, considerando a quantidade total de captações (superficiais + subterrâneas), os dados de 2019 mostram que o município de São José dos Campos se destaca, de forma expressiva, com um total de 274 captações outorgadas, seguido por Taubaté, com 169 captações; Jacareí, com 137 captações; e Pindamonhangaba com 113 (**Figura IV-89**).

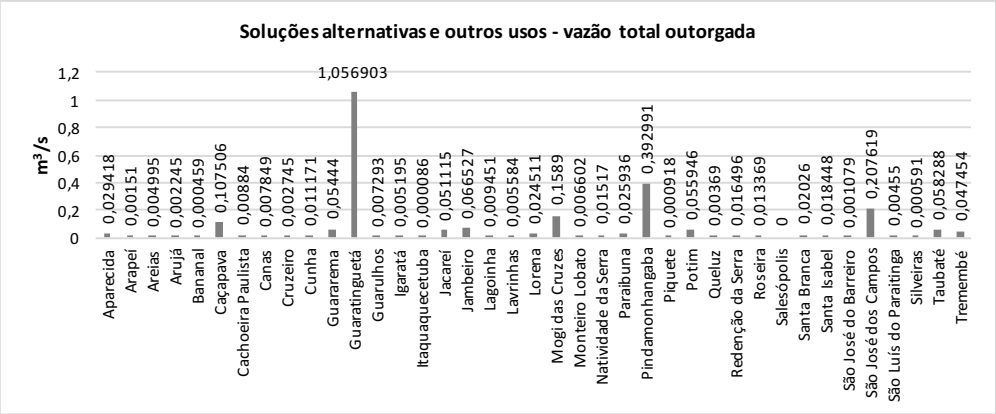
Figura IV-89 – Soluções alternativas e outros usos: quantidade total de captações, por município - 2019.



Fonte: Bancos de Outorgas do DAEE e ANA.

Em se tratando dos volumes outorgados para soluções alternativas e outros usos, Guaratinguetá se destaca detendo quase 42,17 % da vazão total outorgada para esses usos, seguido por Pindamonhangaba com 16,68 %, assim, junto, esses municípios se apropriam de 57,85% de toda a vazão outorgada para soluções alternativas e outros usos (**Figura IV-90**).

Figura IV-90 – Soluções alternativas e outros usos: vazão total outorgada, por município - 2019.



Fonte: Bancos de Outorgas do DAEE e ANA.

4.1.4.2.3. Conteúdo complementar

Os dados e informações apresentados nos conteúdos básico e fundamental são complementados pelas seguintes informações:

- Demanda subterrânea por aquífero;
- Áreas irrigadas, considerando a tecnologia de irrigação; e
- Demanda rural e a demanda para irrigação.

Além disso são analisadas as demandas relacionadas a seguir, que são importantes para a o balanço hídrico na UGRHI 02:

- Demanda, superficial e subterrânea, por ottobacias nível 5; e
- Demanda, superficial e subterrânea, por bacia com captação para abastecimento público.

4.1.4.2.3.1. Demanda subterrânea por aquífero

Os dados do Banco de Outorgas do DAEE mostram que, na UGRHI 02, a maior quantidade de captações subterrâneas (1.174) encontra-se no Aquífero Taubaté, perfazendo 65% do total de captações subterrâneas outorgadas (**Tabela IV-31** e **Figura IV-91**).

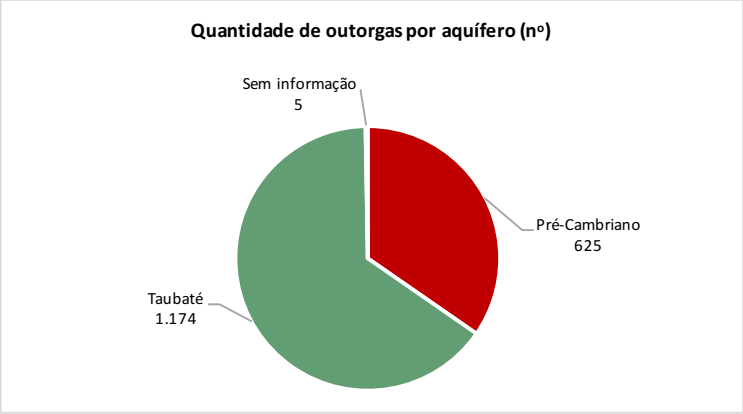
Em se tratando das vazões outorgadas, verifica-se que o destaque é, também, para o Aquífero Taubaté, com um total de 3,649 m^3/s, que perfaz quase 92% de toda a vazão outorgada para captações subterrâneas (**Tabela IV-31** e **Figura IV-92**).

Tabela IV-31 – Quantidade de captações subterrâneas e vazão outorgada, por aquífero – 2019.

Aquífero	Quantidade de captações subterrâneas		Vazão outorgada para captação subterrânea	
	nº	%	m³/s	%
Pré-cambriano	625	34,64	0,323271	8,14
Taubaté	1.174	65,08	3,64865	91,84
Sem informação	5	0,28	0,00073	0,02
Total	**1.804**	**100**	**3,97265**	**100**

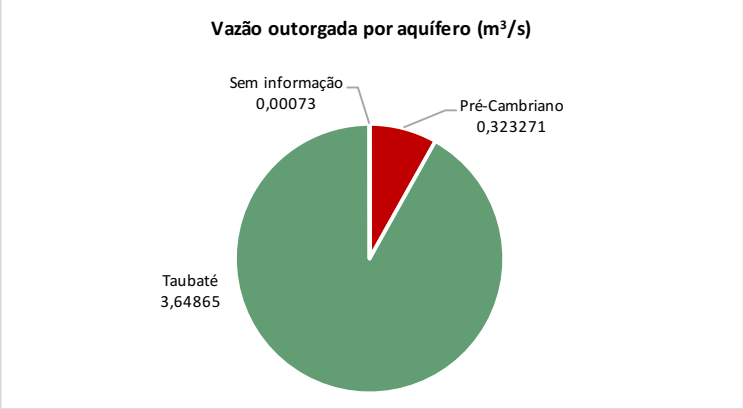
Fonte: Banco de Outorgas do DAEE.

Figura IV-91 – Quantidade de captações subterrâneas, por aquífero – 2019.



Fonte: Banco de Outorgas do DAEE.

Figura IV-92 – Demanda subterrânea por aquífero – 2019.



Fonte: Banco de Outorgas do DAEE.

Considerando os dados por tipo de uso (**Tabela IV-32 e Figuras IV-93 e IV-94)**, observa-se que:

- Abastecimento público - Tanto a maior parte da quantidade das captações subterrâneas (77,17%) como a maior parte da vazão outorgada (96,09%) relacionam-se ao Aquífero Taubaté;
- Uso industrial - Tanto a maior parte da quantidade das captações subterrâneas (82,51%) como a maior parte da vazão outorgada (98,41%) relacionam-se ao Aquífero Taubaté. Salienta-se que cinco captações subterrâneas registradas para esse uso, com vazão total de 0,00073 m³/s, não apresentam indicação do aquífero;
- Uso rural – A maior quantidade de captações encontra-se no Aquífero Pré-Cambriano (53,67%), mas a maior parte da vazão outorgada relaciona-se ao Aquífero Taubaté (78,03%); e

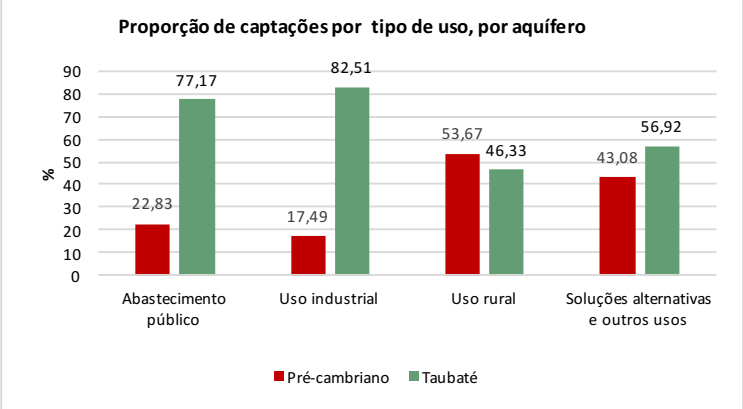
- Soluções alternativas e outros usos - Tanto a maior parte da quantidade das captações subterrâneas (56,92%) como a maior parte da vazão outorgada (64,08%) relacionam-se ao Aquífero Taubaté.

Tabela IV-32 – Dados das captações subterrâneas, por aquífero e por tipo de uso – 2019.

Aquífero	Tipo de uso	Quantidade de outorgas		Vazão outorgada	
		nº	%	m^3/s	%
Pré-cambriano	Abastecimento público	50	2,77	0,07498	1,89
	Uso industrial	85	4,71	0,02236	0,56
	Uso rural	95	5,27	0,01127	0,28
	Soluções alternativas e outros usos	395	21,90	0,21466	5,40
	Subtotal	***625***	***34,64***	***0,323271***	***8,14***
Taubaté	Abastecimento público	169	9,37	1,84120	46,35
	Uso industrial	401	22,23	1,38455	34,85
	Uso rural	82	4,55	0,04002	1,01
	Soluções alternativas e outros usos	522	28,94	0,38288	9,64
	Subtotal	***1.174***	***65,08***	***3,64865***	***91,84***
Sem identificação	Uso industrial	***5***	***0,28***	***0,00073***	***0,02***
Total		**1.804**	**100**	**3,97265**	**100**

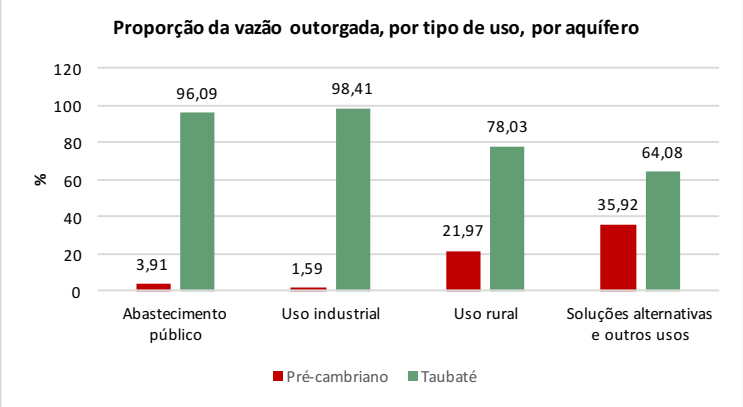
Fonte: Banco de Outorgas do DAEE.

Figura IV-93 – Quantidade de captações outorgadas, por tipo de uso, por aquífero – 2019.



Fonte: Banco de Outorgas do DAEE.

Figura IV-94 – Vazão outorgada, por tipo de uso, por aquífero – 2019.



Fonte: Banco de Outorgas do DAEE.

4.1.4.2.3.2. Áreas irrigadas e tecnologias de irrigação

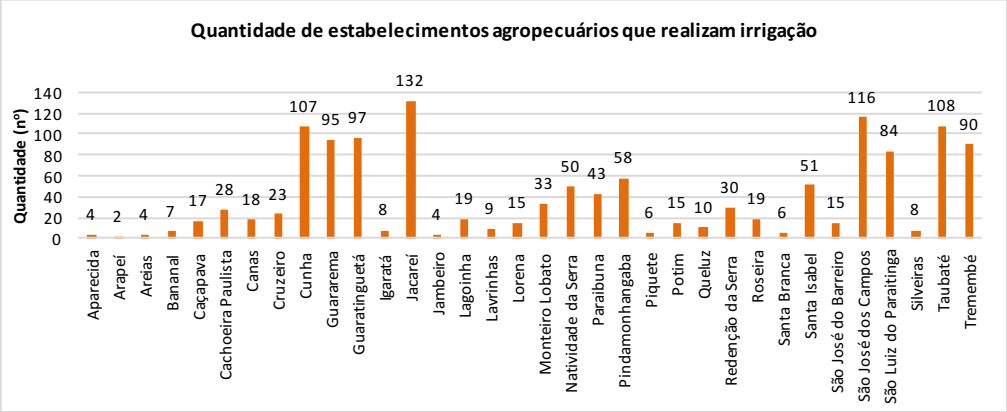
No território da UGRHI 02 observa-se que as áreas com uso voltado à agricultura se estendem ao longo do Rio Paraíba do Sul, sendo mais expressivas entre os municípios de São José dos Campos e Cachoeira Paulista.

Como citado no item "Uso agrícola do solo" desse relatório, a UGRHI 02 se destaca na produção de arroz. Segundo dados do Censo Agropecuário do IBGE, referentes ao ano de 2017, nove dos 10 maiores municípios produtores de arroz do Estado de São Paulo pertencem à UGRHI 02 (Tremembé, Guaratinguetá, Pindamonhangaba, Roseira, Taubaté, Aparecida, Canas, Lorena e Cruzeiro). A produção de milho forrageiro também possui relevância na UGRHI 02, sendo cultivado em 74% dos municípios; destacando-se Pindamonhangaba, Cunha e Guaratinguetá, por estarem ranqueados entre os 10 maiores produtos desse cultivo no Estado de São Paulo[6].

Ainda segundo o Censo Agropecuário 2017, a UGHRI 02 apresenta um total de 1.331 estabelecimentos que fazem uso da irrigação e 8.313 ha de áreas irrigadas.

Jacareí é o município da UGRHI 02 com a maior quantidade de estabelecimentos que utilizam irrigação (132), seguido por São José dos Campos (116), Taubaté (108), Cunha (107) e Tremembé (90) (**Figura IV-95**).

Figura IV-95 – Quantidade de estabelecimentos que realizam irrigação, por município -2017.

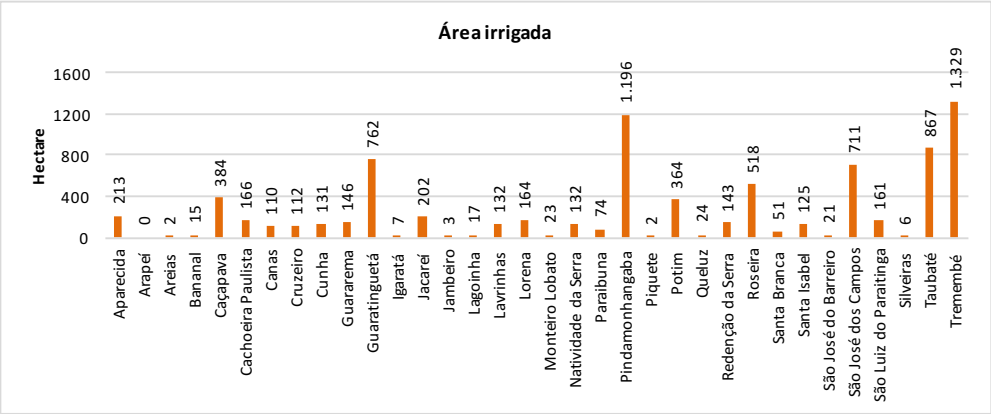


Fonte: Censo Agropecuário do IBGE[6].

Considerando a área total irrigada, destacam-se os municípios de Tremembé (1.329 ha), Pindamonhangaba (1.196 ha), Taubaté (867 ha), Guaratinguetá (762 ha), São José dos Campos (717 ha) e Roseira (518 ha) (**Figura IV-96**). Salienta-se que a informação sobre a abrangência da área irrigada no município de Arapeí, que possui dois estabelecimentos agropecuários, foi inibida pelo IBGE para evitar a identificação do informante.

[6] https://www.ibge.gov.br/estatisticas/economicas/agricultura-e-pecuaria/21814-2017-censo-agropecuario.html?=&t=resultados

Figura IV-96 – Área irrigada por município – 2017.



Fonte: Censo Agropecuário do IBGE[6].

É importante, ainda, considerar o método de irrigação, isto é, a forma pela qual a água é aplicada às culturas. De forma geral, há quatro métodos de irrigação: localizada, superfície, aspersão e subirrigação (ANDRADE, 2001).

O método da irrigação localizada possui as seguintes características, segundo Andrade (2001):

- Aplicação da água, em geral, em apenas uma fração do sistema radicular das plantas;
- A área molhada varia de 20 a 80% da área total, o que pode resultar em economia de água;
- Pode ser realizada a aplicação de fertilizantes e alguns defensivos via água de irrigação, com potencial aumento de produtividade das culturas, mas com perigo de contaminação do solo e do lençol freático;
- Custo inicial relativamente alto, sendo recomendado para culturas de elevado valor econômico e com maior espaçamento entre fileiras de plantas; e
- Permite elevado grau de automação, o que requer menor emprego de mão-de-obra na operação.

Ainda de acordo com Andrade (2001), o método de irrigação por superfície, que é o método com a maior área irrigada no mundo e no Brasil, possui as seguintes características:

- Distribuição da água por gravidade, através da superfície do solo;
- Sofre pouco efeito de ventos;
- Não interfere nos tratamentos fitossanitários;
- Permite a utilização de águas com sólidos em suspensão;
- Adaptável à grande diversidade de solos e culturas, embora seja inadequado para solos excessivamente permeáveis;
- Requer equipamentos simples e é simples de operar;
- Possui elevado potencial para redução do consumo de energia;
- Geralmente, apresenta o menor custo fixo e operacional;
- Depende das condições topográficas, geralmente requerendo sistematização;
- Seu dimensionamento envolve ensaios de campo e o calendário das irrigações é difícil de ser aplicado cientificamente;
- Seus parâmetros de dimensionamento apresentam grande variabilidade espacial;

- Requer frequentes reavaliações, para assegurar desempenho satisfatório;
- Requer medidas efetivas de controle da erosão; e
- Possui baixa eficiência de distribuição de água, se mal planejado e manejado.

O método da aspersão, segundo Andrade (2001) apresenta as seguintes características:

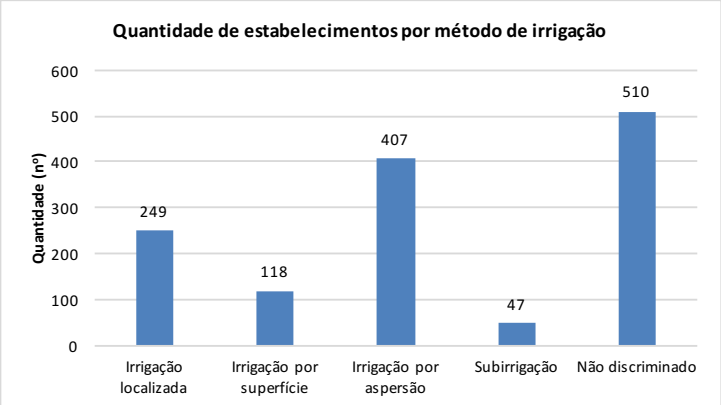
- Jatos de água são lançados no ar e a água cai sobre a cultura na forma de chuva;
- É facilmente adaptável às diversas condições de solo, culturas e topografia;
- Pode ser totalmente automatizado;
- As tubulações podem ser desmontadas e removidas da área, o que facilita o preparo do solo e evita "áreas mortas";
- Os custos de instalação e operação são mais elevados que os do método por superfície;
- Pode sofrer influência das condições climáticas, como vento e umidade relativa;
- A irrigação com água salina pode reduzir a vida útil do equipamento e causar danos a algumas culturas; e
- Pode favorecer o aparecimento de doenças em algumas culturas e interferir com tratamentos fitossanitários.

O método de subirrigação possui as seguintes características (ANDRADE, 2001):

- O lençol freático é mantido a uma profundidade capaz de permitir um fluxo de água adequado à zona radicular da cultura;
- Geralmente, está associado a um sistema de drenagem subsuperficial; e
- Em condições satisfatórias, pode-se constituir no método de menor custo.

Na UGRHI 02 o método mais utilizado pelos estabelecimentos agropecuários é a irrigação por aspersão (407 estabelecimentos). Entretanto, destaca-se que, no banco de dados do Censo Agropecuário do IBGE, não há registro sobre o método de irrigação utilizado em 510 estabelecimentos (**Figura IV-97**).

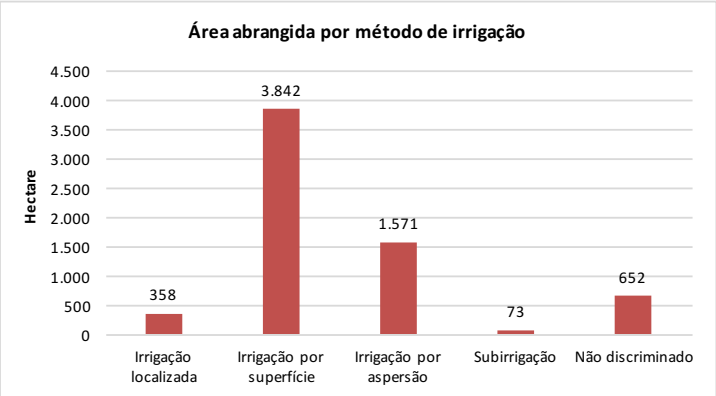
Figura IV-97 – Quantidade de estabelecimentos por método de irrigação - 2017.



Fonte: Censo Agropecuário do IBGE[6].

Quanto à área abrangido por método de irrigação, observa-se que a maior área está relacionada ao método de superfície (3.842 hectares). Destaca-se, também, que no banco de dados do Censo Agropecuário do IBGE não há registro do método de irrigação utilizado em 652 hectares (**Figura IV-98**).

Figura IV-98 – Área abrangida por método de irrigação - 2017.

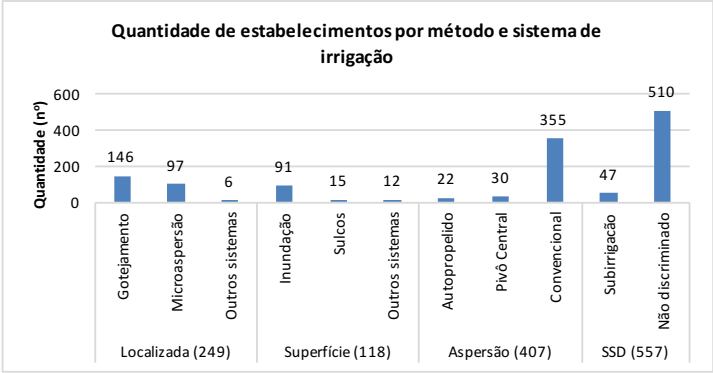


Fonte: Censo Agropecuário do IBGE[6].

Para cada método de irrigação há diferentes sistemas de irrigação que podem ser empregados, dependendo dos seguintes aspectos: (1) características do solo, do clima e das culturas; (2) disponibilidade de energia; e (3) condições socioeconômicas para as quais o sistema de irrigação deve ser adaptado (ANDRADE, 2001).

Na UGRHI 02, ainda considerando os dados do Censo Agropecuário do IBGE, aos quatro métodos de irrigação, estão associados, no total, sete sistemas de irrigação, sendo o mais utilizado, o sistema convencional (355 estabelecimentos), relacionado ao método de irrigação por aspersão (**Figura IV-99**).

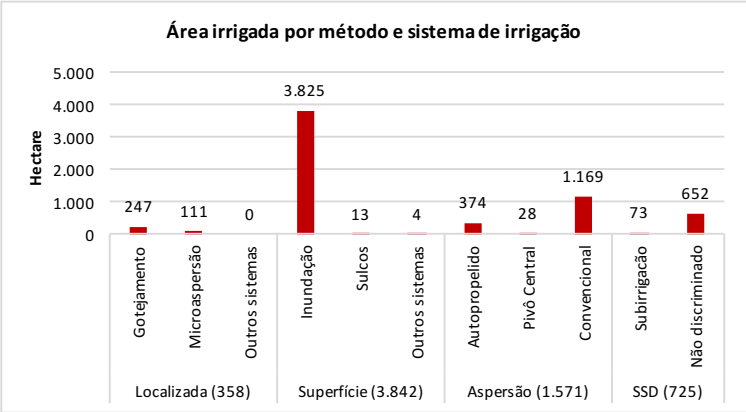
Figura IV-99 – Quantidade de estabelecimentos por método e sistema de irrigação - 2017.



SSD = sem sistema discriminado.
Fonte: Censo Agropecuário do IBGE[6].

Considerando a abrangência da área irrigada por sistema de irrigação, verifica-se que o sistema de inundação, associado ao método de superfície, com 3.825 hectares, é o que abrange a maior área (**Figura IV-100**), estando particularmente relacionado à cultura do arroz.

Figura IV-100 – Área irrigada por método e sistema de irrigação - 2017



SSD = sem sistema discriminado.
Fonte: Censo Agropecuário do IBGE[6].

Gotejamento

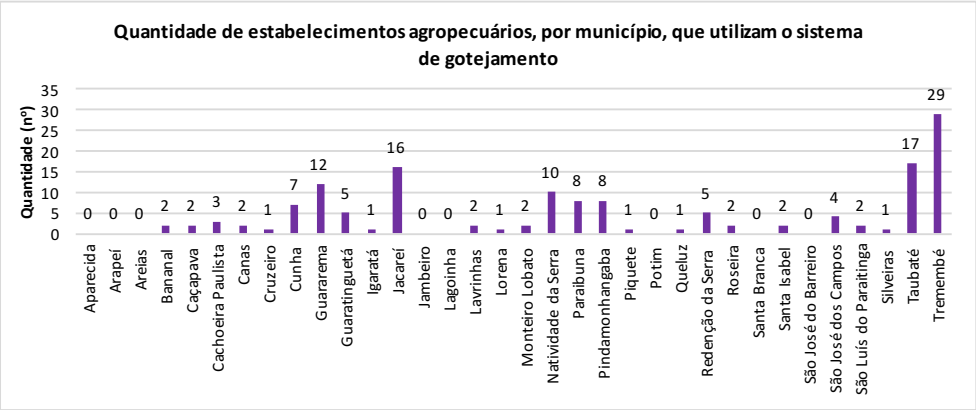
Considerando cada sistema de irrigação por município, verifica-se que o gotejamento, sistema do método de irrigação localizada, é utilizado em 26 municípios, destacando-se Tremembé, que possui a maior quantidade de estabelecimentos agropecuários que utilizam esse sistema (29 estabelecimentos), e Taubaté, com 17 estabelecimentos (**Tabela IV-33** e **Figura IV-101**).

Tabela IV-33 – Sistema de gotejamento: quantidade de estabelecimentos e área irrigada – 2017.

Município	Gotejamento	
	Quantidade de estabelecimentos (nº)	Área irrigada (ha)
Aparecida	0	0
Arapeí	0	0
Areias	0	0
Bananal	2	X
Caçapava	2	X
Cachoeira Paulista	3	X
Canas	2	X
Cruzeiro	1	X
Cunha	7	6
Guararema	12	18
Guaratinguetá	5	1
Igaratá	1	X
Jacareí	16	22
Jambeiro	0	0
Lagoinha	0	0
Lavrinhas	2	X
Lorena	1	X
Monteiro Lobato	2	X
Natividade da Serra	10	28
Paraibuna	8	22
Pindamonhangaba	8	16
Piquete	1	X
Potim	0	0
Queluz	1	X
Redenção da Serra	5	11
Roseira	2	X
Santa Branca	0	0
Santa Isabel	2	X
São José do Barreiro	0	0
São José dos Campos	4	30
São Luís do Paraitinga	2	X
Silveiras	1	X
Taubaté	17	34
Tremembé	29	59
Total	**146**	**247**

X = dado inibido pelo IBGE para não identificar o informante.
Fonte: Censo Agropecuário do IBGE[6].

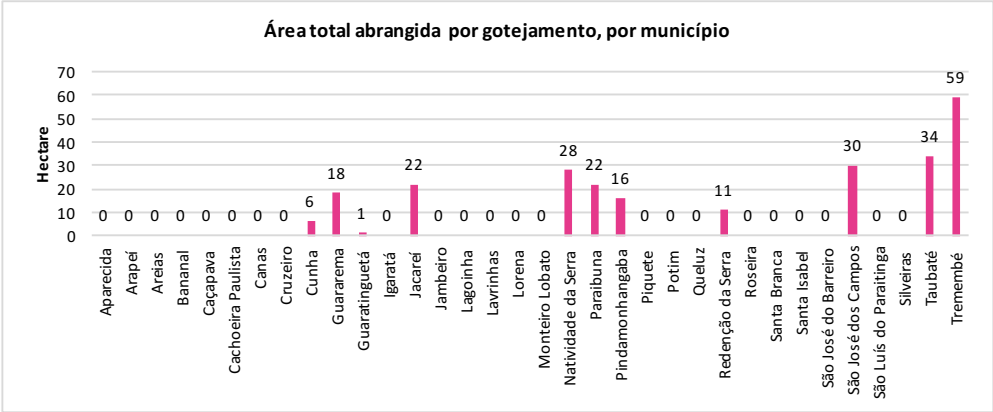
Figura IV-101 – Gotejamento: quantidade de estabelecimento agropecuários, por município – 2017.



Fonte: Censo Agropecuário do IBGE[6].

Quanto à área abrangida por gotejamento, é Tremembé que, também, se destaca com 59 hectares de área irrigada por meio desse sistema, seguido por Taubaté, com 34 hectares (**Tabela IV-33** e **Figura IV-102**). Salienta-se que, os dados de área irrigada por gotejamento em 15 municípios (Bananal, Caçapava, Cachoeira Paulista, Canas, Cruzeiro, Igaratá, Lavrinhas, Lorena, Monteiro Lobato, Piquete, Queluz, Roseira, Santa Isabel, São Luís do Paraitinga e Silveiras) foram inibidos pelo IBGE para evitar a identificação do informante (**Tabela IV-33**).

Figura IV-102 – Gotejamento: área abrangida por município – 2017.



Fonte: Censo Agropecuário do IBGE[6].

Microaspersão

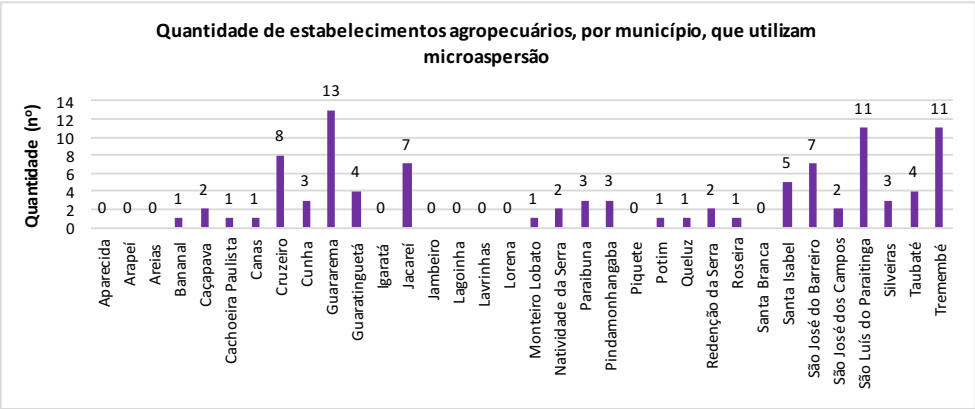
O sistema de microaspersão, também do método de irrigação localizada, é utilizado em 24 municípios, entre eles destacam-se Guararema, com 13 estabelecimentos e São Luís do Paraitinga e Tremembé, cada um com 11 estabelecimentos agropecuários (**Tabela IV-34** e **Figura IV-103**).

Tabela IV-34 – Sistema de microaspersão: quantidade de estabelecimentos e área irrigada – 2017.

Município	Microaspersão	
	Quantidade de estabelecimentos (nº)	Área irrigada (ha)
Aparecida	0	0
Arapeí	0	0
Areias	0	0
Bananal	1	X
Caçapava	2	X
Cachoeira Paulista	1	X
Canas	1	X
Cruzeiro	8	11
Cunha	3	X
Guararema	13	28
Guaratinguetá	4	7
Igaratá	0	0
Jacareí	7	5
Jambeiro	0	0
Lagoinha	0	0
Lavrinhas	0	0
Lorena	0	0
Monteiro Lobato	1	X
Natividade da Serra	2	X
Paraibuna	3	4
Pindamonhangaba	3	9
Piquete	0	0
Potim	1	X
Queluz	1	X
Redenção da Serra	2	X
Roseira	1	X
Santa Branca	0	0
Santa Isabel	5	X
São José do Barreiro	7	8
São José dos Campos	2	X
São Luís do Paraitinga	11	36
Silveiras	3	X
Taubaté	4	3
Tremembé	11	X
Total	**97**	**111**

X = dado inibido pelo IBGE para não identificar o informante.
Fonte: Censo Agropecuário do IBGE[6].

Figura IV-103 – Microaspersão: quantidade de estabelecimento agropecuários, por município – 2017.



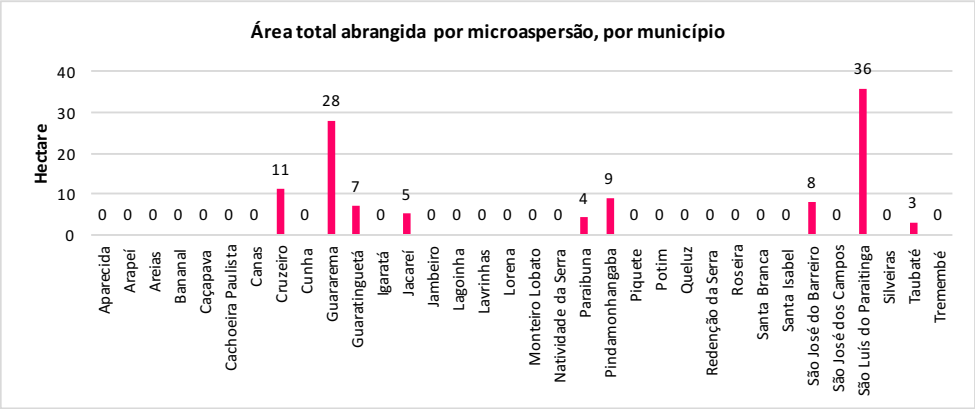
Fonte: Censo Agropecuário do IBGE[6].

Quanto à área abrangida por microaspersão, há dados apenas para nove municípios, entre esses destacam-se São Luís do Paraitinga, com 36 hectares de área irrigada por meio desse sistema, e Guararema, com 28 hectares (**Tabela IV-34** e **Figura IV-104**).

Salienta-se que, os dados de área irrigada por microaspersão em 15 municípios (Bananal, Caçapava, Cachoeira Paulista, Canas, Cunha, Monteiro Lobato, Natividade da Serra, Potim,

Queluz, Redenção da Serra, Roseira, Santa Isabel, São José dos Campos, Silveiras e Tremembé) foram inibidos pelo IBGE para evitar a identificação do informante (**Tabela IV-34**).

Figura IV-104 – Microaspersão: área abrangida por município – 2017.

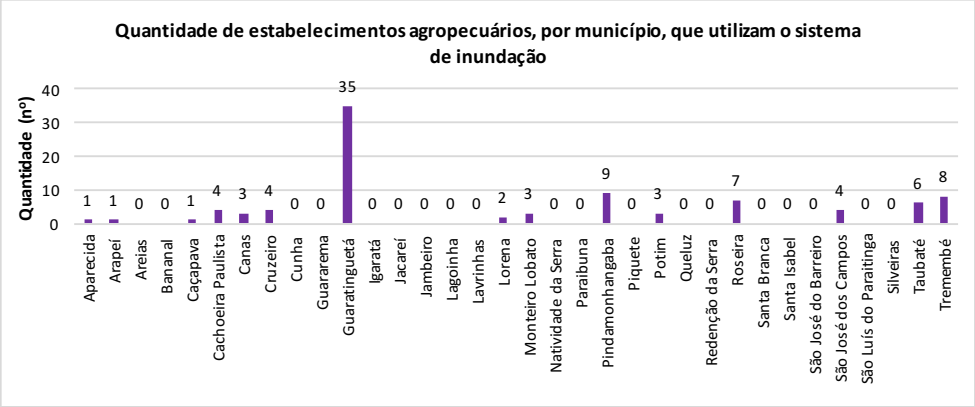


Fonte: Censo Agropecuário do IBGE[5].

Inundação

A inundação, um dos sistemas do método de superfície, é utilizado em 15 municípios, entre eles destaca-se Guaratinguetá, com 35 estabelecimentos (**Figura IV-105**).

Figura IV-105 – Sistema de inundação: quantidade de estabelecimento agropecuários, por município – 2017.

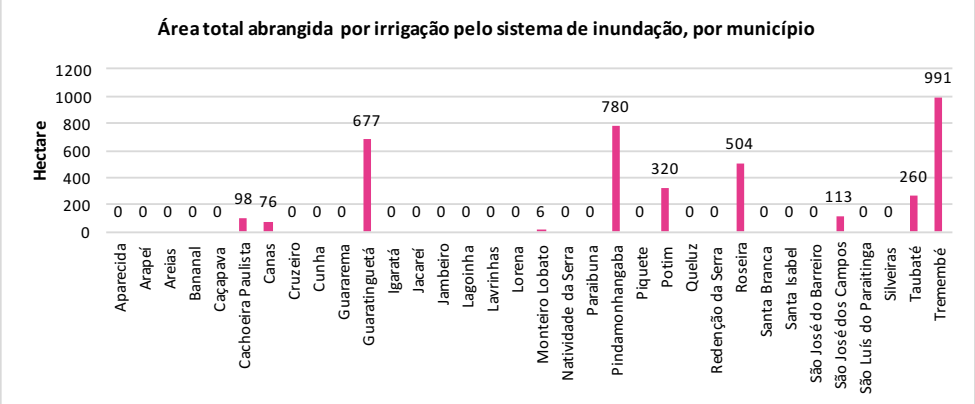


Fonte: Censo Agropecuário do IBGE[6].

Quanto à área abrangida pelo sistema de inundação, há dados apenas para nove municípios, entre esses destacam-se Tremembé, com 911 ha de área irrigada por meio desse sistema; Pindamonhangaba, com 780 ha; Guaratinguetá, com 677 ha; e Roseira, com 504 ha (**Figura IV-106**).

Salienta-se que, os dados de área irrigada por inundação em cinco municípios (Aparecida, Arapeí, Caçapava, Cruzeiro e Lorena) foram inibidos pelo IBGE para evitar a identificação do informante (**Tabela IV-35**).

Figura IV-106 – Sistema de inundação: área abrangida por município – 2017.



Fonte: Censo Agropecuário do IBGE[6].

Tabela IV-35 – Sistema de inundação: quantidade de estabelecimentos e área irrigada – 2017.

Município	Inundação	
	Quantidade de estabelecimentos (nº)	Área irrigada (ha)
Aparecida	1	X
Arapeí	1	X
Areias	0	0
Bananal	0	0
Caçapava	1	X
Cachoeira Paulista	4	98
Canas	3	76
Cruzeiro	4	X
Cunha	0	0
Guararema	0	0
Guaratinguetá	35	677
Igaratá	0	0
Jacareí	0	0
Jambeiro	0	0
Lagoinha	0	0
Lavrinhas	0	0
Lorena	2	X
Monteiro Lobato	3	6
Natividade da Serra	0	0
Paraibuna	0	0
Pindamonhangaba	9	780
Piquete	0	0
Potim	3	320
Queluz	0	0
Redenção da Serra	0	0
Roseira	7	504
Santa Branca	0	0
Santa Isabel	0	0
São José do Barreiro	0	0
São José dos Campos	4	113
São Luís do Paraitinga	0	0
Silveiras	0	0
Taubaté	6	260
Tremembé	8	991
Total	**91**	**3.825**

X = dado inibido pelo IBGE para não identificar o informante.
Fonte: Censo Agropecuário do IBGE[6].

Sulcos

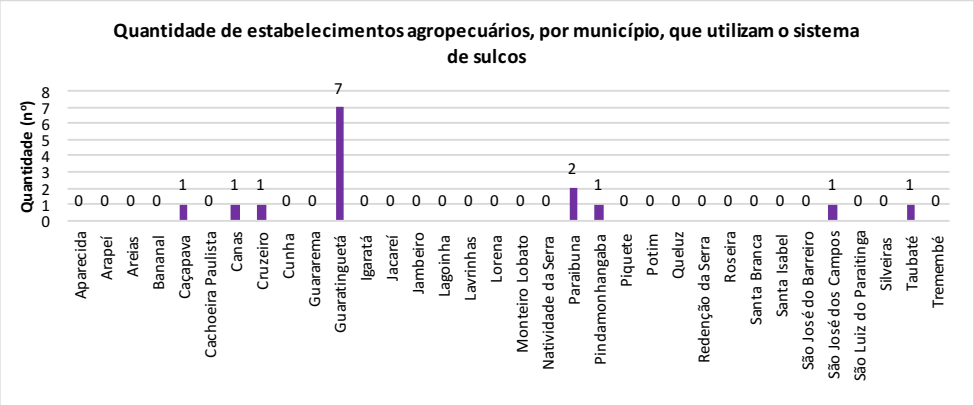
O sistema de sulcos, também do método de superfície, é utilizado em oito municípios, entre os quais destaca-se Guaratinguetá, com sete estabelecimentos (**Tabela IV-36** e **Figura IV-107**).

Tabela IV-36 – Sistema de sulcos: quantidade de estabelecimentos e área irrigada – 2017.

Município	Sulcos	
	Quantidade de estabelecimentos (nº)	Área irrigada (ha)
Aparecida	0	0
Arapeí	0	0
Areias	0	0
Bananal	0	0
Caçapava	1	X
Cachoeira Paulista	0	0
Canas	1	X
Cruzeiro	1	X
Cunha	0	0
Guararema	0	0
Guaratinguetá	7	13
Igaratá	0	0
Jacareí	0	0
Jambeiro	0	0
Lagoinha	0	0
Lavrinhas	0	0
Lorena	0	0
Monteiro Lobato	0	0
Natividade da Serra	0	0
Paraibuna	2	X
Pindamonhangaba	1	X
Piquete	0	0
Potim	0	0
Queluz	0	0
Redenção da Serra	0	0
Roseira	0	0
Santa Branca	0	0
Santa Isabel	0	0
São José do Barreiro	0	0
São José dos Campos	1	X
São Luís do Paraitinga	0	0
Silveiras	0	0
Taubaté	1	X
Tremembé	0	0
Total	15	13

X = dado inibido pelo IBGE para não identificar o informante.
Fonte: Censo Agropecuário do IBGE[6].

Figura IV-107 – Sistema de sulcos: quantidade de estabelecimento agropecuários, por município – 2017.



Fonte: Censo Agropecuário do IBGE[6].

Quanto à área abrangida pelo sistema de sulcos, há dados apenas para um município, Guaratinguetá, com 13 ha (**Tabela IV-36**).

Salienta-se que, os dados de área irrigada por sulcos nos demais municípios que utilizam esse sistema (Caçapava, Canas, Cruzeiro, Paraibuna, Pindamonhangaba, São José dos Campos e Taubaté) foram inibidos pelo IBGE para evitar a identificação do informante (**Tabela IV-36**).

Autopropelido

O sistema autopropelido, relacionado ao método de aspersão, é utilizado nove municípios, entre os quais destacam-se Taubaté e Redenção da Serra, ambos com seis estabelecimentos cada. Entretanto, enquanto em Taubaté a área irrigada atinge 353 ha, em Redenção da Serra é de apenas 21 ha (**Tabela IV-37 e Figura IV-108**).

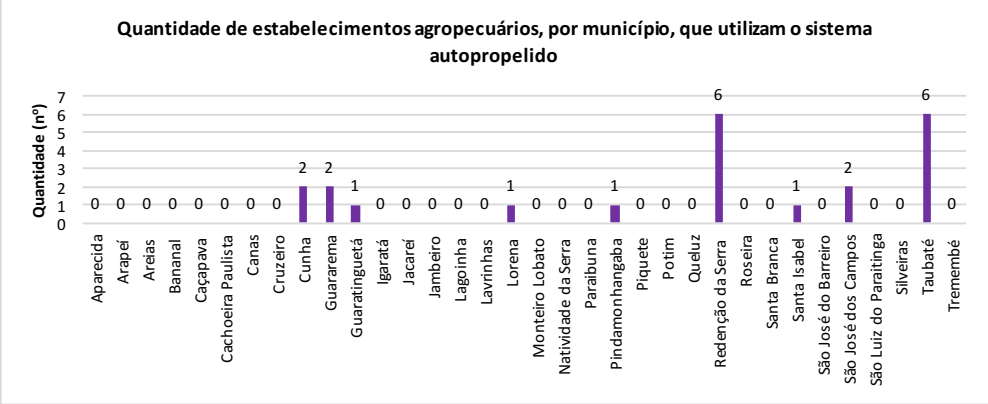
Salienta-se que, os dados de área irrigada por autopropelido nos demais municípios que utilizam esse sistema (Cunha, Guararema, Guaratinguetá, Lorena, Pindamonhangaba, Santa Isabel e São José dos Campos) foram inibidos pelo IBGE para evitar a identificação do informante (**Tabela IV-37**).

Tabela IV-37 – Sistema autopropelido: quantidade de estabelecimentos e área irrigada – 2017.

Município	Autopropelido	
	Quantidade de estabelecimentos (nº)	Área irrigada (ha)
Aparecida	0	0
Arapeí	0	0
Areias	0	0
Bananal	0	0
Caçapava	0	0
Cachoeira Paulista	0	0
Canas	0	0
Cruzeiro	0	0
Cunha	2	X
Guararema	2	X
Guaratinguetá	1	X
Igaratá	0	0
Jacareí	0	0
Jambeiro	0	0
Lagoinha	0	0
Lavrinhas	0	0
Lorena	1	X
Monteiro Lobato	0	0
Natividade da Serra	0	0
Paraibuna	0	0
Pindamonhangaba	1	X
Piquete	0	0
Potim	0	0
Queluz	0	0
Redenção da Serra	6	21
Roseira	0	0
Santa Branca	0	0
Santa Isabel	1	X
São José do Barreiro	0	0
São José dos Campos	2	X
São Luís do Paraitinga	0	0
Silveiras	0	0
Taubaté	6	353
Tremembé	0	0
Total	22	374

X = dado inibido pelo IBGE para não identificar o informante.
Fonte: Censo Agropecuário do IBGE[6].

Figura IV-108 – Autoperopelido: quantidade de estabelecimento agropecuários, por município – 2017.



Fonte: Censo Agropecuário do IBGE[6].

Pivô central

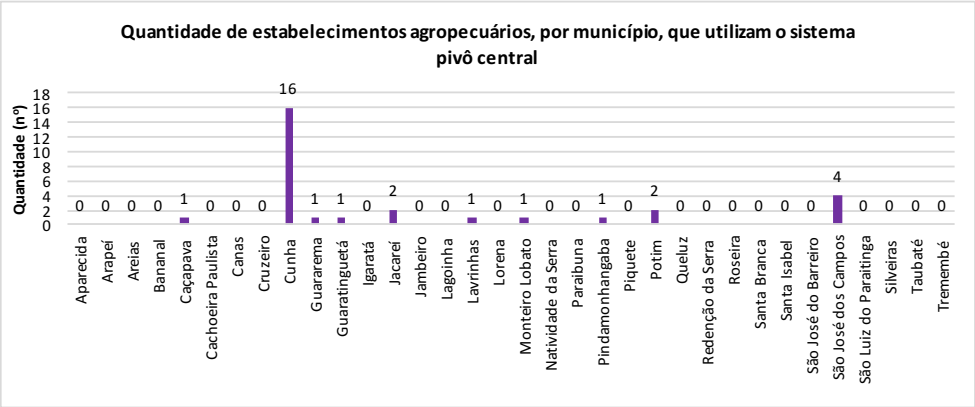
O pivô central, também um sistema do método de aspersão, é utilizado em 10 municípios, sendo que Cunha se destaca com a maior quantidade de estabelecimentos que utilizam esse sistema (**Tabela IV-38** e **Figura IV-109**).

Tabela IV-38 – Pivô central: quantidade de estabelecimentos e área irrigada – 2017

Município	Pivô central	
	Quantidade de estabelecimentos (nº)	Área irrigada (ha)
Aparecida	0	0
Arapeí	0	0
Areias	0	0
Bananal	0	0
Caçapava	1	X
Cachoeira Paulista	0	0
Canas	0	0
Cruzeiro	0	0
Cunha	16	28
Guararema	1	X
Guaratinguetá	1	X
Igaratá	0	0
Jacareí	2	X
Jambeiro	0	0
Lagoinha	0	0
Lavrinhas	1	X
Lorena	0	0
Monteiro Lobato	1	X
Natividade da Serra	0	0
Paraibuna	0	0
Pindamonhangaba	1	X
Piquete	0	0
Potim	2	X
Queluz	0	0
Redenção da Serra	0	0
Roseira	0	0
Santa Branca	0	0
Santa Isabel	0	0
São José do Barreiro	0	0
São José dos Campos	4	X
São Luís do Paraitinga	0	0
Silveiras	0	0
Taubaté	0	0
Tremembé	0	0
Total	30	28

X = dado inibido pelo IBGE para não identificar o informante.
Fonte: Censo Agropecuário do IBGE[6].

Figura IV-109 – Pivô central: quantidade de estabelecimento agropecuários, por município – 2017.



Fonte: Censo Agropecuário do IBGE[6].

Ente os 10 municípios, apenas Cunha teve a abrangência da área irrigada divulgada (28 ha), para os demais municípios (Caçapava, Guararema, Guaratinguetá, Jacareí, Lavrinhas, Monteiro Lobato, Pindamonhangaba, Potim e São José dos Campos), o dado foi inibido pelo IBGE para evitar a identificação do informante (**Tabela IV-38**).

Convencional

O sistema convencional, também um tipo de sistema do método de aspersão, é utilizado em 31 municípios, destacando-se Taubaté, com 40 estabelecimentos agropecuários que utilizam esse sistema, e São José dos Campos, com 35 (**Tabela IV-39** e **Figura IV-110**).

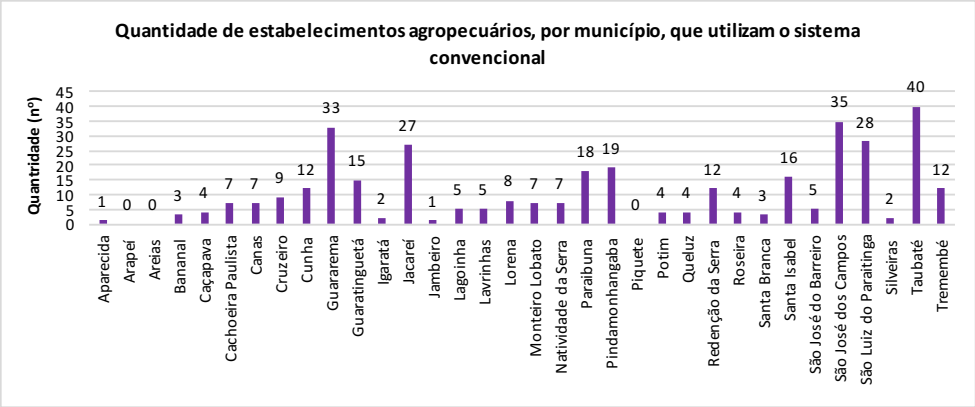
Tabela IV-39 – Sistema convencional: quantidade de estabelecimentos e área irrigada – 2017.

Município	Convencional	
	Quantidade de estabelecimentos (nº)	Área irrigada (ha)
Aparecida	1	X
Arapeí	0	0
Areias	0	0
Bananal	3	8
Caçapava	4	X
Cachoeira Paulista	7	40
Canas	7	9
Cruzeiro	9	16
Cunha	12	32
Guararema	33	69
Guaratinguetá	15	22
Igaratá	2	X
Jacareí	27	64
Jambeiro	1	X
Lagoinha	5	5
Lavrinhas	5	106
Lorena	8	66
Monteiro Lobato	7	7
Natividade da Serra	7	14
Paraibuna	18	44
Pindamonhangaba	19	48
Piquete	0	0
Potim	4	42
Queluz	4	8
Redenção da Serra	12	65
Roseira	4	X
Santa Branca	3	X
Santa Isabel	16	35
São José do Barreiro	5	X
São José dos Campos	35	116
São Luís do Paraitinga	28	59
Silveiras	2	X

Município	Convencional	
	Quantidade de estabelecimentos (nº)	Área irrigada (ha)
Taubaté	40	92
Tremembé	12	202
Total	**355**	**1.169**

X = dado inibido pelo IBGE para não identificar o informante.
Fonte: Censo Agropecuário do IBGE[6].

Figura IV-110 – Convencional: quantidade de estabelecimento agropecuários, por município – 2017.

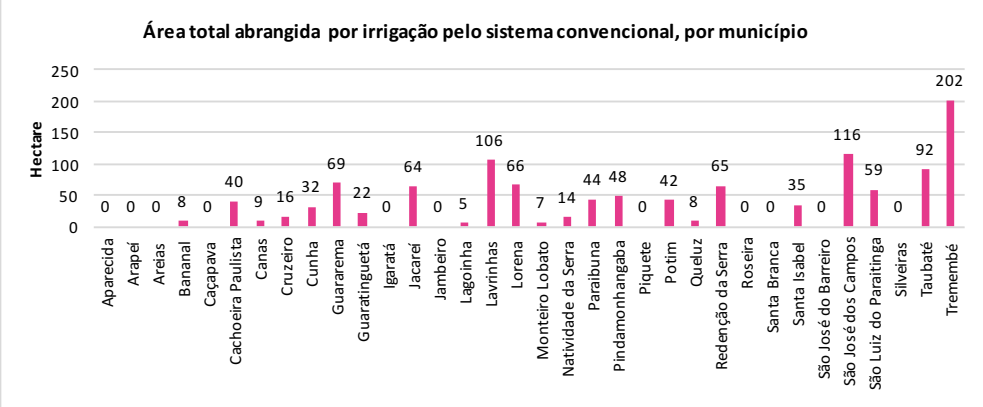


Fonte: Censo Agropecuário do IBGE[6].

Quanto à área irrigada por meio desse sistema, Tremembé, com apenas 12 estabelecimentos, se destaca com 202 ha, seguido por São José dos Campos, com 116 ha, e Lavrinhas, com 106 ha (**Figura IV-111**).

Salienta-se que, os dados de área irrigada pelo sistema convencional em oito municípios que utilizam esse sistema (Aparecida, Caçapava, Igaratá, Jambeiro, Roseira, Santa Branca, São José do Barreiro e Silveiras) foram inibidos pelo IBGE para evitar a identificação do informante (**Tabela IV-39**).

Figura IV-111 – Sistema convencional: área abrangida por município – 2017.



Fonte: Censo Agropecuário do IBGE[6].

Subirrigação

O método de subirrigação é utilizado em 17 municípios da UGRHI 02, destacando-se Cunha com a maior quantidade de estabelecimentos agropecuários que utilizam esse sistema (**Tabela IV-40** e **Figura IV-112**).

Quanto à área abrangida por irrigação utilizando-se esse método, há dados apenas para quatro municípios, entre os quais destaca-se Santa Isabel que, com apenas quatro estabelecimentos

agropecuários utilizando esse método, abrange área de 49 ha. Os demais municípios com dados são: Cunha (17 ha), Natividade da Serra (4 ha) e Guararema (3 ha) (**Tabela IV-40**).

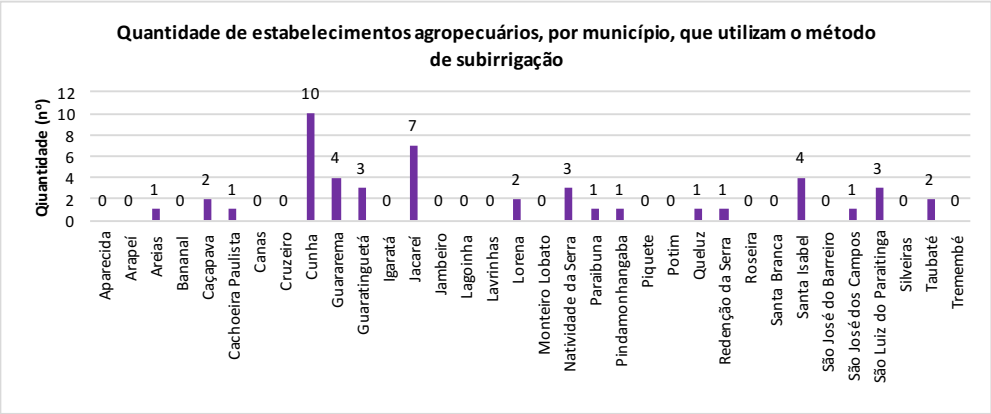
No total, 13 municípios que possuem estabelecimento agropecuários que utilizam subirrigação (Areias, Caçapava, Cachoeira Paulista, Guaratinguetá, Jacareí, Lorena, Paraibuna, Pindamonhangaba, Queluz, Redenção da Serra, São José dos Campos, Paraitinga e Taubaté) tiveram os dados e área irrigada inibidos pelo IBGE, para evitar a identificação do informante (**Tabela IV-40**).

Tabela IV-40 – Subirrigação: quantidade de estabelecimentos e área irrigada – 2017.

Município	Subirrigação	
	Quantidade de estabelecimentos (nº)	Área irrigada (ha)
Aparecida	0	0
Arapeí	0	0
Areias	1	X
Bananal	0	0
Caçapava	2	X
Cachoeira Paulista	1	X
Canas	0	0
Cruzeiro	0	0
Cunha	10	17
Guararema	4	3
Guaratinguetá	3	X
Igaratá	0	0
Jacareí	7	X
Jambeiro	0	0
Lagoinha	0	0
Lavrinhas	0	0
Lorena	2	X
Monteiro Lobato	0	0
Natividade da Serra	3	4
Paraibuna	1	X
Pindamonhangaba	1	X
Piquete	0	0
Potim	0	0
Queluz	1	X
Redenção da Serra	1	X
Roseira	0	0
Santa Branca	0	0
Santa Isabel	4	49
São José do Barreiro	0	0
São José dos Campos	1	X
São Luís do Paraitinga	3	X
Silveiras	0	0
Taubaté	2	X
Tremembé	0	0
Total	47	73

X = dado inibido pelo IBGE para não identificar o informante.
Fonte: Censo Agropecuário do IBGE[6].

Figura IV-112 – Subirrigação: quantidade de estabelecimento agropecuários, por município – 2017.



Fonte: Censo Agropecuário do IBGE[6].

4.1.4.2.3.3. Demanda rural e demanda para irrigação

O uso rural abrange diversas finalidades, tais como irrigação, dessedentação animal, aquicultura e piscicultura. Este item tem por objetivo evidenciar a significância da irrigação em relação às demais finalidades. Para tanto, considerando que o banco de dados de outorgas disponibilizado pela CRHi apresenta os dados do uso rural de forma agregada, foram utilizadas duas fontes de informações:

- Banco de Outorgas da Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico (ANA) e Banco de Outorgas do Departamento de Águas e Energia Elétrica (DAEE), para obtenção de dados referentes às captações superficiais; e
- Banco de Outorgas do Departamento de Águas e Energia Elétrica (DAEE), para obtenção de dados referentes as captações subterrâneas.

Quanto à quantidade de catações, os dados obtidos, referentes a 2019, mostram que, do total de 770 captações para uso rural, 167 são utilizadas em irrigação, ou seja, as captações para irrigação correspondem a 22 % do total e captações para uso rural. Verifica-se, também, que do total de 167 captações utilizadas para irrigação, apenas 22 são subterrâneas, ou seja 87 % das captações utilizadas para irrigação são superficiais (**Tabela IV-41**).

Entretanto, considerando a vazão outorgada, a situação quase se inverte, pois verifica-se que o volume outorgado para a irrigação corresponde a 64% da vazão outorgada para uso rural. Os dados obtidos mostram, também, que do total de 3,262 m^3/s outorgados para irrigação, 99 % correspondem a captações superficiais (**Tabela IV-42**).

Analisando-se os dados referentes à quantidade total de captações, por município, observa-se que: (a) 13 deles não possuem outorgas para irrigação (Arapeí, Areias, Guarulhos, Itaquaquecetuba, Jambeiro, Lagoinha, Natividade da Serra, Potim, Queluz, Redenção da Serra, Salesópolis, São José do Barreiro e Silveiras); e (b) quatro municípios (Pindamonhangaba, Guaratinguetá, Taubaté e São José dos Campos), juntos, abrangem 52 % das captações (**Figura IV-113**).

Analisando-se os dados referentes à vazão total outorgada, por município, observa-se que Pindamonhangaba detém a maior vazão outorgada (1,87 m^3/s), seguido por Guaratinguetá, com 0,43 m^3/s; Tremembé, com 0,35 m^3/s; Roseira, com 0,19 m^3/s; Taubaté, com 0,10 m^3/s; e Igaratá, também com 0,10 m^3/s (**Figura IV-114**).

Tabela IV-41 – Uso rural e irrigação: quantidade de captações e vazão outorgada.

Município	Quantidade de captações (nº)					
	Irrigação				Demais usos rurais	Rural total
	Superficial		Subterrânea (DAEE)	Total		
	ANA	DAEE				
Aparecida	0	1	1	**2**	3	5
Arapeí	0	0	0	**0**	1	1
Areias	0	0	0	**0**	2	2
Arujá	0	3	0	**3**	9	12
Bananal	0	0	1	**1**	3	4
Caçapava	0	4	1	**5**	32	37
Cachoeira Paulista	0	2	0	**2**	4	6
Canas	0	2	0	**2**	1	3
Cruzeiro	0	4	0	**4**	9	13
Cunha	0	1	2	**3**	22	25
Guararema	1	4	4	**9**	30	39
Guaratinguetá	6	17	1	**24**	14	38
Guarulhos	0	0	0	**0**	0	0
Igaratá	0	2	0	**2**	17	19
Itaquaquecetuba	0	0	0	**0**	0	0
Jacareí	2	0	1	**3**	30	33
Jambeiro	0	0	0	**0**	28	28
Lagoinha	0	0	0	**0**	10	10
Lavrinhas	0	5	0	**5**	1	6
Lorena	2	0	0	**2**	8	10
Mogi das Cruzes	0	1	3	**4**	29	33
Monteiro Lobato	0	2	0	**2**	6	8
Natividade da Serra	0	0	0	**0**	23	23
Paraibuna	0	1	0	**1**	28	29
Pindamonhangaba	1	23	1	**25**	78	103
Piquete	0	2	0	**2**	1	3
Potim	0	0	0	**0**	2	2
Queluz	0	0	0	**0**	0	0
Redenção da Serra	0	0	0	**0**	11	11
Roseira	0	6	0	**6**	13	19
Salesópolis	0	0	0	**0**	0	0
Santa Branca	0	3	0	**3**	11	14
Santa Isabel	0	5	1	**6**	20	26
São José do Barreiro	0	0	0	**0**	7	7
São José dos Campos	2	13	1	**16**	56	72
São Luís do Paraitinga	0	0	2	**2**	40	42
Silveiras	0	0	0	**0**	4	4
Taubaté	1	18	3	**22**	36	58
Tremembé	0	11	0	**11**	14	25
Total	**15**	**130**	**22**	**167**	**603**	**770**

Fonte: Bancos de dados do DAEE e ANA.

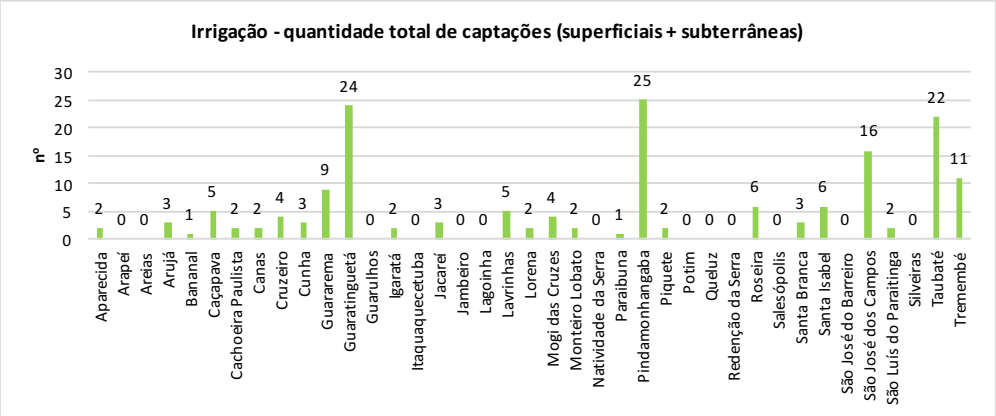
Tabela IV-42 - Uso rural e irrigação: vazão outorgada

Município	Vazão outorgada (m^3/s)					
	Irrigação				Demais usos rurais	Rural total
	Superficial		Subterrânea	Total		
	ANA	DAEE				
Aparecida	0	0,0035	0,00197	**0,00547**	0,00146	0,00693
Arapeí	0	0	0	**0**	0,00002	0,00002
Areias	0	0	0	**0**	0,00007	0,00007
Arujá	0	0,000612	0	**0,000612**	0,000226	0,000838
Bananal	0	0	0,00008	**0,00008**	0,028985562	0,029065562
Caçapava	0	0,027105	0,000006	**0,027111**	0,193763	0,220874
Cachoeira Paulista	0	0,02759	0	**0,02759**	0,003435	0,031025
Canas	0	0,01413	0	**0,01413**	0,00191	0,01604
Cruzeiro	0	0,00674	0	**0,00674**	0,055016	0,061756
Cunha	0	0,000006	0,000032	**0,000038**	0,123976	0,124014
Guararema	0,002100457	0,00433	0,000041	**0,006471457**	0,020277	0,026748457
Guaratinguetá	0,055358955	0,373896	0,000008	**0,429262955**	0,017335	0,446597955
Guarulhos	0	0	0	**0**	0	0
Igaratá	0	0,10002	0	**0,10002**	0,055413	0,155433
Itaquaquecetuba	0	0	0	**0**	0	0
Jacareí	0,001752568	0	0,00056	**0,002312568**	0,019792	0,022104568
Jambeiro	0	0	0	**0**	0,024739	0,024739

Município	Vazão outorgada (m^3/s)					
	Irrigação				Demais usos rurais	Rural total
	Superficial		Subterrânea	Total		
	ANA	DAEE				
Lagoinha	0	0	0	**0**	0,026942	0,026942
Lavrinhas	0	0,01221	0	**0,01221**	0,00194	0,01415
Lorena	0,017751142	0	0	**0,017751142**	0,002157	0,019908142
Mogi das Cruzes	0	0,00021	0,000026	**0,000236**	0,008705	0,008941
Monteiro Lobato	0	0,000033	0	**0,000033**	0,034073	0,034106
Natividade da Serra	0	0	0	**0**	0,014876	0,014876
Paraibuna	0	0,00001	0	**0,00001**	0,010626	0,010636
Pindamonhangaba	0,203424658	1,671007	0,000285	**1,874716658**	0,497173	2,371889658
Piquete	0	0,00472	0	**0,00472**	0,00008	0,0048
Potim	0	0	0	**0**	0,05556	0,05556
Queluz	0	0	0	**0**	0	0
Redenção da Serra	0	0	0	**0**	0,000704	0,000704
Roseira	0	0,189924	0	**0,189924**	0,30214	0,492064
Salesópolis	0	0	0	**0**	0	0
Santa Branca	0	0,00291	0	**0,00291**	0,002441	0,005351
Santa Isabel	0	0,001146	0,00125	**0,002396**	0,011005	0,013401
São José do Barreiro	0	0	0	**0**	0,000151	0,000151
São José dos Campos	0,053939022	0,016224	0,01858	**0,088743022**	0,058245	0,146988022
São Luís do Paraitinga	0	0	0,000001	**0,000001**	0,002214	0,002215
Silveiras	0	0	0	**0**	0,000106	0,000106
Taubaté	0,001702816	0,098614	0,00037	**0,100686816**	0,180093	0,280779816
Tremembé	0	0,3483	0	**0,3483**	0,060888	0,409188
Total	**0,336**	**2,903**	**0,023**	**3,262**	**1,817**	**5,079**

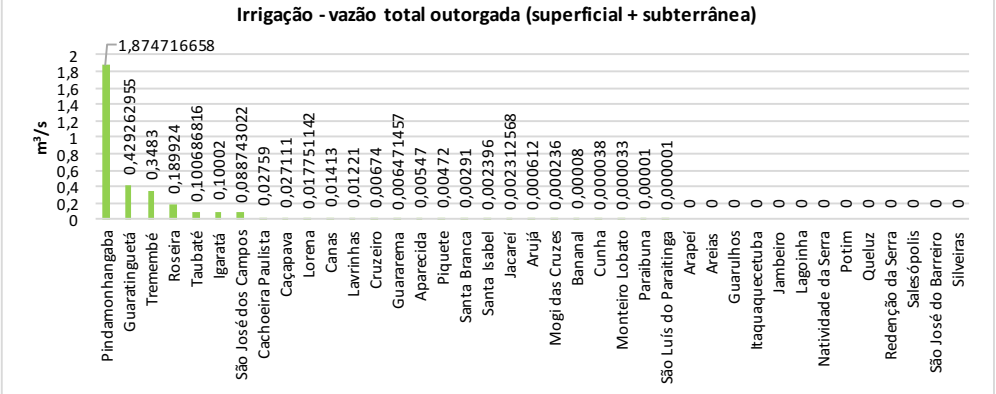
Fonte: Bancos de dados do DAEE e ANA.

Figura IV-113 – Irrigação: quantidade total de captações (superficiais + subterrâneas), por município.



Fonte: Bancos de dados do DAEE e ANA.

Figura IV-114 – Proporção da vazão outorgada para irrigação em relação à vazão total de uso rural.



Fonte: Bancos de dados do DAEE e ANA.

4.1.4.2.3.4. Demandas por ottobacia nível 5

Neste item são apresentadas informações sobre as demandas por tipo de uso, por ottobacia nível 5.

Os dados disponíveis, referentes à quantidade de captações superficiais, mostram que a ottobacia 3 possui a maior quantidade de captações (705) e que a ottobacia 1 não possui captações superficiais (**Tabela IV-43**).

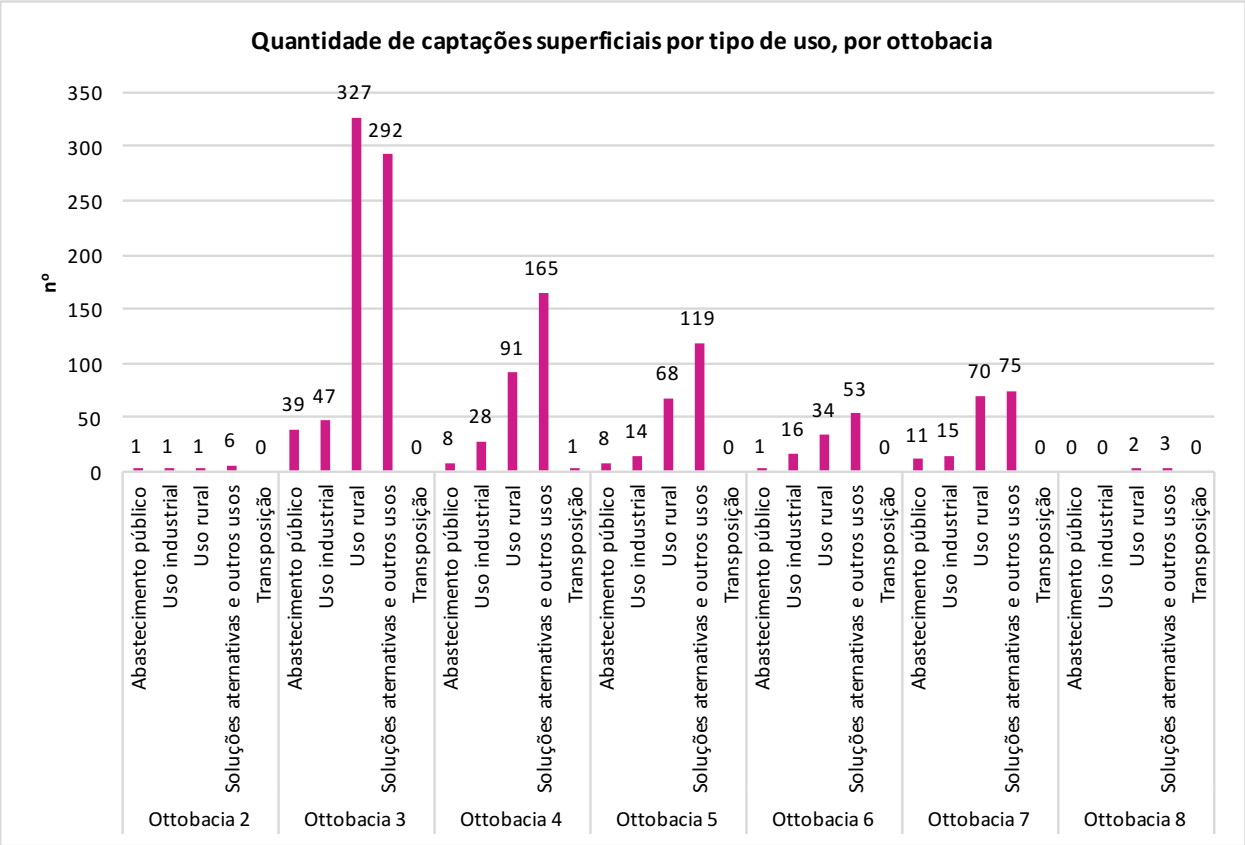
Considerando os tipos de uso, é também a ottobacia 3 que apresenta as maiores quantidades de captações para cada tipo de uso (**Tabela IV-43** e **Figura IV-115**).

Tabela IV-43 – Ottobacias nível 5: captações superficiais.

Tipo de uso	Quantidade de captações superficiais por ottobacia nível 5								Total
	1	2	3	4	5	6	7	8	
Abastecimento público	0	1	39	8	8	1	11	0	68
Uso industrial	0	1	47	28	14	16	15	0	121
Uso rural	0	1	327	91	68	34	70	2	593
Soluções alternativas e outros usos	0	6	292	165	119	53	75	3	713
Transposição	0	0	0	1	0	0	0	0	1
Total	0	9	705	293	209	104	171	5	1.496

Fonte: Bancos de Outorgas do DAEE e ANA.

Figura IV-115 – Ottobacias nível 5: quantidade de captações superficiais por tipo de uso.



Fonte: Bancos de Outorgas do DAEE e ANA.

Em se tratando das vazões outorgadas, é também a ottobacia 3 que apresenta o maior valor volume outorgado para captações superficiais (10,86 m^3/s), seguida pela ottobacia 5, com 7,25 m^3/s (**Tabela IV-44**).

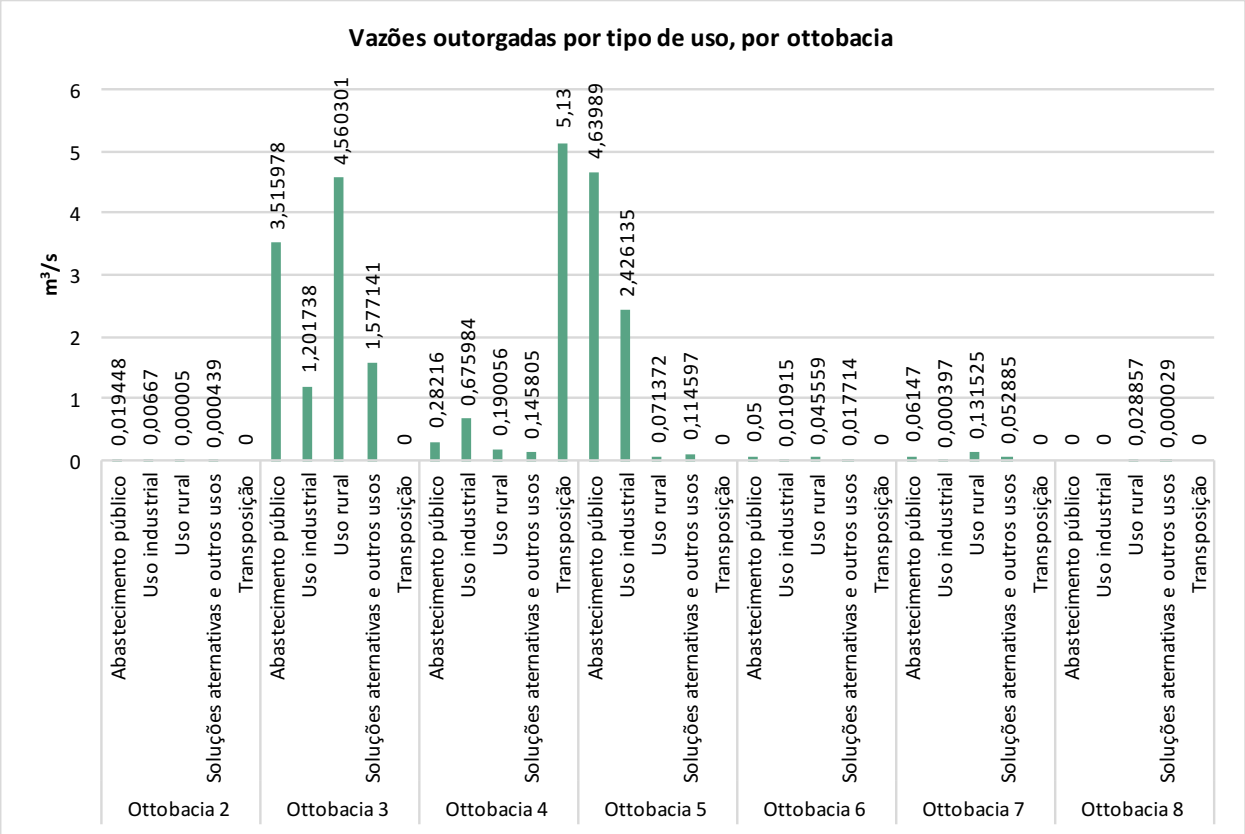
Na ottobacia 3 a maior demanda é do uso rural, seguido pelo abastecimento público; já na ottobacia 5, o abastecimento público apresenta a maior demanda, seguido pelo uso industrial. Na ottobacia 4 se destaca a transposição Jaguari-Atibainha (**Tabela IV-44** e **Figura IV-116**).

Tabela IV-44 – Ottobacias nível 5: vazões outorgadas para captações superficiais.

Tipo de uso	Quantidade de captações superficiais por ottobacia nível 5								Total
	1	2	3	4	5	6	7	8	
Abastecimento público	0	0,019448	3,515978	0,28216	4,63989	0,05	0,06147	0	8,57
Uso industrial	0	0,00667	1,201738	0,675984	2,426135	0,010915	0,000397	0	4,32
Uso rural	0	0,00005	4,560301	0,190056	0,071372	0,045559	0,131525	0,028857	5,03
Soluções alternativas e outros usos	0	0,000439	1,577141	0,145805	0,114597	0,017714	0,052885	0,000029	1,91
Transposição	0	0	0	5,13	0	0	0	0	5,13
Total	**0**	**0,026607**	**10,855158**	**6,424005**	**7,251994**	**0,124188**	**0,246277**	**0,028886**	**24,96**

Fonte: Bancos de Outorgas do DAEE e ANA.

Figura IV-116 – Ottobacias nível 5: vazões outorgadas para captações superficiais.



Fonte: Bancos de Outorgas do DAEE e ANA.

4.1.4.2.3.5. Demandas por bacia com captação para abastecimento público

Neste item são apresentadas informações sobre as demandas, por tipo de uso, por bacia com captação para abastecimento público (**Anexos A-1**, **A-2** e **A-3**).

Entre as 38 bacias com captação para abastecimento público, 16 bacias possuem exclusivamente uma única captação dedicada ao abastecimento público, não havendo outras captações, para qualquer outro uso (**Tabela IV-45**). Assim, nessas bacias não há, atualmente, conflito de uso da água.

Tabela IV-45 – Bacias com captação exclusiva para abastecimento público.

Bacia	Curso d'água principal	Usuário	Abastecimento público	
			Quantidade de captações (nº)	Vazão outorgada (m^3/s)
Bacia 03	Afluente do rio Paraíba do Sul	MCTI - Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação	1	0,00174
Bacia 04	Rio do Entupido	Sabesp - Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo	1	0,03417
Bacia 06	Afluente do córrego das Palmeiras	Prefeitura do Município de São José do Barreiro	1	0,00139
Bacia 09	Ribeirão dos Lemes	Sabesp - Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo	1	0,002968
Bacia 10	Afluente do córrego do Sertãozinho	Sabesp - Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo	1	0,000274
Bacia 11	Ribeirão da Fortaleza	Sabesp - Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo	1	0,03303
Bacia 12	Afluente do rio do Chapéu	Sabesp - Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo	1	0,00119
Bacia 13	Ribeirão dos Monteiros	SAAE - Serviço Autônomo de Água e Esgoto de Cruzeiro	1	0,001422
Bacia 14	Afluente do ribeirão da Fortaleza	Sabesp - Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo	1	0,00931
Bacia 19	Afluente do rio Formoso	Prefeitura do Município de São José do Barreiro	1	0,000315
Bacia 20	Afluente do ribeirão do Barreiro	Prefeitura do Município de São José do Barreiro	1	0,000315
Bacia 21	Afluente do ribeirão do Barreiro	Prefeitura do Município de São José do Barreiro	1	0,000063
Bacia 23	Rio do Pimenta	Prefeitura da Estância Climática de Cunha	1	0,002489
Bacia 24	Afluente do ribeirão Barreiro (Córrego Bairro São Pedro)	Prefeitura do Município de São José do Barreiro	1	0,00694
Bacia 25	Afluente do rio Formoso (Córrego Fazenda Cachoeira)	Prefeitura do Município de São José do Barreiro	1	0,00361
Bacia 27	Córrego do Almeida	Sabesp - Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo	1	0,00711
		Total	**16**	**0,106336**

Fonte: Regea (Elaborado no âmbito do desenvolvimento deste empreendimento a partir de dados dos Bancos de Outorgas do DAEE e da ANA).

Em 12 bacias verifica-se, além de captação para abastecimento público, a presença de captações superficiais para outros usos (**Tabela IV-46**). E há o caso específico de bacias com captação para abastecimento público quem possuem, em seu interior, outras bacias com captação para abastecimento público, além de captações para outros usos. Nesse caso se enquadram, no total, 10 bacias (**Tabela IV-47**).

As bacias listadas nas **Tabelas IV-46** e **IV-47**, por abrigarem diferentes captações, situação essa que engendra conflito, são descritas nos subitens a seguir. Entre essas bacias, destacam-se: Bacia 02 (Ribeirão Passa Vinte), cuja captação para abastecimento do município de Cruzeiro concorre com os demais usos rurais; Bacia 15 (Ribeirão do Braço), cuja captação utilizada para abastecimento do município de Lavrinhas concorre com ouso industrial; Bacia 22 (Ribeirão Capetinga) cuja captação para abastecimento de Cunha concorre com os demais usos rurais; e Bacia 16 (Rio Buquira ou Ferrão) cujas captações utilizadas para abastecimento de São José dos Campos concorrem com usos rurais.

Tabela IV-46 – Bacias com captação para abastecimento público e usos diversos.

Bacia	Curso d'água principal	Usuário da captação definidora da bacia	Captações para abastecimento público		Captações para usos diversos	
			Quantidade (nº)	Vazão (m^3/s)	Quantidade (nº)	Vazão (m^3/s)
Bacia 01	Ribeirão da Bocaina	Sabesp - Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo	1	0,09731	6	0,017277
Bacia 02	Ribeirão Passa Vinte	SAAE - Serviço Autônomo de Água e Esgoto de Cruzeiro	1	0,0124	3	0,05201
Bacia 15	Ribeirão do Braço	Sabesp - Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo	2	0,023736	3	0,02751
Bacia 17	Córrego do Fundo	Sabesp - Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo	1	0,012	1	0,00007
Bacia 18	Ribeirão do Batedor	SAAE – Serviço Autônomo de Água e Esgoto de Cruzeiro	1	0,019347	1	0,00004
Bacia 22	Ribeirão Capetinga	Prefeitura da Estância Climática de Cunha	2	0,009936	1	0,05
Bacia 26	Ribeirão Araraquara	Prefeitura do Município de Santa Isabel	1	0,038	6	0,001901
Bacia 30	Córrego das Couves	Sabesp - Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo	2	0,01126	3	0,00306
Bacia 31	Córrego das Palmeiras e ribeirão do Charco	Sabesp - Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo	1	0,0525	8	0,01374
Bacia 32	Ribeirão da Tapera	Sabesp - Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo	1	0,016	1	0,000023
Bacia 37	Rio Bananal	Sabesp - Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo	3	0,034335	2	0,000069
Bacia 38	Ribeirão Vermelho	Prefeitura do Município de Areias	3	0,016317	2	0,00084
		Total	**19**	**0,343141**	**37**	**0,16654**

Fonte: Regea (Elaborado no âmbito do desenvolvimento deste empreendimento a partir de dados dos Bancos de Outorgas do DAEE e da ANA).

Tabela IV-47 – Bacias com captação para abastecimento público, bacias internas e usos diversos.

Bacia	Curso d'água principal	Usuário da captação definidora da bacia	Captações para abastecimento público		Captações para usos diversos	
			Quantidade (nº)	Vazão (m^3/s)	Quantidade (nº)	Vazão (m^3/s)
Bacia 05*	Rio Una ou Rio das Almas	SAP - Secretaria de Administração Penitenciária	2	0,53058	46	0,038716
Bacia 07**	Ribeirão Benfica	Águas de Piquete S.A.	3	0,07378	0	0
Bacia 16***	Rio Buquira ou Ferrão	Sabesp - Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo	5	0,03614	36	0,058393
Bacia 28****	Ribeirão Guaratinguetá	Prefeitura do Município de Guaratinguetá	4	0,69228	14	0,133926
		Total	**14**	**1,33278**	**96**	**0,231035**

*Inclui a Bacia 33; **Inclui a Bacia 08; ***Inclui as bacias 29, 34 e 35; ****Inclui a Bacia 36.

Fonte: Regea (Elaborado no âmbito do desenvolvimento deste empreendimento a partir de dados dos Bancos de Outorgas do DAEE e da ANA).

4.1.4.2.3.6.1. Bacia 01 – Ribeirão da Bocaina

Na Bacia 01 (Ribeirão da Bocaina) – definida a partir de um ponto de captação, de responsabilidade da Sabesp, localizado no município de Cachoeira Paulista – além dessa captação para abastecimento público, encontram-se outros seis pontos de captação, sendo, um para soluções alternativas; um para uso industrial; dois para uso rural, ambos cadastrados para usos rurais diversos, exceto irrigação e dessedentação animal; e dois para outros usos (**Anexo A-1**).

A vazão outorgada nessa Bacia soma 0,11 m^3/s, sendo a maior parcela destinada ao abastecimento público, perfazendo 84,92% do total; na sequência têm-se: uso industrial, com 14,56% da vazão total outorgada na bacia; outros usos, com 0,47%; soluções alternativas (0,04%); e usos rurais diversos, com 0,01% do total outorgado (**Tabelas IV-48** e **IV-49**; e **Figura V-117**).

Tabela IV-48 – Bacia 01: quantidade de captações superficiais e vazão outorgada, por tipo de uso.

Bacia 01 - Ribeirão da Bocaina Captações superficiais			
Uso		**Quantidade (nº)**	**Vazão outorgada (m^3/s)**
Abastecimento público		1	0,09731
Industrial		1	0,01667
Rural	Irrigação	0	0
	Dessedentação animal	0	0
	Demais usos rurais	2	0,000016
Outros	Soluções alternativas	1	0,00005
	Outros usos não especificados	2	0,000541
Total		**7**	**0,114587**

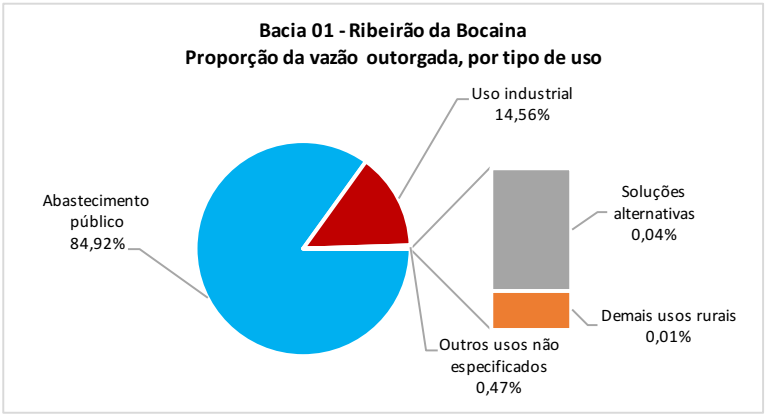
Fonte: Banco de Outorgas do DAEE.

Tabela IV-49 – Bacia 01: dados básicos das outorgas para captações superficiais.

Usuário	Finalidade	Vazão outorgada (m^3/s)
Cia Saneamento Básico Estado São Paulo	Abastecimento público	0,09731
Petróleo Brasileiro S.A. - Petrobras	Indústria	0,01667
Suzano s.a.	Outros	0,000041
Fibria Celulose S.A.	Outros	0,000541
Pessoa física	Demais usos rurais	0,000012
Pessoa física	Demais usos rurais	0,000004
Pessoa física	Solução alternativa	0,00005
	Total	**0,114587**

Fonte: Banco de Outorgas do DAEE.

Figura IV-117 – Bacia 01: vazão outorgada por tipo de uso.



Fonte: Banco de Outorgas do DAEE.

4.1.4.2.3.6.2. Bacia 02 – Ribeirão Passa Vinte

Na Bacia 02 (Ribeirão Passa Vinte) – definida a partir de um ponto de captação de responsabilidade do SAAE -Serviço Autônomo de Água e Esgoto de Cruzeiro, localizado no município de Cruzeiro – além dessa captação para abastecimento público, encontram-se três outros pontos de captação, sendo, um cadastrado para soluções alternativas e dois para usos rurais diversos (**Anexo A-1**).

A vazão outorgada nessa Bacia soma 0,06441 m^3/s, sendo a maior parcela destinada a demais usos rurais (exclui irrigação e dessedentação animal), ou seja, 80,73% do total; na sequência têm-se: abastecimento público, com 19,25% da vazão total outorgada na bacia; e soluções alternativas, com 0,02% do total outorgado (**Tabelas IV-50 e IV-51**; e **Figura V-118**).

Tabela IV-50 – Bacia 02: quantidade de captações superficiais e vazão outorgada, por tipo de uso.

Bacia 02 - Ribeirão Passa Vinte Captações superficiais			
Uso		**Quantidade (nº)**	**Vazão outorgada (m^3/s)**
Abastecimento público		1	0,0124
Industrial		0	0
Rural	Irrigação	0	0
	Dessedentação animal	0	0
	Demais usos rurais	2	0,052
Outros	Soluções alternativas	1	0,00001
	Outros usos não especificados	0	0
Total		**4**	**0,06441**

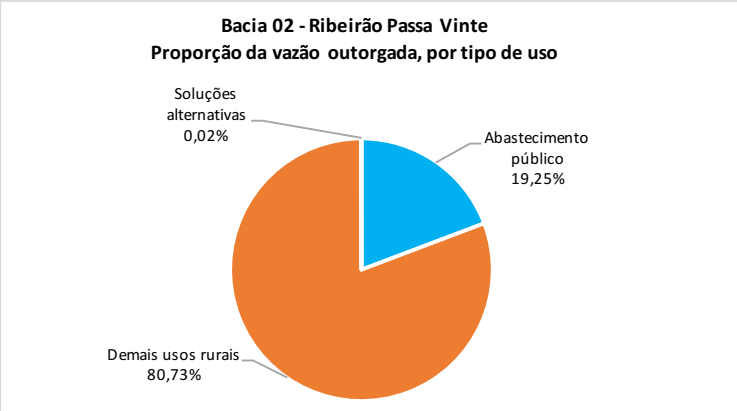
Fonte: Banco de Outorgas do DAEE.

Tabela IV-51 – Bacia 02: dados básicos das outorgas para captações superficiais.

Usuário	Finalidade	Vazão outorgada (m^3/s)
Serviço Autônomo de Água e Esgoto	Abastecimento público	0,0124
Pessoa física	Demais usos rurais	0,027
Pessoa física	Demais usos rurais	0,025
Pessoa física	Solução alternativa	0,00001
	Total	**0,06441**

Fonte: Banco de Outorgas do DAEE.

Figura IV-118 – Bacia 02: vazão outorgada por tipo de uso.



Fonte: Banco de Outorgas do DAEE.

4.1.4.2.3.6.3. Bacia 15 – Ribeirão do Braço

Na Bacia 15 (Ribeirão do Braço) – definida a partir de um ponto de captação, de responsabilidade da Sabesp, localizado no município de Lavrinhas – além dessa captação para abastecimento público, que define a Bacia 15, existe mais uma catação para abastecimento público, situada alguns metros a montante, e três captações para uso industrial (**Anexo A-1**).

A vazão total outorgada para essa Bacia soma 0,051 m^3/s, sendo a maior parcela destinada ao uso industrial, ou seja, 53,68% do total; ficando, para o abastecimento público, 46,32% (**Tabelas IV-52** e **IV-53; e Figura V-119**).

Tabela IV-52 – Bacia 15: quantidade de captações superficiais e vazão outorgada, por tipo de uso.

Bacia 15 - Ribeirão do Braço Captações superficiais			
Uso		**Quantidade (nº)**	**Vazão outorgada (m^3/s)**
Abastecimento público		2	0,023736
Industrial		3	0,027510
Rural	Irrigação	0	0
	Dessedentação animal	0	0
	Demais usos rurais	0	0
Outros	Soluções alternativas	0	0
	Outros usos não especificados	0	0
Total		**5**	**0,051246**

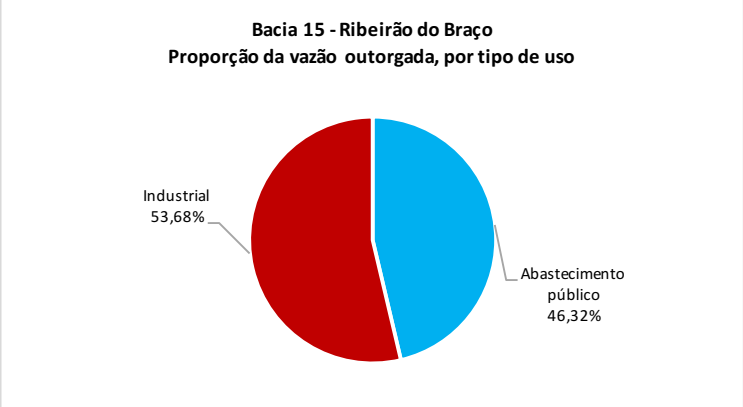
Fonte: Banco de Outorgas do DAEE.

Tabela IV-53 – Bacia 15: dados básicos das outorgas para captações superficiais.

Usuário	Finalidade	Vazão outorgada (m^3/s)
Cia Saneamento Básico Estado São Paulo	Abastecimento público	0,01875
Serviço Autônomo de Água e Esgoto	Abastecimento público	0,004986
Suall Industria E Comercio Ltda.	Indústria	0,00042
Silvano Biondi E Filhos Ltda. - Me	Indústria	0,00042
Silvano Biondi E Filhos Ltda. - Me	Indústria	0,02667
	Total	**0,051246**

Fonte: Banco de Outorgas do DAEE.

Figura IV-119 – Bacia 15: vazão outorgada por tipo de uso.



Fonte: Banco de Outorgas do DAEE.

4.1.4.2.3.6.4. Bacia 17 – Córrego do Fundo

Na Bacia 17 (Córrego do Fundo) – definida a partir de um ponto de captação, de responsabilidade da Sabesp, localizado no município de Silveiras – além dessa captação para abastecimento público, que define a Bacia 17, existe mais uma captação para uso rural (**Anexo A-2**).

A vazão total outorgada para essa Bacia soma 0,01207 m^3/s, sendo a maior parcela destinada ao abastecimento público, ou seja, 99,42% do total; ficando, para o uso rural, 0,58% (**Tabelas IV-54** e **IV-55**; e **Figura V-120**).

Tabela IV-54 – Bacia 17: quantidade de captações superficiais e vazão outorgada, por tipo de uso.

Bacia 17 – Córrego do Fundo Captações superficiais			
Uso		**Quantidade (nº)**	**Vazão outorgada (m^3/s)**
Abastecimento público		1	0,012
Industrial		0	0
Rural	Irrigação	0	0
	Dessedentação animal	0	0
	Demais usos rurais	1	0,00007
Outros	Soluções alternativas	0	0
	Outros usos não especificados	0	0
Total		**2**	**0,01207**

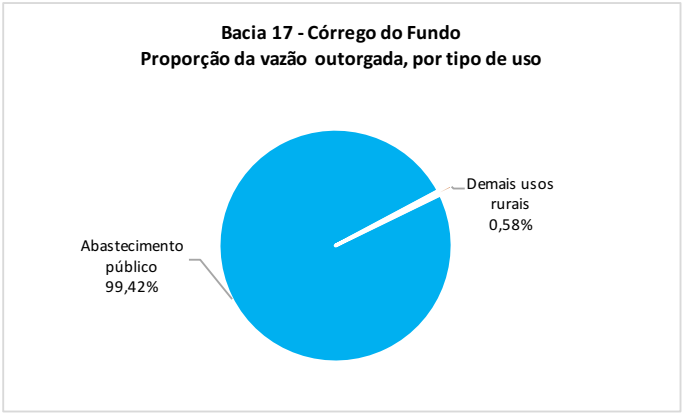
Fonte: Banco de Outorgas do DAEE.

Tabela IV-55 – Bacia 15: dados básicos das outorgas para captações superficiais.

Usuário	Finalidade	Vazão outorgada (m^3/s)
Cia Saneamento Básico Estado São Paulo	Abastecimento público	0,012
Pessoa física	Rural	0,00007
	Total	**0,01207**

Fonte: Banco de Outorgas do DAEE.

Figura IV-120 – Bacia 17: vazão outorgada por tipo de uso.



Fonte: Banco de Outorgas do DAEE.

4.1.4.2.3.6.5. Bacia 18 – Ribeirão do Batedor

Na Bacia 18 (Ribeirão do Batedor) – definida a partir de um ponto de captação, de responsabilidade do SAAE – Serviço Autônomo de Água e Esgoto de Cruzeiro, localizado no município de Cruzeiro – além dessa captação para abastecimento público, que define a Bacia 18, existe mais uma captação para irrigação (**Anexo A-2**).

A vazão total outorgada para essa Bacia soma 0,019387 m^3/s, sendo a maior parcela destinada ao abastecimento público, ou seja, 99,79% do total; ficando, para irrigação, 0,21% (**Tabelas IV-56** e **IV-57**; e **Figura V-121**).

Tabela IV-56 – Bacia 18: quantidade de captações superficiais e vazão outorgada, por tipo de uso.

Bacia 18 – Ribeirão do Batedor Captações superficiais			
Uso		**Quantidade (nº)**	**Vazão outorgada (m^3/s)**
Abastecimento público		1	0,019347
Industrial		0	0
Rural	Irrigação	1	0,00004
	Dessedentação animal	0	0
	Demais usos rurais	0	0
Outros	Soluções alternativas	0	0
	Outros usos não especificados	0	0
Total		**2**	**0,019387**

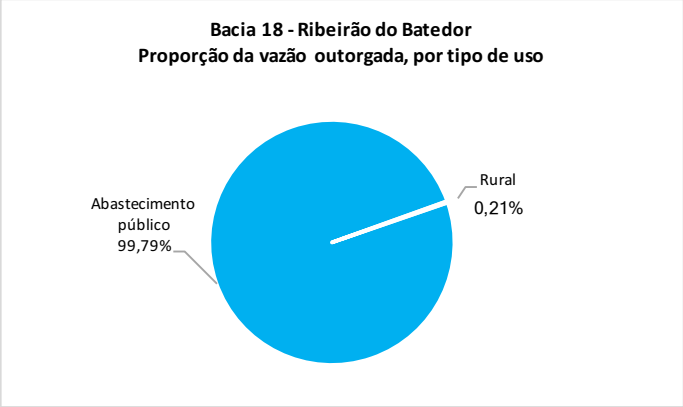
Fonte: Banco de Outorgas do DAEE.

Tabela IV-57 – Bacia 18: dados básicos das outorgas para captações superficiais.

Usuário	Finalidade	Vazão outorgada (m^3/s)
Cia Saneamento Básico Estado São Paulo	Abastecimento público	0,019347
Pessoa física	Irrigação	0,00004
	Total	**0,019387**

Fonte: Banco de Outorgas do DAEE.

Figura IV-121 – Bacia 18: vazão outorgada por tipo de uso.



Fonte: Banco de Outorgas do DAEE.

4.1.4.2.3.6.6. Bacia 22 – Ribeirão Capetinga

Na Bacia 22 (Ribeirão Capetinga) – definida a partir de um ponto de captação, de responsabilidade da Prefeitura da Estância Climática de Cunha, localizado no município de Cunha – além dessa captação para abastecimento público, que define a Bacia 22, existe mais uma captação para abastecimento público, situada alguns metros a montante, e uma captação para uso rural (**Anexo A-2**).

A vazão total outorgada para essa Bacia soma 0,059936 m^3/s, sendo a maior parcela destinada ao uso rural, ou seja, 83,42% do total; ficando, para o abastecimento público, 16,58% (**Tabelas IV-58** e **IV-59**; e **Figura V-122**).

Tabela IV-58 – Bacia 22: quantidade de captações superficiais e vazão outorgada, por tipo de uso.

Bacia 22 – Ribeirão Capetinga Captações superficiais			
Uso		**Quantidade (nº)**	**Vazão outorgada (m^3/s)**
Abastecimento público		2	0,009936
Industrial		0	0
Rural	Irrigação	0	0
	Dessedentação animal	0	0
	Demais usos rurais	1	0,05
Outros	Soluções alternativas	0	0
	Outros usos não especificados	0	0
Total		**3**	**0,059936**

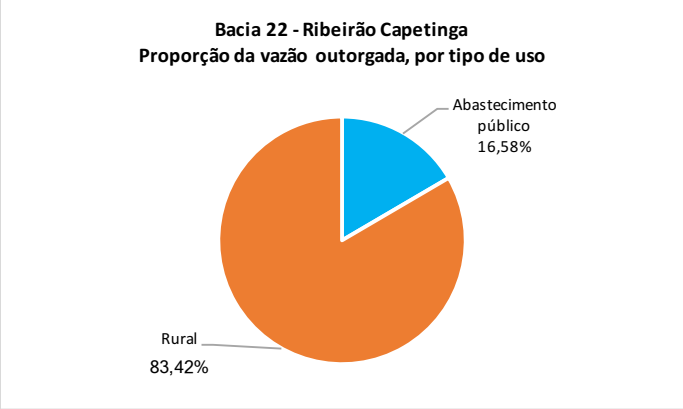
Fonte: Banco de Outorgas do DAEE.

Tabela IV-59 – Bacia 22: dados básicos das outorgas para captações superficiais.

Usuário	Finalidade	Vazão outorgada (m^3/s)
Prefeitura da Estância Climática de Cunha	Abastecimento público	0,001256
Prefeitura da Estância Climática de Cunha	Abastecimento público	0,00868
Pessoa física	Rural	0,05
	Total	**0,059936**

Fonte: Banco de Outorgas do DAEE.

Figura IV-122 – Bacia 22: vazão outorgada por tipo de uso.



Fonte: Banco de Outorgas do DAEE.

4.1.4.2.3.6.7. Bacia 26 – Ribeirão Araraquara

Na Bacia 26 (Ribeirão Araraquara) – definida a partir de um ponto de captação, de responsabilidade da Prefeitura do Município de Santa Isabel, localizado no município de Santa Isabel – além dessa captação para abastecimento público, que define a Bacia 26, existem mais seis captações, sendo uma para uso industrial, duas para irrigação, duas para outros usos rurais e uma para outros usos não especificados (**Anexo A-2**).

A vazão total outorgada para essa Bacia soma 0,039901 m^3/s, sendo a maior parcela destinada ao abastecimento público, ou seja, 95,24% do total. O restante fica distribuído da seguinte forma: 2,46% para demais usos rurais; 2,21% para irrigação; 0,08% para uso industrial; e 0,03% para outros usos não especificados (**Tabelas IV-60** e **IV-61**; e **Figura V-123**).

Tabela IV-60 – Bacia 26: quantidade de captações superficiais e vazão outorgada, por tipo de uso.

Bacia 26 – Ribeirão Araraquara Captações superficiais			
Uso		**Quantidade (nº)**	**Vazão outorgada (m^3/s)**
Abastecimento público		1	0,038
Industrial		1	0,00003
Rural	Irrigação	2	0,000881
	Dessedentação animal	0	0
	Demais usos rurais	2	0,00098
Outros	Soluções alternativas	0	0
	Outros usos não especificados	1	0,00001
Total		**7**	**0,039901**

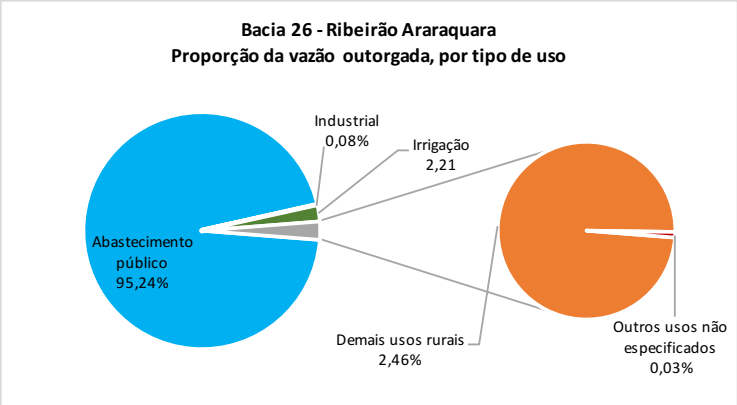
Fonte: Banco de Outorgas do DAEE.

Tabela IV-61 – Bacia 26: dados básicos das outorgas para captações superficiais.

Usuário	Finalidade	Vazão outorgada (m^3/s)
Prefeitura do Município de Santa Isabel	Abastecimento público	0,038
Basalto Pedreira e Pavimentação Ltda	Industrial	0,00003
Pessoa física	Irrigação	0,00083
Pessoa física	Irrigação	0,000051
Pessoa física	Demais usos rurais	0,00093
Pessoa física	Demais usos rurais	0,00005
Pessoa física	Outros usos não especificados	0,00001
	Total	**0,039901**

Fonte: Banco de Outorgas do DAEE.

Figura IV-123 – Bacia 26: vazão outorgada por tipo de uso.



Fonte: Banco de Outorgas do DAEE.

4.1.4.2.3.6.8. Bacia 30 – Córrego das Couves

Na Bacia 30 (Córrego das Couves) – definida a partir de um ponto de captação, de responsabilidade Sabesp, localizado no município de São José dos Campos – além dessa captação para abastecimento público, que define a Bacia 30, existem mais quatro captações: uma para abastecimento público, situada pouco metros a montante, uma para outros usos rurais e duas para soluções alternativas (**Anexo A-2**).

A vazão total outorgada para essa Bacia soma 0,01432 m^3/s, sendo a maior parcela destinada ao abastecimento público, ou seja, 78,63% do total. O restante fica distribuído da seguinte forma: 20,95% para demais usos rurais; 0,42% para soluções alternativas (**Tabelas IV-62** e **IV-63**; e **Figura V-124**).

Tabela IV-62 – Bacia 30: quantidade de captações superficiais e vazão outorgada, por tipo de uso.

Bacia 30 – Córrego das Couves Captações superficiais			
Uso		**Quantidade (nº)**	**Vazão outorgada (m^3/s)**
Abastecimento público		2	0,01126
Industrial		0	0
Rural	Irrigação	0	0
	Dessedentação animal	0	0
	Demais usos rurais	1	0,003
Outros	Soluções alternativas	2	0,00006
	Outros usos não especificados	0	0
Total		**5**	**0,01432**

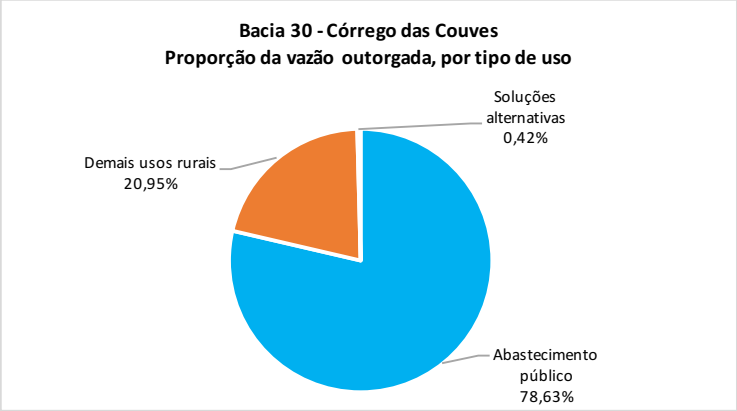
Fonte: Banco de Outorgas do DAEE.

Tabela IV-63 – Bacia 30: dados básicos das outorgas para captações superficiais.

Usuário	Finalidade	Vazão outorgada (m^3/s)
Cia Saneamento Básico Estado São Paulo	Abastecimento público	0,00563
Cia Saneamento Básico Estado São Paulo	Abastecimento público	0,00563
Pessoa física	Demais usos rurais	0,003
Pessoa física	Soluções alternativas	0,00003
Pessoa física	Soluções alternativas	0,00003
	Total	**0,01432**

Fonte: Banco de Outorgas do DAEE.

Figura IV-124 – Bacia 30: vazão outorgada por tipo de uso.



Fonte: Banco de Outorgas do DAEE.

4.1.4.2.3.6.9. Bacia 31 – Ribeirão das Palmeira e ribeirão do Charco

Na Bacia 31 (Ribeirão das Palmeira e ribeirão do Charco) – definida a partir de um ponto de captação, de responsabilidade Sabesp, localizado no município de Igaratá – além dessa captação para abastecimento público, que define a Bacia 31, existem mais oito captações: uma para uso industrial; uma para irrigação; três para demais usos rurais; uma para soluções alternativas; e duas para outros usos não especificados (**Anexo A-2**).

A vazão total outorgada para essa Bacia soma 0,06624 m^3/s, sendo a maior parcela destinada ao abastecimento público, ou seja, 79,26% do total. O restante fica distribuído da seguinte forma: 19,34% para demais usos rurais; 0,06% para uso industrial; 0,05% para soluções alternativas; 0,03% para irrigação; e 1,27% para outros usos não especificados (**Tabelas IV-64** e **IV-65**; e **Figura V-125**).

Tabela IV-64 – Bacia 31: quantidade de captações superficiais e vazão outorgada, por tipo de uso.

Bacia 31 – Ribeirão das Palmeira e ribeirão do Charco Captações superficiais			
Uso		**Quantidade (nº)**	**Vazão outorgada (m^3/s)**
Abastecimento público		1	0,0525
Industrial		1	0,00004
Rural	Irrigação	1	0,00002
	Dessedentação animal	0	0
	Demais usos rurais	3	0,01281
Outros	Soluções alternativas	1	0,00003
	Outros usos não especificados	2	0,00084
Total		**9**	**0,06624**

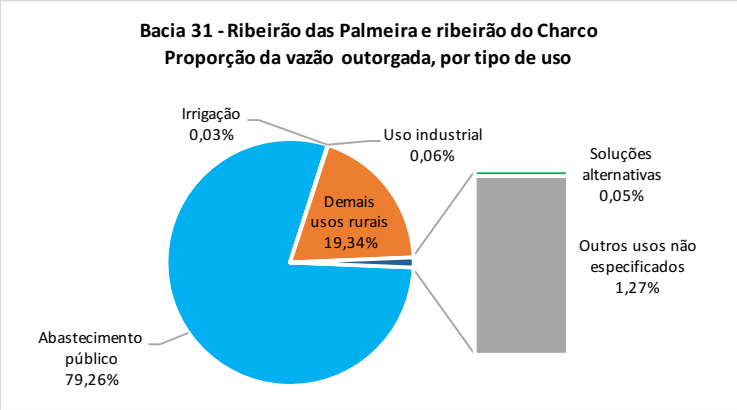
Fonte: Banco de Outorgas do DAEE.

Tabela IV-65 – Bacia 31: dados básicos das outorgas para captações superficiais.

Usuário	Finalidade	Vazão outorgada (m^3/s)
Cia Saneamento Básico Estado São Paulo	Abastecimento público	0,0525
Ind. e Com. de Bebidas S. Fortes Ltda - Me	Uso industrial	0,00004
Pessoa física	Irrigação	0,00002
Fibria Celulose S.A.	Outros usos não especificados	0,00042
Fibria Celulose S.A.	Outros usos não especificados	0,00042
Pessoa física	Demais usos rurais	0,01181
Pessoa física	Demais usos rurais	0,00098
Pessoa física	Demais usos rurais	0,00002
Pessoa física	Soluções alternativas	0,00003
	Total	**0,06624**

Fonte: Banco de Outorgas do DAEE.

Figura IV-125 – Bacia 31: vazão outorgada por tipo de uso.



Fonte: Banco de Outorgas do DAEE.

4.1.4.2.3.6.10. Bacia 32 – Ribeirão Tapera

Na Bacia 32 (Ribeirão Tapera) – definida a partir de um ponto de captação, de responsabilidade Sabesp, localizado no município de Lagoinha – além dessa captação para abastecimento público, que define a Bacia 32, existe apenas mais uma captação, para soluções alternativas (**Anexo A-3**).

A vazão total outorgada para essa Bacia soma 0,016 m^3/s, sendo a maior parcela destinada ao abastecimento público, ou seja, 98,86% do total; ficando 0,14% para soluções alternativas (**Tabelas IV-66** e **IV-67**; e **Figura V-126**).

Tabela IV-66 – Bacia 32: quantidade de captações superficiais e vazão outorgada, por tipo de uso.

Bacia 32 – Ribeirão Tapera Captações superficiais			
Uso		**Quantidade (nº)**	**Vazão outorgada (m^3/s)**
Abastecimento público		1	0,016
Industrial		0	0
Rural	Irrigação	0	0
	Dessedentação animal	0	0
	Demais usos rurais	0	0
Outros	Soluções alternativas	1	0,000023
	Outros usos não especificados	0	0
Total		**2**	**0,016023**

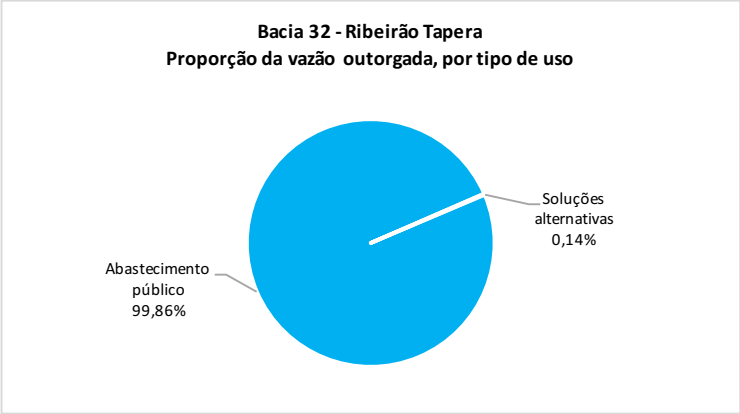
Fonte: Banco de Outorgas do DAEE.

Tabela IV-67 – Bacia 32: dados básicos das outorgas para captações superficiais.

Usuário	Finalidade	Vazão outorgada (m^3/s)
Cia Saneamento Básico Estado São Paulo	Abastecimento público	0,016
Pessoa física	Soluções alternativas	0,000023
	Total	**0,016023**

Fonte: Banco de Outorgas do DAEE.

Figura IV-126 – Bacia 32: vazão outorgada por tipo de uso.



Fonte: Banco de Outorgas do DAEE.

4.1.4.2.3.6.11. Bacia 37 – Rio Bananal

Na Bacia 37 (Rio Bananal) – definida a partir de um ponto de captação, de responsabilidade Sabesp, localizado no município de Bananal – além dessa captação que define a Bacia 37, existem mais duas captações superficiais para abastecimento público; além de uma captação para soluções alternativas e duas para outros usos não especificados (**Anexo A-3**).

A vazão total outorgada para essa Bacia soma 0,034 m^3/s, sendo a maior parcela destinada ao abastecimento público, ou seja, 99,75% do total; ficando 0,14% para soluções alternativas e 0,11% para outros usos não especificados (**Tabelas IV-68** e **IV-69**; e **Figura V-127**).

Tabela IV-68 – Bacia 37: quantidade de captações superficiais e vazão outorgada, por tipo de uso.

Bacia 37 – Rio Bananal Captações superficiais			
Uso		**Quantidade (nº)**	**Vazão outorgada (m^3/s)**
Abastecimento público		3	0,0344220
Industrial		0	0
Rural	Irrigação	0	0
	Dessedentação animal	0	0
	Demais usos rurais	0	0
Outros	Soluções alternativas	1	0,00005
	Outros usos não especificados	2	0,000037
Total		**6**	**0,034422**

Fonte: Banco de Outorgas do DAEE e ANA.

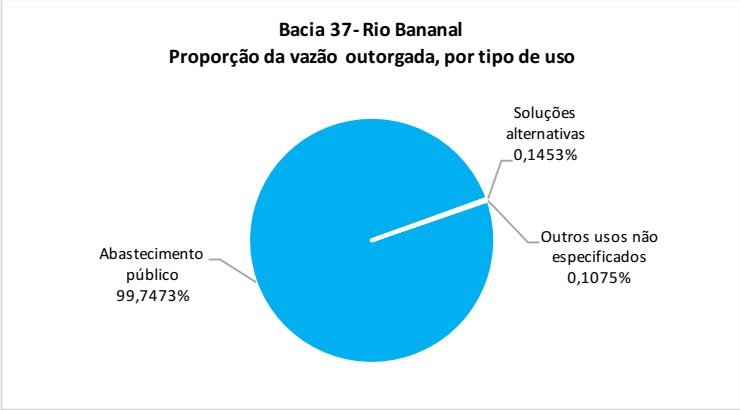
Tabela IV-69 – Bacia 37: dados básicos das outorgas para captações superficiais.

Usuário	Finalidade	Vazão outorgada (m^3/s)
Cia Saneamento Básico Estado São Paulo*	Abastecimento público	0,019448
Cia Saneamento Básico Estado São Paulo*	Abastecimento público	0,014887
Cia Saneamento Básico Estado São Paulo*	Abastecimento público	0
Pessoa física	Outros usos não especificados	0,000019
Pessoa física	Outros usos não especificados	0,000018
Alfa Comercio e Serviços Ltda - Me	Soluções alternativas	0,00005
	Total	**0,034422**

* Outorga ANA

Fonte: Banco de Outorgas do DAEE e ANA.

Figura IV-127 – Bacia 37: vazão outorgada por tipo de uso.



Fonte: Banco de Outorgas do DAEE e ANA.

4.1.4.2.3.6.12. Bacia 38 – Ribeirão Vermelho

Na Bacia 38 (Ribeirão Vermelho) – definida a partir de um ponto de captação, de responsabilidade da Prefeitura de Areias, localizado no município de Areias – além dessa captação que define a Bacia 38, existem mais duas captações superficiais para abastecimento público: além de uma captação para dessedentação animal e uma para outros usos não especificados (**Anexo A-3**).

A vazão total outorgada para essa Bacia soma 0,017 m^3/s, sendo a maior parcela destinada ao abastecimento público, ou seja, 95,10% do total; ficando 4,84% para outros usos não especificados e 0,06% para dessedentação animal (**Tabelas IV-70** e **IV-71**; e **Figura V-128**).

Tabela IV-70 – Bacia 38: quantidade de captações superficiais e vazão outorgada, por tipo de uso.

Bacia 38 – Ribeirão Vermelho Captações superficiais			
Uso		**Quantidade (nº)**	**Vazão outorgada (m^3/s)**
Abastecimento público		3	0,016317
Industrial		0	0
Rural	Irrigação	0	0
	Dessedentação animal	1	0,00001
	Demais usos rurais	0	0
Outros	Soluções alternativas	0	0
	Outros usos não especificados	1	0,00083
Total		**5**	**0,017157**

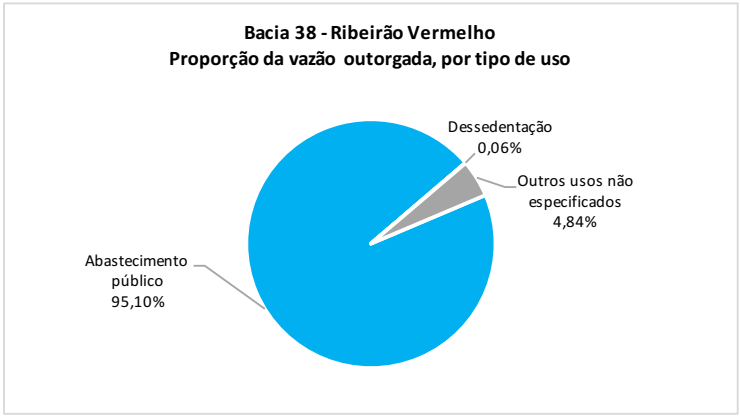
Fonte: Banco de Outorgas do DAEE e ANA.

Tabela IV-71 – Bacia 38: dados básicos das outorgas para captações superficiais.

Usuário	Finalidade	Vazão outorgada (m^3/s)
Prefeitura do Município de Areias*	Abastecimento público	0,006597
Prefeitura do Município de Areias*	Abastecimento público	0
Prefeitura do Município de Areias	Abastecimento público	0,00972
Fibria Celulose S.A.	Outros usos não especificados	0,00083
Pessoa física	Dessedentação animal	0,00001
* Outorga ANA	**Total**	**0,017157**

Fonte: Banco de Outorgas do DAEE e ANA.

Figura IV-128 – Bacia 38: vazão outorgada por tipo de uso.



Fonte: Banco de Outorgas do DAEE e ANA.

4.1.4.2.3.6.13. Bacias 05 e 33 – Rio Una ou Rio das Almas

Na Bacia 05 (Rio Una ou Rio das Almas) – definida a partir de um ponto de captação, de responsabilidade da Secretaria de Administração Penitenciária (SAP), localizado no município de Pindamonhangaba – além dessa captação para abastecimento de instalações penitenciárias, que define a Bacia 05, existe uma captação para abastecimento público, que define a Bacia 33, além de outros 46 pontos de captação, sendo, quatro para uso industrial; sete para irrigação; um para dessedentação animal; 12 para os demais usos rurais; nove para soluções alternativas; e 13 para outros usos (**Anexo A-3**).

A vazão total outorgada para a Bacia 05 é de 0,57 m^3/s, sendo a maior parcela destinada ao abastecimento público, perfazendo 93,20%; na sequência têm-se: uso industrial, com 2,61% da

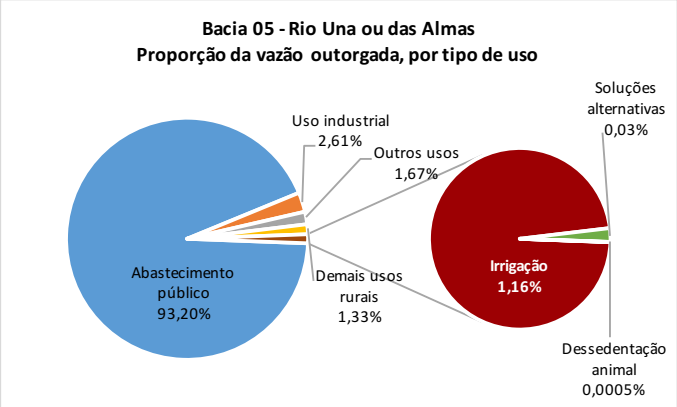
vazão total outorgada para a bacia; outros usos, com 1,67%; usos rurais diversos, com 1,33% do total outorgado; irrigação, 1,16%; soluções alternativas, com 0,03% e dessedentação animal com 0,0005% (**Tabela IV-72 e Figura IV-129**).

Tabela IV-72 – Bacia 05: quantidade de captações superficiais e vazão outorgada, por tipo de uso.

Bacia 05 – Rio Una ou das Almas Captações superficiais			
Uso		**Quantidade (nº)**	**Vazão outorgada (m^3/s)**
Abastecimento público (Bacia 05)		1	0,03641
Abastecimento público (Bacia 33)		1	0,49417
Industrial		4	0,01486
Rural	Irrigação	7	0,006617
	Dessedentação animal	1	0,000003
	Demais usos rurais	12	0,007551
Outros	Soluções alternativas	9	0,000165
	Outros usos não especificados	13	0,00952
Total		**48**	**0,569296**

Fonte: Banco de Outorgas do DAEE.

Figura IV-129 – Bacia 05: vazão outorgada por tipo de uso.



Fonte: Banco de Outorgas do DAEE.

Na Bacia 33 (Rio Una ou Rio das Almas) – definida a partir de um ponto de captação, de responsabilidade da Sabesp, localizado em Taubaté – além da captação para abastecimento público que define a bacia, encontram-se outros 41 pontos de captação, sendo: quatro para uso industrial; seis para irrigação; um para dessedentação animal; oito para os demais usos rurais; nove para soluções alternativas; e 13 para outros usos (**Tabela IV-73**).

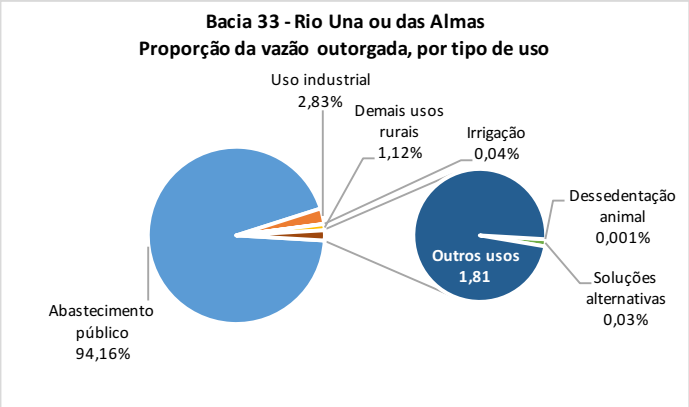
Tabela IV-73 – Bacia 33: quantidade de captações superficiais e vazão outorgada, por tipo de uso.

Bacia 33 – Rio Una ou das Almas Captações superficiais			
Uso		**Quantidade (nº)**	**Vazão outorgada (m^3/s)**
Abastecimento público		1	0,49417
Industrial		4	0,01486
Rural	Irrigação	6	0,000224
	Dessedentação animal	1	0,00586
	Demais usos rurais	8	0,000003
Outros	Soluções alternativas	9	0,000165
	Outros usos não especificados	13	0,00952
Total		**42**	**0,524802**

Fonte: Banco de Outorgas do DAEE.

A vazão total outorgada para a Bacia 33 é de 0,52 m^3/s, sendo a maior parcela destinada ao abastecimento público, perfazendo 94,16% do total; na sequência têm-se: uso industrial (2,83%); outros usos (1,81%); demais usos rurais (1,2%); irrigação (0,04%); soluções alternativas (0,03%); e dessedentação animal (0,001%) (**Figura IV-130**).

Figura IV-130 – Bacia 33: vazão outorgada, por tipo de uso.



Fonte: Banco de Outorgas do DAEE.

Destaca-se que a captação para abastecimento de instalações penitenciárias, relativa à Bacia 05, concorre com outras 47 captações existentes a montante, enquanto a captação para abastecimento público relativa à Bacia 33 concorre com 41.

Detalhes das outorgas referentes à Bacia 05 e a sua bacia interna (Bacia 33), podem ser vistos na **Tabela IV-74**.

Tabela IV-74 – Bacias 05 e 33: dados básicos das outorgas para captações superficiais.

Bacia	Bacia interna	Usuário	Finalidade	Vazão outorgada (m^3/s)
Bacia 05	Bacia 33	Cia Saneamento Básico Estado São Paulo	Abastecimento público	0,49417
Bacia 05	Bacia 33	Marina Moreira	Dessedentação	0,000003
Bacia 05	Bacia 33	Pedreira Pedra Negra Ltda	Indústria	0,00089
Bacia 05	Bacia 33	Sociedade Extrativa Dolomita Ltda	Indústria	0,00002
Bacia 05	Bacia 33	Sociedade Extrativa Dolomita Ltda	Indústria	0,00006
Bacia 05	Bacia 33	Petróleo Brasileiro S.A. - Petrobras	Indústria	0,01389
Bacia 05	Bacia 33	Pessoa física	Irrigação	0,00001
Bacia 05	Bacia 33	Pessoa física	Irrigação	0,000011
Bacia 05	Bacia 33	Pessoa física	Irrigação	0,000164
Bacia 05	Bacia 33	Pessoa física	Irrigação	0,000006
Bacia 05	Bacia 33	Pessoa física	Irrigação	0,000015
Bacia 05	Bacia 33	Pessoa física	Irrigação	0,000018
Bacia 05	Bacia 33	Fibria Celulose S.A.	Outros usos não especificados	0,00083
Bacia 05	Bacia 33	Fibria Celulose S.A.	Outros usos não especificados	0,00083
Bacia 05	Bacia 33	Fibria Celulose S.A.	Outros usos não especificados	0,00083
Bacia 05	Bacia 33	Pessoa física	Outros usos não especificados	0,00231
Bacia 05	Bacia 33	Fibria Celulose S.A.	Outros usos não especificados	0,00042
Bacia 05	Bacia 33	Fibria Celulose S.A.	Outros usos não especificados	0,00083
Bacia 05	Bacia 33	Fibria Celulose S.A.	Outros usos não especificados	0,0005
Bacia 05	Bacia 33	Fibria Celulose S.A.	Outros usos não especificados	0,00083
Bacia 05	Bacia 33	Pessoa física	Outros usos não especificados	0
Bacia 05	Bacia 33	Fibria Celulose S.A.	Outros usos não especificados	0,00083
Bacia 05	Bacia 33	Fibria Celulose S.A.	Outros usos não especificados	0,00083
Bacia 05	Bacia 33	Fibria Celulose S.A.	Outros usos não especificados	0,00042
Bacia 05	Bacia 33	Pessoa física	Outros usos não especificados	0,00006
Bacia 05	Bacia 33	Pessoa física	Demais usos rurais	0,00111
Bacia 05	Bacia 33	Pessoa física	Demais usos rurais	0,00083
Bacia 05	Bacia 33	Pessoa física	Demais usos rurais	0,00005
Bacia 05	Bacia 33	Pessoa física	Demais usos rurais	0,001
Bacia 05	Bacia 33	Pessoa física	Demais usos rurais	0,0004
Bacia 05	Bacia 33	Pessoa física	Demais usos rurais	0

Bacia	Bacia interna	Usuário	Finalidade	Vazão outorgada (m^3/s)
Bacia 05	Bacia 33	Pessoa física	Demais usos rurais	0,00025
Bacia 05	Bacia 33	Pessoa física	Demais usos rurais	0,00222
Bacia 05	Bacia 33	Cachaça Pedra Negra Ltda. - Me	Solução alternativa	0,00004
Bacia 05	Bacia 33	Pessoa física	Solução alternativa	0,00002
Bacia 05	Bacia 33	Pessoa física	Solução alternativa	0,000005
Bacia 05	Bacia 33	Pessoa física	Solução alternativa	0,00005
Bacia 05	Bacia 33	Pessoa física	Solução alternativa	0,00001
Bacia 05	Bacia 33	Pessoa física	Solução alternativa	0,000003
Bacia 05	Bacia 33	Pessoa física	Solução alternativa	0,000005
Bacia 05	Bacia 33	Pessoa física	Solução alternativa	0,000002
Bacia 05	Bacia 33	Pessoa física	Solução alternativa	0,00003
Bacia 05	Trecho fora da Bacia 33	Secretaria Administração Penitenciaria	Abastecimento público	0,03641
Bacia 05	Trecho fora da Bacia 33	Pessoa física	Irrigação	0,006393
Bacia 05	Trecho fora da Bacia 33	Pessoa física	Demais usos rurais	0,000001
Bacia 05	Trecho fora da Bacia 33	Sind. dos Emp. no Comércio de Taubaté	Demais usos rurais	0,00083
Bacia 05	Trecho fora da Bacia 33	Pessoa física	Demais usos rurais	0,00083
Bacia 05	Trecho fora da Bacia 33	Pessoa física	Demais usos rurais	0,00003
			Total	**0,569296**

Fonte: Banco de Outorgas do DAEE.

4.1.4.2.3.6.14. Bacias 07 (Ribeirão Benfica) e 08 (Afluente do córrego da Tabuleta)

Na Bacia 07 (Ribeirão Benfica) – definida a partir de um ponto de captação, de responsabilidade da empresa Águas de Piquete, localizado no município de Piquete – além dessa captação para abastecimento público, que define a Bacia 07, existe apenas mais duas captações, também para abastecimento público, situadas na Bacia 08 (**Anexo A-3**).

As três captações são para abastecimento público e todas de responsabilidade da empresa Águas de Piquete, assim elas se complementam, não concorrendo entre si; portanto são apresentadas, neste item, de forma conjunta.

A vazão total outorgada para a Bacia 07 é de 0,07378 m^3/s, sendo 90,36% destinados à captação que define a Bacia 07 (captação principal da Bacia 07); 8,23% para a captação que define a Bacia 08 (captação principal da Bacia 08); e 1,36% para a captação de apoio à captação principal da Bacia 08 (**Tabelas IV-75 e IV-76**; e **Figura IV-131**).

Tabela IV-75 – Bacias 07 e 08: quantidade de captações superficiais e vazão outorgada, por tipo de uso.

Bacia 07 – Ribeirão Benfica e Bacia 08 – Afluente do córrego da Tabuleta Captações superficiais			
Uso		**Quantidade (nº)**	**Vazão outorgada (m^3/s)**
Abastecimento público		3	0,07378
Industrial		0	0
Rural	Irrigação	0	0
	Dessedentação animal	0	0
	Demais usos rurais	0	0
Outros	Soluções alternativas	0	0
	Outros usos não especificados	0	0
Total		**3**	0,07378

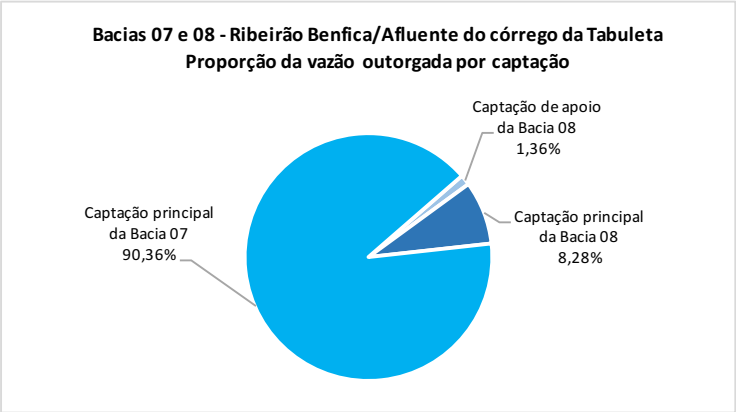
Fonte: Banco de Outorgas do DAEE.

Tabela IV-76 – Bacias 07 e 08: dados básicos das outorgas para captações superficiais.

Bacia	Bacia interna	Usuário	Uso	Vazão outorgada (m^3/s)
Bacia 07	Bacia 08	Aguas Piquete S.A.	Abastecimento público	0,001
Bacia 07	Bacia 08	Aguas Piquete S.A.	Abastecimento público	0,00611
Bacia 07	Trecho fora da Bacia 08	Aguas Piquete S.A.	Abastecimento público	0,06667
			Total	**0,07378**

Fonte: Banco de Outorgas do DAEE.

Figura IV-131 – Bacias 07 e 08: vazão outorgada, por captação.



Fonte: Banco de Outorgas do DAEE.

4.1.4.2.3.6.15. Bacias 16 e 34 (Rio Buquira/Ferrão), 29 (Ribeirão dos Souzas) e 35 (Córrego da Serrinha)

Na Bacia 16 (Rio Buquira ou Ferrão) – definida a partir de um ponto de captação, de responsabilidade da Sabesp, localizado no município de São José dos Campos – além dessa captação para abastecimento público, que define a Bacia 16, existem mais quatro captações para abastecimento público, todas de responsabilidade da Sabesp, sendo que três definem as bacias 29, 34 e 35, e uma dá apoio à captação da Bacia 34. Além dessas, existem outras 36 captações, sendo, uma para dessedentação animal; duas para uso industrial; três para irrigação; oito para os demais usos rurais; oito para soluções alternativas; e 14 para outros usos não especificados (**Anexo A-3**).

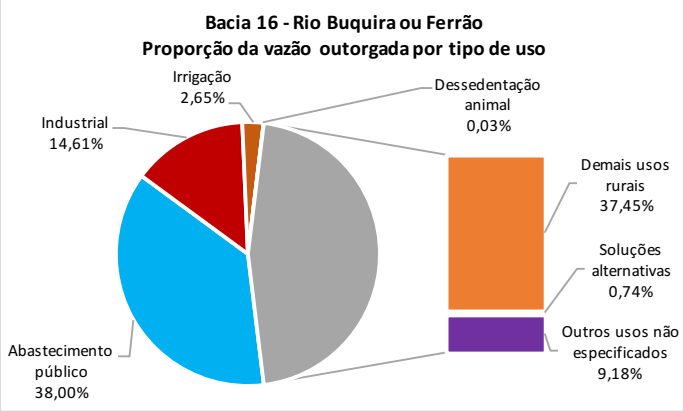
A vazão total outorgada para a Bacia 16 é de 0,095 m^3/s, sendo parcela, um pouco maior, destinada ao abastecimento público, perfazendo 38%; na sequência têm-se: demais usos rurais, com 37,45% da vazão total outorgada para a bacia; uso industrial, com 14,61%; outros usos não especificados, com 9,18% do total outorgado; irrigação, 2,65%; soluções alternativas, com 0,74%; e dessedentação animal com 0,003% (**Tabela IV-77 e Figura IV-132**). Observa-se uma concorrência entre o abastecimento público e as atividades agrupadas em demais usos rurais.

Tabela IV-77 – Bacia 16: quantidade de captações superficiais e vazão outorgada, por tipo de uso.

Bacia 16 - Rio Buquira ou Ferrão Captações superficiais			
Uso		**Quantidade (nº)**	**Vazão outorgada (m^3/s)**
Abastecimento público		5	0,03614
Industrial		2	0,013892
Rural	Irrigação	3	0,002523
	Dessedentação animal	1	0,00003
	Demais usos rurais	8	0,03562
Outros	Soluções alternativas	8	0,0007
	Outros usos não especificados	14	0,008731
Total		**41**	**0,095113**

Fonte: Banco de Outorgas do DAEE.

Figura IV-132 – Bacia 16: vazão outorgada, por tipo de uso.



Fonte: Banco de Outorgas do DAEE.

A **Tabela IV-78** apresenta os dados básicos relacionados à Bacia 16, evidenciando o posicionamento de cada outorga em relação as bacias internas.

Tabela IV-78 – Bacia 16: dados básicos das outorgas para captações superficiais.

Bacia	Bacias internas		Usuário da captação superficial	Finalidade	Vazão (m^3/s)
Bacia 16	Bacia 34	Bacia 29	Cia Saneamento Básico Estado São Paulo	Abastecimento público	0,0015
Bacia 16	Bacia 34	Bacia 29	Pessoa física	Dessedentação	0,00003
Bacia 16	Bacia 34	Bacia 29	Pessoa física	Outros usos não especificados	0,00042
Bacia 16	Bacia 34	Bacia 29	Pessoa física	Solução alternativa	0,00003
Bacia 16	Bacia 34	Bacia 29	Pessoa física	Solução alternativa	0,00002
Bacia 16	Bacia 34	Bacia 29	Pessoa física	Solução alternativa	0,00042
Bacia 16	Bacia 34	Bacia 29	Pessoa física	Solução alternativa	0,00014
Bacia 16	Bacia 34	Bacia 35	Cia Saneamento Básico Estado São Paulo	Abastecimento público	0,00292
Bacia 16	Bacia 34	Trecho da Bacia 34 fora das Bacias 29 e 35	Cia Saneamento Básico Estado São Paulo	Abastecimento público	0,00583
Bacia 16	Bacia 34		Cia Saneamento Básico Estado São Paulo	Abastecimento público	0,00029
Bacia 16	Bacia 34		Pessoa física	Indústria	0,000002
Bacia 16	Bacia 34		Pessoa física	Outros usos não especificados	0,00081
Bacia 16	Bacia 34		Pessoa física	Demais usos rurais	0
Bacia 16	Bacia 34		Pessoa física	Demais usos rurais	0,00042
Bacia 16	Bacia 34		Pessoa física	Solução alternativa	0,00005
Bacia 16	Trecho da Bacia 16 fora das bacias 29, 34 e 35		Cia Saneamento Básico Estado São Paulo	Abastecimento público	0,0256
Bacia 16			Petróleo Brasileiro S.A. - Petrobras	Indústria	0,01389
Bacia 16			Pessoa física	Irrigação	0,00167
Bacia 16			Pessoa física	Irrigação	0,00083
Bacia 16			Pessoa física	Irrigação	0,000023
Bacia 16			Pedreira Luman Ltda	Outros usos não especificados	0,0005
Bacia 16			Pessoa física	Outros usos não especificados	0
Bacia 16			Estabilize Eng. Geotecnia e Fundações Ltda	Outros usos não especificados	0,000024
Bacia 16			Fibria Celulose S.A.	Outros usos não especificados	0,0001
Bacia 16			Suzano S.A.	Outros usos não especificados	0,000068
Bacia 16			Fibria Celulose S.A.	Outros usos não especificados	0,00083
Bacia 16			Fibria Celulose S.A.	Outros usos não especificados	0,00083
Bacia 16			Suzano S.A.	Outros usos não especificados	0,000068
Bacia 16			Fibria Celulose S.A.	Outros usos não especificados	0,00083
Bacia 16			Fibria Celulose S.A.	Outros usos não especificados	0,00083
Bacia 16			Suzano S.A.	Outros usos não especificados	0,000068
Bacia 16			Fibria Celulose S.A.	Outros usos não especificados	0,00083
Bacia 16			Pessoa física	Demais usos rurais	0,0005
Bacia 16			Pessoa física	Demais usos rurais	0,00007
Bacia 16			Pessoa física	Demais usos rurais	0,001
Bacia 16			Pessoa física	Demais usos rurais	0,03222
Bacia 16			Pessoa física	Demais usos rurais	0,00002
Bacia 16			Clube de Campo São Gotardo	Demais usos rurais	0,00139
Bacia 16			Pessoa física	Solução alternativa	0,00001
Bacia 16			Pessoa física	Solução alternativa	0,00001
Bacia 16			Pessoa física	Solução alternativa	0,00002
				Total	**0,095113**

Fonte: Banco de Outorgas do DAEE.

4.1.4.2.3.6.16. Bacias 28 (Ribeirão Guaratinguetá) e 36 (Ribeirão do Guameral ou Pirutinga)

Na Bacia 28 (Ribeirão Guaratinguetá) – definida a partir de um ponto de captação, de responsabilidade da Companhia de Água, Esgotos e Resíduos de Guaratinguetá, localizado no município de Guaratinguetá – além dessa captação para abastecimento público, que define a Bacia 28, existem mais três captações para abastecimento público, todas de responsabilidade da Companhia de Água, Esgotos e Resíduos de Guaratinguetá, sendo que duas dão apoio à captação do ponto 28 e uma define a Bacia 36 (Ribeirão do Guameral ou Pirutinga). Além dessas, existem outras 14 captações, sendo, quatro para irrigação; quatro para os demais usos rurais; cinco para soluções alternativas; e uma para outros usos não especificados (**Anexo A-3**).

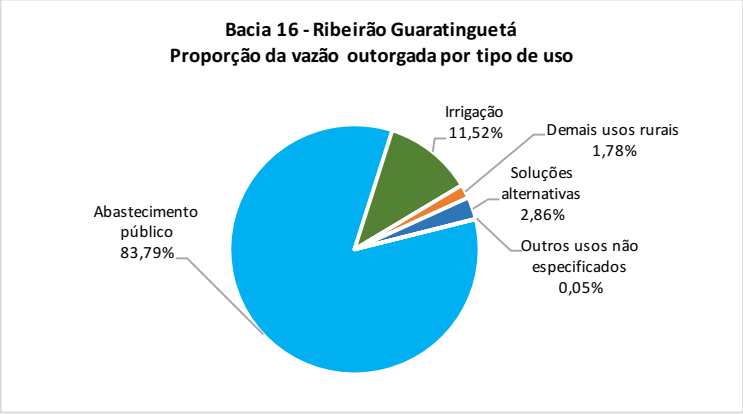
A vazão total outorgada para a Bacia 28 é de 0,83 m^3/s, sendo a maior parcela destinada ao abastecimento público, perfazendo 83,79%; na sequência têm-se: irrigação, com 11,52% da vazão total outorgada para a bacia; soluções alternativas, com 2,86%; demais usos rurais, com 1,78%; e outros usos não especificados com 0,05% (**Tabela IV-79 e Figura IV-133**).

Tabela IV-79 – Bacia 28: quantidade de captações superficiais e vazão outorgada, por tipo de uso.

Bacia 16 - Rio Buquira ou Ferrão Captações superficiais			
Uso		**Quantidade (nº)**	**Vazão outorgada (m^3/s)**
Abastecimento público		4	0,69228
Industrial		0	0
Rural	Irrigação	4	0,095166
	Dessedentação animal	0	0
	Demais usos rurais	4	0,01472
Outros	Soluções alternativas	5	0,02362
	Outros usos não especificados	1	0,00042
Total		**18**	**0,826206**

Fonte: Banco de Outorgas do DAEE.

Figura IV-133 – Bacia 28: vazão outorgada, por tipo de uso.



Fonte: Banco de Outorgas do DAEE.

A **Tabela IV-80** apresenta os dados básicos relacionados à Bacia 28, evidenciando o posicionamento de cada outorga em relação à Bacia 36.

Tabela IV-80 – Bacia 28: dados básicos das outorgas para captações superficiais.

Bacia	Bacia interna	Usuário	Finalidade	Vazão outorgada (m^3/s)
Bacia 28	Bacia 36	Companhia de Serviço de Agua, Esgoto e Resíduos de Guaratinguetá - SAEG	Abastecimento público	0,1105
Bacia 28	Bacia 36	Pessoa física	Irrigação	0,015
Bacia 28	Bacia 36	Pessoa física	Irrigação	0,07258
Bacia 28	Bacia 36	Pessoa física	Irrigação	0,00302
Bacia 28	Bacia 36	Pessoa física	Demais usos rurais	0
Bacia 28	Bacia 36	Pessoa física	Demais usos rurais	0,0005
Bacia 28	Bacia 36	Pessoa física	Demais usos rurais	0,01209
Bacia 28	Bacia 36	Pessoa física	Solução alternativa	0,000003
Bacia 28	Bacia 36	Pessoa física	Solução alternativa	0,000002
Bacia 28	Bacia 36	Pessoa física	Solução alternativa	0
Bacia 28	Bacia 36	Pessoa física	Solução alternativa	0,000005
Bacia 28	Trecho da Bacia 28 fora da Bacia 36	Pessoa física	Demais usos rurais	0,00213
Bacia 28		Pessoa física	Irrigação	0,004566
Bacia 28		Companhia de Serviço de Agua, Esgoto e Resíduos de Guaratinguetá - SAEG	Abastecimento público	0,1515
Bacia 28		Comando da Aeronáutica	Solução alternativa	0,02361
Bacia 28		Companhia de Serviço de Agua, Esgoto e Resíduos de Guaratinguetá - SAEG	Abastecimento público	0,03653
Bacia 28		Fibria Celulose S.A.	Outros usos não especificados	0,00042
Bacia 28		Companhia de Serviço de Agua, Esgoto e Resíduos de Guaratinguetá - SAEG	Abastecimento público	0,39375
			Total	**0,826206**

Fonte: Banco de Outorgas do DAEE.

4.1.4.3. Demandas não consuntivas

Este item refere-se à "caracterização dos usos não consuntivos ocorrentes na UGRHI (**Quadro IV-4**), considerando sua evolução, importância econômica e perspectivas de sua expansão em função das diferentes atividades. Avaliação dos dados disponíveis, correlacionando-os com outros indicadores do Banco de Indicadores para Gestão - como as atividades econômicas, o crescimento populacional, o saneamento e as classes de enquadramento - destacando as áreas criticas ou de interesse para a gestão dos usos múltiplos das águas" (Deliberação CRH nº 146/2012).

4.1.4.3.1. Conteúdo básico

O conteúdo básico abrange a "apresentação dos indicadores de controle da exploração e uso da água e de interferências em corpos d'água (**Quadro IV-4**) e respectivas análises" (Deliberação CRH nº 146/2012).

Quadro IV-4 – Demandas não consuntivas: indicadores e seus parâmetros.

Indicador	Parâmetro	Unidade
R.05 - Outorga de uso da água	R.05-D - Outorgas para outras interferências em cursos d'água	Nº de outorgas
P.08 - Barramentos em corpos d'água	P.08-A - Barramentos hidrelétricos	Nº de barramentos outorgados
	P.08-D - Total de barramentos	Nº total de barramentos outorgados

Fonte: Deliberação CRH nº 146/2012.

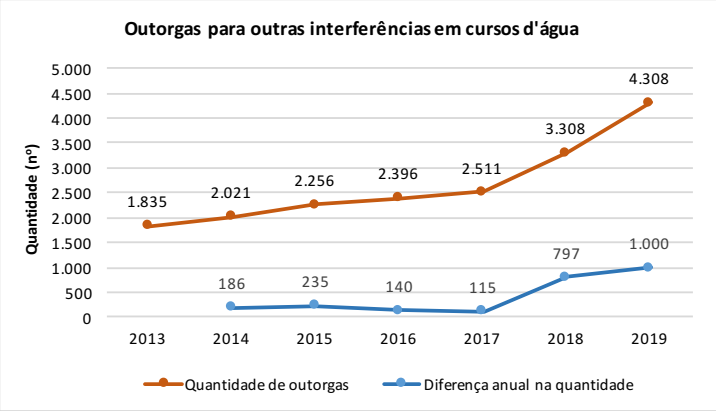
Os usos não consuntivos tratam, de acordo com o banco de outorgas disponibilizado pela CRHI, das seguintes intervenções: barramento, canalização, dique, eclusa, lançamento superficial, píer/cais, piscinão, proteção de leito, proteção de margem, retificação, travessia, travessia aérea, travessia intermediária e travessia subterrânea.

Na UGRHI 02 foram consideradas, com base no Banco de Outorgas do DAEE, as seguintes intervenções: barramento (hidrelétricos e outros), canalização/retificação, lançamentos, obras de

proteção de curso d'água, reservatórios, reversão e travessias (aérea, intermediária e subterrânea).

Entre 2013 e 2019, a quantidade total de outorgas para essas intervenções apresenta aumento ao longo de todo o período, embora de forma irregular, sendo mais expressiva nos dois últimos anos do período considerado (**Figura IV-134**).

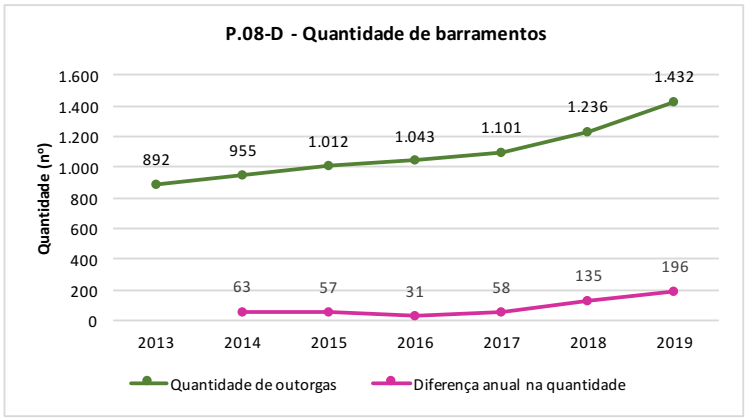
Figura IV-134 – UGRHI 02: R.05-D - Outorgas para outras interferências em cursos d'água



Fonte: Banco de Outorgas do DAEE e ANA.

Destacando-se, dentre os diferentes usos não consuntivos, os barramentos, verifica-se que, quanto à quantidade total de barramentos (P.08-D - Total de barramentos), no período considerado (2013 e 2019) ocorreu aumento paulatino, sendo que, nos últimos dois anos, o aumento foi mais expressivo (**Figura IV-135**), o que pode estar indicando uma preocupação dos usuários em estocar água, para enfrentar eventuais períodos agudos de estiagem. Os barramentos representam, em 2019, 33% do total das outorgas para usos não consuntivos.

Figura IV-135 – Demandas não consuntivas: P.08-D - Total de barramentos.



Fonte: Banco de Outorgas do DAEE e ANA.

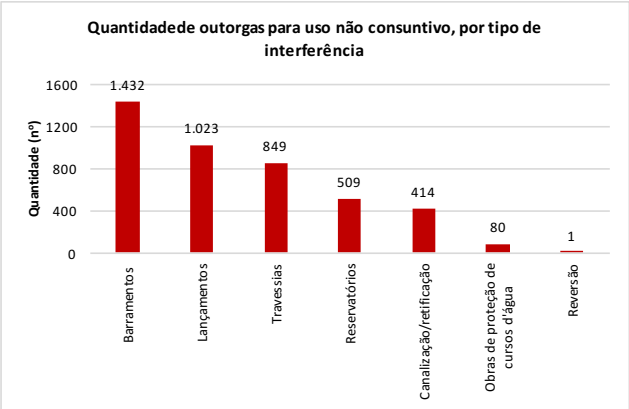
Em se tratando, especificamente, dos barramentos hidrelétricos (P.08-A - Barramentos hidrelétricos), a CRHi não disponibilizou dados do parâmetro em questão, assim, os dados referentes aos barramentos hidrelétricos serão analisados no conteúdo fundamental, a seguir.

4.1.4.3.2. Conteúdo fundamental

Nesse item são analisados dados referentes aos diferentes tipos de demandas não consuntivas existentes na UGRHI 02.

Considerando os diferentes tipos de interferência em cursos d'água, observa-se que, na UGRHI 02, predominam os barramentos (1.432), na sequência têm-se os lançamentos (1.023), as travessias (849), os reservatórios (509), as canalizações/retificações (414), as obras de proteção de cursos d'água (8) e apenas uma reversão (**Figura IV-136**).

Figura IV-136 – Demandas não consuntivas: quantidade de interferências por tipo.



Fonte: Banco de Outorgas do DAEE e ANA.

4.1.4.3.2.1. Barramento

Neste item são analisados os barramentos com finalidade de geração de energia elétrica e os barramentos para outros usos.

4.1.4.3.2.1.1. Barramentos para aproveitamento hidrelétrico

Dados da ANEEL – Agência Nacional de Energia Elétrica, indicam que, em 2019, consta o registro de 21 outorgas para barramentos com finalidade para geração de energia elétrica (**Tabela IV-81** e **Figura IV-137**).

Ressalta-se que, entre as cinco usinas hidrelétricas indicadas na **Tabela IV-81**, e cuja localização pode ser vista na **Figura IV-137**, encontram-se três dos principais barramentos do Sistema Hidráulico do Rio Paraíba do Sul, quais sejam Jaguari, Paraibuna e Santa Branca, os quais geram reservatórios artificiais que constituem os maiores espelhos d'água da UGRHI 02.

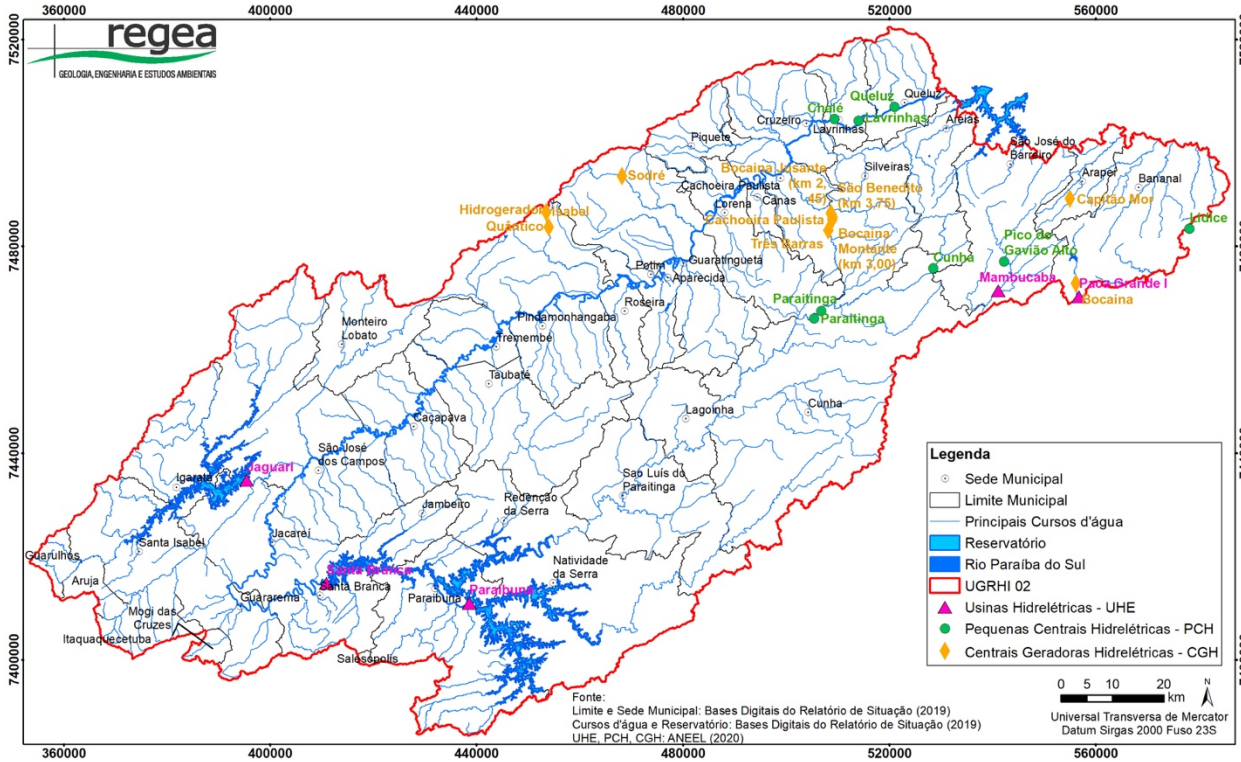
Tabela IV-81 – UGRHI 02: barramentos com finalidade de geração de energia.

Unidade geradora de energia	Curso d'água	Município (Barragem e reservatório)	Área (km²)
UHE - Paca Grande I	Rio Paca Grande	Bananal	0,000763
UHE - Mambucaba	Rio Mambucaba	São José do Barreiro	0,004
UHE - Jaguari	Rio Jaguari	Igaratá, Jacareí, Santa Isabel e São José dos Campos	46,4
UHE - Paraibuna	Rio Paraibuna	Natividade da Serra, Paraibuna e Redenção da Serra	197,62
UHE - Santa Branca	Rio Paraíba do Sul	Jacareí, Jambeiro, Paraibuna e Santa Branca	28,41
PCH - Lídice	Rio do Braço	Bananal	0,031
PCH - Paraitinga	Rio Paraitinga	Lorena e Cunha	0,2
PCH - Chalé	Rio Paraíba do Sul	Lavrinhas e Cruzeiro	0,024
PCH - Cunha	Rio Paraitinga	Cunha	0,0001
PCH - Lavrinhas	Rio Paraíba do Sul	Lavrinhas	0,012
PCH - Queluz	Rio Paraíba do Sul	Queluz	0,012
CGH - Cachoeira Paulista	Rio do Bravo	Silveiras e Cachoeira Paulista	*
CGH - Capitão Mor	Rio Capitão Mor	Arapeí	*
CGH - Hidrogerador Quântico	Rio Tetequera ou Grande	Pindamonhangaba	*
CGH - Isabel	Rio Sacatrapo	Pindamonhangaba	*
CGH - São Benedito (km 3,75)	Rio do Bravo	Silveiras e Cachoeira Paulista	*
CGH - Sodré	Rio Piagui	Guaratinguetá	*
CGH - Três Barras	Rio do Bravo	Silveiras e Cachoeira Paulista	*
CGH - Bocaina	Rio Paca Grande	Bananal	*
CGH - Bocaina Montante (km 3,00)	Rio do Bravo	Silveiras	*
CGH - Bocaina Jusante (km 2,45)	Rio do Bravo	Silveiras	*

* Reservatório de pequenas dimensões/Operação a fio d'água

Fonte: Regea (Elaborado no âmbito de desenvolvimento deste empreendimento a partir de dados do Portal WEB da Aneel http://www2.aneel.gov.br/aplicacoes/cmpf/gerencial/).

Figura IV-137 - Localização dos barramentos hidrelétricos outorgados, na UGRHI 02.



Fonte: Regea (Elaborado no âmbito de desenvolvimento deste empreendimento a partir de dados do Portal WEB da Aneel http://www2.aneel.gov.br/aplicacoes/cmpf/gerencial/).

4.1.4.3.2.1.2. Barramentos para outros usos

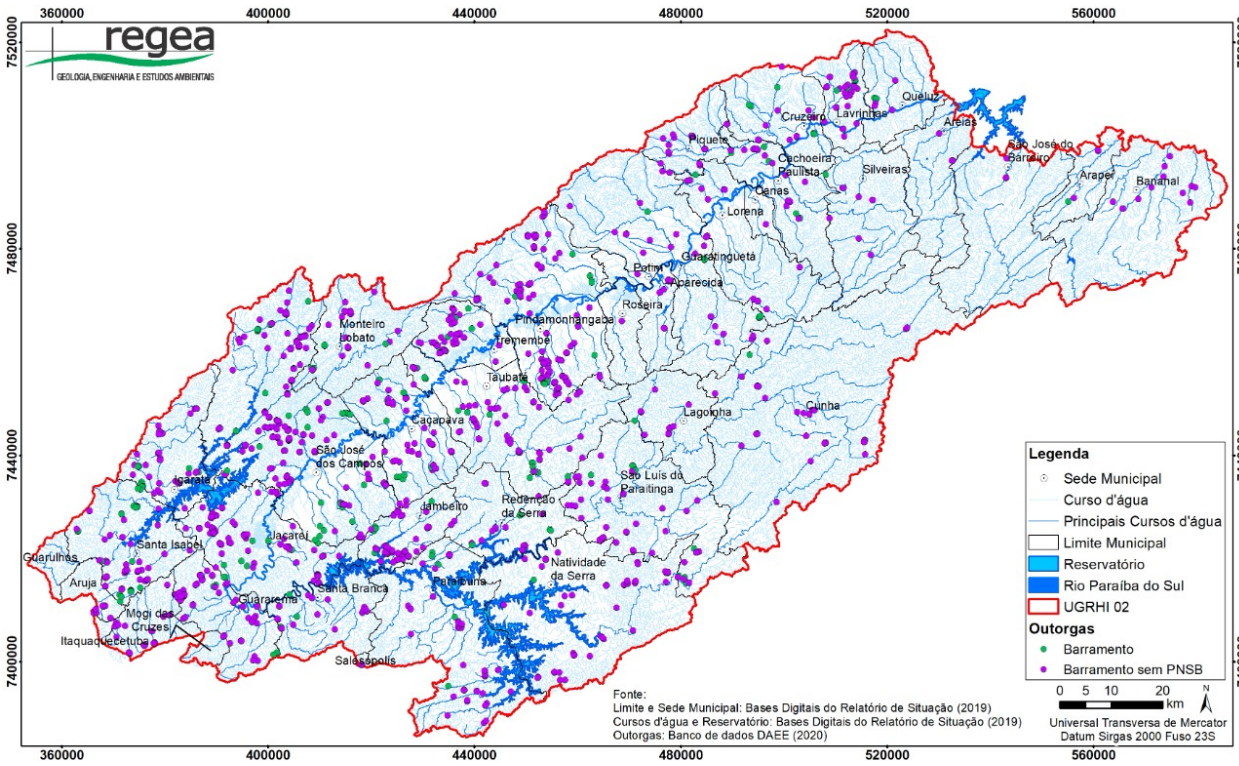
A partir dos dados do Banco de Outorgas do DAEE, são identificados, no total da UGRHI 02, 1.411 barramentos outorgados, dos quais 236 se enquadram para atendimento à Política Nacional de Segurança de Barragens (PNSB) e 1.175 não precisam atender a PNSB (**Figura IV-138**).

Os barramentos que precisam atender à PNSB possuem pelo menos uma situação dos critérios apresentados no artigo 1º da Lei Federal 12.334/2010 (Política Nacional de Segurança de Barragens destinadas à acumulação de água para quaisquer usos, à disposição final ou temporária de rejeitos e à acumulação de resíduos industriais). Tais critérios são: (1) altura do maciço, medida do encontro do pé do talude de jusante com o nível do solo até a crista de coroamento do barramento, maior ou igual a 15 (quinze) metros; (2) capacidade total do reservatório maior ou igual a 3.000.000 m³ (três milhões de metros cúbicos); (3) reservatório que contenha resíduos perigosos conforme normas técnicas aplicáveis; (4) categoria de dano potencial associado médio ou alto, em termos econômicos, sociais, ambientais ou de perda de vidas humanas; e (5) categoria de risco alto, a critério do órgão fiscalizador.

Nos Bancos de Outorgas do DAEE e ANA foram identificados 14 usos diferentes, relacionados a esses barramentos, além de um amplo agrupamento de outorgas (481 registros) sem identificação de uso (**Figura IV-139**). Entre os usos identificados, verifica-se que o mais expressivo se refere à irrigação (337 outorgas); na sequência têm-se: lazer/paisagismo (197), regularização de nível/vazão (156) e elevação de nível (111). Os demais usos desses barramentos possuem menos de 100 outorgas (**Figura IV-140**).

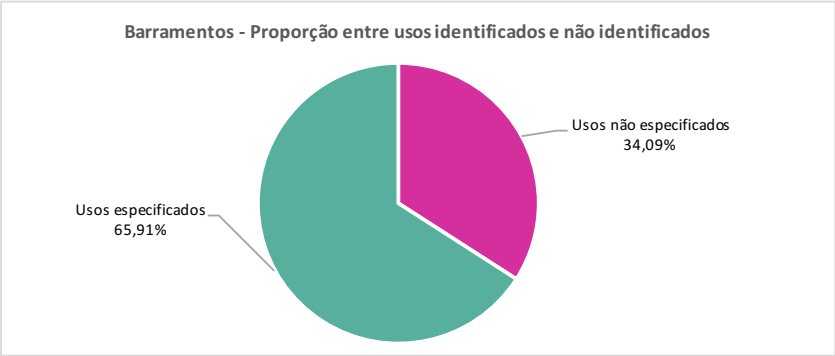
A distribuição espacial dos barramentos outorgados, na UGRHI 02, por tipo de uso, pode ser vista no mapa da **Figura IV-141**.

Figura IV-138 – Localização dos barramentos outorgados para outros usos.



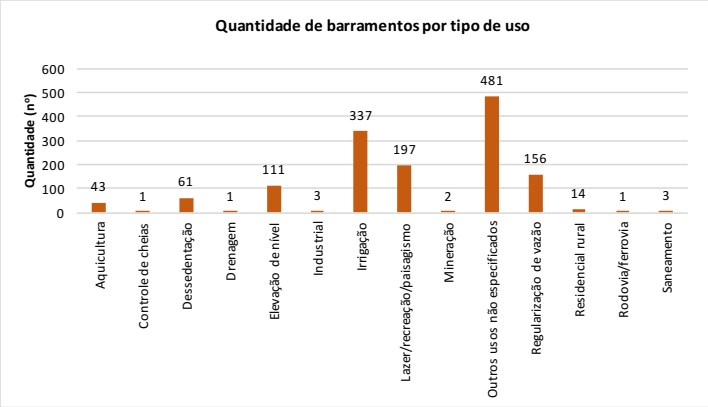
Fonte: Banco de Outorgas do DAEE e ANA.

Figura IV-139 – Barramentos: usos identificados e não identificados.



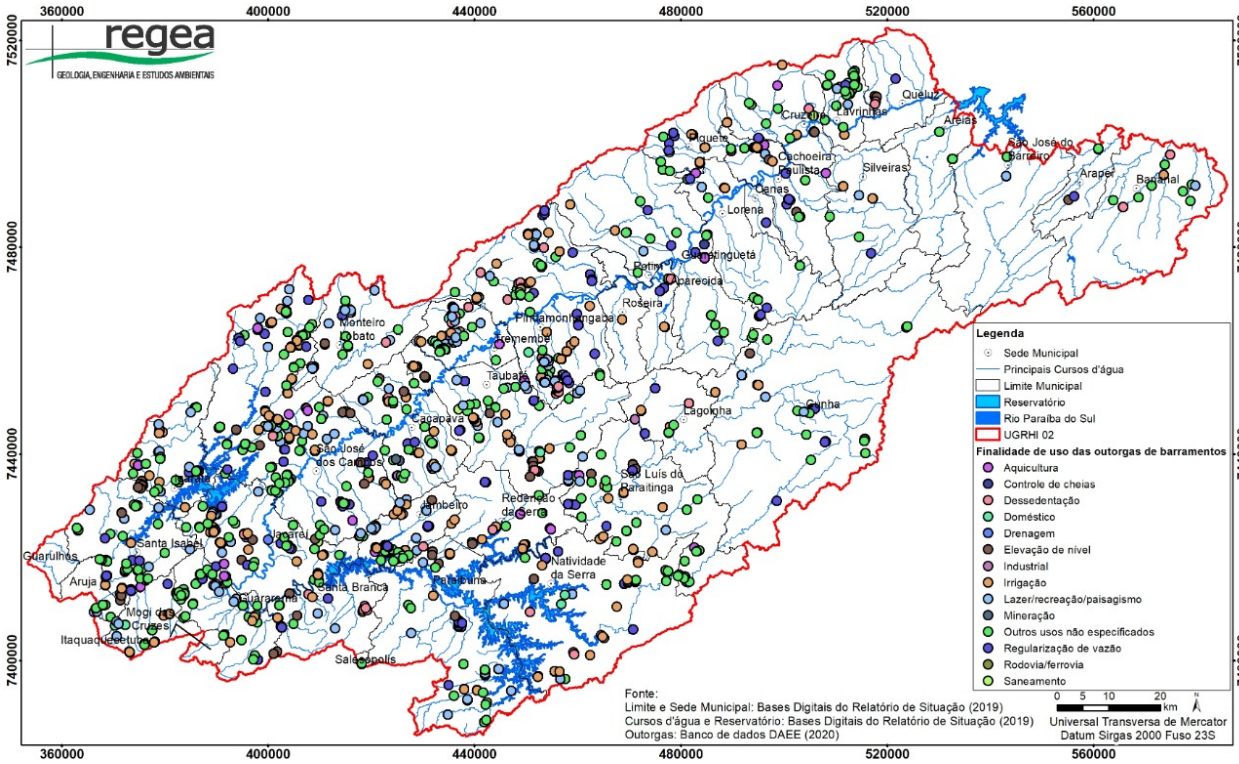
Banco de Outorgas do DAEE.

Figura IV-140 – Barramentos: quantidade de outorgas por finalidade de uso.



Fonte: Banco de Outorgas do DAEE e ANA.

Figura IV-141 – Localização dos barramentos outorgados, por finalidade de uso.

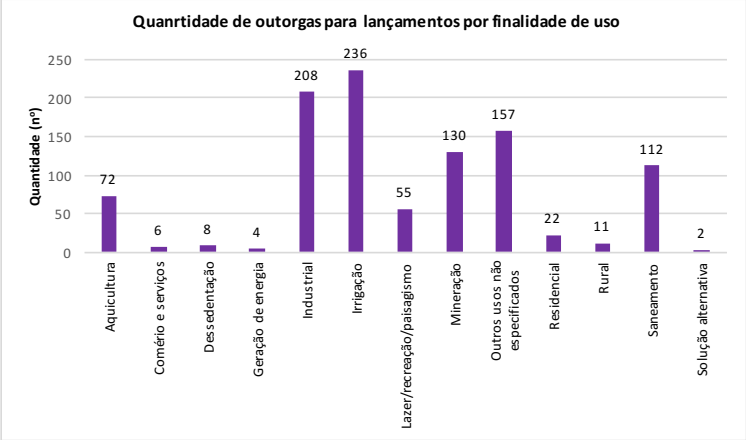


Fonte: Banco de Outorgas do DAEE e ANA.

4.1.4.3.2.2. Lançamentos

Os dados mostram um total 1.023 outorgas para lançamentos, na UGRHI 02. Entre esses lançamentos destacam-se, quanto à finalidade de uso: 236 associadas à irrigação, 208 ao uso industrial, 130 a mineração; e 112 ao saneamento. Salienta-se que 157 outorgas relacionadas a lançamentos não possuem identificação da finalidade (**Figura IV-142**).

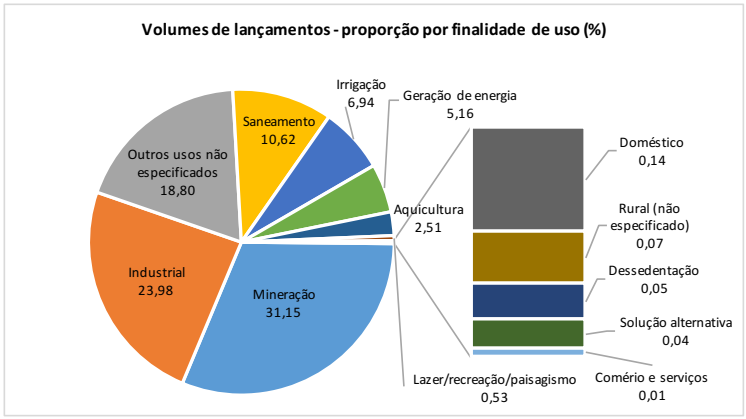
Figura IV-142 – Lançamentos: quantidade de outorgas por finalidade de uso.



Fonte: Banco de Outorgas do DAEE e ANA.

Os volumes relativos aos lançamentos somam 25,55 m^3/s, dos quais destacam-se 31,15% associados à mineração; 23,98% à indústria; 10,62% ao saneamento; e 6,94% para irrigação. As demais oito finalidades de uso registradas são responsáveis por 8,50% dos volumes lançados. Salienta-se que 18,80% dos volumes relativos aos lançamentos não possuem finalidade de uso especificada (**Figura IV-143**).

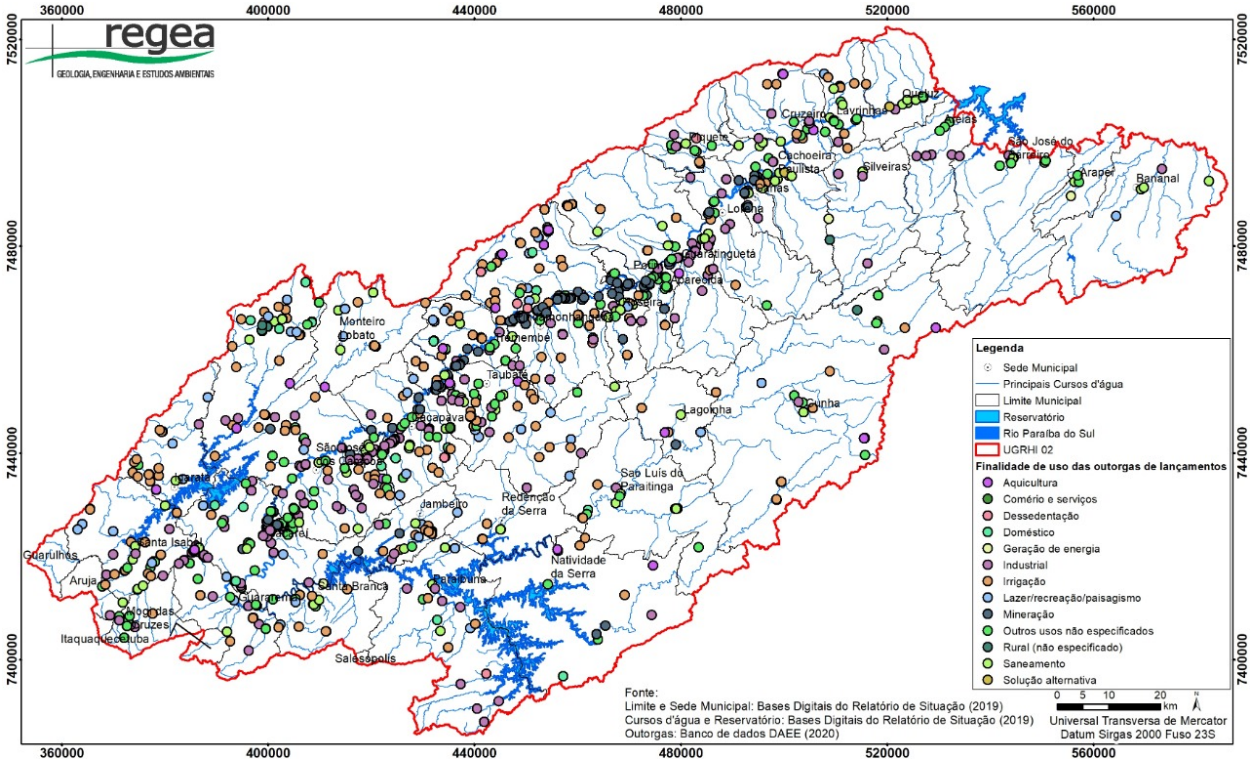
Figura IV-143 – Lançamento: proporção do volume por finalidade de uso.



Fonte: Banco de Outorgas do DAEE e ANA.

A localização dos lançamentos outorgados, na UGRHI 02, por finalidade de uso, pode ser vista no mapa da **Figura IV-144**.

Figura IV-144 – Localização dos lançamentos outorgados, por finalidade de uso.



Fonte: Banco de Outorgas do DAEE e ANA.

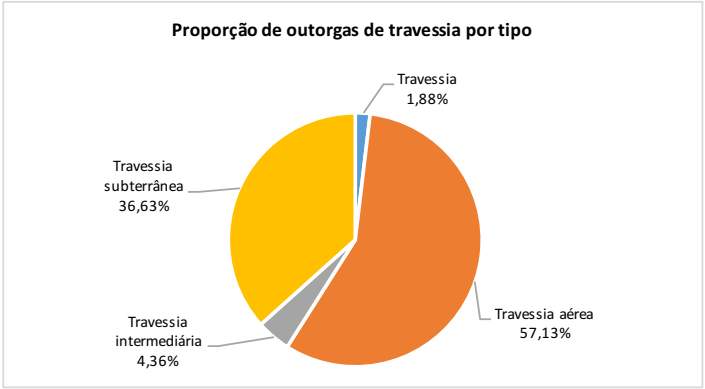
4.1.4.3.2.3. Travessias

Entre um total de 849 outorgas relacionadas a travessias: 485 (57,13%) estão classificadas como travessias aéreas, 311 (36,63%) travessias subterrâneas, 37 (4,36%) travessias intermediárias e 16 (1,88%) travessias sem especificação (**Figura IV-145**).

Considerando a finalidade de uso, verifica-se que as travessias para fins rodoviários/ferroviários predominam com 431 outorgas, seguidas pelas dutovias com 275 outorgas. As demais finalidades de uso registradas abrangem menos de 10 outorgas. Salienta-se que 121 outorgas não possuem finalidade de uso especificada (**Figura IV-146**).

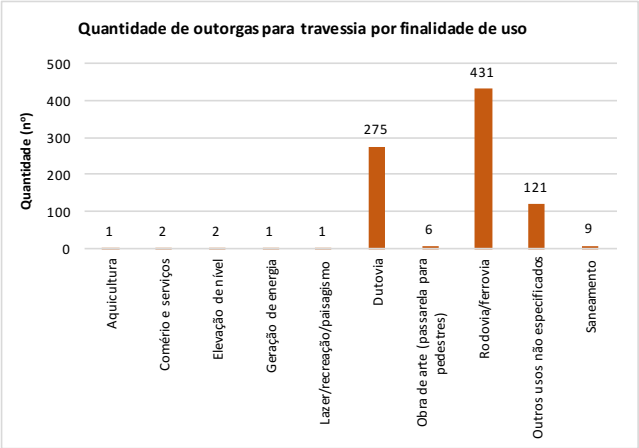
A localização das travessias outorgadas, na UGRHI 02, por finalidade de uso, pode ser vista no mapa da **Figura IV-147**.

Figura IV-145 – Travessia: proporção de outorgas por tipo.



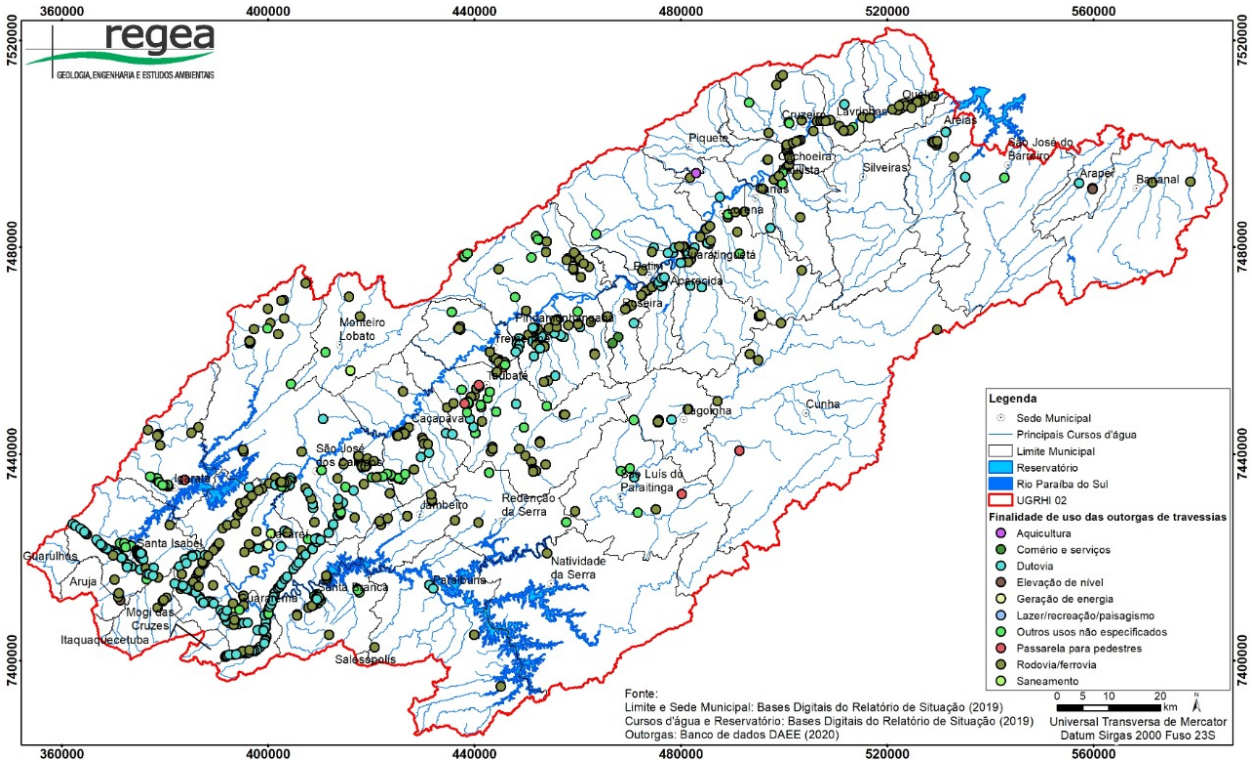
Fonte: Banco de Outorgas do DAEE e ANA.

Figura IV-146 – Travessias: quantidade de outorgas por finalidade de uso.



Fonte: Banco de Outorgas do DAEE e ANA.

Figura IV-147 – Localização das travessias outorgadas, por finalidade de uso.

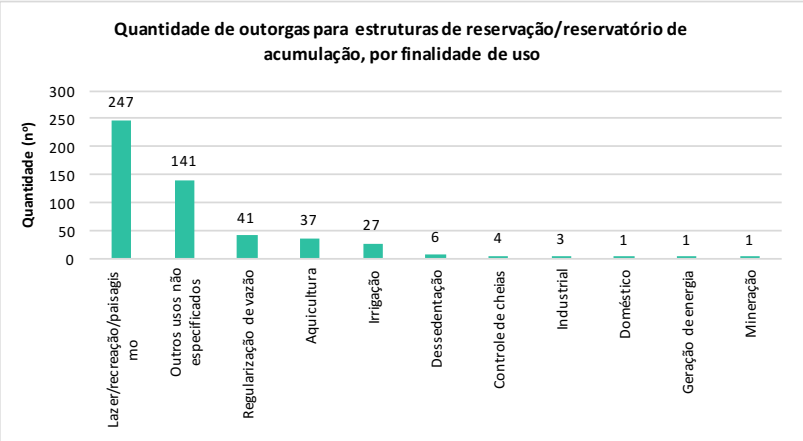


Fonte: Banco de Outorgas do DAEE e ANA.

4.1.4.3.2.4. Estruturas de reservação/reservatórios de acumulação

Na UGRHI 02 tem-se um total de 509 estruturas de reservação/reservatório de acumulação. Em se tratando da finalidade de uso, observa-se o predomínio do lazer/recreação/paisagismo, com 247 outorgas. Destacam-se, ainda, as seguintes finalidades de uso das estruturas de reservação/reservatório de acumulação: regularização de vazão (41); aquicultura (37); irrigação (27). As demais finalidades possuem menos de 10 outorgas cada. Salienta-se em que 141 outorgas não estão especificadas as finalidades de uso (**Figura IV-148**).

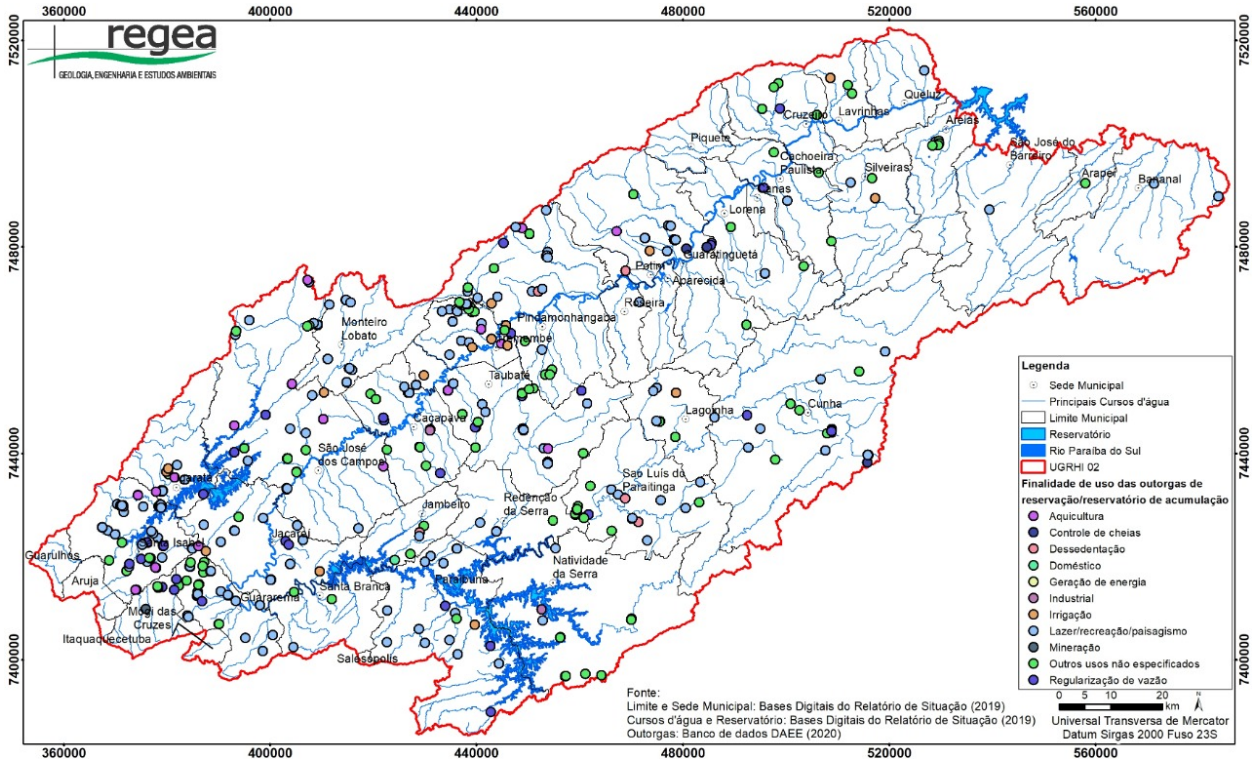
Figura IV-148 – Estruturas de reservação/reservatórios: quantidade de outorgas por finalidade de uso.



Fonte: Banco de Outorgas do DAEE e ANA.

A localização das estruturas de reservação/reservatório de acumulação outorgadas, na UGRHI 02, pode ser vista na **Figura IV-149**.

Figura IV-149 – Localização das estruturas de reservação/reservatório de acumulação outorgadas, por finalidade de uso.

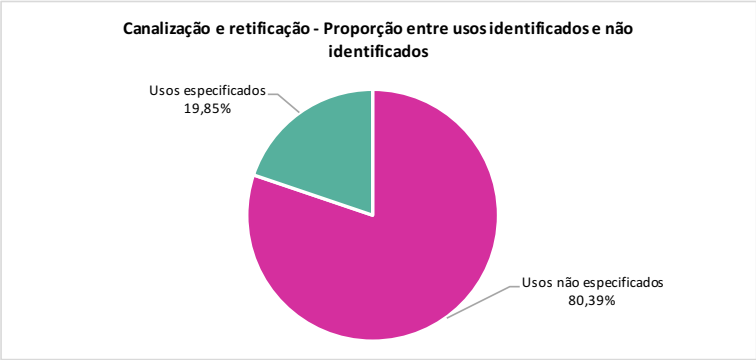


Fonte: Banco de Outorgas do DAEE e ANA.

4.1.4.3.2.5. Canalização/retificação

Na UGRHI 02, no total têm-se 414 outorgas para canalização/retificação de cursos d'água. Em se tratando da finalidade de uso, podem ser identificados 12 usos diferentes, além de um amplo agrupamento de outorgas (332 registros) sem identificação de uso (**Figura IV-150**).

Figura IV-150 – Canalização e retificação: usos identificados e não identificados.

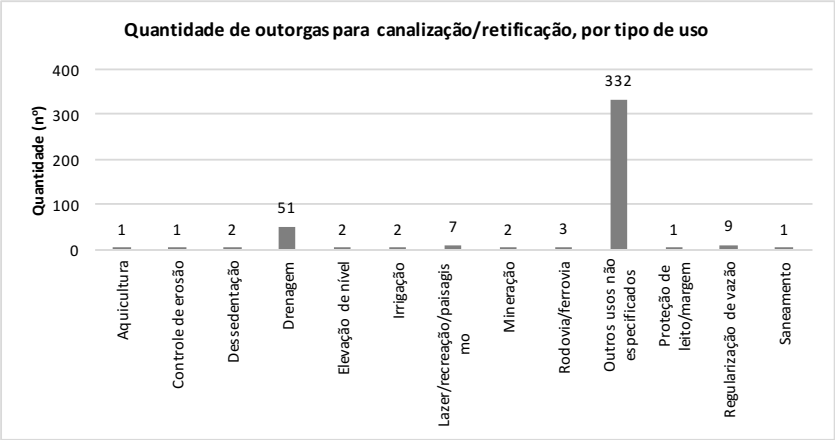


Banco de Outorgas do DAEE e ANA.

Entre os usos identificados, o mais expressivo refere-se a drenagem (51 registros), os demais usos apresentam menos de 10 outorgas (**Figura IV-151**).

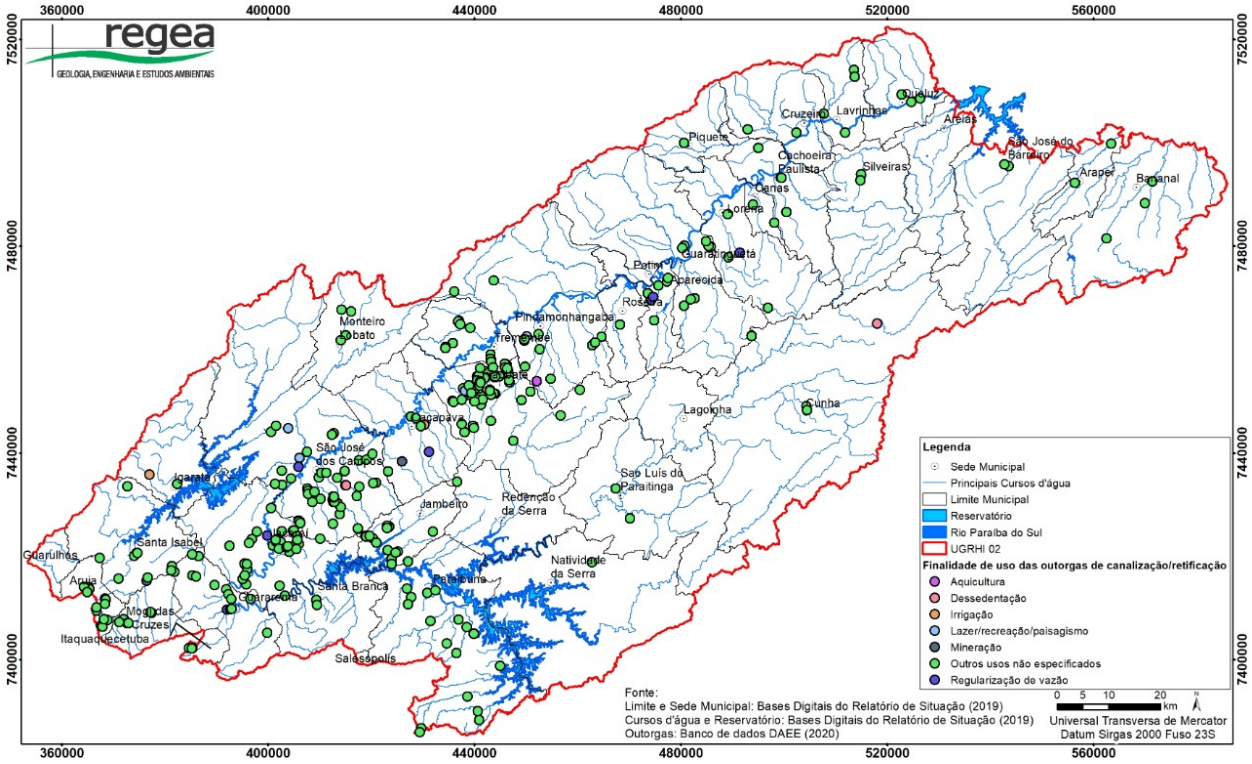
A distribuição espacial das outorgas para canalização e retificação, na UGRHI 02, por tipo de uso, pode ser vista no mapa da **Figura IV-152**.

Figura IV-151 – Canalização/retificação: quantidade de outorgas por tipo de uso.



Banco de Outorgas do DAEE e ANA.

Figura IV-152 – Localização das obras de canalização/ retificação, na UGRHI 02, por tipo de uso.



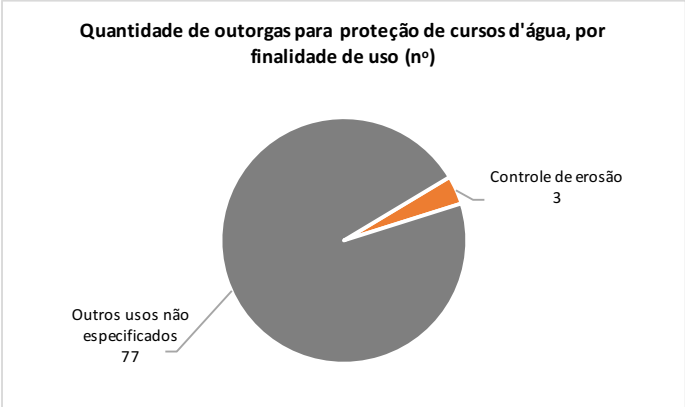
Fonte: Banco de Outorgas do DAEE e ANA.

4.1.4.3.2.6. Obras de proteção de cursos d'água

As obras de proteção de curso d'água, tanto de leito como de margem, somam 80 outorgas. Quanto a finalidade de uso, apenas três outorgas apresentam especificação, todas relacionadas ao controle de erosão (**Figura IV-153**).

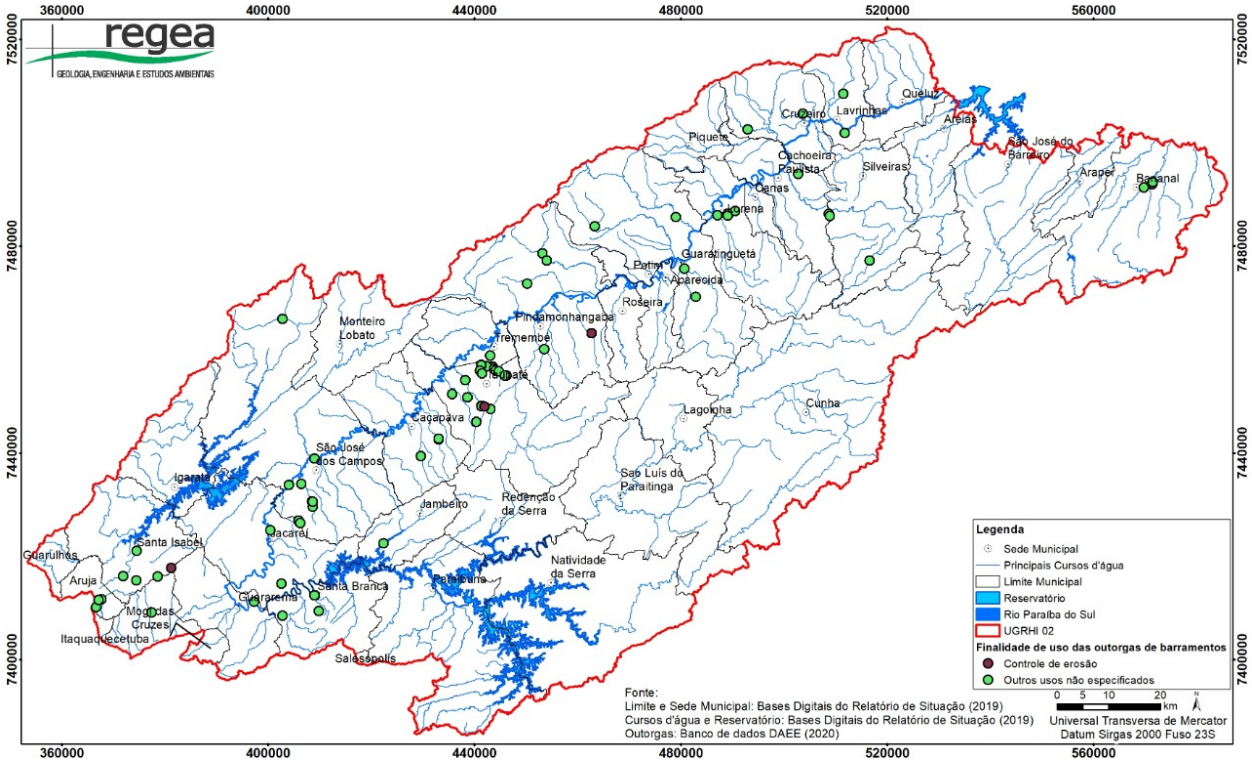
A distribuição espacial das outorgas para obras de proteção de curso d'água, na UGRHI 02, por tipo de uso, pode ser vista no mapa da **Figura IV-154**.

Figura IV-153 – Obras de proteção de cursos d'água: quantidade de outorgas por finalidade de uso.



Fonte: Banco de Outorgas do DAEE e ANA.

Figura IV-154 – Localização das obras para proteção de cursos d'água, por tipo de uso.



Fonte: Banco de Outorgas do DAEE e ANA.

4.1.4.3.2.7. Reversão

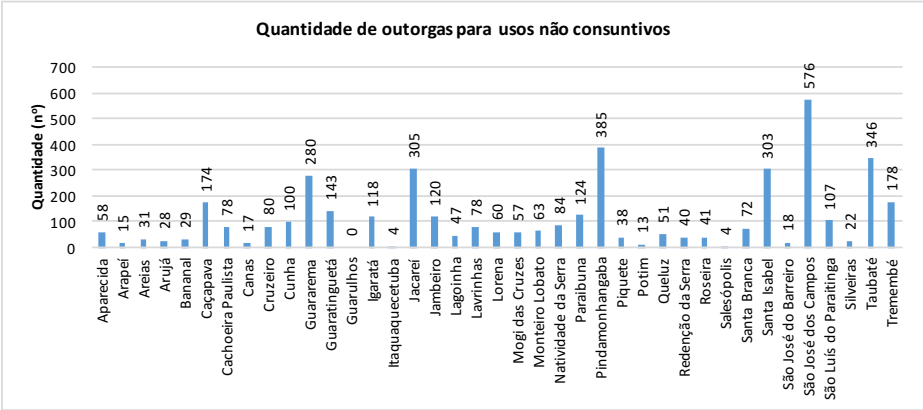
Na UGRHI 02, há apenas um registro de outorga para reversão, no município de São José dos Campos, cuja finalidade de uso relaciona-se à aquicultura. Salienta-se que esse destaque à reversão, mesmo com apenas um registro, decorre da importância desse tipo de interferência em cursos d'água.

4.1.4.3.3. Conteúdo complementar

No conteúdo complementar as outorgas para usos não consuntivos são analisadas por município, ottobacia nível 5 e por bacia com captação para abastecimento público.

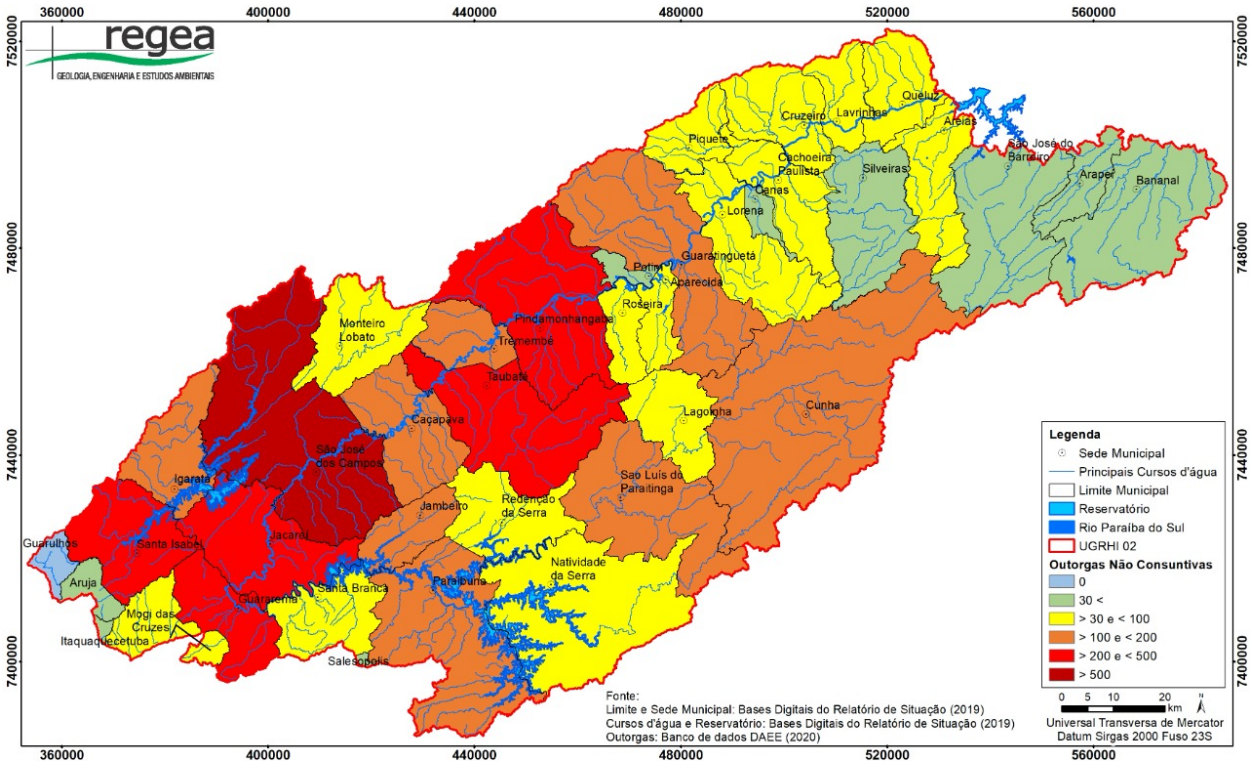
O município com a maior quantidade de outorgas para usos não consuntivo é São José dos Campos, com 576 outorgas, ou seja 13,44% do total, na sequência têm-se: Pindamonhangaba, com 385 outorgas (8,98%); Taubaté, com 346 (8,07%); Jacareí, com 305 (7,11%); Santa Isabel, com 303 (7,07%); Guararema, com 280 (6,53%); Tremembé, com 178 (4,15%); Caçapava, com 174 (4,06%); Guaratinguetá, com 143 (3,34%); Paraibuna, com 124 outorgas (2,89%); Jambeiro, com 120 (2,75%); Igaratá, com 118 (2,75%); São Luís do Paraitinga, com 107 (2,50%); e Cunha, com 100 outorgas (2,33%). Os demais municípios apresentam menos de 100 outorgas cada um (**Figura IV-155**). Salienta-se que Guarulhos não registra nenhuma outorga para uso não consuntivo em área da UGRHI 02. A concentração de outorgas para usos não consuntivos, por município, pode ser vista no mapa da **Figura IV-156** (salienta-se que as cores nesse mapa objetivam apenas evidenciar a concentração maior ou menor de outorgas).

Figura IV-155 – Usos não consuntivos: quantidade de outorgas por município.



Fonte: Banco de Outorgas do DAEE e ANA.

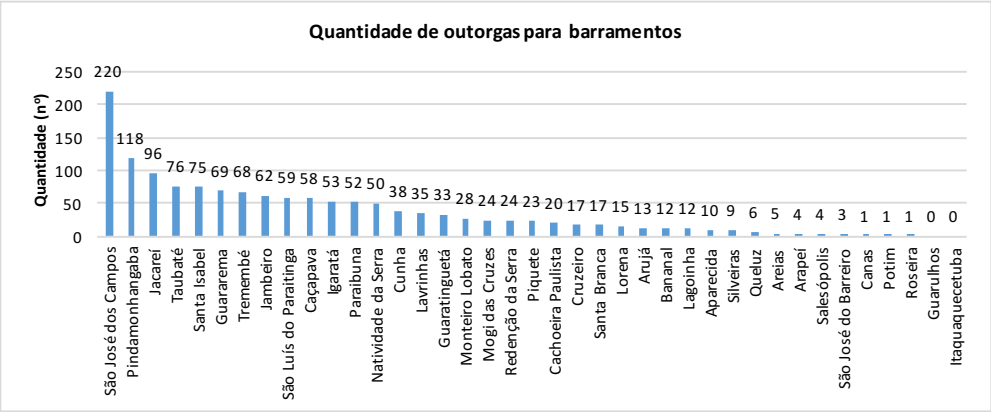
Figura IV-156 – Concentração das outorgas para uso não consuntivo, por município.



Fonte: Banco de Outorgas do DAEE e ANA.

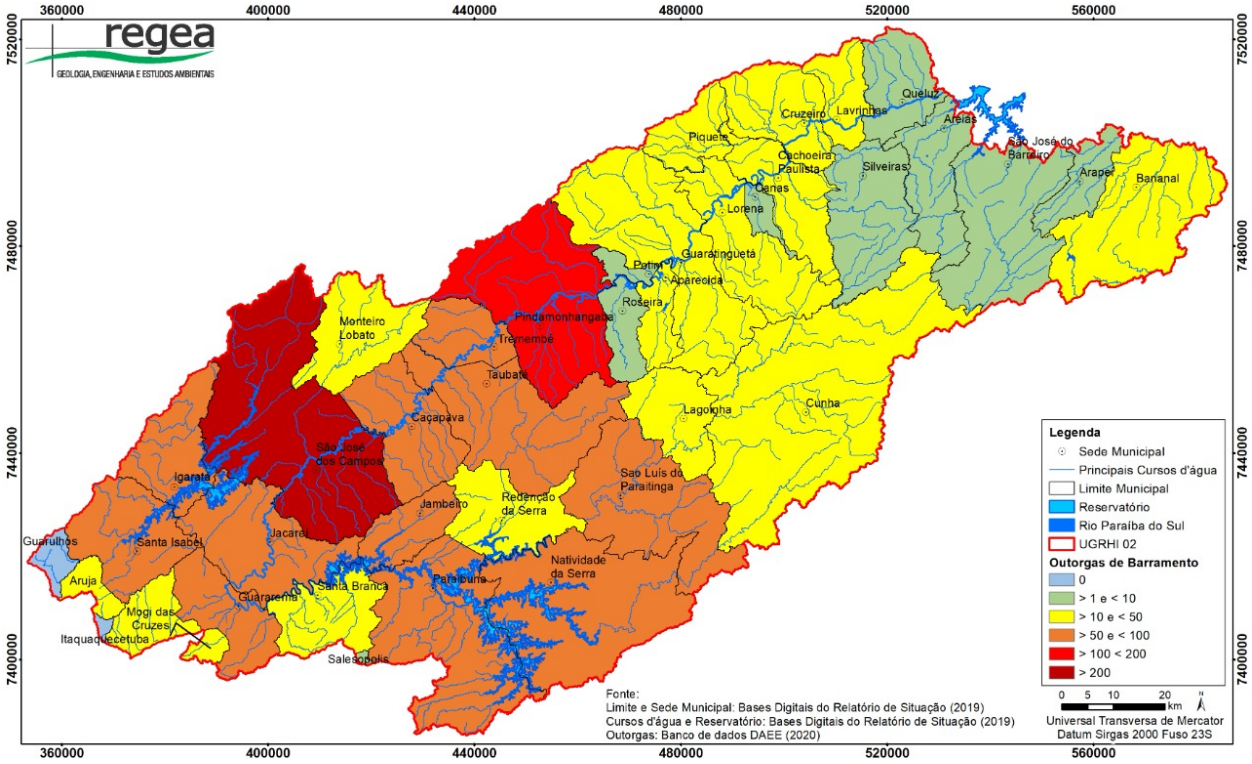
Considerando os barramentos para usos diversos (exceto hidrelétricas) por município, observa-se que São José dos Campos possui a maior quantidade de barramentos (220), seguido por Pindamonhangaba, com 118 barramento. Os demais municípios abrigam menos de 100 barramentos e Guarulhos e Itaquaquecetuba não possuem nenhuma outorga para esse uso, em área da UGRHI 02 (**Figura IV-157**). A concentração de outorgas para barramentos, por município, pode ser vista no mapa da **Figura IV-158** (salienta-se que as cores nesse mapa objetivam apenas evidenciar a concentração maior ou menor de outorgas).

Figura IV-157 – Quantidade de outorgas para barramentos para outros usos, por município.



Fonte: do Banco de Outorgas do DAEE e ANA.

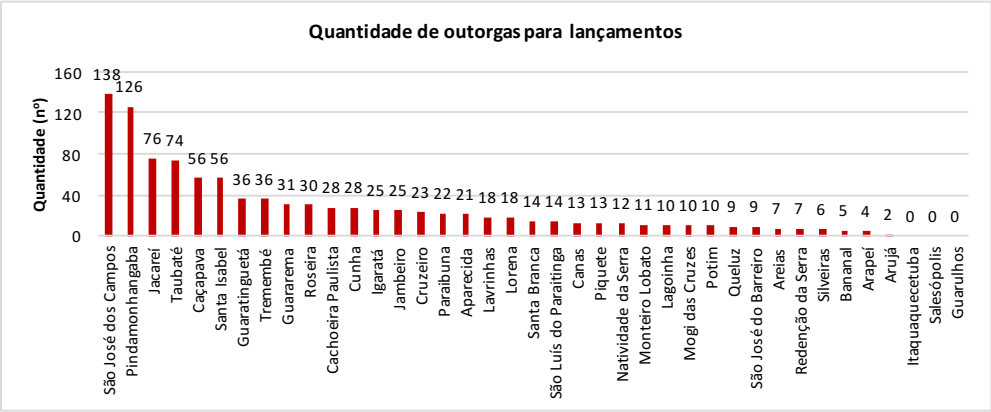
Figura IV-158 – Concentração das outorgas para barramentos, por município.



Fonte: Banco de Outorgas do DAEE e ANA.

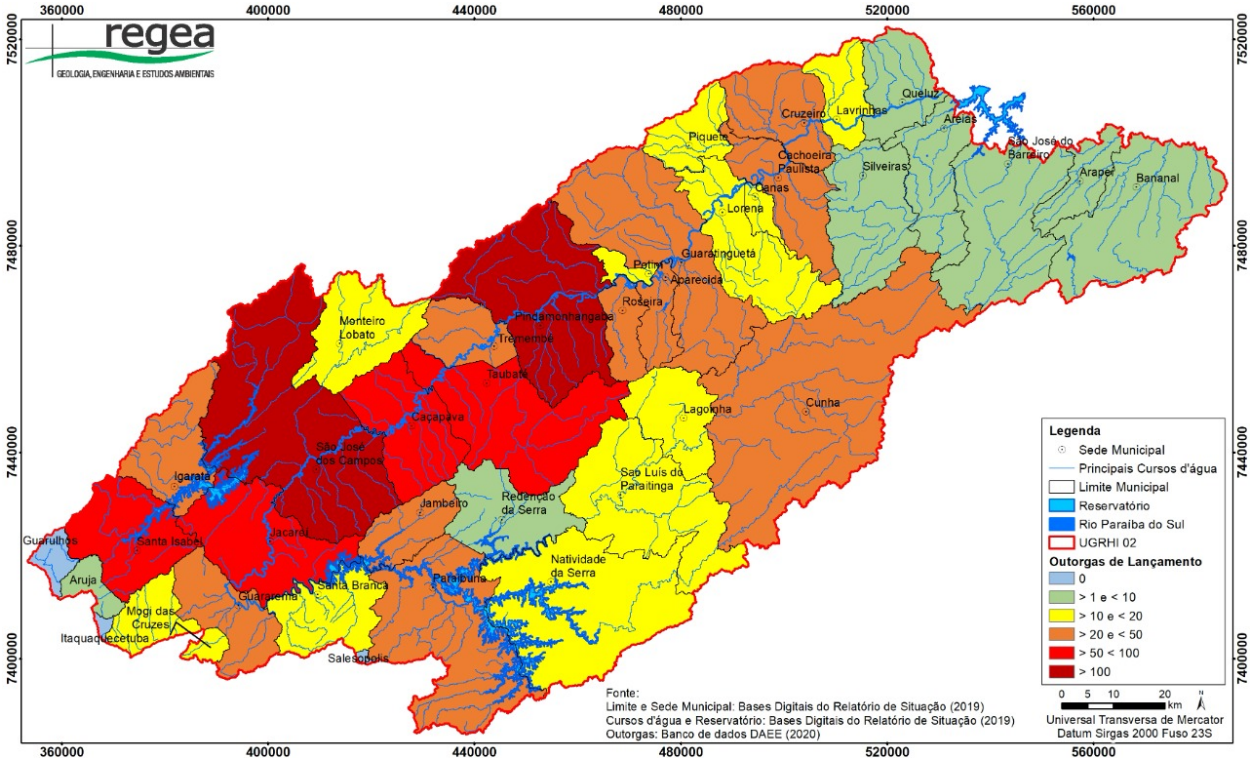
Em se tratando de lançamentos, o município de São José dos Campos se destaca com 138 outorgas, seguido por Pindamonhangaba, com 126; Jacareí, com 76; Taubaté com 74; e Caçapava e Santa Isabel com 56 cada. Por outro lado, Guarulhos, Itaquaquecetuba e Salesópolis não possuem lançamentos outorgados, em área da UGRHI 02 Os demais municípios possuem menos de 50 outorgas cada (**Figura IV-159**). A concentração de outorgas para lançamentos, por município, pode ser vista no mapa da **Figura IV-160** (salienta-se que as cores nesse mapa objetivam apenas evidenciar a concentração maior ou menor de outorgas).

Figura IV-159 – Quantidade de outorgas para lançamentos, por município.



Fonte: Banco de Outorgas do DAEE e ANA.

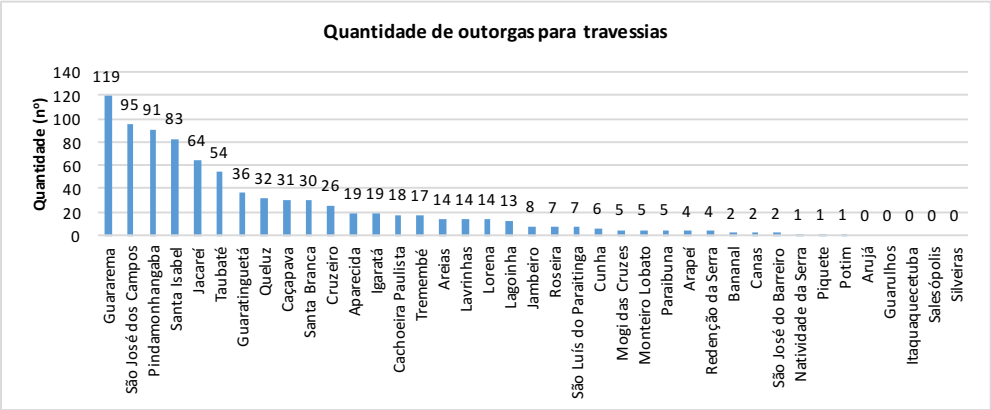
Figura IV-160 – Concentração das outorgas para lançamentos, por município.



Fonte: Banco de Outorgas do DAEE e ANA.

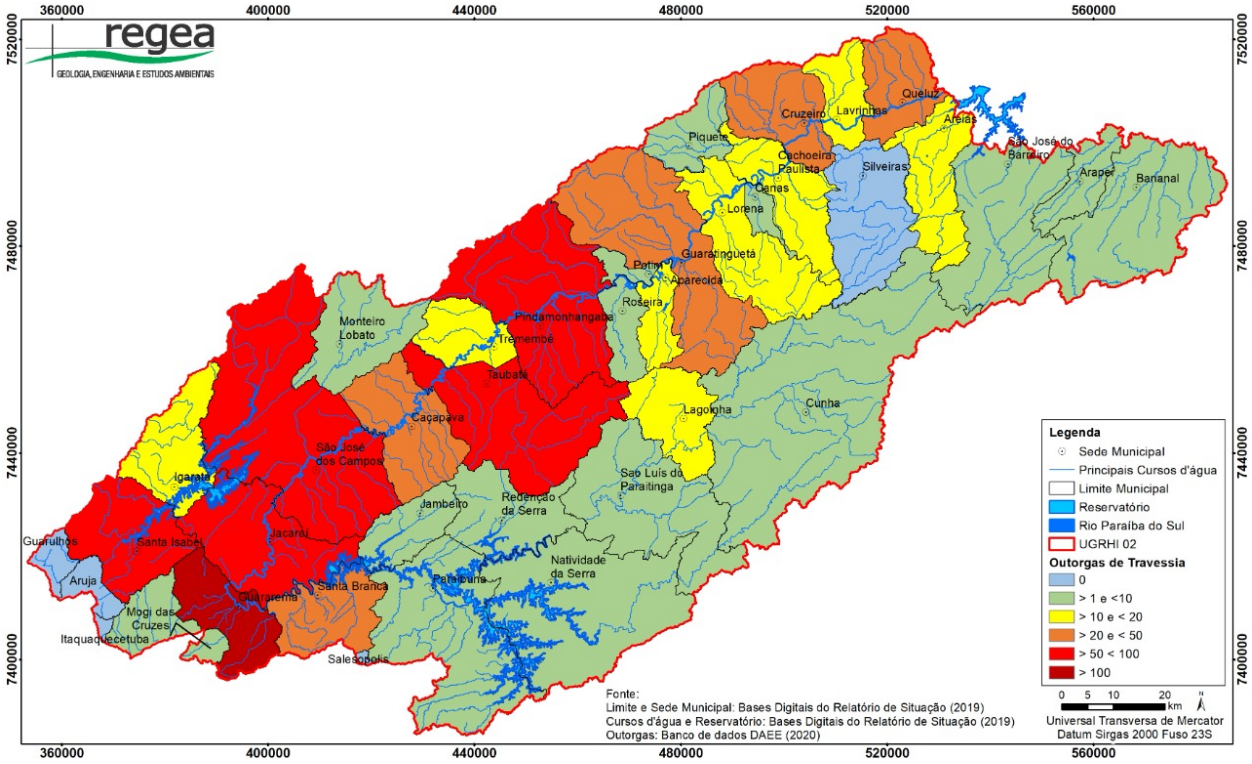
Quanto as travessias, Guararema se destaca com 119 outorgas, seguido por São José dos Campos (95 outorgas), Pindamonhangaba (91 outorgas), Santa Isabel (83 outorgas), Jacareí (64 outorgas) e Taubaté (54 outorgas). Por outro lado, Arujá, Guarulhos, Itaquaquecetuba, Salesópolis e Silveiras se destacam por não apresentarem nenhuma outorga para travessia em área da UGRHI 02. Os demais municípios registram menos de 50 outorgas cada (**Figura IV-161**). A concentração de outorgas para travessias, por município, pode ser vista no mapa da **Figura IV-162** (salienta-se que as cores nesse mapa objetivam apenas evidenciar a concentração maior ou menor de outorgas).

Figura IV-161 – Quantidade de outorgas para travessias, por município.



Fonte: Banco de Outorgas do DAEE e ANA.

Figura IV-162 – Concentração das outorgas para travessias, por município.

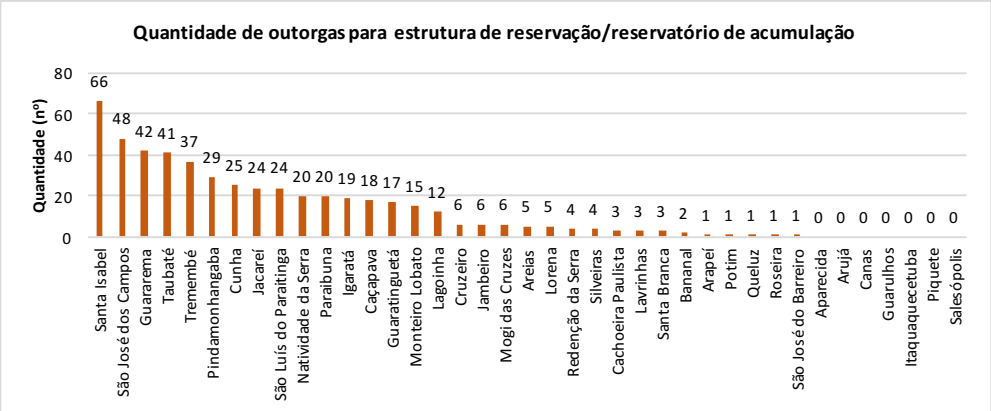


Fonte: Banco de Outorgas do DAEE e ANA.

Com relação às estruturas de reservação/reservatórios de acumulação, observa-se que Santa Isabel se destaca com 66 outorgas para esse tipo de interferência, seguido por São José dos Campos, Guararema e Taubaté com, respectivamente, 48, 42 e 41 outorgas. Por outro lado, Aparecida, Arujá, Canas, Guarulhos, Itaquaquecetuba, Piquete e Salesópolis se destacam por não possuirem nenhuma outorga para essas interferências. Os demais municípios possuem menos de 40 outorgas para estruturas de reservação/reservatório de acumulação (**Figura IV-163**).

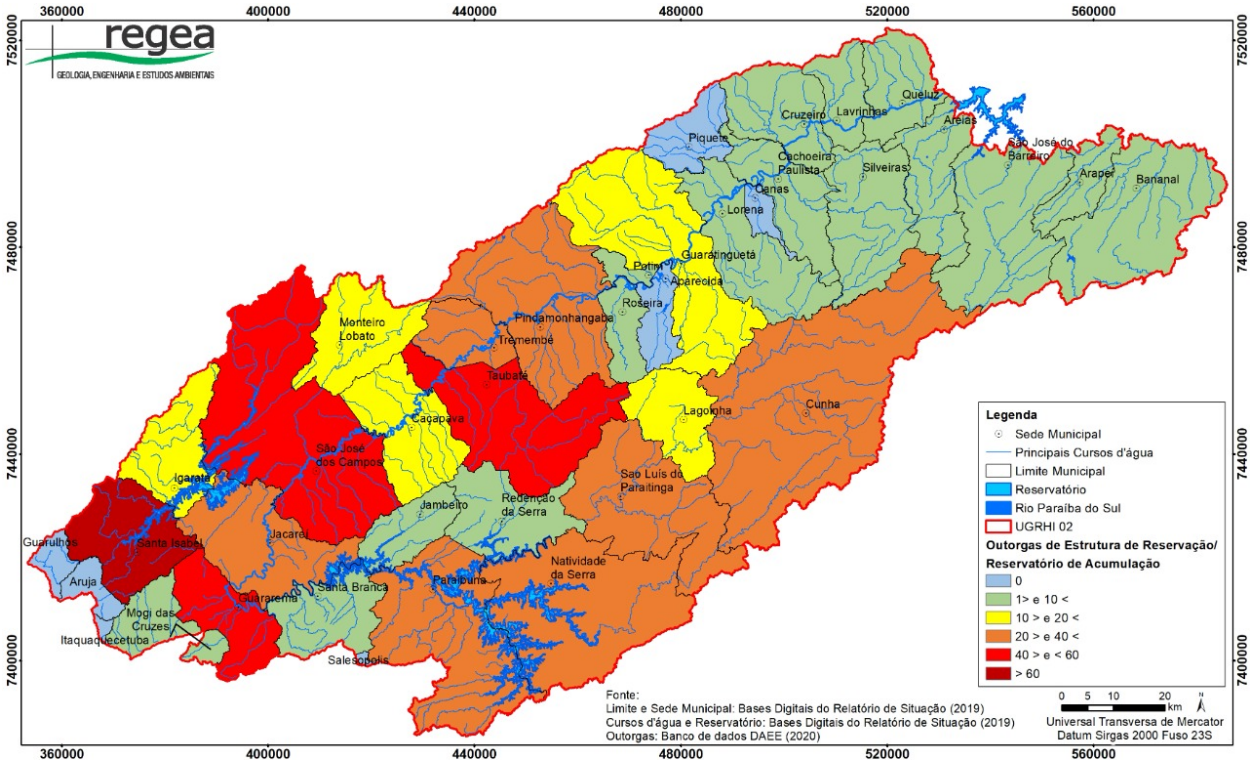
A concentração de outorgas para estruturas de reservação/reservatório de acumulação, por município, pode ser vista no mapa da **Figura IV-164** (salienta-se que as cores nesse mapa objetivam apenas evidenciar a concentração maior ou menor de outorgas).

Figura IV-163 – Quantidade de outorgas para estruturas de reservação/reservatórios de acumulação, por município.



Fonte: Banco de Outorgas do DAEE e ANA.

Figura IV-164 – Concentração das outorgas para estruturas de reservação/reservatórios de acumulação, por município.

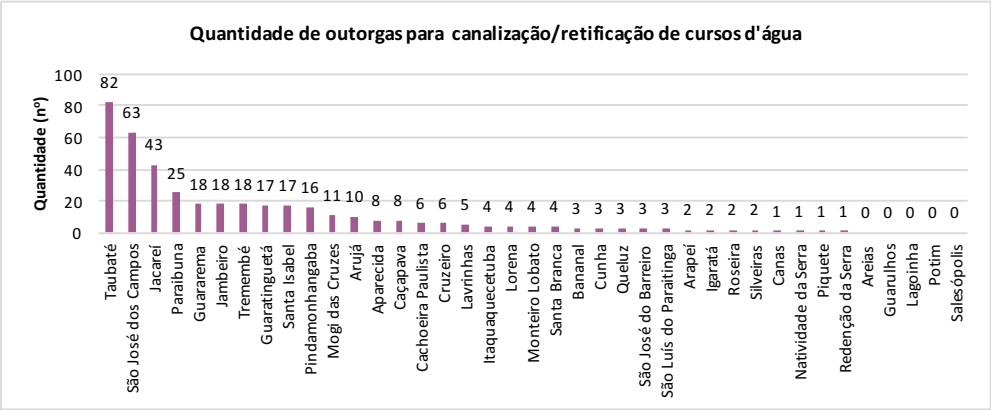


Fonte: Banco de Outorgas do DAEE e ANA.

Quanto às outorgas para canalização/ retificação de cursos d'água, Taubaté se destaca com 82 outorgas para esse tipo de interferência em curso d'água. Destacam-se, também: São José dos Campos, com 63 outorgas e Jacareí com 43. Os demais municípios possuem menos de 30 outorgas cada. Por outro lado, Areias, Guarulhos, Lagoinha, Potim e Salesópolis não possuem outorgas para esse tipo de interferência (**Figura IV-165**).

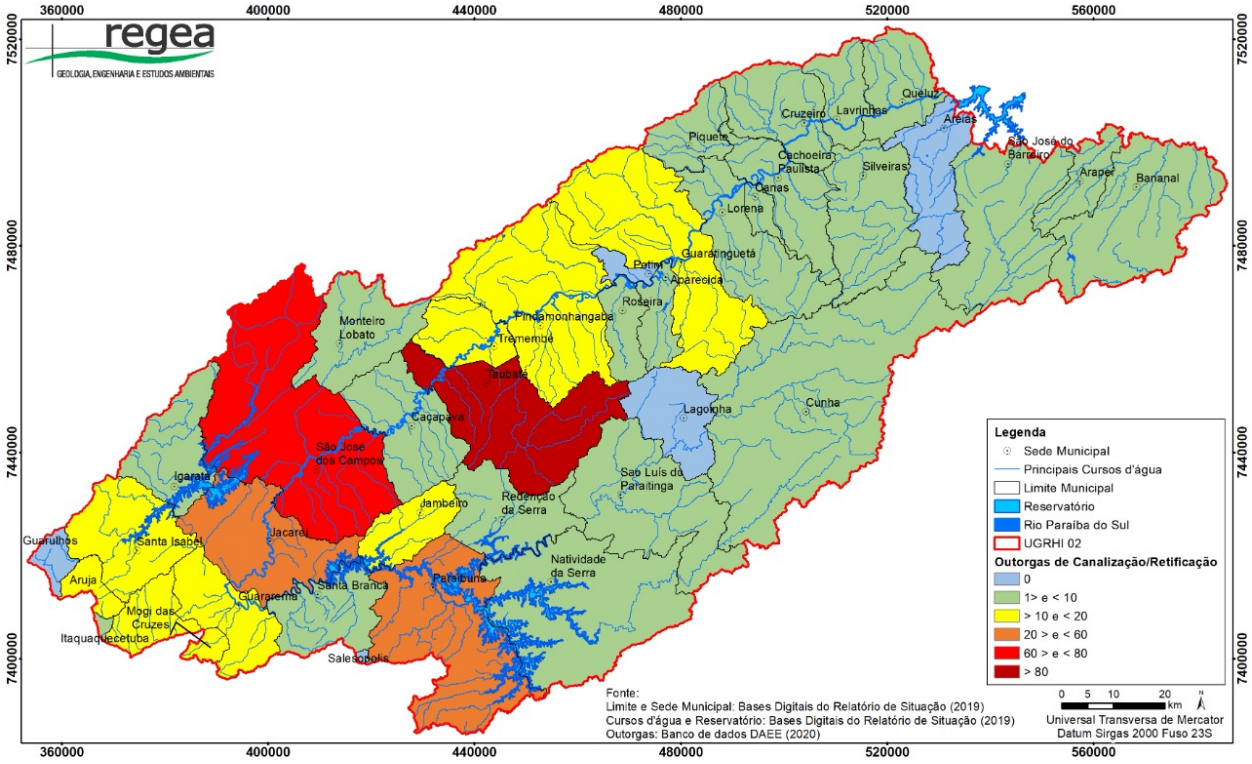
A concentração de outorgas para canalização/ retificação de cursos d'água, por município, pode ser vista no mapa da **Figura IV-166** (salienta-se que as cores nesse mapa objetivam apenas evidenciar a concentração maior ou menor de outorgas).

Figura IV-165 – Quantidade de outorgas para canalização/retificação, por município.



Fonte: Banco de Outorgas do DAEE e ANA.

Figura IV-166 – Concentração das outorgas para canalização/retificação, por município.

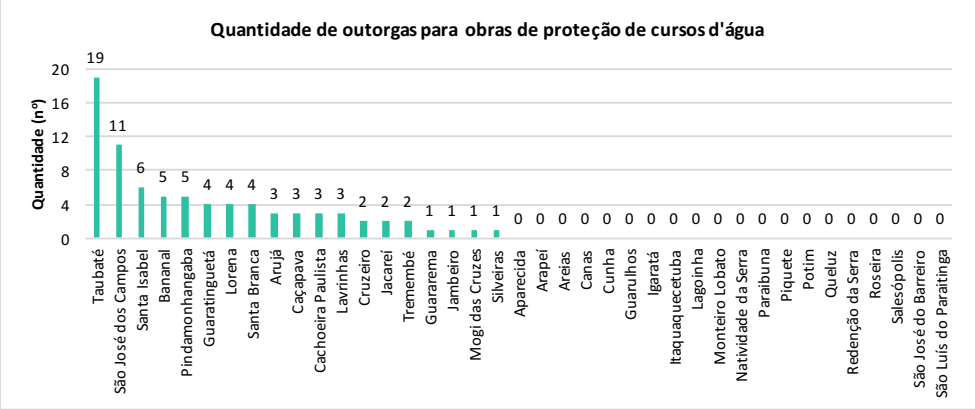


Fonte: Banco de Outorgas do DAEE e ANA.

Em se tratando das obras de proteção de cursos d'água (margens e leito), observa-se que Taubaté se destaca com 19 outorgas, seguido por São José dos Campos com 11 outorgas. Destacam-se, também, 20 municípios sem nenhuma outorga para realização de obras de proteção de cursos d'água. Os demais 17 municípios possuem menos de 10 outorgas cada (**Figura IV-167**).

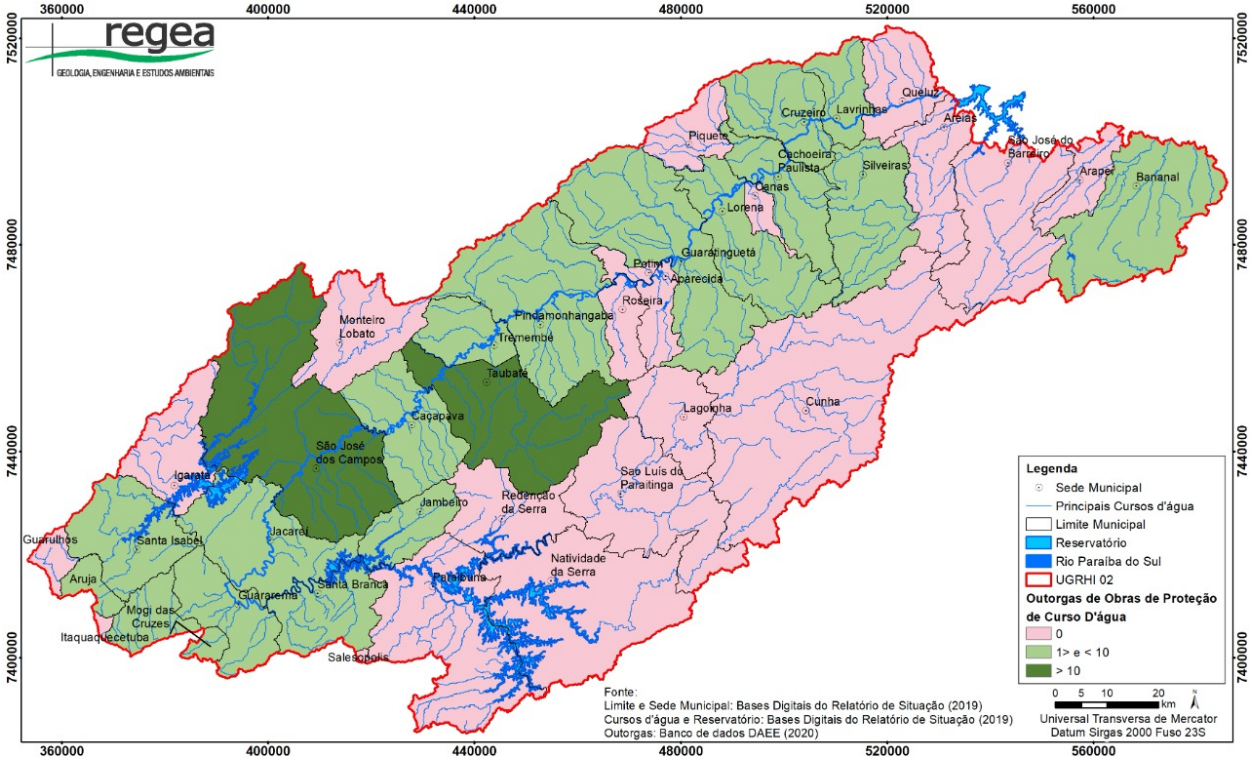
A concentração de outorgas para obras de proteção de cursos d'água (margens e leito), por município, pode ser vista no mapa da **Figura IV-168** (salienta-se que as cores nesse mapa objetivam apenas evidenciar a concentração maior ou menor de outorgas).

Figura IV-167 – Quantidade de outorgas para obras de proteção de cursos d'água, por município.



Fonte: Banco de Outorgas do DAEE e ANA.

Figura IV-168 – Concentração das outorgas para obras de proteção de cursos d'água, por município.



Fonte: Banco de Outorgas do DAEE e ANA.

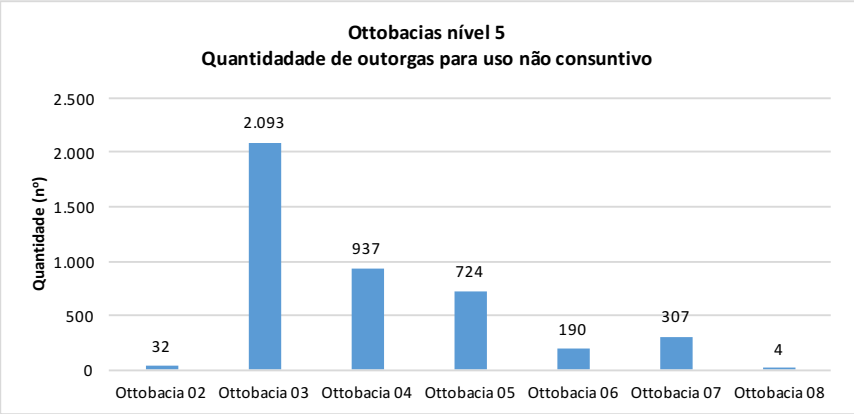
4.1.4.3.3.2. Uso não consuntivo por ottobacias nível 5

Na Ottobacia 01 não está registrada nenhuma outorga. Quanto às demais ottobacias, verifica-se que, a Ottobacia 03 possui a maior quantidade de outorgas para uso não consuntivo, um total de 2.093 (48,82% do total). Na sequência, têm-se: Ottobacia 04, com 937 (21,86%); Ottobacia 05, com 724 (16,89%); Ottobacia 07, com 307 (7,16%); Ottobacia 06, com 190 (4,43%); Ottobacia 02, com 32 (0,75%); e Ottobacia 08, com quatro outorgas para uso não consuntivo (0,09%) (**Figuras IV-169 e IV-170**).

A concentração de outorgas para uso não consuntivo, por ottobacia nível 5, pode ser vista no mapa da **Figura IV-171** (salienta-se que as cores nesse mapa objetivam apenas evidenciar a concentração maior ou menor de outorgas).

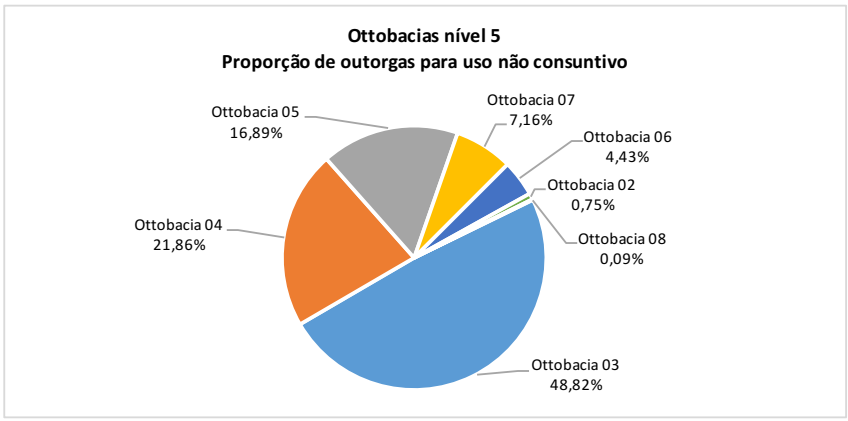
As outorgas para demanda não consuntiva, por finalidade de uso, são apresentadas por ottobacias, nos subitens a seguir.

Figura IV-169 – Ottobacias: quantidade de outorgas para uso não consuntivo.



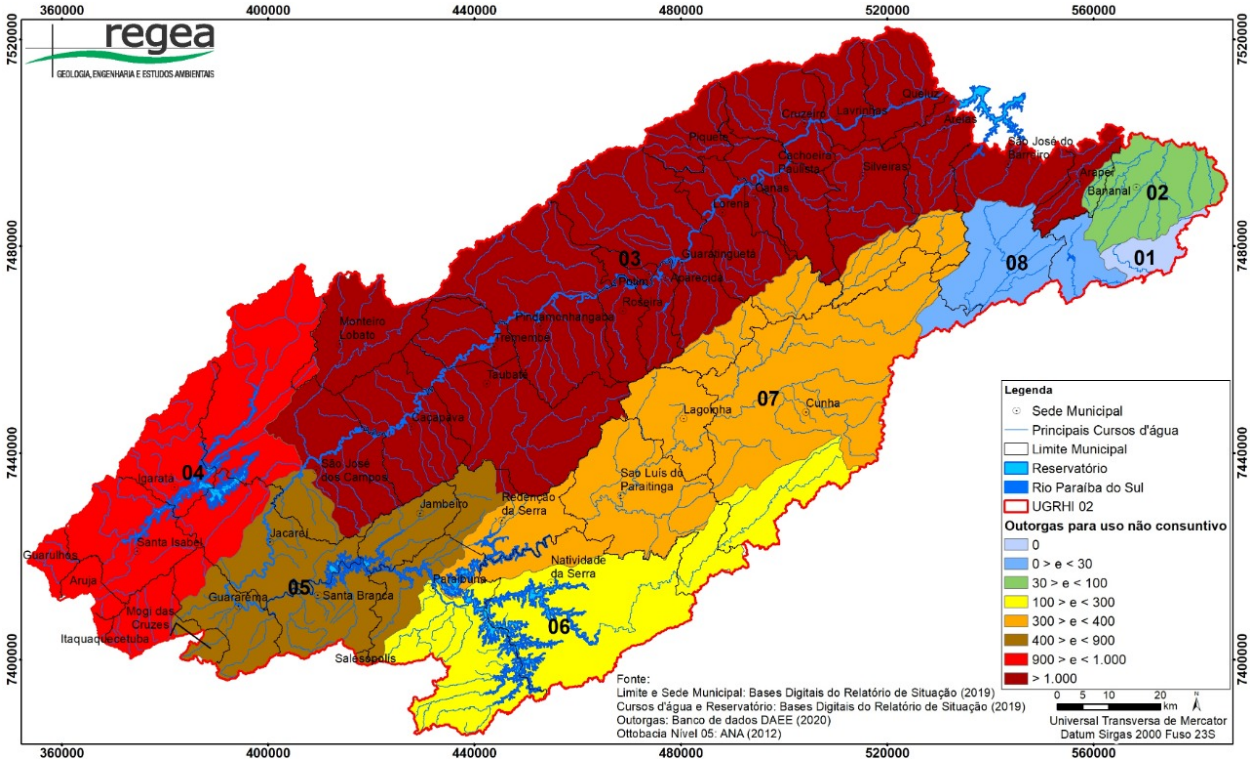
Fonte: Banco de Outorgas do DAEE e ANA.

Figura IV-170 – Ottobacias: proporção de outorgas para uso não consuntivo.



Fonte: Banco de Outorgas do DAEE e ANA.

Figura IV-171 – Ottobacias: concentração das outorgas para uso não consuntivo.



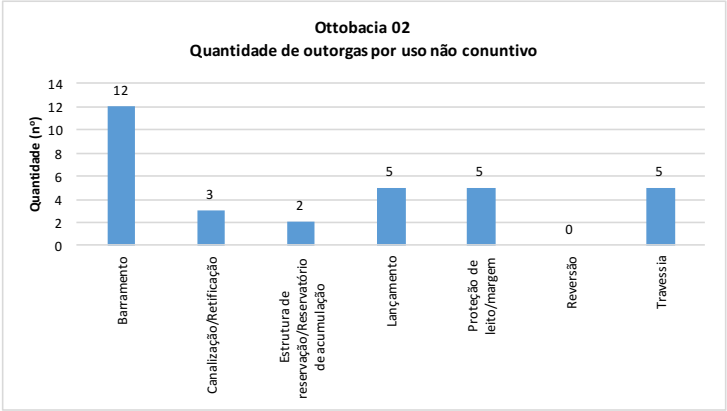
Fonte: Banco de Outorgas do DAEE e ANA.

4.1.4.3.3.2.1. Ottobacia 02

Na Ottobacia 02, situada na região nordeste da UGRHI 02, o uso não consuntivo predominante é o barramento, do total de 32 outorgas, 12 são para esse uso, seguido por lançamento, proteção de leito/margem e travessia, cada um com cinco outorgas (**Figura IV-172**).

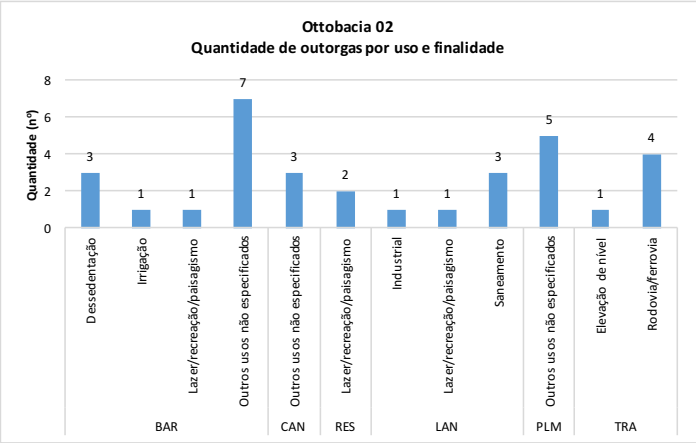
Em se tratando das finalidades de uso, excetuando-se aquelas registradas como "outros usos não especificados" (15 registros de um total de 32), verifica-se que, a maior parte dos barramentos está associada à dessentação animal; todas as estruturas de reservação relacionam-se ao lazer/recreação/paisagismo; a maior parte dos lançamentos estão associados ao saneamento; e nas travessias, predominam as rodoviárias/ferroviárias (**Figura IV-173**).

Figura IV-172 – Ottobacia 02: uso não consuntivo.



Fonte: Banco de Outorgas do DAEE e ANA.

Figura IV-173 – Ottobacia 02: quantidade de outorgas por uso e finalidade de uso.



BAR = barramento; CAN = canalização/retificação; RES = estrutura de reservação/reservatório de acumulação; LAN = lançamento; PLM = proteção de leito/margem; TRA = travessia.
Fonte: Banco de Outorgas do DAEE e ANA.

Considerando as cinco outorgas para lançamento, verifica-se que o volume total outorgado é de 0,021948 m^3/s, sendo 97,73% (0,021451 m^3/s) referentes a saneamento; 1,27% (0,000278 m^3/s) relacionados ao uso industrial; e 1,00% (0,000219 m^3/s) a lazer/recreação/paisagismo (**Figura IV-174**).

Figura IV-174 – Ottobacia 02: vazão outorgada para lançamento.

Fonte: Banco de Outorgas do DAEE e ANA.

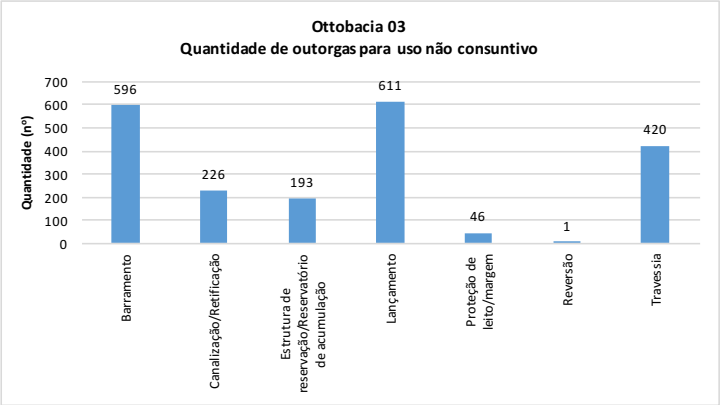
4.1.4.3.3.2.2. Ottobacia 03

Na Ottobacia 03, que abrange a região entre o município de São José dos Campos e municípios da UGRHI 02 situados na divisa com o Estado do Rio de Janeiro, do total de 2.093 outorgas, 611 são para lançamentos. Na sequência têm-se: barramentos (596), travessia (420), canalização/retificação (226) e estrutura de reservação/reservatório de acumulação, com 193 outorgas (**Figura IV-175**).

Em se tratando das finalidades de uso, excetuando-se aquelas registradas como "outros usos não especificados" (617 registros de um total de 2.093), verifica-se que, a maior parte dos barramentos está associada à irrigação; na canalização/retificação, o uso predominante é a drenagem; as estruturas de reservação/reservatório de acumulação relacionam-se, de forma expressiva, ao lazer/recreação/paisagismo; a maior parte dos lançamentos está associada à irrigação, mas destacam-se, também o uso industrial e a mineração; a única outorga para

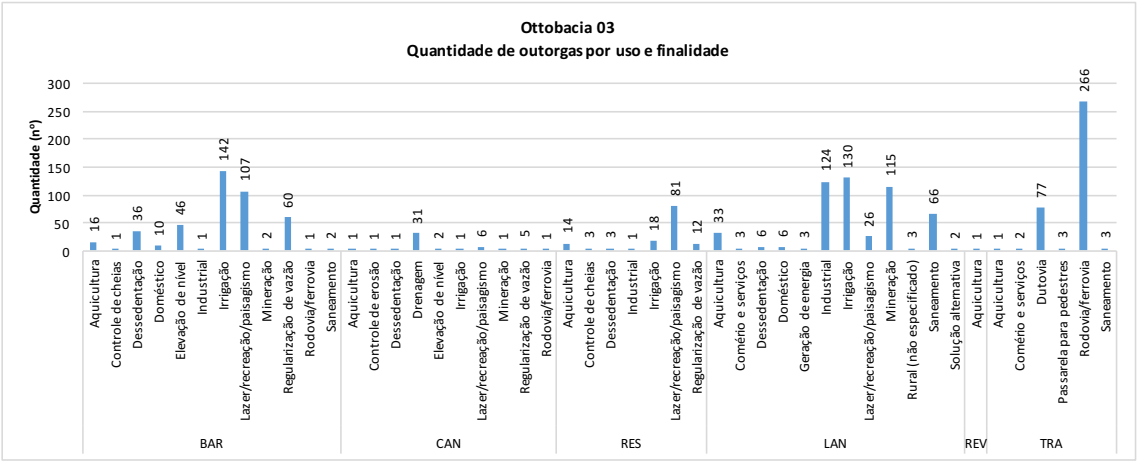
reversão relaciona-se à aquicultura; e nas travessias, predominam as rodoviárias/ferroviárias (**Figura IV-176**).

Figura IV-175 – Ottobacia 03: uso não consuntivo.



Fonte: Banco de Outorgas do DAEE e ANA.

Figura IV-176 – Ottobacia 03: quantidade de outorgas por uso e finalidade de uso.

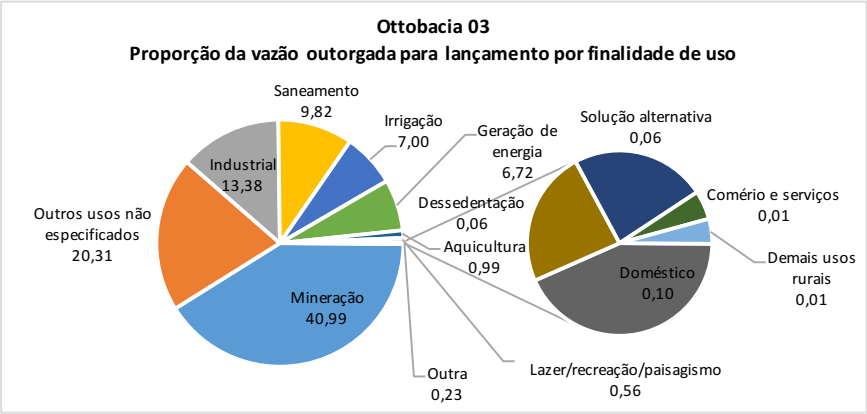


BAR = barramento; CAN = canalização/retificação; RES = estrutura de reservação/reservatório de acumulação; LAN = lançamento; REV = reversão; TRA = travessia.

Fonte: Banco de Outorgas do DAEE e ANA.

Considerando as 611 outorgas para lançamento, verifica-se que o volume total outorgado é de 17,11 m^3/s, sendo 40,99% (7,01 m^3/s) referentes à mineração. Destacam-se, ainda, 20,31% (3,47 m^3/s) indicados como uso não especificado; 13,38% (2,29 m^3/s) relacionados à indústria; 9,82% (1,68 m^3/s) referentes ao saneamento; e 6,72% (1,15 m^3/s) relacionados à geração de energia (**Figura IV-177**).

Figura IV-177 – Ottobacia 03: vazão outorgada para lançamento por finalidade de uso.



Fonte: Banco de Outorgas do DAEE e ANA.

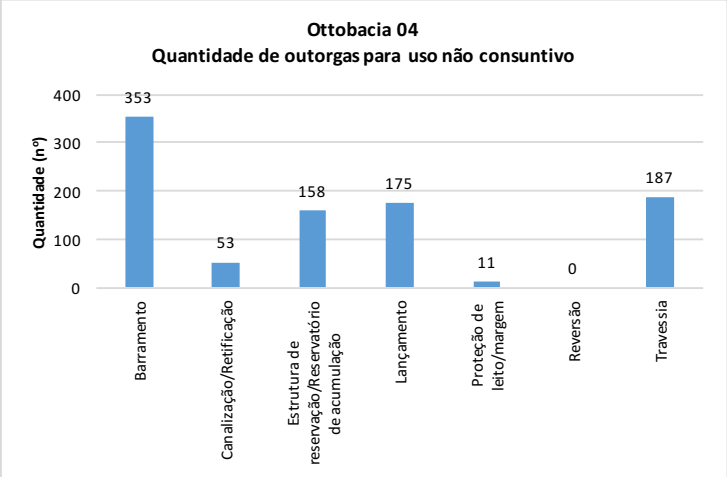
4.1.4.3.3.2.3. Ottobacia 04

Na Ottobacia 04, que abrange um trecho da região sudoeste da UGRHI 02, do total de 937 outorgas, 353 são para barramentos. Destacam-se, também, as travessias (187 outorgas), os lançamentos (175 outorgas) e as estruturas de reservação/reservatório de acumulação (158 outorgas) (**Figura IV-178**).

Em se tratando das finalidades de uso, excetuando-se aquelas registradas como "outros usos não especificados" (262 registros de um total de 937), verifica-se que, a maior parte dos barramentos está associada à irrigação; na canalização/retificação, o uso predominante é a drenagem; as estruturas de reservação/reservatório de acumulação relacionam-se, de forma expressiva, ao lazer/recreação/paisagismo; a maior parte dos lançamentos está associada à irrigação; e nas travessias, destacam-se as dutovias e as travessias rodoviárias/ferroviárias (**Figura IV-179**).

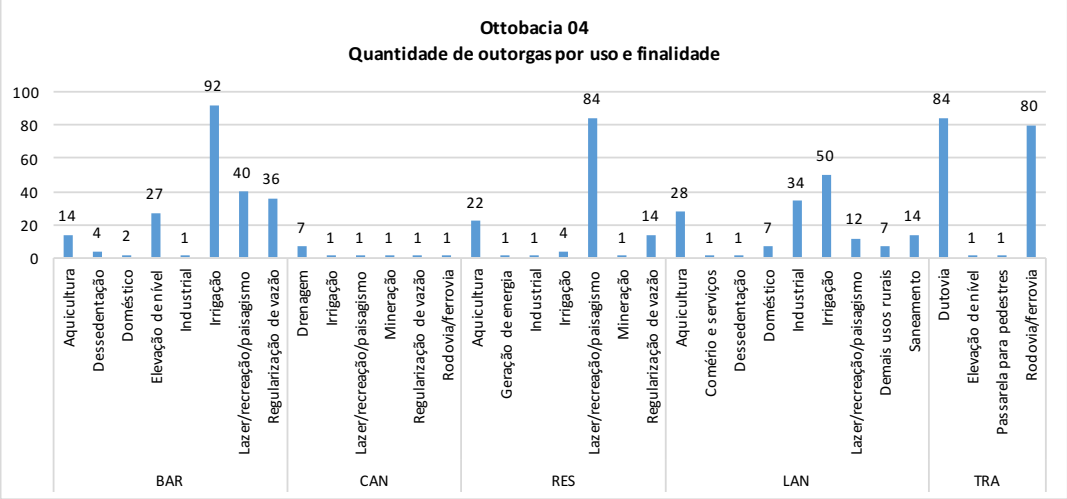
Considerando as 175 outorgas para lançamento, verifica-se que o volume total outorgado é de 1,96 m^3/s, distribuído da seguinte maneira: 56,26% (1,10 m^3/s) referentes ao uso industrial; 16,54% (0,32 m^3/s) relacionados ao saneamento; 13,16% (0,26 m^3/s) relacionados à aquicultura; 10,35% (0,20 m^3/s) referentes à irrigação; 2,02% (0,04 m^3/s) indicados como uso não especificado; e os demais usos abrangem, cada um, menos de 1% do volume outorgado (**Figura IV-180**).

Figura IV-178 – Ottobacia 04: uso não consuntivo.



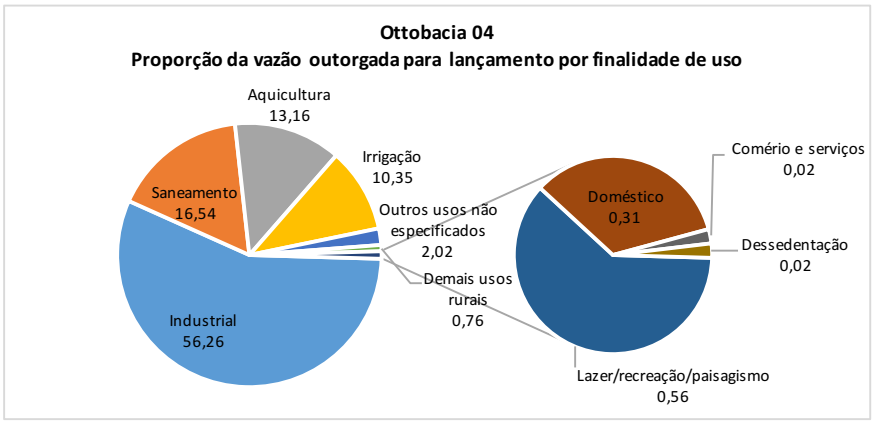
Fonte: Banco de Outorgas do DAEE e ANA.

Figura IV-179 – Ottobacia 04: quantidade de outorgas por uso e finalidade de uso.



BAR = barramento; CAN = canalização/retificação; RES = estrutura de reservação/reservatório de acumulação; LAN = lançamento; TRA = travessia.
Fonte: Banco de Outorgas do DAEE e ANA.

Figura IV-180 – Ottobacia 04: vazão outorgada para lançamento por finalidade de uso.



Fonte: Banco de Outorgas do DAEE e ANA.

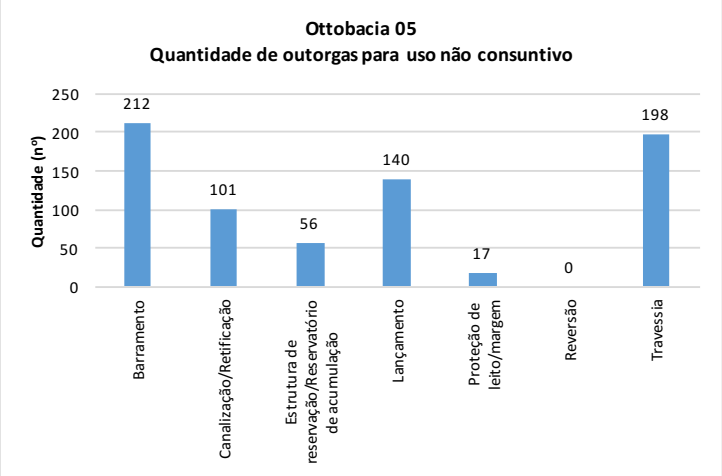
4.1.4.3.3.2.4. Ottobacia 05

Na Ottobacia 05, que abrange um trecho da região sudoeste da UGRHI 02, do total de 724 outorgas, 212 são para barramentos. Destacam-se, ainda, as travessias, com 198 outorgas; lançamento com 140 outorgas; e a canalização/retificação com 101 outorgas (**Figura IV-181**).

Em se tratando das finalidades de uso, excetuando-se aquelas registradas como "outros usos não especificados" (253 registros de um total de 724), verifica-se que, a maior parte dos barramentos está associada à irrigação; na canalização/retificação, o uso predominante é a drenagem; as estruturas de reservação/reservatório de acumulação relacionam-se, de forma expressiva, ao lazer/recreação/paisagismo; a maior parte dos lançamentos está associada ao uso industrial; e nas travessias, destacam-se as dutovias e as travessias rodoviárias/ferroviárias (**Figura IV-182**).

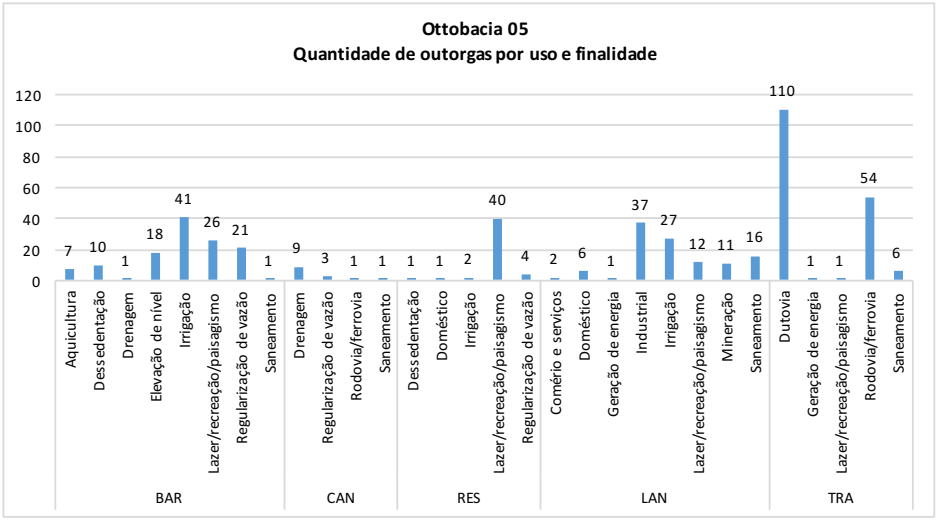
Considerando as 140 outorgas para lançamento, verifica-se que o volume total outorgado é de 3,69 m^3/s, sendo: 59,29% (2,19 m^3/s) referentes ao uso industrial; 19,39% (0,72 m^3/s) indicados como uso não especificado; 9,85% (0,36 m^3/s) relacionados ao saneamento; 7,49% (0,28 m^3/s) referentes à mineração; 1,74% (0,064 m^3/s) à geração de energia; 1,66% (0,061 m^3/s) à irrigação e os demais usos abrangem, cada um, menos de 1% do volume outorgado (**Figura IV-183**).

Figura IV-181 – Ottobacia 05: uso não consuntivo.



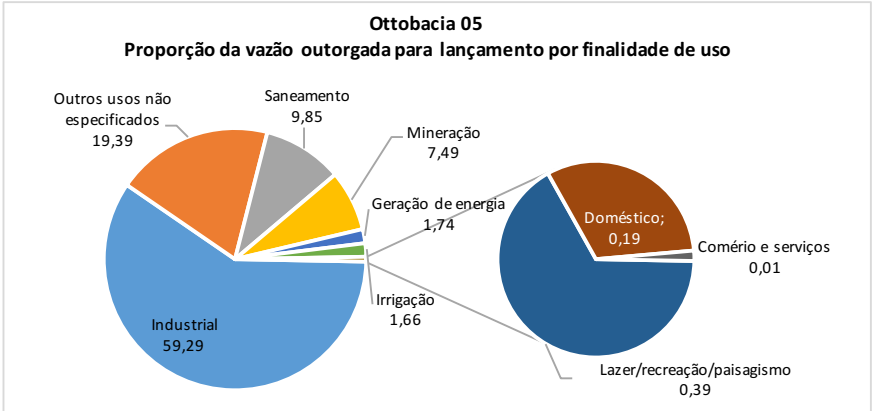
Fonte: Banco de Outorgas do DAEE e ANA.

Figura IV-182 – Ottobacia 05: quantidade de outorgas por uso e finalidade de uso.



BAR = barramento; CAN = canalização/retificação; RES = estrutura de reservação/reservatório de acumulação; LAN = lançamento; TRA = travessia.
Fonte: Banco de Outorgas do DAEE e ANA.

Figura IV-183 – Ottobacia 05: vazão outorgada para lançamento por finalidade de uso.



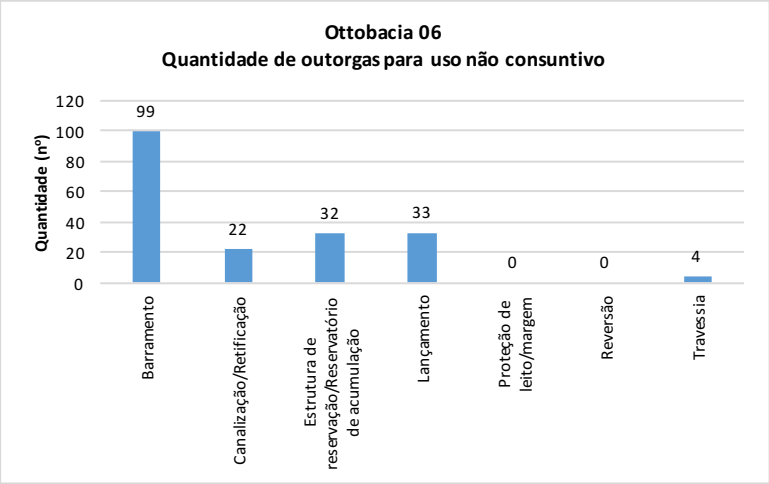
Fonte: Banco de Outorgas do DAEE e ANA.

4.1.4.3.3.2.5. Ottobacia 06

Na Ottobacia 06, que abrange na região sudeste da UGRHI 02, do total de 190 outorgas, 99 são para barramentos. Destacam-se, ainda, os lançamentos com 33 outorgas; e as estruturas de reservação/reservatório de acumulação com 32 outorgas (**Figura IV-184**).

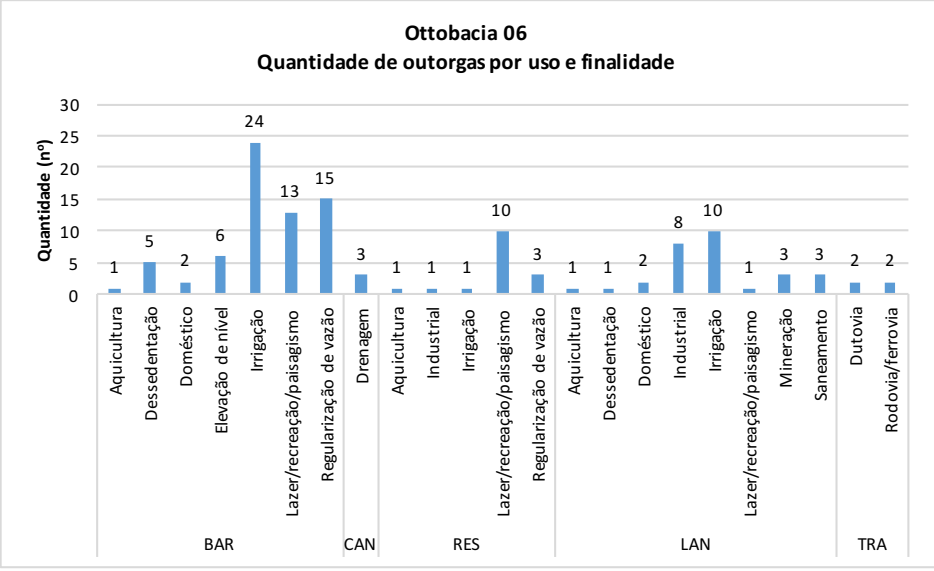
Em se tratando das finalidades de uso, excetuando-se aquelas registradas como "outros usos não especificados" (72 registros de um total de 190), verifica-se que, a maior parte dos barramentos está associada à irrigação; na canalização/retificação, o único uso identificado é a drenagem; as estruturas de reservação/reservatório de acumulação relacionam-se ao lazer/recreação/ paisagismo; a maior parte dos lançamentos está associada à irrigação; e nas travessias, têm-se, apenas, as dutovias e as travessias rodoviárias/ferroviárias (**Figura IV-185**).

Figura IV-184 – Ottobacia 06: uso não consuntivo.



Fonte: Banco de Outorgas do DAEE e ANA.

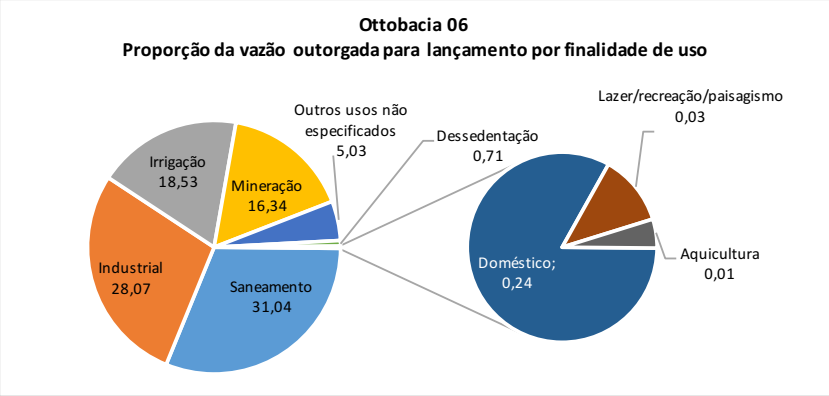
Figura IV-185 – Ottobacia 06: quantidade de outorgas por uso e finalidade de uso.



BAR = barramento; CAN = canalização/retificação; RES = estrutura de reservação/reservatório de acumulação; LAN = lançamento; TRA = travessia.
Fonte: Banco de Outorgas do DAEE e ANA.

Considerando as 33 outorgas para lançamento, verifica-se que o volume total outorgado é de 0,236215m^3/s, sendo: 31,04% (0,073 m^3/s) referentes ao saneamento; 28,07% (0,066 m^3/s) ao uso industrial; 18,53% (0,044 m^3/s) relacionados à irrigação; 16,34% (0,039 m^3/s) referentes à mineração; 5,03% (0,012 m^3/s) indicados como uso não especificado; e os demais usos abrangem, cada um, menos de 1% do volume outorgado (**Figura IV-186**).

Figura IV-186 – Ottobacia 06: vazão outorgada para lançamento por finalidade de uso.

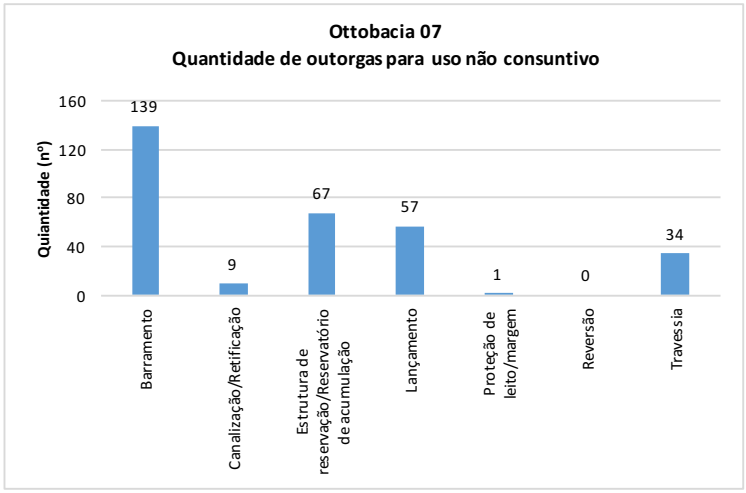


Fonte: Banco de Outorgas do DAEE e ANA.

4.1.4.3.3.2.6. Ottobacia 07

Na Ottobacia 07, que abrange um trecho da região leste da UGRHI 02, do total de 307 outorgas, 139 são para barramentos. Destacam-se, ainda, as estruturas de reservação/reservatório de acumulação, com 67 outorgas, e os lançamentos, com 57 outorgas (**Figura IV-187**).

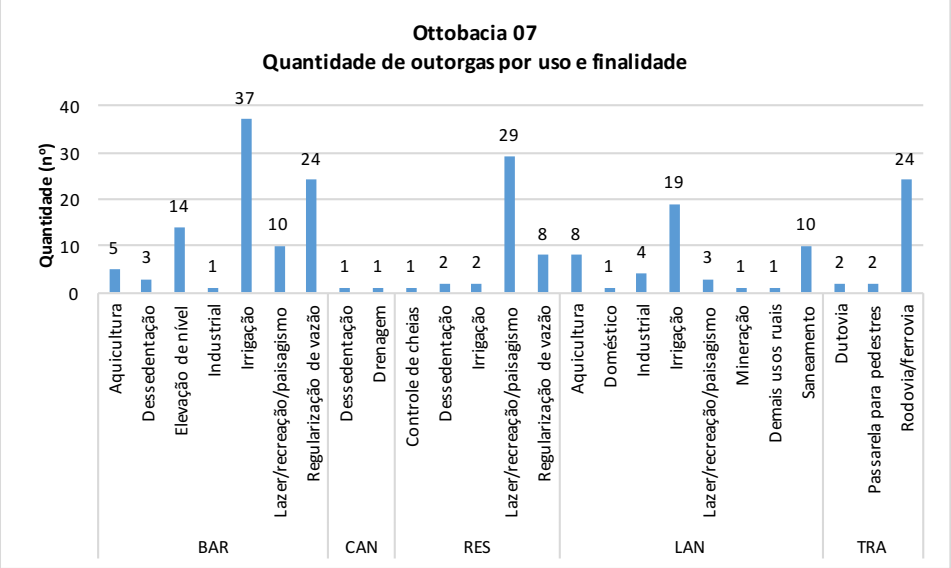
Figura IV-187 – Ottobacia 07: uso não consuntivo.



Fonte: Banco de Outorgas do DAEE e ANA.

Em se tratando das finalidades de uso, excetuando-se aquelas registradas como "outros usos não especificados" (94 registros de um total de 307), verifica-se que, a maior parte dos barramentos está associada à irrigação e à regularização de vazão; na canalização/retificação, os únicos usos identificados são a dessedentação animal e a drenagem; as estruturas de reservação/reservatório de acumulação relacionam-se ao lazer/recreação/ paisagismo; a maior parte dos lançamentos está associada à irrigação; e nas travessias destacam-se as rodoviárias/ferroviárias (**Figura IV-188**).

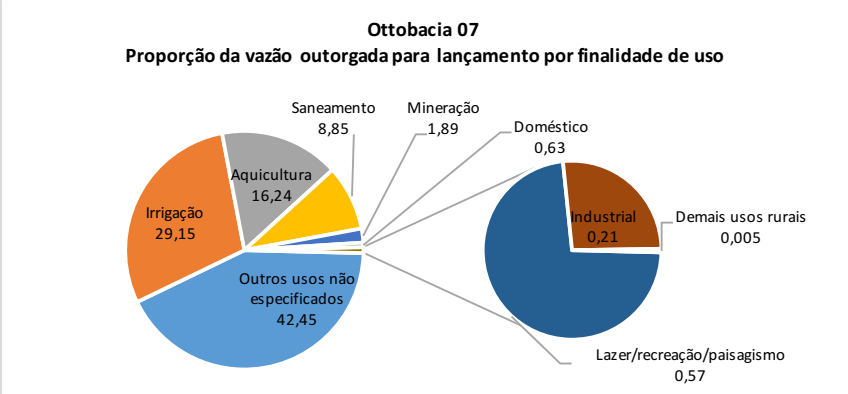
Figura IV-188 – Ottobacia 07: quantidade de outorgas por uso e finalidade de uso.



BAR = barramento; CAN = canalização/retificação; RES = estrutura de reservação/reservatório de acumulação; LAN = lançamento; TRA = travessia.
Fonte: Banco de Outorgas do DAEE e ANA.

Considerando as 57 outorgas para lançamento, verifica-se que o volume total outorgado é de 0,44021 m^3/s, sendo: 42,45% (0,19 m^3/s) indicados como uso não especificado; 29,15% (0,13 m^3/s) referentes à irrigação; 16,24% (0,07 m^3/s) relacionados à aquicultura; 8,85% (0,04 m^3/s) referentes ao saneamento; 1,89% (0,008 m^3/s) à mineração; e os demais usos abrangem, cada um, menos de 1% do volume outorgado (**Figura IV-189**).

Figura IV-189 – Ottobacia 07: vazão outorgada para lançamento por finalidade de uso.



Fonte: Banco de Outorgas do DAEE e ANA.

4.1.4.3.3.2.7. Ottobacia 08

Na Ottobacia 08, que abrange um trecho da região nordeste da UGRHI 02, do total de quatro outorgas, duas são para lançamento, uma para estrutura de reservação/reservatório de acumulação e uma para travessia (**Tabela IV-82**).

Em se tratando da finalidade de uso, os dois lançamentos relacionam-se à aquicultura; a única estrutura de reservação/reservatório de acumulação ao lazer/recreção/paisagismo; e a única travessia refere-se à rodovia/ferrovia (**Tabela IV-82**).

Analisando-se os dados dos dois lançamentos, verifica-se que o volume total outorgado é de 0,091667 m^3/s.

Tabela IV-82 – Ottobacia 08: uso não consuntivo.

Finalidade de uso	Quantidade de outorgas por finalidade de uso			Total
	Estrutura de reservação/ Reservatório de acumulação	Lançamento	Travessia	
Aquicultura	0	2	0	2
Lazer/recreação/paisagismo	1	0	0	1
Rodovia/ferrovia	0	0	1	1
Total	**1**	**2**	**1**	4

Fonte: Banco de Outorgas do DAEE e ANA.

4.1.4.3.3.3. Uso não consuntivo por bacias com captação para abastecimento público

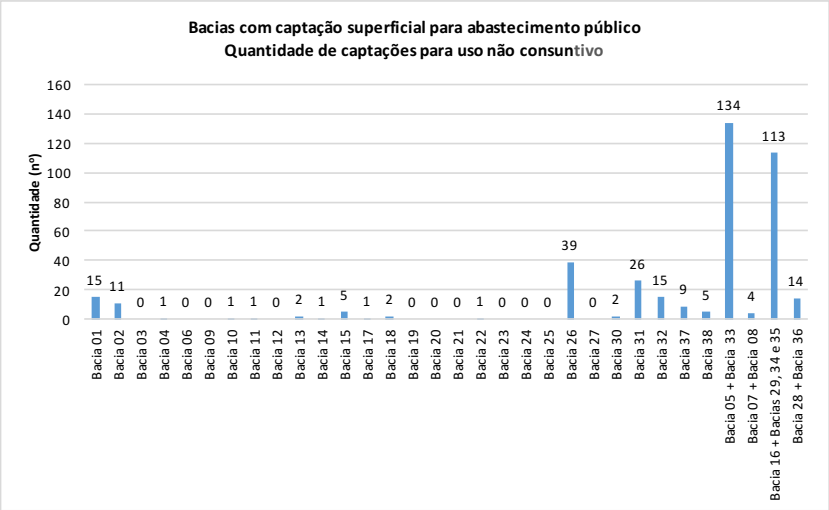
Entre as 38 bacias com captação para abastecimento público, 11 não possuem outorgas para uso não consuntivo, são elas: Bacias 03, 06, 09, 12, 19,20, 21, 23 24, 25 e 27 (**Figuras IV-190** e **IV-191**).

Quanto às demais 27 bacias (**Figuras IV-190** e **IV-191**), verifica-se que:

- A Bacia 05, que possui uma outra bacia em seu interior (Bacia 33), abrange a maior quantidade de outorgas para uso não consuntivo (134);
- Na sequência, em termos de quantidade de outorgas, têm-se a Bacia 16, que possui três outras bacias em seu interior (bacias 29, 34 e 35), com 113 outorgas; e
- Merecem destaque, ainda, a Bacia 26, com 39 outorgas, e a Bacia 31, com 26 outorgas, as demais bacias abrangem, cada uma, menos de vinte outorgas.

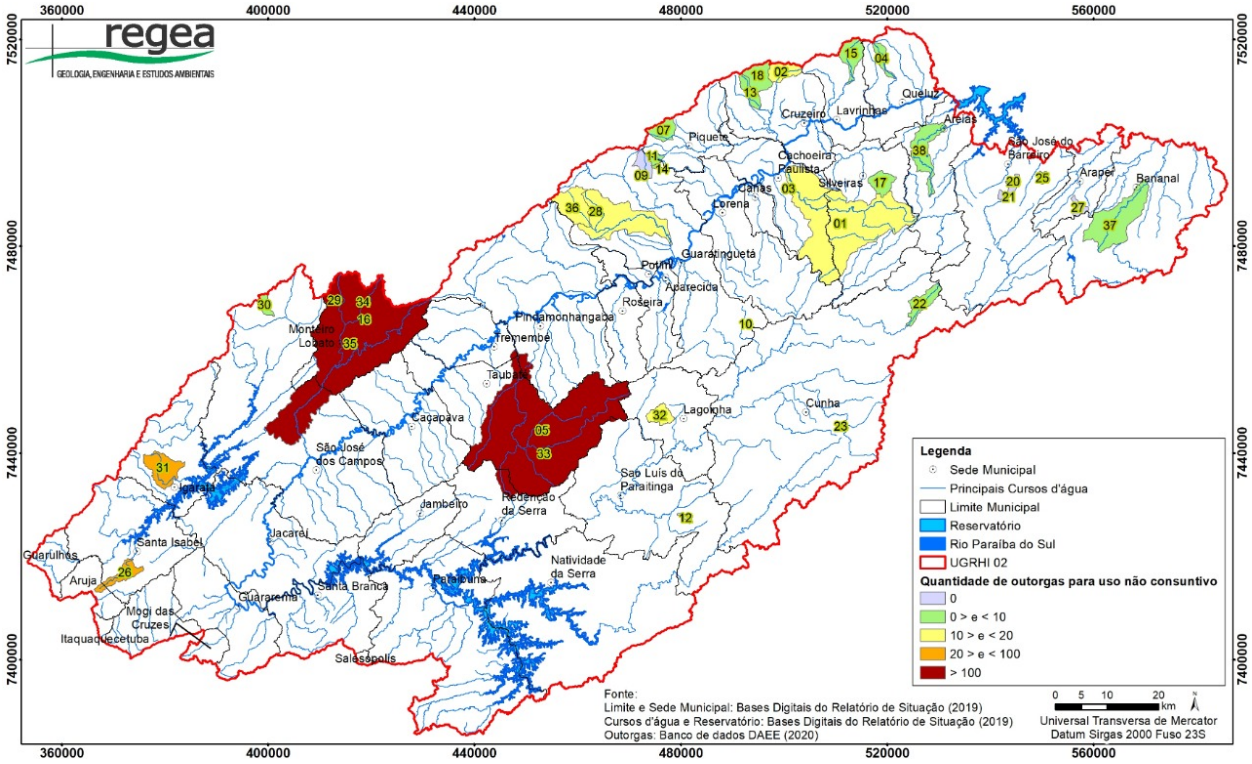
As outorgas para demanda não consuntiva, por finalidade de uso, são apresentadas por bacia com captação para abastecimento público, nos subitens a seguir.

Figura IV-190 – Bacias com captação para abastecimento público: quantidade de outorgas para uso não consuntivo.



Fonte: Banco de Outorgas do DAEE.

Figura IV-191 – Bacias com captação para abastecimento público: uso não consuntivo.

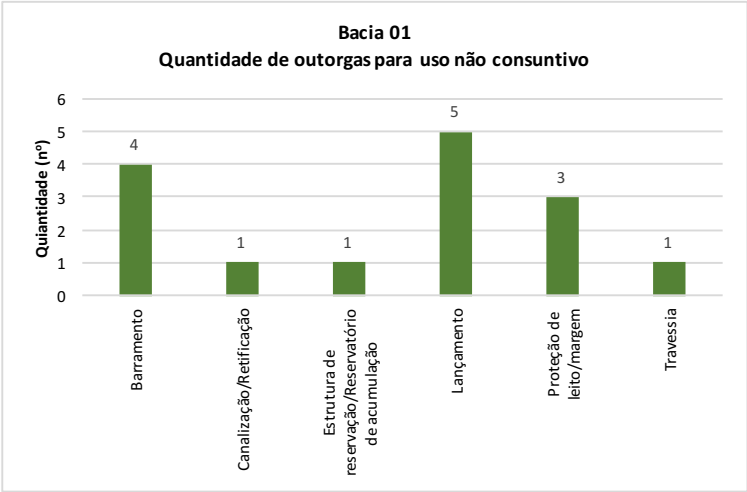


Fonte: Banco de Outorgas do DAEE.

4.1.4.3.3.3.1. Bacia 01 – Ribeirão da Bocaina

A Bacia 01 possui 15 outorgas para usos não consuntivos, dessas cinco são para lançamento, quatro para barramento, três para proteção de leito e margem de cursos d'água; e os demais usos possuem uma outorga cada (**Figura IV-192**).

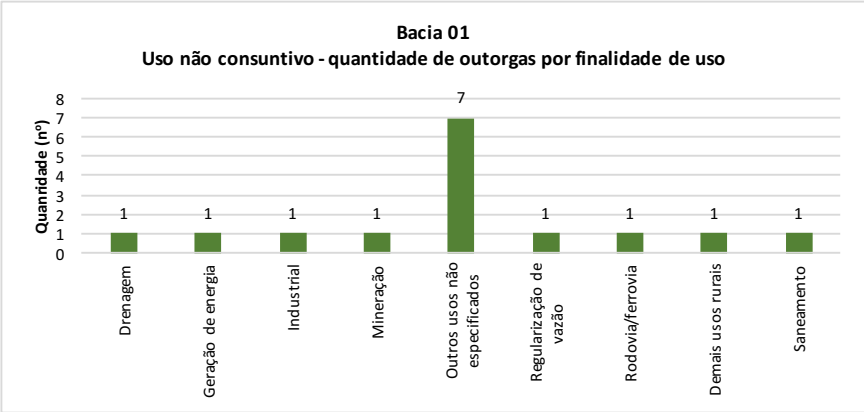
Figura IV-192 – Bacia 01: uso não consuntivo.



Fonte: Banco de Outorgas do DAEE.

Considerando a finalidade de uso, observa-se que, do total de 15 outorgas, sete estão indicadas como "outros usos não especificados" (**Figura IV-193**).

Figura IV-193 - Bacia 01: quantidade de outorgas por finalidade de uso.

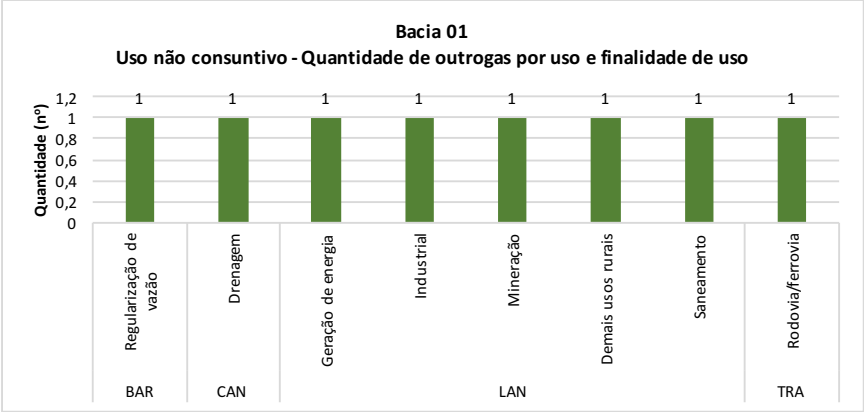


Fonte: Banco de Outorgas do DAEE.

Entre as oito outorgas com finalidade de uso declarada (**Figura IV-194**), verifica-se, quanto a cada uso:

- Barramento – a única outorga com finalidade declarada refere-se à regularização de vazão;
- Canalização/retificação – a única outorga tem como finalidade de uso a drenagem;
- Lançamento – as finalidades de uso abrangem geração de energia, uso industrial, mineração, saneamento e demais usos rurais, cada um com uma outorga; e
- Travessia – a única outorga tem como finalidade o uso rodoviário/ferroviário.

Figura IV-194 – Bacia 01: uso não consuntivo – quantidade de outorgas por uso e finalidade de uso.



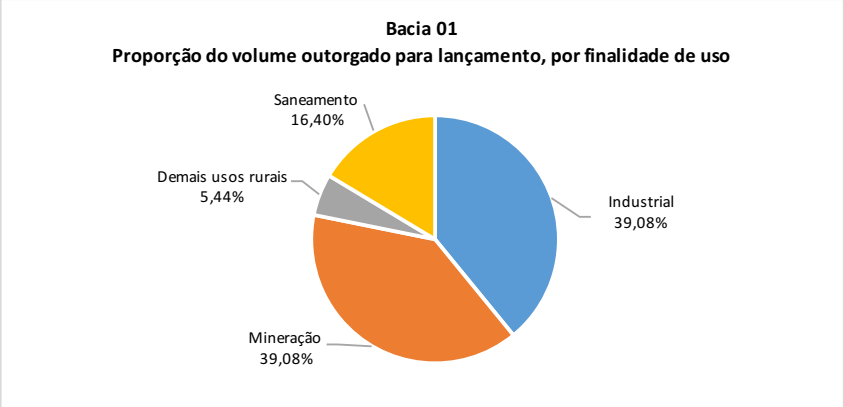
BAR = barramento; CAN = canalização/retificação; LAN = lançamento; TRA = travessia.
Fonte: Banco de Outorgas do DAEE.

Analisando-se os dados dos lançamentos, verifica-se que o volume total outorgado para lançamento é de 0,001067 m^3/s. Os dados referentes à distribuição desse total por finalidade de uso (**Figura IV-195**) mostram que:

- O uso industrial e a mineração possuem as maiores vazões outorgadas, cada um com 0,000417 m^3/s, o que corresponde a 39,08%. Assim, essas duas finalidades de uso, juntas, abrangem 78,16% do volume total outorgado para lançamento, na Bacia 01;
- O saneamento, com volume outorgado de 0,000175 m^3/s, abrange 16,40% do volume outorgado para lançamento; e

- Os demais usos rurais, com vazão outorgada de 0,000058 m^3/s, correspondem a 5,44% do total outorgado para lançamento.

Figura IV-195 – Bacia 01: vazão outorgada para lançamento por finalidade de uso.

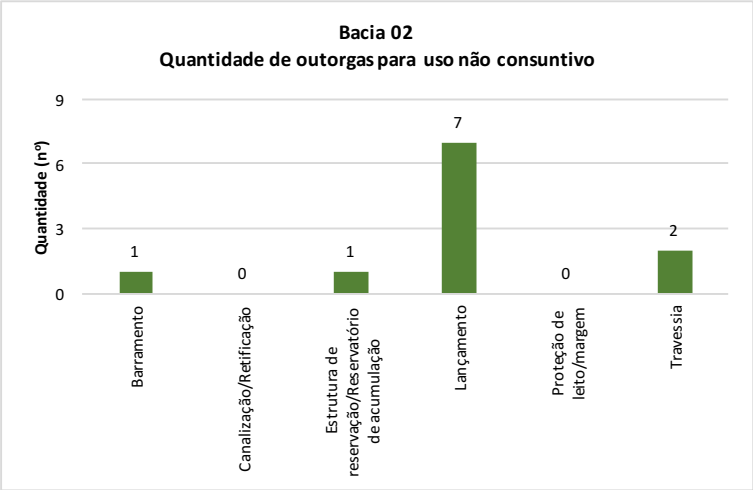


Fonte: Banco de Outorgas do DAEE.

4.1.4.3.3.3.2. Bacia 02 – Ribeirão Passa Vinte

A Bacia 02 possui 11 outorgas para usos não consuntivos, dessas sete são para lançamento, duas para travessia, e os demais usos possuem uma outorga cada. Destaca-se que não há registro de outorga para canalização/retificação e proteção de leito/margem de curso d'água (**Figura IV-196**).

Figura IV-196 – Bacia 02: uso não consuntivo.



Fonte: Banco de Outorgas do DAEE.

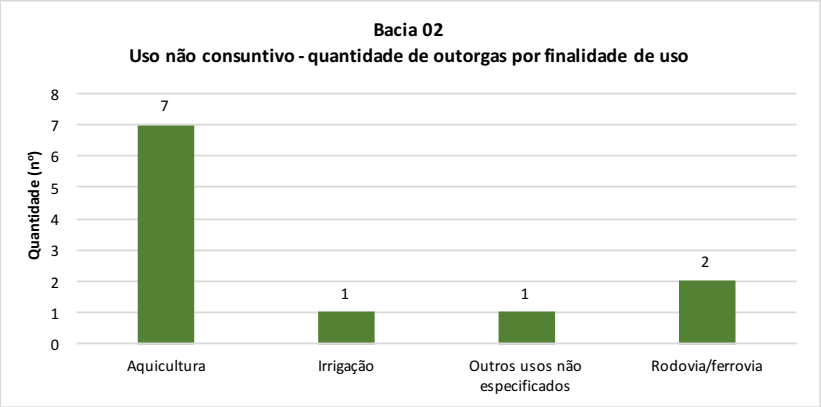
Considerando a finalidade de uso, observa-se que, do total de 11 outorgas, apenas uma está indicada como "outros usos não especificados" e que predominam as interferências para aquicultura (**Figura IV-197**).

Entre as 10 outorgas com finalidade de uso declarada (**Figura IV-198**), verifica-se, quanto a cada uso:

- Barramento – a única outorga com finalidade declarada refere-se à irrigação;
- Lançamento – todos os sete lançamentos relacionam-se à aquicultura e somam um volume total outorgado de 0,052056 m^3/s; e

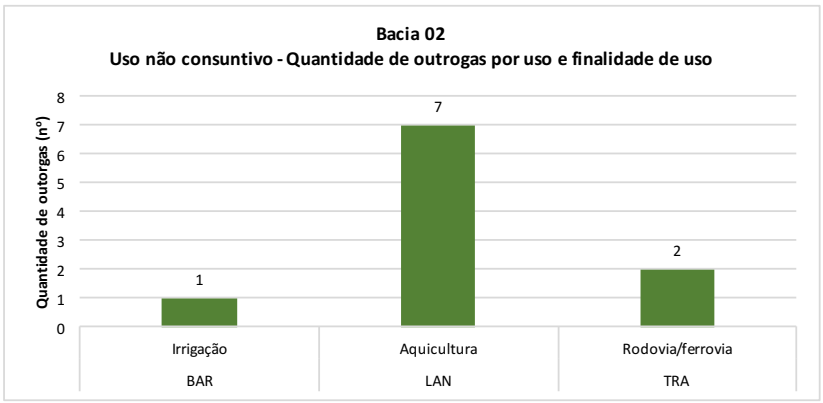
- Travessia – a única outorga tem como finalidade o uso rodoviário/ferroviário.

Figura IV-197 – Bacia 02: uso não consuntivo – quantidade de outorgas por finalidade de uso.



Fonte: Banco de Outorgas do DAEE.

Figura IV-198 – Bacia 02: uso não consuntivo – quantidade de outorgas por uso e finalidade de uso.



BAR = barramento; LAN = lançamento; TRA = travessia.
Fonte: Banco de Outorgas do DAEE.

4.1.4.3.3.3. Bacia 04 – Rio do Entupido

A Bacia 04 possui apenas uma outorga para uso não consuntivo, a qual refere-se a barramento que tem como finalidade a regularização de vazão.

4.1.4.3.3.4. Bacia 10 – Afluente do córrego do Sertãozinho

A Bacia 10 possui apenas uma outorga para uso não consuntivo, a qual refere-se a estrutura de reservação/reservatório de acumulação, cuja finalidade de uso está indicada como "outros usos não especificados".

4.1.4.3.3.5. Bacia 11 – Ribeirão da Fortaleza

A Bacia 11 possui apenas uma outorga para uso não consuntivo, a qual refere-se a barramento, cuja finalidade de uso está indicada como "outros usos não especificados".

4.1.4.3.3.3.6. Bacia 13 – Ribeirão dos Monteiros

A Bacia 13 possui apenas duas outorgas para uso não consuntivo, uma refere-se a barramento e a outra a estrutura de reservação/reservatório de acumulação, a finalidade de uso de ambas está indicada como "outros usos não especificados".

4.1.4.3.3.3.7. Bacia 14 – Afluente do ribeirão da Fortaleza

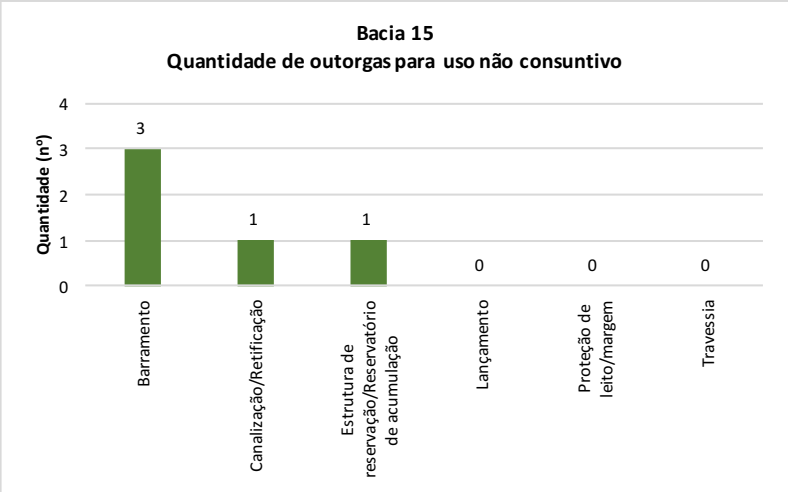
A Bacia 14 possui apenas uma outorga para uso não consuntivo, a qual refere-se a barramento, cuja finalidade de uso está indicada como "outros usos não especificados".

4.1.4.3.3.3.8. Bacia 15 – Ribeirão do Braço

A Bacia 15 possui cinco outorgas registradas para uso não consuntivo, dessas três são para barramento, uma para canalização/retificação e uma para estrutura de reservação/reservatório de acumulação (**Figura IV-199**).

Quanto à finalidade de uso, apenas um barramento está relacionado à regularização de vazão, as demais intervenções estão indicadas como "outros usos não especificados".

Figura IV-199 – Bacia 15: uso não consuntivo.



Fonte: Banco de Outorgas do DAEE.

4.1.4.3.3.3.8. Bacia 17 – Córrego do Fundo

A Bacia 17 possui apenas uma outorga para uso não consuntivo, a qual refere-se a estrutura de reservação/reservatório de acumulação, cuja finalidade de uso está indicada como "outros usos não especificados".

4.1.4.3.3.3.8. Bacia 18 – Ribeirão do Batedor

A Bacia 18 possui apenas duas outorgas para uso não consuntivo, uma refere-se a estrutura de reservação/reservatório de acumulação, cuja finalidade de uso está indicada como "outros usos não especificados", e outra para lançamento, cuja finalidade de uso é a irrigação, tendo volume outorgado de 0,001056 m^3/s.

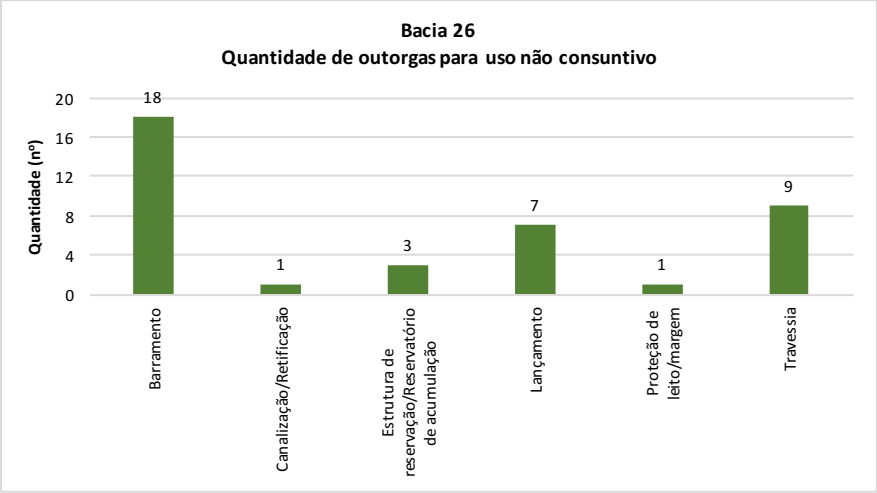
4.1.4.3.3.3.9. Bacia 22 – Ribeirão Capetinga

A Bacia 22 possui apenas uma outorga para uso não consuntivo, a qual refere-se a barramento, cuja finalidade de uso está indicada como "outros usos não especificados".

4.1.4.3.3.3.10. Bacia 26 – Ribeirão Araraquara

A Bacia 26 apresenta 39 registros de outorgas para usos não consuntivos, sendo: 18 para barramentos, nove para travessias, sete para lançamentos, três para estrutura de reservação/reservatório de acumulação, uma para canalização/retificação e uma para proteção de leito/margem (**Figura IV-200**).

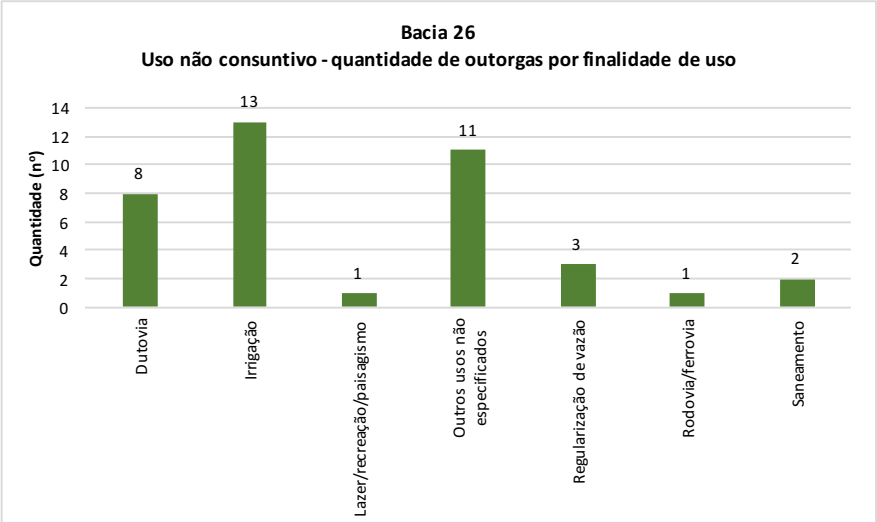
Figura IV-200 – Bacia 26: uso não consuntivo.



Fonte: Banco de Outorgas do DAEE.

Considerando a finalidade de uso, observa-se que, do total de 39 outorgas, 11 estão indicadas como "outros usos não especificados", e que se destacam, em termos de quantidade de outorgas, as interferências para irrigação e dutovia (**Figura IV-201**).

Figura IV-201 – Bacia 26: uso não consuntivo – quantidade de outorgas por finalidade de uso.

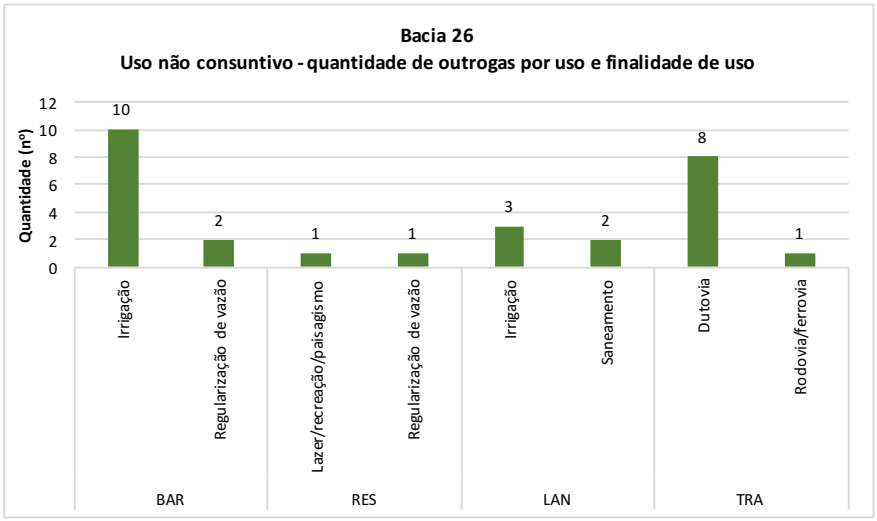


Fonte: Banco de Outorgas do DAEE.

Entre as 28 outorgas com finalidade de uso declarada (**Figura IV-202**), verifica-se, quanto a cada uso:

- Barramento – possui 10 outorgas relacionadas à irrigação e duas à regularização de vazão;
- Estrutura de reservação/reservatório de acumulação – uma outorga relaciona-se a lazer/recreação/paisagismo e uma à regularização de vazão;
- Lançamento – três lançamentos relacionam-se à irrigação e duas ao saneamento; e
- Travessia – oito outorgas têm como finalidade de uso dutovia e uma rodoviário/ferroviário.

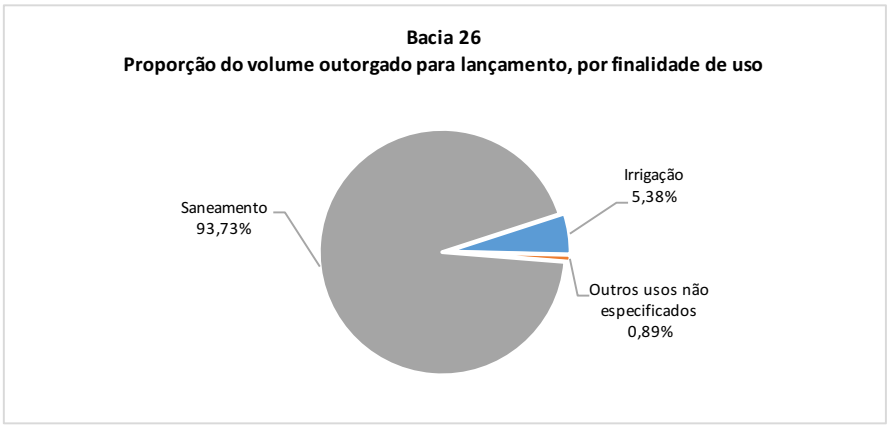
Figura IV-202 – Bacia 26: uso não consuntivo – quantidade de outorgas por uso e finalidade de uso.



BAR = barramento; RES = estrutura de reservação/reservatório de acumulação; LAN = lançamento; TRA = travessia.
Fonte: Banco de Outorgas do DAEE.

Quanto aos volumes relacionados aos lançamentos, no total têm-se outorgados 0,165367 m^3/s, sendo: 0,008889 m^3/s para irrigação; 0,155 m^3/s para saneamento; e 0,001478 m^3/s não especificados (**Figura IV-203**).

Figura IV-203 – Bacia 26: vazão outorgada para lançamento por finalidade de uso.



Fonte: Banco de Outorgas do DAEE.

4.1.4.3.3.3.11. Bacia 30 – Córrego das Couves

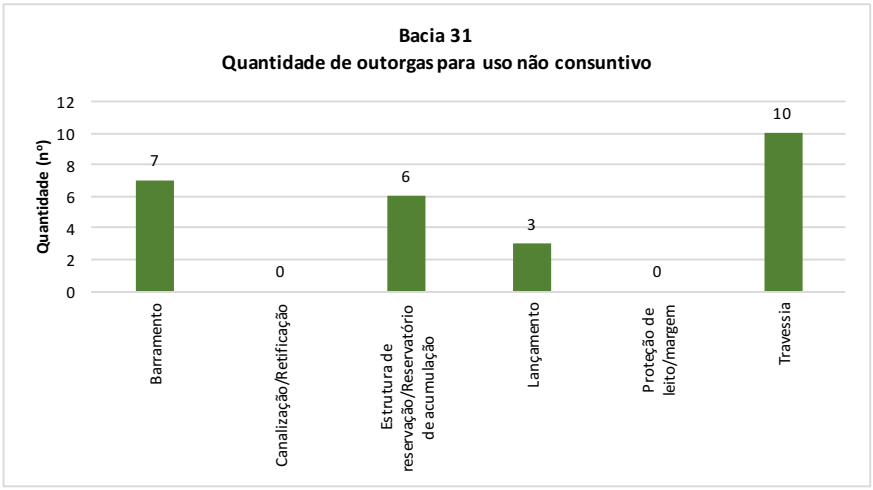
A Bacia 30 possui apenas duas outorgas para uso não consuntivo, uma refere-se a travessia com finalidade de uso rodoviário/ferroviário, e outra para lançamento, cuja finalidade de uso é a irrigação, tendo volume outorgado de 0,003 m^3/s.

4.1.4.3.3.3.12. Bacia 31 – Córrego das Palmeiras e ribeirão do Charco

A Bacia 31 apresenta 26 registros de outorgas para usos não consuntivos, sendo: 10 para travessias, sete para barramentos, seis para estrutura de reservação/reservatório de acumulação e três para lançamento (**Figura IV-204**).

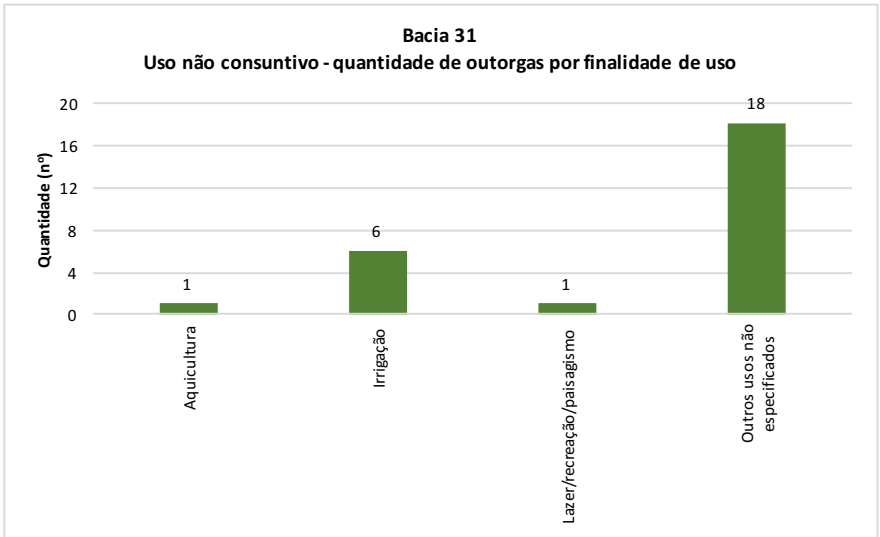
Considerando a finalidade de uso, observa-se que, do total de 26 outorgas, 18 estão indicadas como "outros usos não especificados", e que se destaca, em termos de quantidade de outorgas, as interferências para irrigação (**Figura IV-205**).

Figura IV-204 – Bacia 31: uso não consuntivo.



Fonte: Banco de Outorgas do DAEE.

Figura IV-205 – Bacia 31: uso não consuntivo – quantidade de outorgas por finalidade de uso.

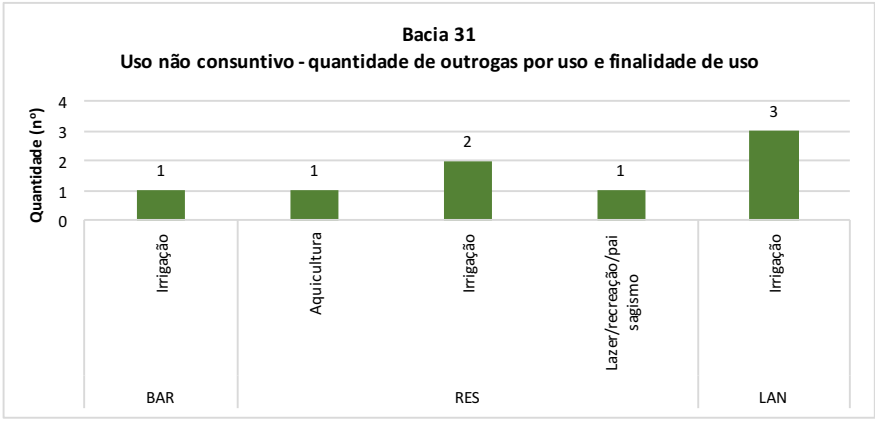


Fonte: Banco de Outorgas do DAEE.

Entre as oito outorgas com finalidade de uso declarada (**Figura IV-206**), verifica-se, quanto a cada uso:

- Barramento – possui uma outorga relacionada à irrigação;
- Estrutura de reservação/reservatório de acumulação – duas outorgas relacionam-se à irrigação, uma à aquicultura e uma a lazer/recreação/paisagismo; e
- Lançamento – as três outorgas relacionam-se à irrigação.

Figura IV-206 – Bacia 31: uso não consuntivo – quantidade de outorgas por uso e finalidade de uso.



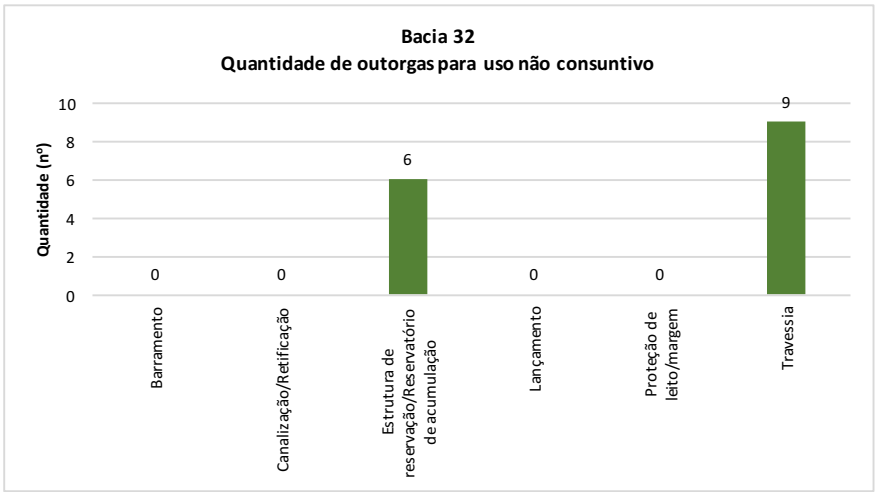
BAR = barramento; RES = estrutura de reservação/reservatório de acumulação; LAN = lançamento.
Fonte: Banco de Outorgas do DAEE.

Considerando as três outorgas referentes a lançamento, verifica-se um volume total outorgado de 0,02475 m^3/s.

4.1.4.3.3.3.13. Bacia 32 – Ribeirão da Tapera

A Bacia 32 apresenta 15 registros de outorgas para usos não consuntivos, sendo: nove para travessias e seis para estrutura de reservação/reservatório de acumulação (**Figura IV-207**).

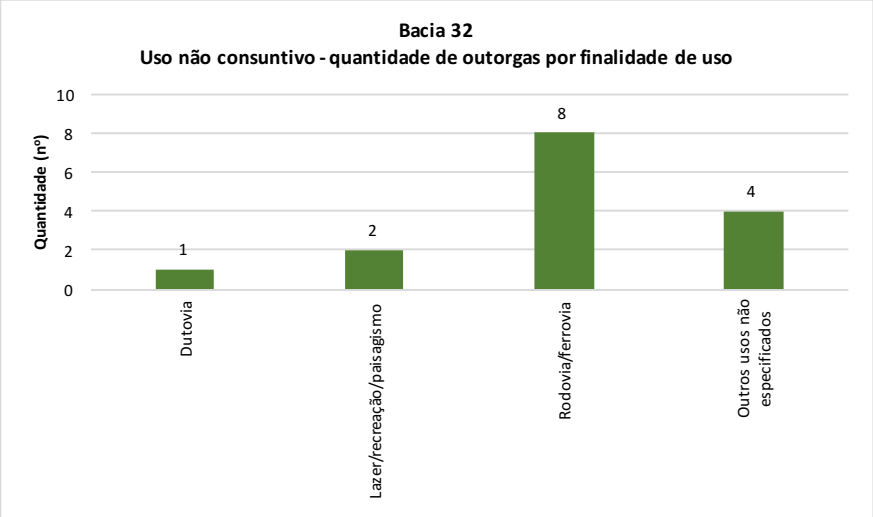
Figura IV-207 – Bacia 32: uso não consuntivo.



Fonte: Banco de Outorgas do DAEE.

Considerando a finalidade de uso, observa-se que, do total de 15 outorgas, quatro estão indicadas como "outros usos não especificados", e que se destaca, em termos de quantidade de outorgas, as travessias relacionadas a rodovias/ferrovias (**Figura IV-208**).

Figura IV-208 – Bacia 32: uso não consuntivo – quantidade de outorgas por finalidade de uso.

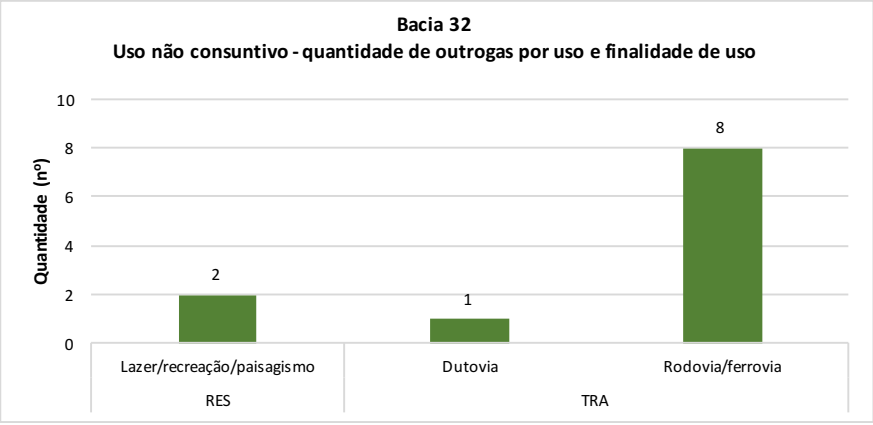


Fonte: Banco de Outorgas do DAEE.

Entre as onze outorgas com finalidade de uso declarada (**Figura IV-209**), verifica-se, quanto a cada uso:

- Estrutura de reservação/reservatório de acumulação – as duas outorgas relacionam-se a lazer/recreação/paisagismo; e
- Travessia – uma outorga relaciona-se a dutovia e oito a rodovia/ferrovia.

Figura IV-209 – Bacia 32: uso não consuntivo – quantidade de outorgas por uso e finalidade de uso.

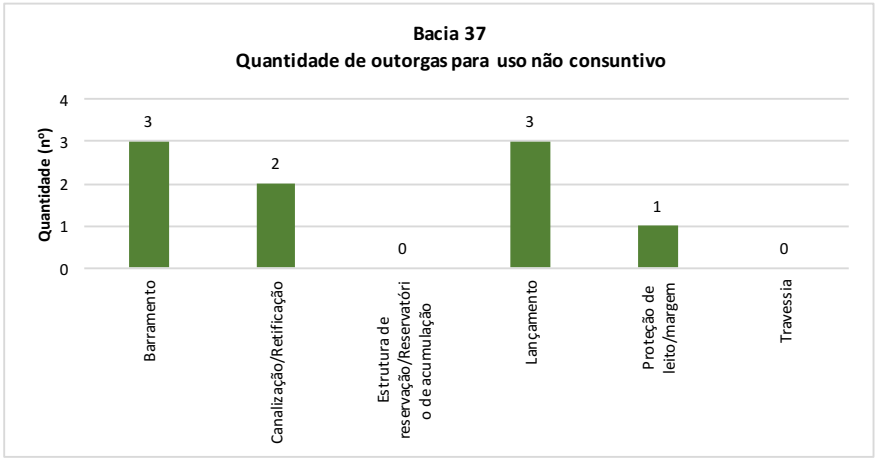


RES = estrutura de reservação/reservatório de acumulação; TRA = travessia.
Fonte: Banco de Outorgas do DAEE.

4.1.4.3.3.3.14. Bacia 37 – Rio Bananal

A Bacia 37 apresenta nove registros de outorgas para usos não consuntivos, sendo: três para barramento, três para lançamento, dois para canalização/retificação e um para proteção de leito e margem de curso d'água (**Figura IV-210**).

Figura IV-210 – Bacia 37: uso não consuntivo.



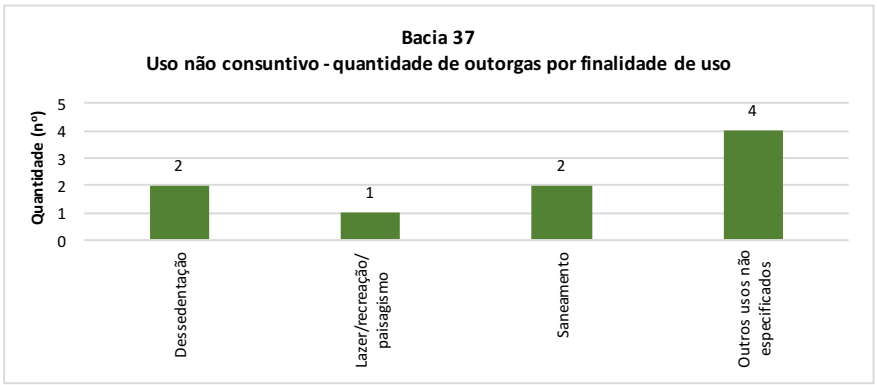
Fonte: Bancos de Outorgas do DAEE e ANA.

Considerando a finalidade de uso, observa-se que, do total de nove outorgas, quatro estão indicadas como "outros usos não especificados", e que se destacam, em termos de quantidade de outorgas, a dessedentação animal e o saneamento (**Figura IV-211**).

Entre as cinco outorgas com finalidade de uso declarada (**Figura IV-212**), verifica-se, quanto a cada uso:

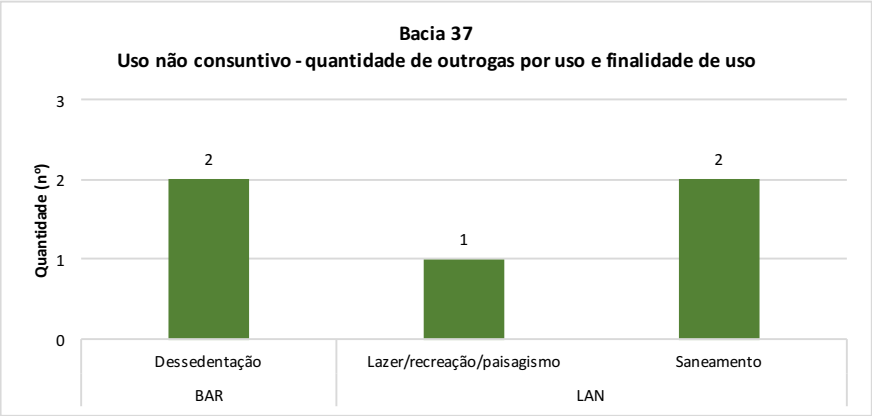
- Barramento – as duas outorgas relacionam-se à dessedentação animal; e
- Lançamento – uma outorga relaciona-se a lazer/recreação/paisagismo e duas outorgas a saneamento.

Figura IV-211 – Bacia 37: uso não consuntivo – quantidade de outorgas por finalidade de uso.



Fonte: Bancos de Outorgas do DAEE e ANA.

Figura IV-212 – Bacia 37: uso não consuntivo – quantidade de outorgas por uso e finalidade de uso.



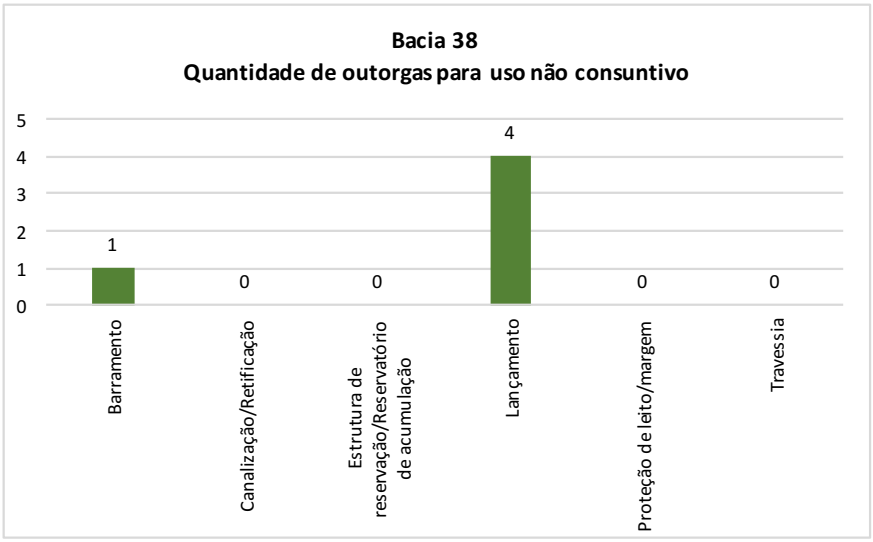
BAR = barramento; LAN = lançamento.
Fonte: Bancos de Outorgas do DAEE e ANA.

Quanto às duas outorgas referentes a lançamento, verifica-se um volume total outorgado de 0,019942 m^3/s, sendo: 0,019723 m^3/s (98,90%) para saneamento e 0,000219 m^3/s (1,10%) para lazer/recreação/paisagismo.

4.1.4.3.3.3.15. Bacia 38 – Ribeirão Vermelho

A Bacia 38 apresenta cinco registros de outorgas para usos não consuntivos, sendo: um para barramento e quatro para lançamento (**Figura IV-213**).

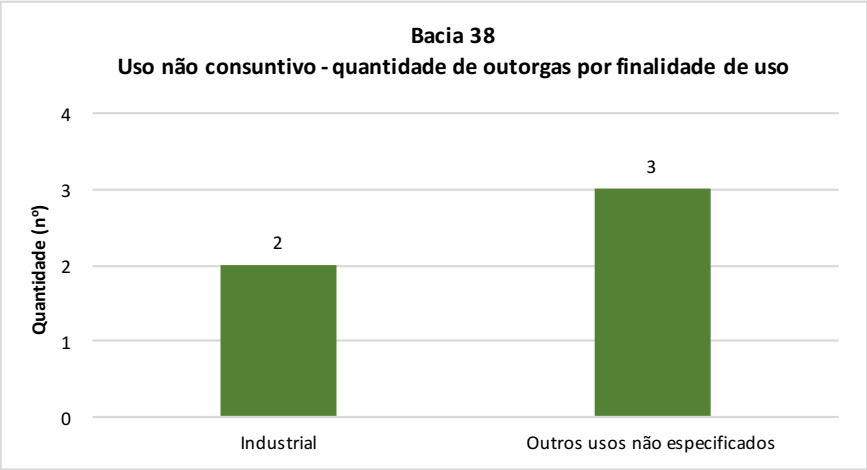
Figura IV-213 – Bacia 38: uso não consuntivo.



Fonte: Bancos de Outorgas do DAEE e ANA.

Quanto à finalidade de uso, observa-se que, do total de cinco outorgas, três estão indicadas como "outros usos não especificados", e que as duas finalidades declaradas se referem a lançamentos associados ao uso industrial (**Figura IV-214**).

Figura IV-214 –Bacia 38: uso não consuntivo - quantidade e outorgas por finalidade de uso.



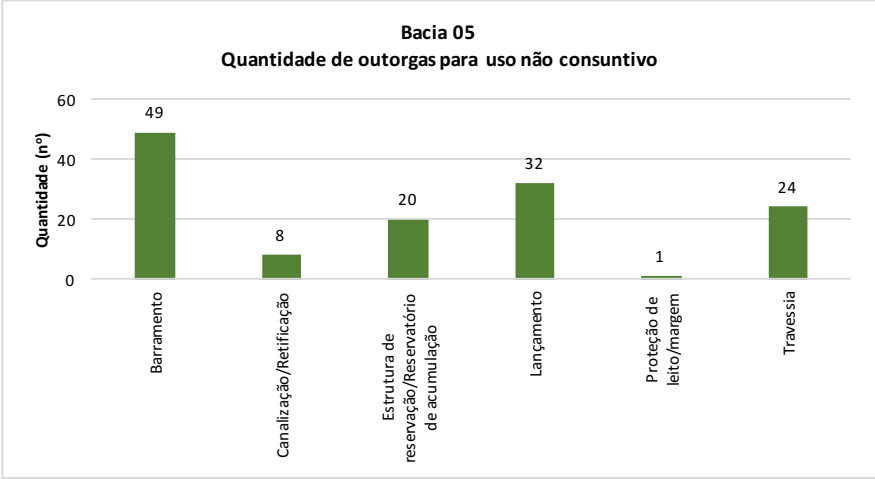
Fonte: Bancos de Outorgas do DAEE e ANA.

Considerando as quatro outorgas para lançamento, observa-se que o volume total outorgado é de 0,080556 m^3/s, sendo: 0,069445 m^3/s (86,21%) para uso industrial e 0,011111 m^3/s (13,79%) para outros usos não especificados.

4.1.4.3.3.3.16. Bacias 05 e 33 (Rio Una ou das Almas)

Na Bacia 05 estão registradas 134 outorgas para uso não consuntivo, sendo: 49 para barramento; 32 para lançamento; 24 para travessia; 20 para estruturas de reservação/reservatório de acumulação; oito para canalização/retificação; e uma para proteção de leito/margem de curso d'água (**Figura IV-215**).

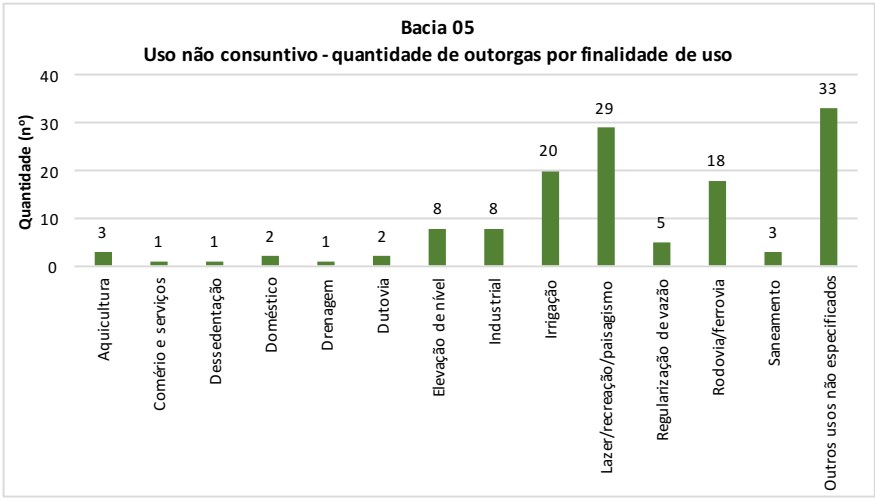
Figura IV-215 – Bacia 05: uso não consuntivo.



Fonte: Banco de Outorgas do DAEE.

Considerando a finalidade de uso, observa-se que, do total de 134 outorgas, 33 estão indicadas como "outros usos não especificados" e que, entre as finalidades declaradas, destacam-se 29 outorgas para lazer/recreação/paisagismo; 20 para irrigação e 18 para uso rodoviário/ferroviário (**Figura IV-216**).

Figura IV-216 – Bacia 05: uso não consuntivo – quantidade de outorgas por finalidade de uso.

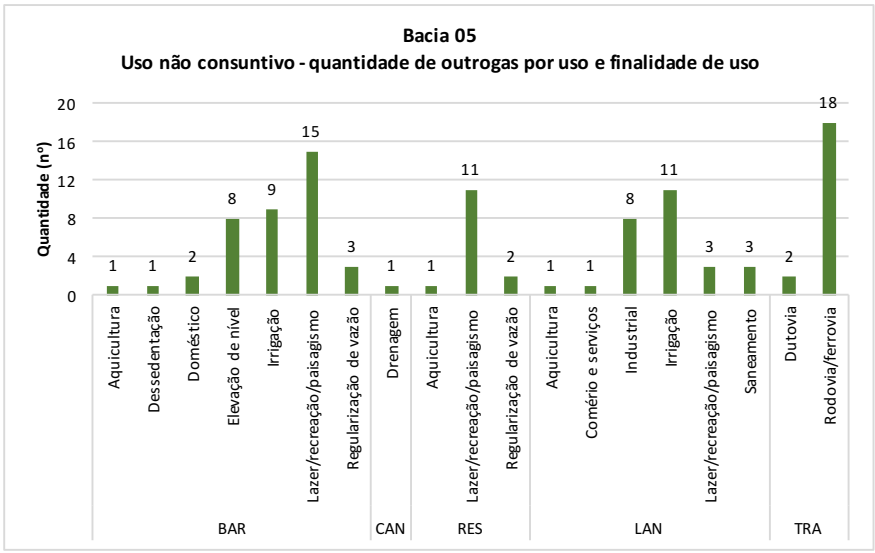


Fonte: Banco de Outorgas do DAEE.

Entre as 101 outorgas com finalidade de uso declarada (**Figura IV-217**), verifica-se, quanto a cada uso:

- Barramento – destacam-se outorgas para lazer/recreação/paisagismo, irrigação e elevação de nível;
- Canalização/retificação – há uma única outorga para drenagem;
- Estrutura de reservação/reservatório de acumulação – destacam-se 11 outorgas para lazer/recreação/paisagismo;
- Lançamento – destacam-se 11 outorgas para irrigação e oito para uso industrial; e
- Travessia – destacam-se 18 outorgas para rodovia/ferrovia.

Figura IV-217 – Bacia 05: uso não consuntivo – quantidade de outorgas por uso e finalidade de uso.

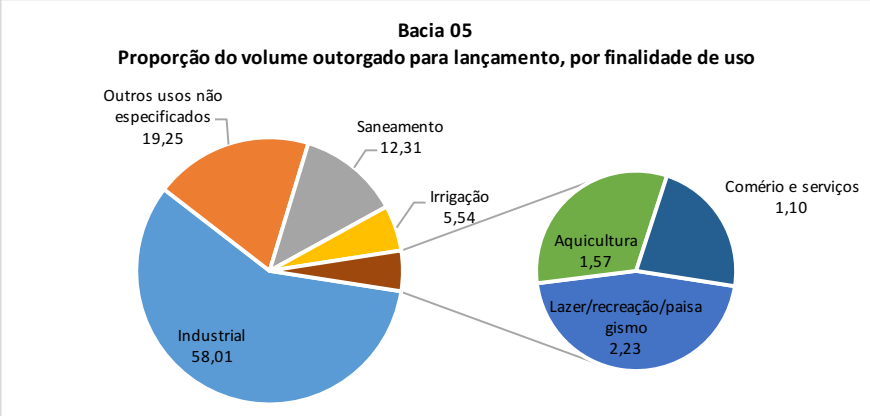


BAR = barramento; CAN = canalização/retificação; RES = estrutura de reservação/reservatório de acumulação; LAN = lançamento; TRA = travessia.

Fonte: Banco de Outorgas do DAEE.

Analisando-se os dados do Banco de Outorgas do DAEE referentes aos lançamentos, observa-se um volume total outorgado de 0,141761 m^3/s, sendo os maiores volumes associados aos usos industrial (58,01%), saneamento (12,31%) e irrigação (5,54%). Salienta-se que 19,25% do volume outorgado estão classificados como outros usos não especificados" (**Figura IV-218** e **Tabela IV-83**)

Figura IV-218 – Bacia 05: vazão outorgada para lançamento por finalidade de uso.



Fonte: Banco de Outorgas do DAEE.

Tabela IV-83 – Bacia 05: lançamento – vazão outorgada por finalidade de uso.

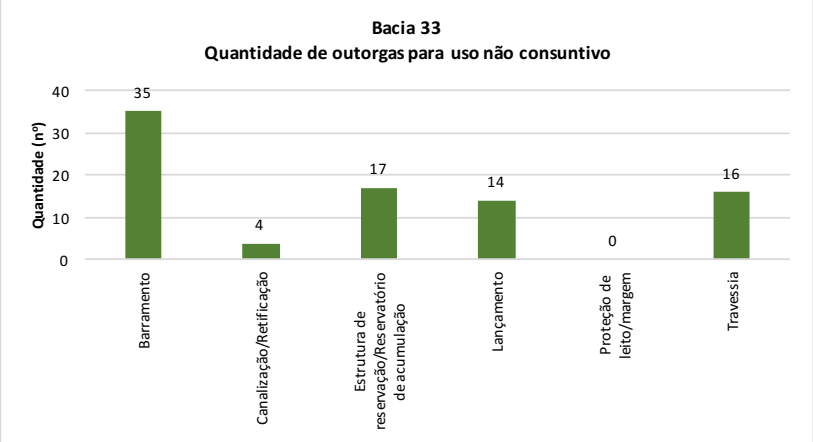
Finalidade de uso	Vazão outorgada	
	%	m^3/s
Industrial	58,01	0,082237
Outros usos não especificados	19,25	0,027285
Saneamento	12,31	0,017447
Irrigação	5,54	0,007848
Lazer/recreação/paisagismo	2,23	0,003164
Aquicultura	1,57	0,002222
Comério e serviços	1,10	0,001558
Total	**100,00**	**0,141761**

Fonte: Banco de Outorgas do DAEE.

Na Bacia 33 encontram-se 86 das 134 outorgas da Bacia 05, dessas 35 estão associadas a barramento, 17 a estrutura de reservação/reservatório de acumulação, 16 a travessia, 14 a lançamento e quaro a canalização/retificação (**Figura IV-219**).

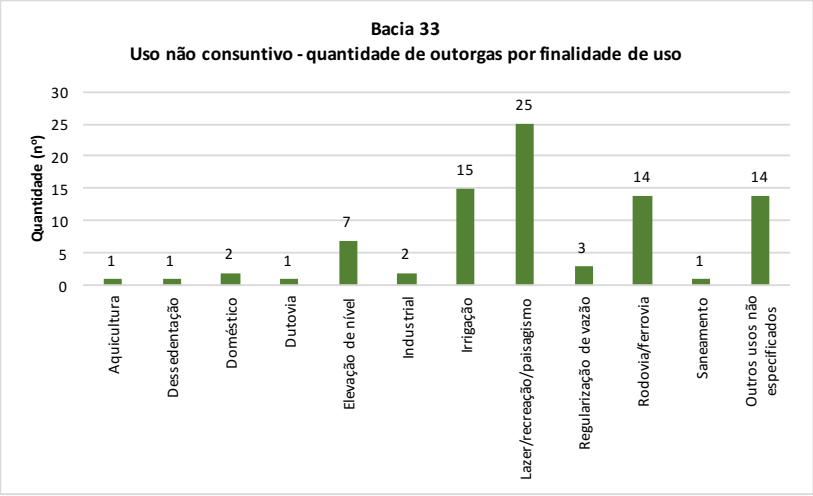
Considerando a finalidade de uso, observa-se que, do total de 86 outorgas, 14 estão indicadas como "outros usos não especificados" e que, entre as finalidades declaradas, destacam-se 25 outorgas para lazer/recreação/paisagismo; 15 para irrigação; e 14 para uso rodoviário/ferroviário (**Figura IV-220**).

Figura IV-219 – Bacia 33: uso não consuntivo.



Fonte: Banco de Outorgas do DAEE.

Figura IV-220 – Bacia 33: uso não consuntivo – quantidade de outorgas por finalidade de uso.

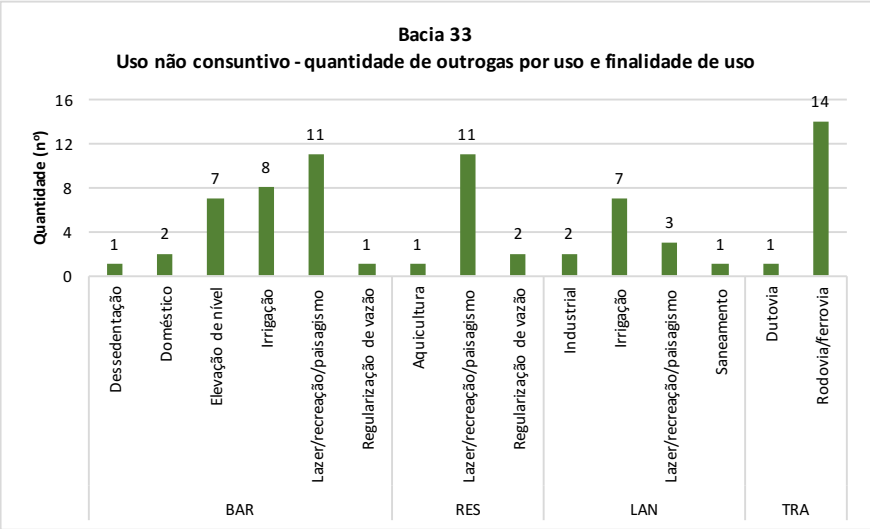


Fonte: Banco de Outorgas do DAEE.

Entre as 72 outorgas com finalidade de uso declarada (**Figura IV-221**), verifica-se, quanto a cada uso:

- Barramento – destacam-se outorgas para lazer/recreação/paisagismo, irrigação e elevação de nível;
- Estrutura de reservação/reservatório de acumulação – destacam-se 11 outorgas para lazer/recreação/paisagismo;
- Lançamento – destacam-se sete outorgas para irrigação; e
- Travessia – destacam-se 14 outorgas para rodovia/ferrovia.

Figura IV-221 – Bacia 33: uso não consuntivo – quantidade de outorgas por uso e finalidade de uso.

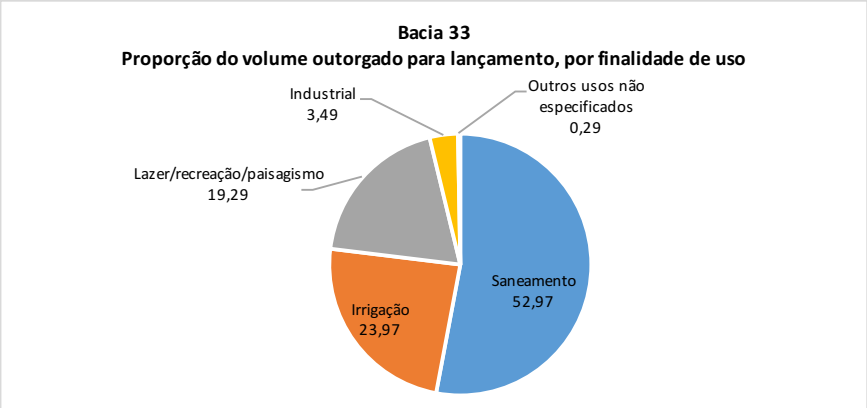


BAR = barramento; RES = estrutura de reservação/reservatório de acumulação; LAN = lançamento; TRA = travessia.

Fonte: Banco de Outorgas do DAEE.

Analisando-se os dados referentes aos volumes associados às outorgas de lançamento, do Banco de Outorgas do DAEE, verifica-se um volume total outorgado de 0,016405 m^3/s, destacando-se o saneamento, com 52,97% do volume total; a irrigação, com 23,97%; e o lazer/recreação/paisagismo, com 19,29% (**Figura IV-222** e **Tabela IV-84**).

Figura IV-222 – Bacia 33: vazão outorgada para lançamento por finalidade de uso.



Fonte: Banco de Outorgas do DAEE.

Tabela IV-84 – Bacia 33: lançamento – vazão outorgada por finalidade de uso.

Finalidade de uso	Vazão outorgada	
	%	m^3/s
Saneamento	52,97	0,008689
Irrigação	23,97	0,003932
Lazer/recreação/paisagismo	19,29	0,003164
Industrial	3,49	0,000573
Outros usos não especificados	0,29	0,000047
Total	**100,00**	**0,016405**

Fonte: Banco de Outorgas do DAEE.

4.1.4.3.3.3.17. Bacias 07 (Ribeirão Benfica) e 08 (Afluente do córrego da Tabuleta)

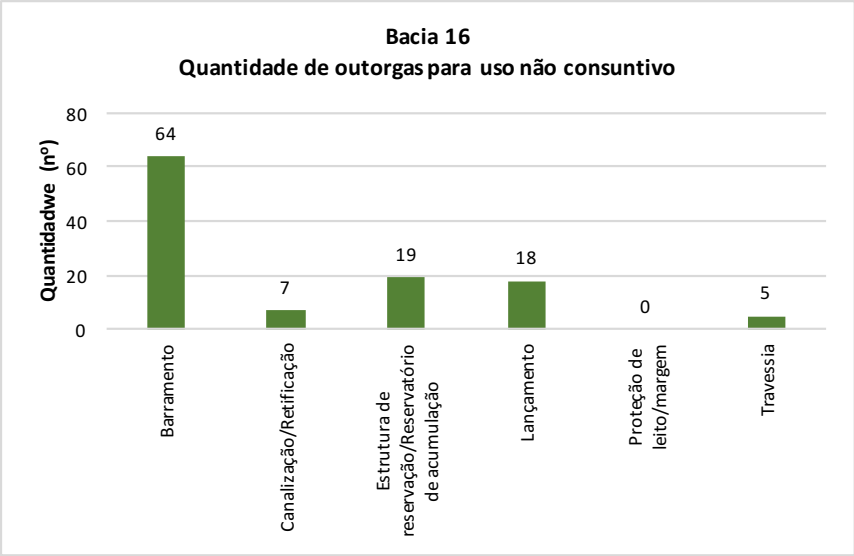
A Bacia 07 apresenta quatro registros de outorgas para usos não consuntivos, sendo: três para barramento e um para lançamento. A finalidade de uso relacionada à outorga de dois barramentos é a regularização de vazão e uma outorga de barramento está indicada como "outros usos não especificados". O único lançamento outorgado tem como finalidade o uso industrial, com vazão de 0,005556 m^3/s.

Na Bacia 08, interior à Bacia 07, encontra-se apenas uma das outorgas de barramento associado à regularização de vazão.

4.1.4.3.3.3.18. Bacias 16 e 34 (Rio Buquira ou Ferrão), 29 (Ribeirão dos Souzas) e 35 (Córrego da Serrinha)

Na Bacia 16 encontram-se 113 outorgas, destacando-se os barramentos, com 64 outorgas; as estruturas de reservação/reservatório de acumulação com 19 outorgas; e os lançamentos com 18 outorgas. Com menor expressão têm-se canalização/retificação, com sete outorgas e travessia com cinco (**Figura IV-223**).

Figura IV-223 – Bacia 16: uso não consuntivo.



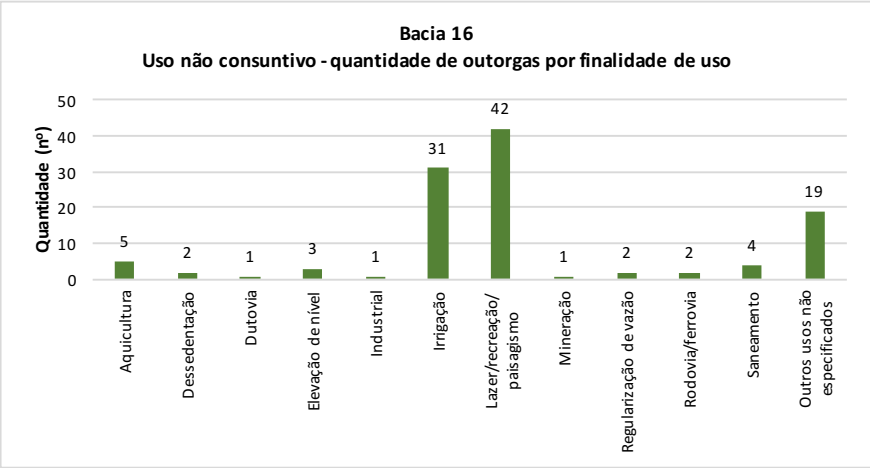
Fonte: Banco de Outorgas do DAEE.

Considerando a finalidade de uso, observa-se que, do total de 113 outorgas, 19 estão indicadas como "outros usos não especificados" e que, entre as finalidades declaradas, destacam-se 42 outorgas para lazer/recreação/paisagismo e 31 para irrigação (**Figura IV-224**).

Entre as 94 outorgas com finalidade de uso declarada (**Figura IV-225**), verifica-se, quanto a cada uso:

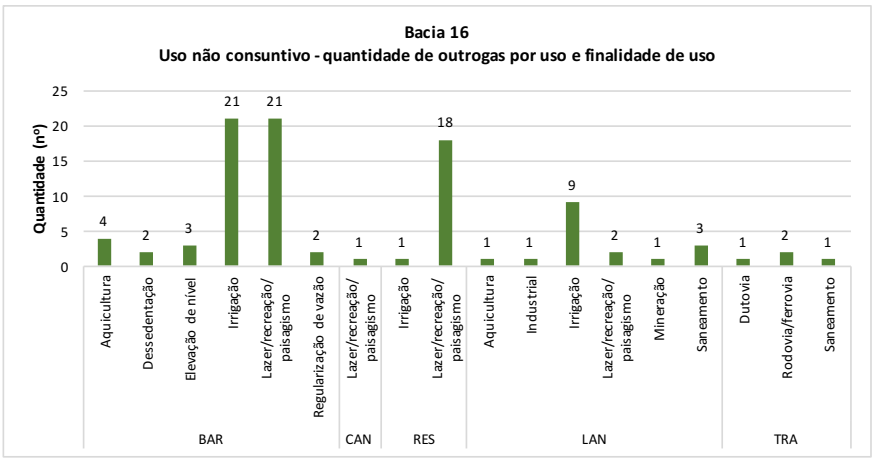
- Barramento – destacam-se 21 outorgas para lazer/recreação/paisagismo e 21 para irrigação;
- Canalização/retificação – a única outorga está relacionada a lazer/recreação/paisagismo;
- Estrutura de reservação/reservatório de acumulação – destacam-se 18 outorgas para lazer/recreação/paisagismo;
- Lançamento – destacam-se nove outorgas para irrigação; e
- Travessia – destacam-se duas outorgas para rodovia/ferrovia.

Figura IV-224 – Bacia 16: uso não consuntivo – quantidade de outorgas finalidade de uso.



Fonte: Banco de Outorgas do DAEE.

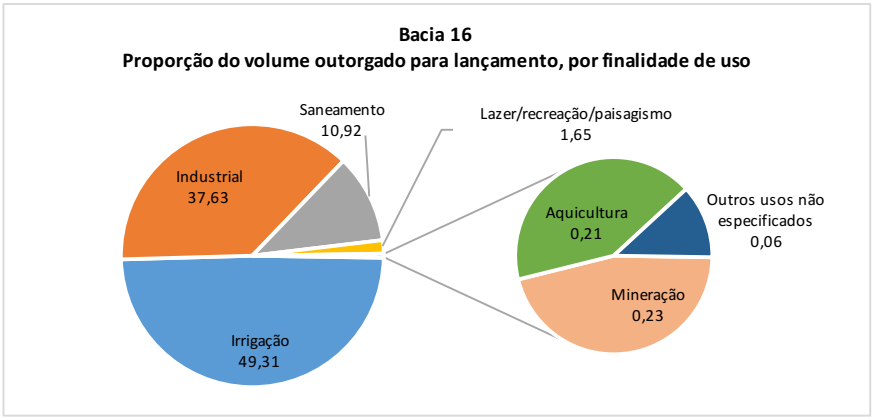
Figura IV-225 – Bacia 16: uso não consuntivo – quantidade de outorgas por uso e finalidade de uso.



Fonte: Banco de Outorgas do DAEE.

Analisando-se os dados referentes aos volumes associados às outorgas de lançamento, do Banco de Outorgas do DAEE, verifica-se um volume total outorgado de 0,073827 m^3/s, destacando-se a irrigação, com 49,31% do volume total; o uso industrial, com 37,63%; e o saneamento, com 10,92% (**Figura IV-226** e **Tabela IV-85**).

Figura IV-226 – Bacia 16: vazão outorgada para lançamento por finalidade de uso.



Fonte: Banco de Outorgas do DAEE.

Tabela IV-85 – Bacia 16: lançamento – vazão outorgada por finalidade de uso.

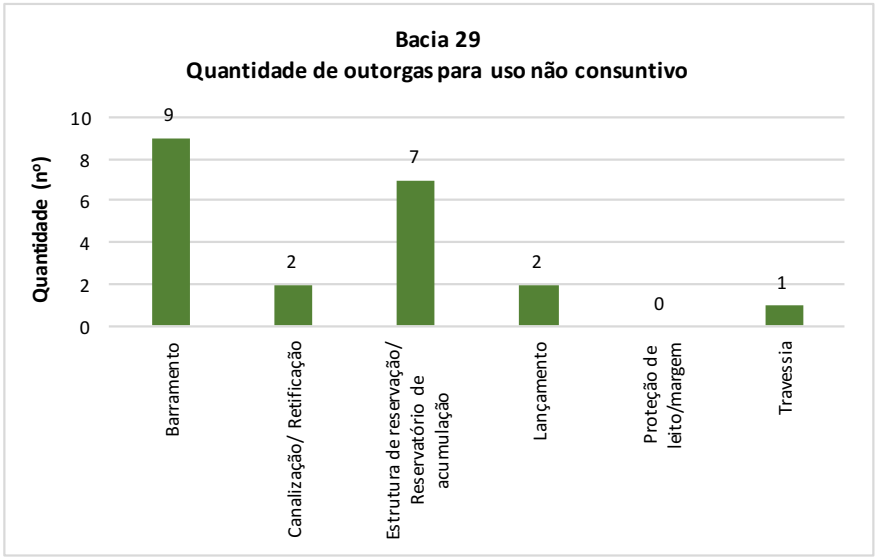
Finalidade de uso	Vazão outorgada	
	%	m3/s
Irrigação	49,31	0,036404
Industrial	37,63	0,027778
Saneamento	10,92	0,008064
Lazer/recreação/paisagismo	1,65	0,001217
Mineração	0,23	0,000167
Aquicultura	0,21	0,000153
Outros usos não especificados	0,06	0,000044
Total	**100,00**	**0,073827**

Fonte: Banco de Outorgas do DAEE.

Na Bacia 29 encontram-se 21 das 113 outorgas da Bacia 16. Entre essas 21 outorgas destacam-se nove para barramento e sete para estrutura de reservação/reservatório de acumulação (**Figura IV-227**).

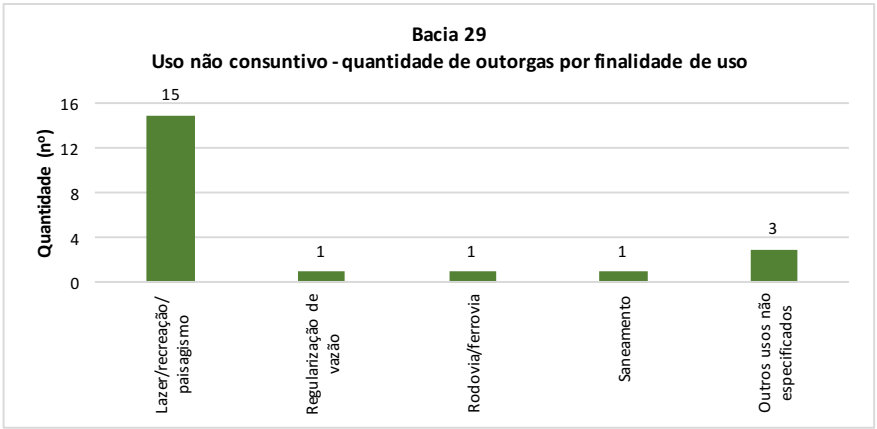
Considerando a finalidade de uso, observa-se que, do total de 21 outorgas, três estão indicadas como "outros usos não especificados" e que, entre as finalidades declaradas, destacam-se 15 outorgas para lazer/recreação/paisagismo (**Figura IV-228**).

Figura IV-227 – Bacia 29: uso não consuntivo.



Fonte: Banco de Outorgas do DAEE.

Figura IV-228 – Bacia 29: uso não consuntivo – quantidade de outorgas por finalidade de uso.

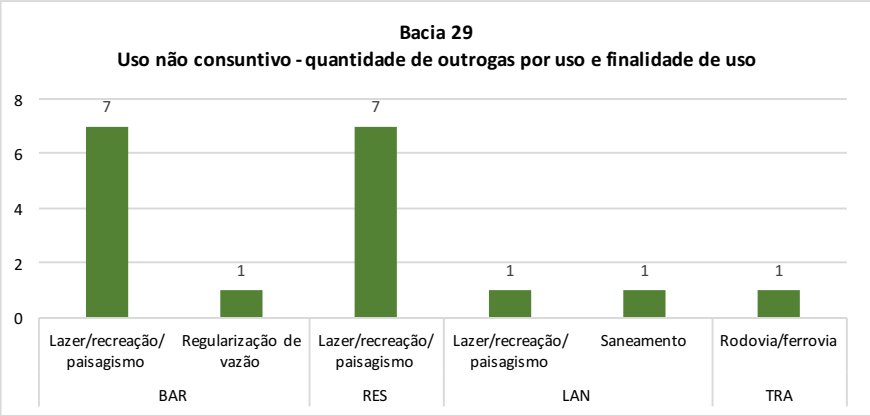


Fonte: Banco de Outorgas do DAEE.

Entre as 18 outorgas com finalidade de uso declarada (**Figura IV-229**), verifica-se, quanto a cada uso:

- Barramento – destacam-se sete outorgas para lazer/recreação/paisagismo;
- Estrutura de reservação/reservatório de acumulação – destacam-se sete outorgas para lazer/recreação/paisagismo;
- Lançamento – têm-se uma outorga para lazer/recreação/paisagismo e uma outorga para saneamento; e
- Travessia – tem-se uma outorga para rodovia/ferrovia.

Figura IV-229 – Bacia 29: uso não consuntivo – quantidade de outorgas por uso e finalidade de uso.



Fonte: Banco de Outorgas do DAEE.

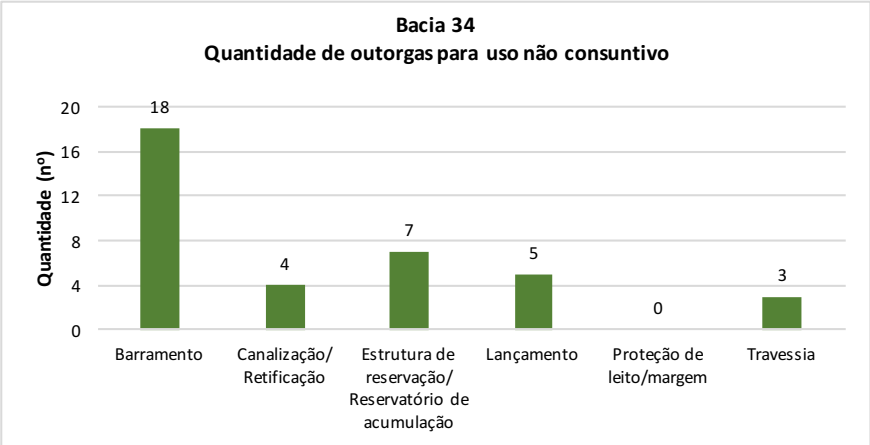
Analisando-se os dados referentes aos volumes associados às outorgas de lançamento, do Banco de Outorgas do DAEE, verifica-se um volume total outorgado de 0,002736 m^3/s, sendo 0,002319 m^3/s (84,76%) para saneamento e 0,000417 m^3/s (15,24%) para lazer/recreação/ paisagismo (**Figura IV-230**).

Figura IV-230 – Bacia 29: vazão outorgada para lançamento por finalidade de uso.

Fonte: Banco de Outorgas do DAEE.

Na Bacia 34, que também integra a Bacia 16, encontram-se 37 das 113 outorgas para uso não consuntivo da Bacia 16. Entre essas 37 outorgas destacam-se as 18 relacionadas a barramentos (**Figura IV-231**).

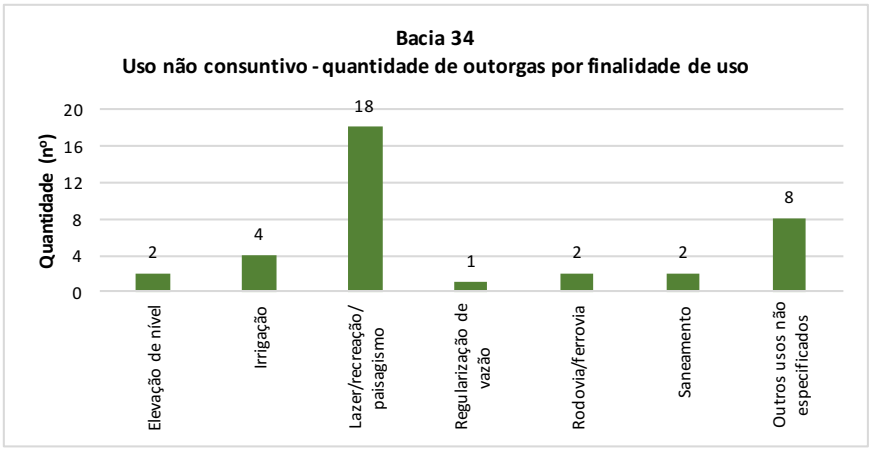
Figura IV-231 – Bacia 34: uso não consuntivo.



Fonte: Banco de Outorgas do DAEE.

Considerando a finalidade de uso, observa-se que, do total de 37 outorgas, oito estão indicadas como "outros usos não especificados" e que, entre as finalidades declaradas, destacam-se 18 outorgas para lazer/recreação/paisagismo (**Figura IV-232**).

Figura IV-232 – Bacia 34: uso não consuntivo – quantidade de outorgas por finalidade de uso.



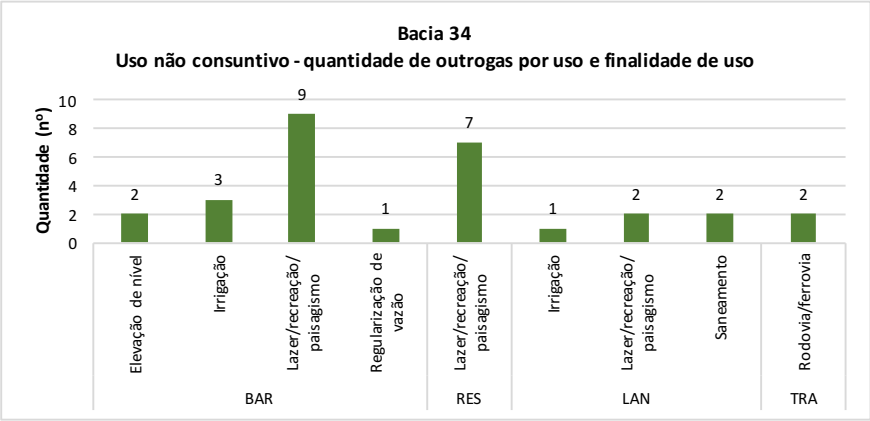
Fonte: Banco de Outorgas do DAEE.

Entre as 29 outorgas com finalidade de uso declarada (**Figura IV-233**), verifica-se, quanto a cada uso:

- Barramento – destacam-se nove outorgas para lazer/recreação/paisagismo;
- Estrutura de reservação/reservatório de acumulação – têm-se sete outorgas para lazer/recreação/paisagismo;
- Lançamento – têm-se uma outorga para irrigação, duas para lazer/recreação/paisagismo e duas outorgas para saneamento; e
- Travessia – têm-se duas outorgas para rodovia/ferrovia.

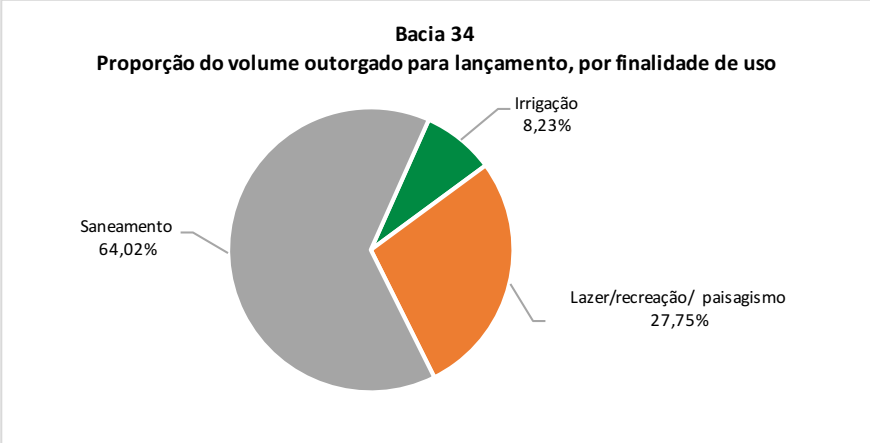
Analisando-se os dados referentes aos volumes associados às outorgas de lançamento, do Banco de Outorgas do DAEE, verifica-se um volume total outorgado de 0,004386 m^3/s, sendo 0,002808 m^3/s (64,02%) para saneamento, 0,001217 m^3/s (27,75%) para lazer/recreação/ paisagismo e 0,000361 m^3/s (8,23%) para irrigação (**Figura IV-234**).

Figura IV-233 -– Bacia 34: uso não consuntivo – quantidade de outorgas por uso e finalidade de uso.



Fonte: Banco de Outorgas do DAEE.

Figura IV-234 – Bacia 34: vazão outorgada para lançamento por finalidade de uso.



Fonte: Banco de Outorgas do DAEE.

A Bacia 35, também interna à Bacia 16, possui apenas uma outorga para uso não consuntivo, a qual tem como uso o barramento e a finalidade de uso está indicada como "outros usos não especificados".

4.1.4.3.3.3.19. Bacias 28 (Ribeirão Guaratinguetá) e 36 (Ribeirão do Guameral ou Pirutinga)

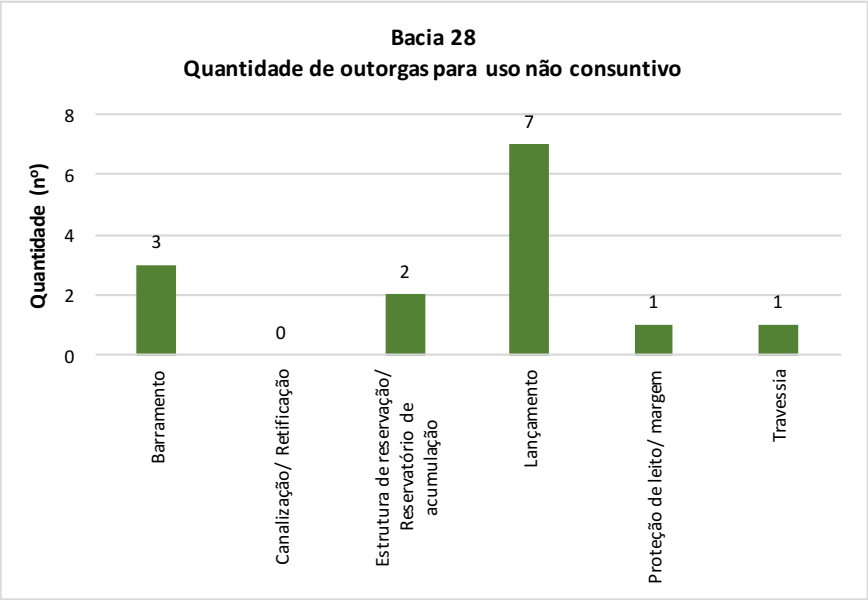
Na Bacia 28 encontram-se 14 outorgas, destacando-se os lançamentos com sete outorgas (**Figura IV-235**).

Considerando a finalidade de uso, observa-se que, do total de 14 outorgas, duas estão indicadas como "outros usos não especificados" e que, entre as finalidades declaradas, destacam-se sete outorgas para irrigação (**Figura IV-236**).

Entre as 12 outorgas com finalidade de uso declarada (**Figura IV-237**), verifica-se, quanto a cada uso:

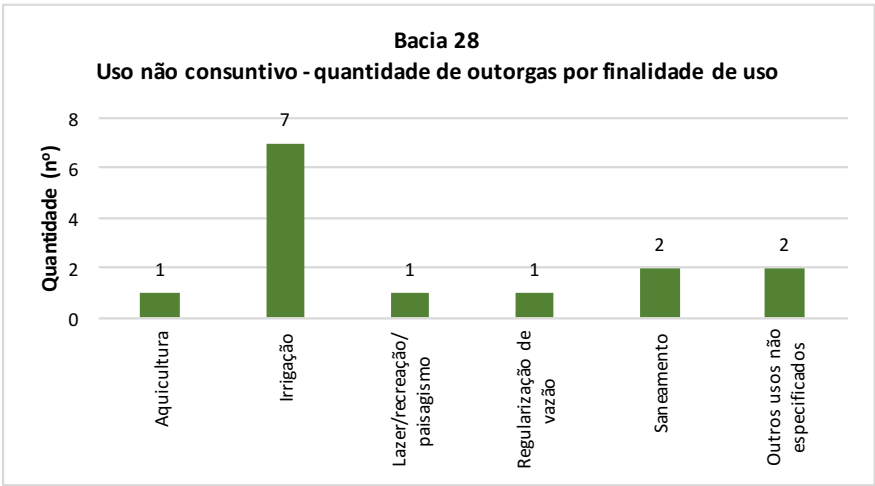
- Barramento – têm-se duas outorgas para irrigação e uma para regularização de vazão;
- Estrutura de reservação/reservatório de acumulação – têm-se uma outorga para aquicultura e uma para lazer/recreação/paisagismo; e
- Lançamento – têm-se cinco outorgas para irrigação e duas para saneamento.

Figura IV-235 – Bacia 28: usos não consuntivo.



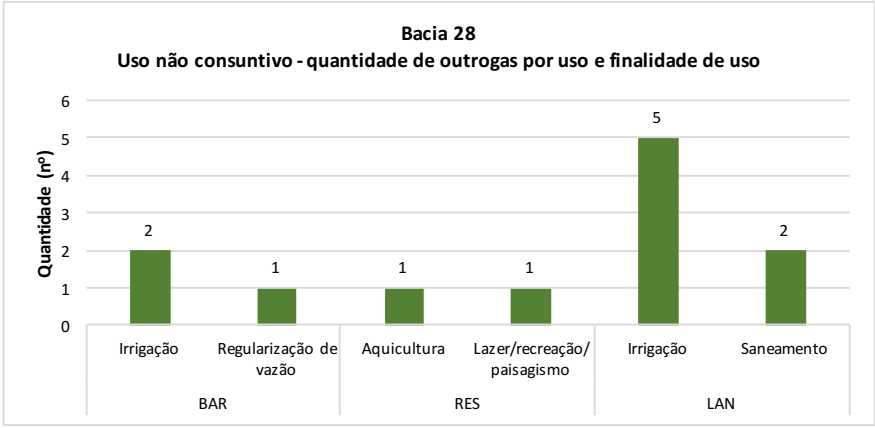
Fonte: Banco de Outorgas do DAEE.

Figura IV-236 – Bacia 28: uso não consuntivo – quantidade de outorgas por finalidade de uso.



Fonte: Banco de Outorgas do DAEE.

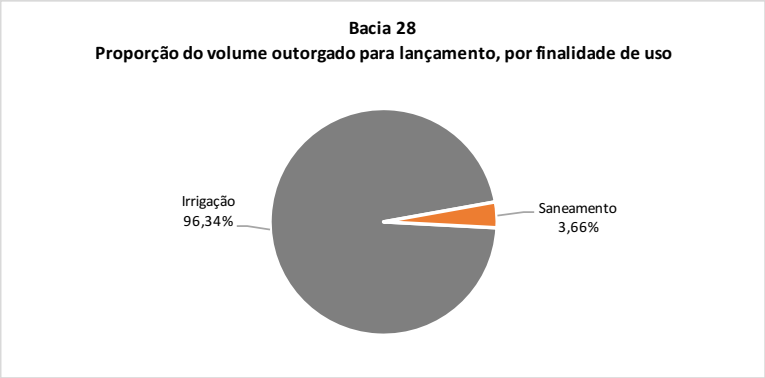
Figura IV-237 – Bacia 28: uso não consuntivo – quantidade de outorgas por uso e finalidade de uso.



Fonte: Banco de Outorgas do DAEE.

Analisando-se os dados referentes aos volumes associados às outorgas de lançamento, do Banco de Outorgas do DAEE, verifica-se um volume total outorgado de 0,093797 m^3/s, sendo 0,090366 m^3/s (96,34%) para irrigação e 0,003431 m^3/s (3,66%) para saneamento (**Figura IV-238**).

Figura IV-238 – Bacia 28: vazão outorgada para lançamento por finalidade de uso.



Fonte: Banco de Outorgas do DAEE.

Na Bacia 36, interior à Bacia 28, encontram-se cinco outorgas, uma para barramento e quatro para lançamento, todas tendo como finalidade de uso a irrigação. A vazão total outorgada para os lançamentos é de 0,088608 m^3/s.

4.1.5. Balanço: demanda *versus* disponibilidade

Neste item são apresentados "os dados do balanço entre as demandas para os diferentes tipos de uso da água e as disponibilidades (superficial e subterrânea), expressas em termos de vazões de referência, visando identificar as áreas criticas e/ou temas críticos para gestão e subsidiar o estabelecimento de metas e ações de gestão" (Deliberação CRH nº 146/2012).

4.1.5.1. Conteúdo básico

O conteúdo básico abrange a apresentação dos parâmetros relativos aos indicadores de balanço hídrico (demanda *versus* disponibilidade) (**Quadro IV-5**) e respectivas análises (Deliberação CRH nº 146/2012).

Quadro IV-5 – Balanço hídrico (demanda *versus* disponibilidade): indicadores e seus parâmetros.

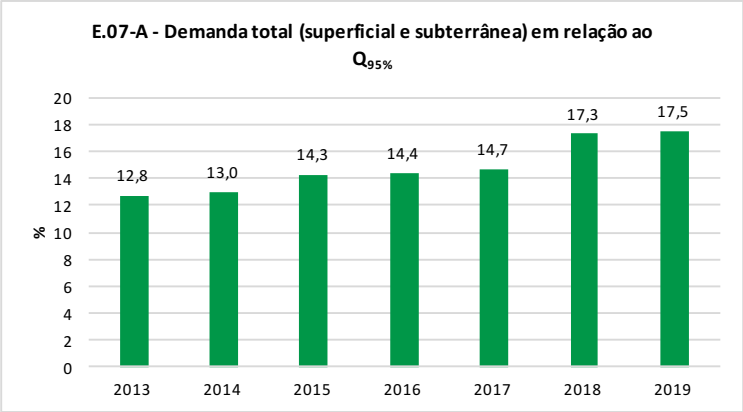
Indicador	Parâmetro	Unidade
E.07 - Balanço: demanda versus disponibilidade	E.07-A - Demanda total (superficial e subterrânea) em relação ao $Q_{95\%}$	%
	E.07-B - Demanda total (superficial e subterrânea) em relação ao $Q_{médio}$	%
	E.07-C - Demanda superficial em relação a vazão mínima superficial ($Q_{7,10}$)	%
	E.07-D - Demanda subterrânea em relação às reservas exportáveis	%

Fonte: Deliberação CRH nº 146/2012.

Salienta-se que os dados apresentados no conteúdo básico são gerais para a UGRHI 02, portanto não revelam as assimetrias existentes nesse amplo recorte geográfico. Além disso, foram considerados apenas os parâmetros disponibilizados pela CRHi, que não incluem as outorgas da ANA e a transposição Jaguari-Atibainha. Nesse sentido, esses dados do conteúdo básico valem como uma primeira aproximação, além de cumprimento de requisitos da Deliberação CRHi nº 146/2012, mas o balanço hídrico de interesse, que evidencia as assimetrias da UGRHI 02 e engloba os dados de todas as outorgas, é apresentado no conteúdo fundamental.

Os dados do parâmetro E.07-A (Demanda total, superficial e subterrânea, em relação ao $Q_{95\%}$) mostram que, entre 2013 e 2019, o balanço hídrico cresceu cerca de 37%, passando de 12,8% de comprometimento hídrico para 17,5% em 2019. (**Figura IV-239** e **Tabela IV-86**), revelando uma situação ainda confortável quanto à relação disponibilidade/demanda, na UGRHI 02, mas que demanda atenção. Atenção deve ser dada a esse crescimento, inclusive com ações para otimização de demandas e incremento da oferta hídrica e que deverão ser considerados no contexto do plano de ações.

Figura IV-239 – Demanda total, superficial e subterrânea, em relação ao $Q_{95\%}$ (E.07-A).



Fonte: Banco de Indicadores da CRHi.

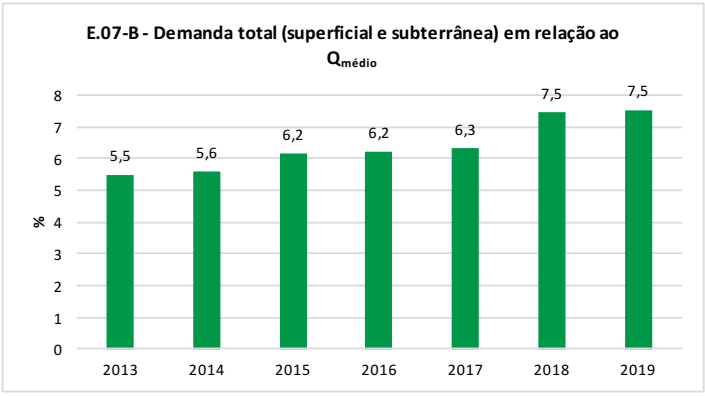
Tabela IV-86 – E.07-A, E.07-C e E.07-D: valor de referência da ANA, adaptado pela CRHi.

Demanda em relação ao $Q_{95\%}$, $Q_{7,10}$ e Reservas explotáveis	Classificação
≤ 5%	
> 5 % e ≤ 30%	
> 30 % e ≤ 50%	
> 50 % e ≤ 100%	
> 100%	

Fonte: Valores de referência disponibilizados pela CRHi para elaboração do relatório de Situação 2019/2020.

Os dados do parâmetro E.07-B (Demanda total, superficial e subterrânea, em relação ao $Q_{médio}$) mostram que, entre 2013 e 2019, o balanço hídrico teve incremento importante nesse período, passando de 5,5% de comprometimento para 7,5%, um crescimento próximo de 40%, o que pode ser considerado preocupante (**Figura IV-240** e **Tabela IV-87**). Assim, apesar da situação ainda se comportar como confortável quanto à relação disponibilidade/demanda, na UGRHI 02, deve ser tomada com atenção no plano de ações, com programas e ações voltados à melhoria ou manutenção desses índices de balanço hídrico.

Figura IV-240 – Demanda total (superficial e subterrânea) em relação ao $Q_{médiob}$ (E.07-B).



Fonte: Banco de Indicadores da CRHi.

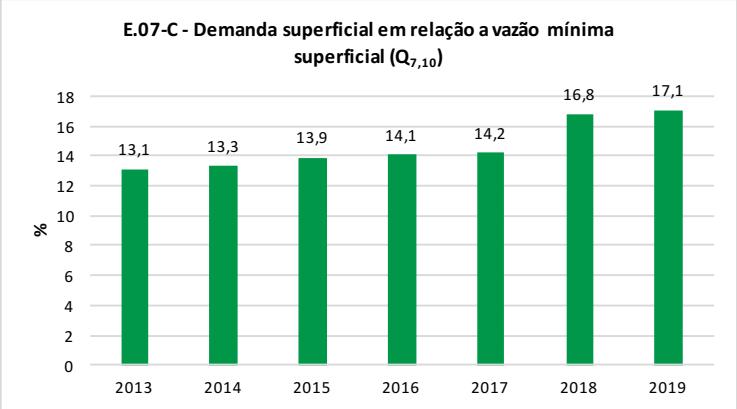
Tabela IV-87 – E.07-B: valor de referência da ANA, adaptado pela CRHi.

Demanda em relação ao $Q_{médio}$	Classificação
≤ 2,5%	
> 2,5 % e ≤ 15%	
> 15 % e ≤ 25%	
> 25% e ≤ 50%	
> 50%	

Fonte: Valores de referência disponibilizados pela CRHi para elaboração do relatório de Situação 2019/2020.

Os dados do parâmetro E.07-C (Demanda superficial em relação a vazão mínima superficial $Q_{7,10}$) mostram que, entre 2013 e 2019, o balanço hídrico, nessa abordagem ampla, cresceu próximo de 40% no período, passando de 13,1% de comprometimento em 2013 para 17,7% em 2019 (**Figura IV-241** e **Tabela IV-87**). Assim, mesmo que a situação ainda aparente confortável quanto à relação disponibilidade hídrica superficial/demanda, devem ser tomadas medidas no plano de ações para que tal crescimento não seja continuado de forma a evitar problemas futuros de desabastecimento ou crises hídricas na UGRHI 02.

Figura IV-241 – Demanda superficial em relação a vazão mínima superficial $Q_{7,10}$ (E.07-C)

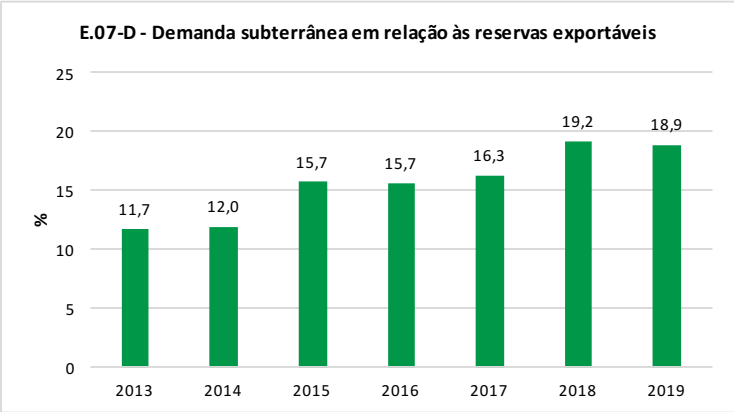


Fonte: Banco de Indicadores da CRHi.

Em se tratando de águas subterrâneas, os dados do parâmetro E.07-D (Demanda subterrânea em relação às reservas exportáveis) mostram que, entre 2013 e 2019, o balanço hídrico, nessa abordagem ampla, cresceu de forma exorbitante, mais de 60%, passando de 11,7% em 2013 para 18,9% em 2019 (**Figura IV-242** e **Tabela IV-87**), o que deve ser avaliado com bastante preocupação. Assim, mesmo que a situação ainda aparente confortável quanto à relação disponibilidade hídrica subterrânea/demanda na UGRHI 02, devem ser previstas medidas no plano de ações para que esse incremento não seja continuado, o que poderia levar a problemas futuros.

Em síntese, os dados dos parâmetros dos indicadores indicam, para o total da UGRHI 02, uma situação ainda confortável quanto ao balanço hídrico, mas que deve ser levada com bastante atenção e preocupação, inclusive com a definição de medidas no plano de ações. Entretanto, cabe destacar, que esses dados disponibilizados pela CRHi para elaboração do Relatório de Situação 2019/2020, não consideram as outorgas da ANA e a outorga da transposição Jaguari-Atibainha, além do compromisso da UGRHI 02 de entrega da vazão necessária para o funcionamento do Sistema Hidráulico do Rio Paraíba do Sul.

Figura IV-242 – Demanda subterrânea em relação às reservas exportáveis(E.07-D).



Fonte: Banco de Indicadores da CRHi.

4.1.5.2. Conteúdo fundamental

Neste conteúdo fundamental é apresentado o balanço hídrico, relativo aos recursos hídricos superficiais – considerando os dados das outorgas do DAEE e ANA, incluindo a vazão da transposição Jaguari-Atibainha – por ottotrecho, por ottobacia nível 5 e por bacia com captação para abastecimento público, visando evidenciar as assimetrias existentes na UGRHI 02 quanto à relação disponibilidade/demanda (balanço hídrico).

4.1.5.2.1. Balanço hídrico por ottotrecho

Na classificação do balanço hídrico por ottotrechos foram adotadas as faixas conforme apresentadas em Ceivap (2020) (**Tabela IV-88**) e os cálculos foram realizados em ambiente de SIG –Sistema de Informações Geográficas.

Tabela IV-88 – Faixas de balanço hídrico.

Faixas	Classificação
Demandas < 25% das Disponibilidades	Sem impacto
Demandas > 25% e < 50% das Disponibilidades	Impactos intermediários
Demandas > 50% e < 75% das Disponibilidades	Risco de não atendimento
Demandas > 75% das Disponibilidades	Situação crítica

Fonte: Ceivap, 2020.

Quanto ao $Q_{médio}$, verifica-se que que 97,37 % da extensão total de curso d'água classificam-se na situação em que a demanda compromete menos de 25% da disponibilidade; e apenas 1,12 % da extensão total de curso d'água classificam-se nas faixas de balanço hídrico "risco de não atendimento" (0,85 %) e "situação crítica" (0,27 %) (**Tabela IV-89**).

Tabela IV-89 – Extensão de curso d'água por faixa de balanço hídrico ($Q_{médio}$) – 2018.

Faixas de balanço hídrico - $Q_{95\%}$	Extensão (km)	Proporção em relação à extensão total (%)
Demandas < 25% das Disponibilidades	7.284,37	97,37
Demandas > 25% e < 50% das Disponibilidades	113,47	1,52
Demandas > 50% e < 75% das Disponibilidades	63,65	0,85
Demandas > 75% das Disponibilidades	19,89	0,27
Total	**7.481,38**	**100**

Fonte: Regea a partir de Ceivap, 2018a.

Considerando a vazão $Q_{95\%}$, observa-se que 92,18 % da extensão total de curso d'água classificam-se na situação em que a demanda compromete menos de 25% da disponibilidade.

Por outro lado, 5,76 % da extensão total de curso d'água classificam-se nas faixas de balanço hídrico "risco de não atendimento" (1,36 %) e "situação crítica" (4,40 %) (**Tabela IV-90**).

Tabela IV-90 – Extensão de curso d'água por faixa de balanço hídrico ($Q_{95\%}$) – 2018.

Faixas de balanço hídrico - $Q_{95\%}$	Extensão (km)	Proporção em relação à extensão total (%)
Demandas < 25% das Disponibilidades	6.896,40	92,18
Demandas > 25% e < 50% das Disponibilidades	153,62	2,05
Demandas > 50% e < 75% das Disponibilidades	101,84	1,36
Demandas > 75% das Disponibilidades	329,52	4,40
Total	**7.481,38**	**100**

Fonte: Regea a partir de Ceivap, 2018a.

Em se tratando da vazão $Q_{7,0}$, o quadro fica mais severo, pois a situação em que a demanda compromete menos de 25% da disponibilidade cai para 88,69 % da extensão total de curso d'água; e as faixas de balanço hídrico "risco de não atendimento" e "situação crítica" adquirem maior expressão, representando, juntas, 9,09 % da extensão total de curso d'água, respectivamente 1,48 % e 7,61 % para cada uma (**Tabela IV-91**).

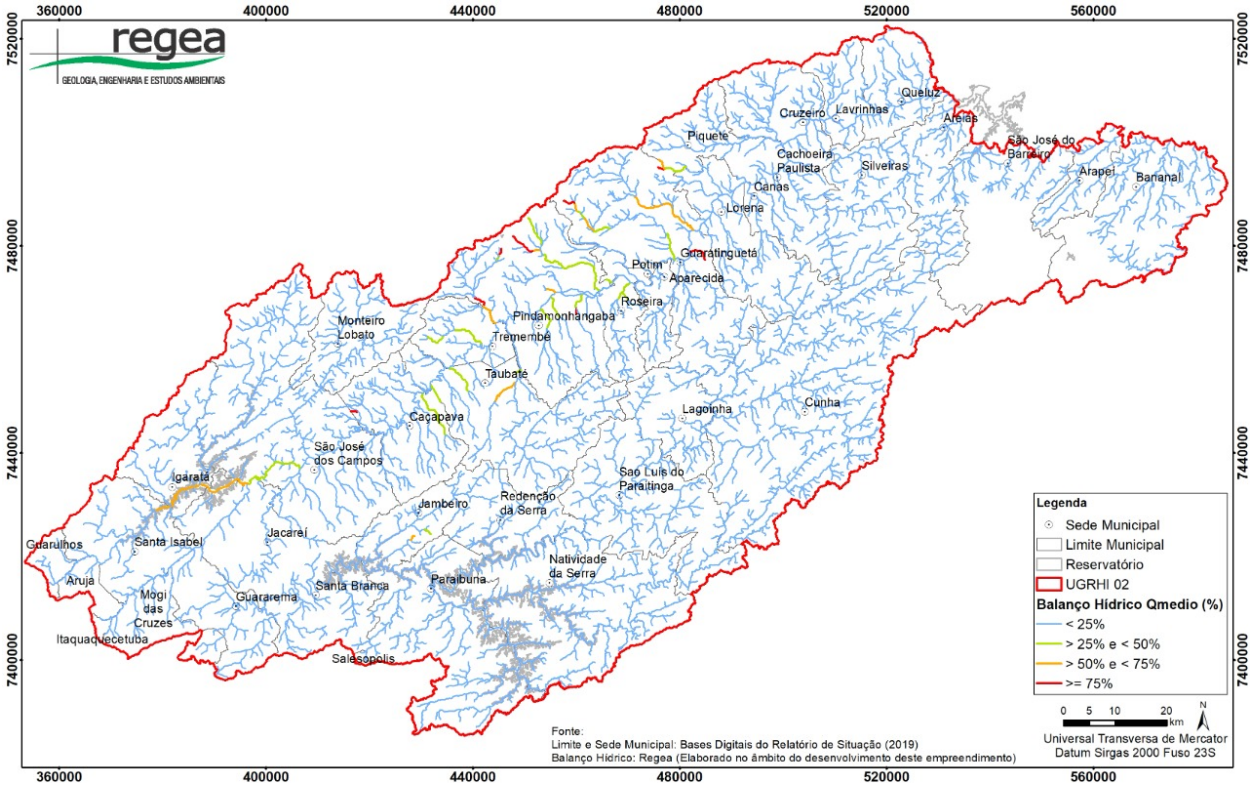
Tabela IV-91 – Extensão de curso d'água por faixa de balanço hídrico ($Q_{7,10}$) – 2018.

Faixas de balanço hídrico – $Q_{7,10}$	Extensão (km)	Proporção em relação à extensão total (%)
Demandas < 25% das Disponibilidades	6.635,40	88,69
Demandas > 25% e < 50% das Disponibilidades	166,07	2,22
Demandas > 50% e < 75% das Disponibilidades	110,72	1,48
Demandas > 75% das Disponibilidades	569,20	7,61
Total	**7.481,38**	**100**

Fonte: Regea a partir de Ceivap, 2018a.

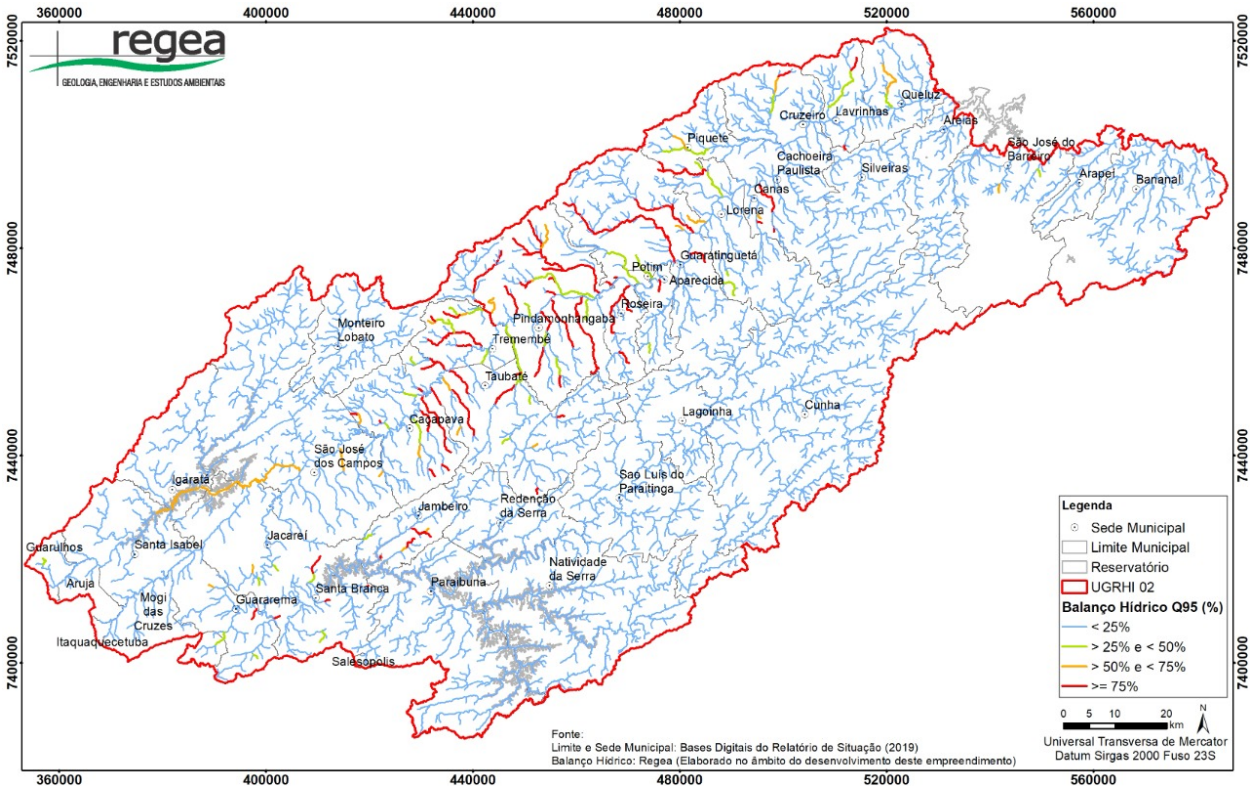
Analisando-se a distribuição espacial dos dados, observa-se que, embora, de forma geral, predomine a situação em que a demanda compromete menos de 25% da disponibilidade hídrica, os trechos de cursos d'água onde o comprometimento é superior a 50% ocorrem de forma concentrada entre São José dos Campos e Guaratinguetá, região mais urbanizada da UGRHI 02 (**Figuras IV-243** a **IV-245**).

Figura IV-243 – Balanço hídrico por ottotrecho – $Q_{médio}$.



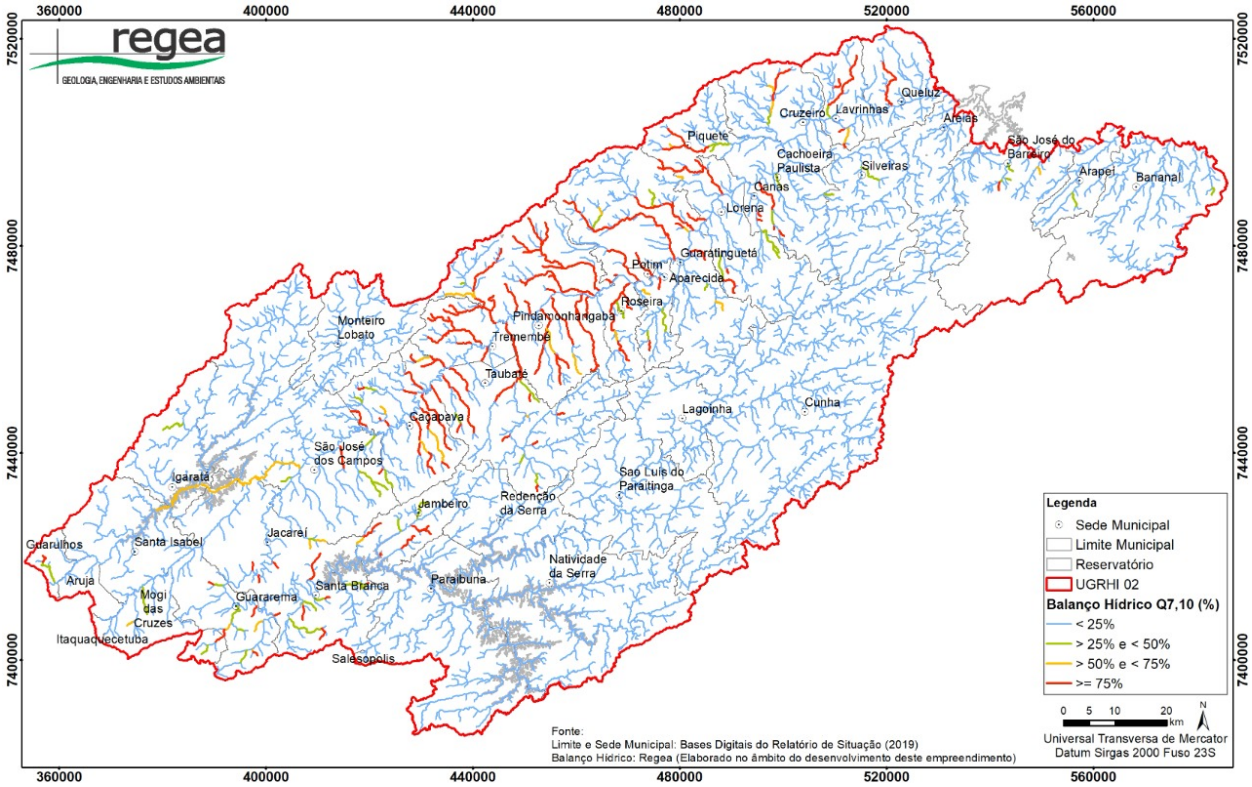
Fonte: Ceivap, 2018a.

Figura IV-244 – Balanço hídrico por ottotrecho – $Q_{95\%}$.



Fonte: Ceivap, 2018a.

Figura IV-245 – Balanço hídrico por ottotrecho – $Q_{7,10}$.



Fonte: Ceivap, 2018a.

4.1.5.2.2. Balanço hídrico por ottobacia nível 5

O balanço hídrico por ottobacia nível 5 foi realizado em ambiente de SIG, considerando as três vazões de referência ($Q_{médio}$, $Q_{95\%}$ e $Q_{7,10}$). Na classificação do balanço hídrico foram adotadas as faixas conforme valores de referência da ANA, adaptados pela CRHi (**Tabelas IV-86** e **IV-87**).

Os dados do balanço hídrico, considerando as vazões $Q_{médio}$, e $Q_{95\%}$ (**Figuras IV-246 e IV-247**), mostram que:

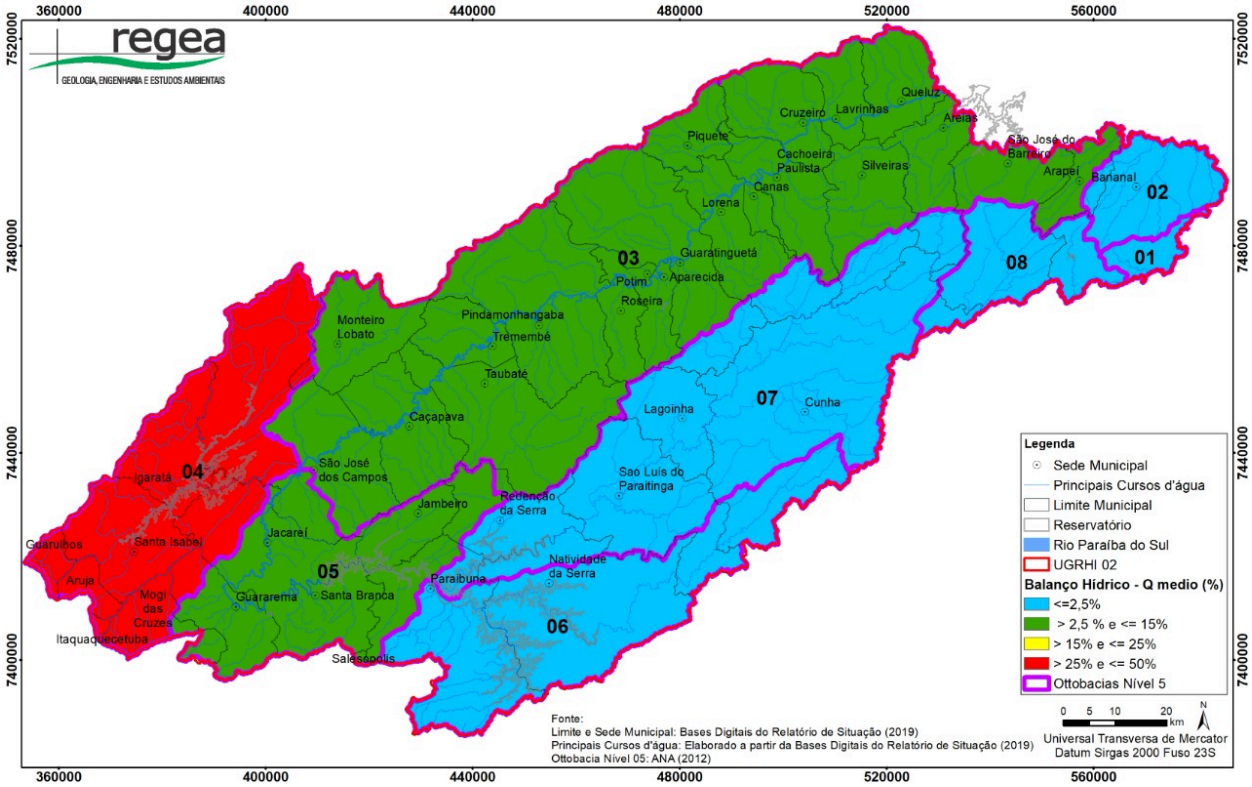
- A ottobacia 04 enquadra-se em criticidade alta;
- As ottobacias 03 e 05 apresentam criticidade baixa; e
- As demais ottobacias não possuem criticidade.

Os dados do balanço hídrico, considerando a vazão $Q_{7,10}$ (**Figura IV-248**), mostram que:

- A ottobacia 04 enquadra-se em criticidade alta;
- As ottobacias 02, 03 e 05 apresentam criticidade baixa; e
- As demais ottobacias não possuem criticidade.

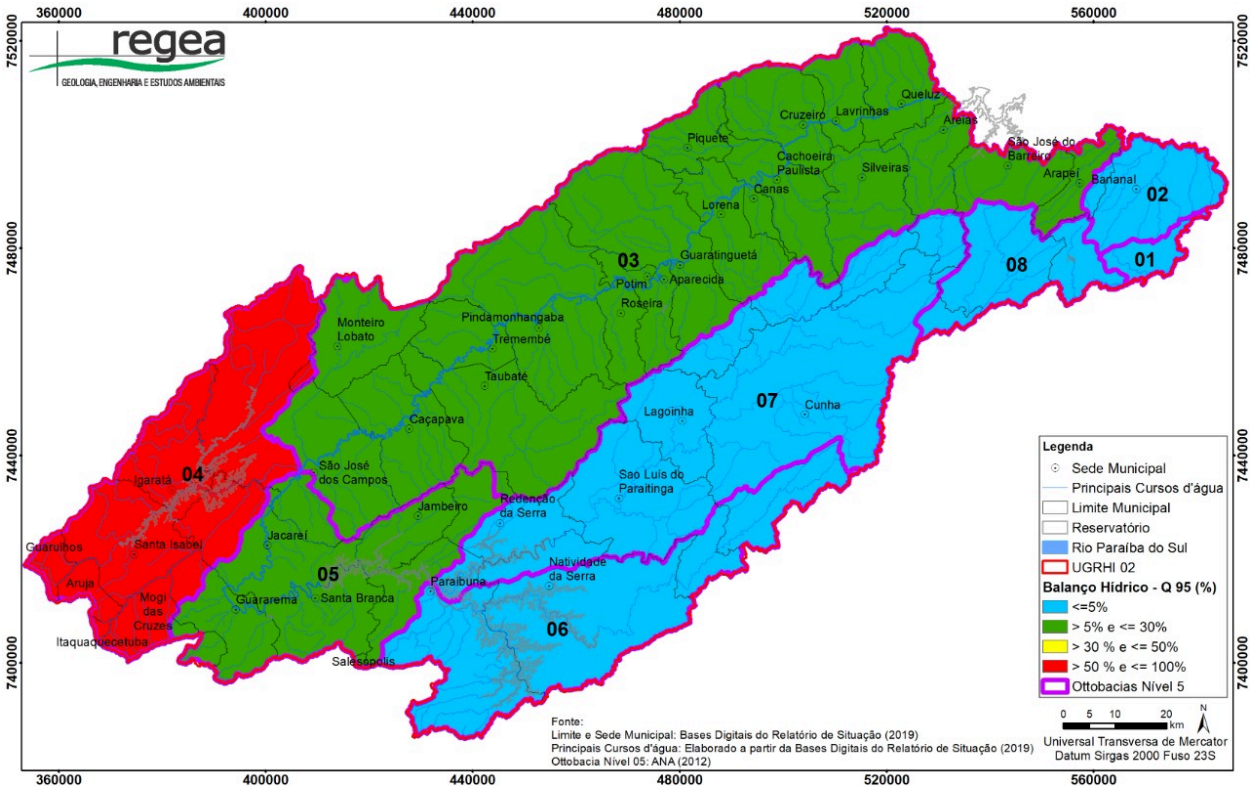
Cabe destacar que na ottobacia 04 encontra-se a captação superficial relativa à transposição Jaguari-Atibainha.

Figura IV-246 – Ottobacias nível 5: balanço hídrico – $Q_{médio}$.



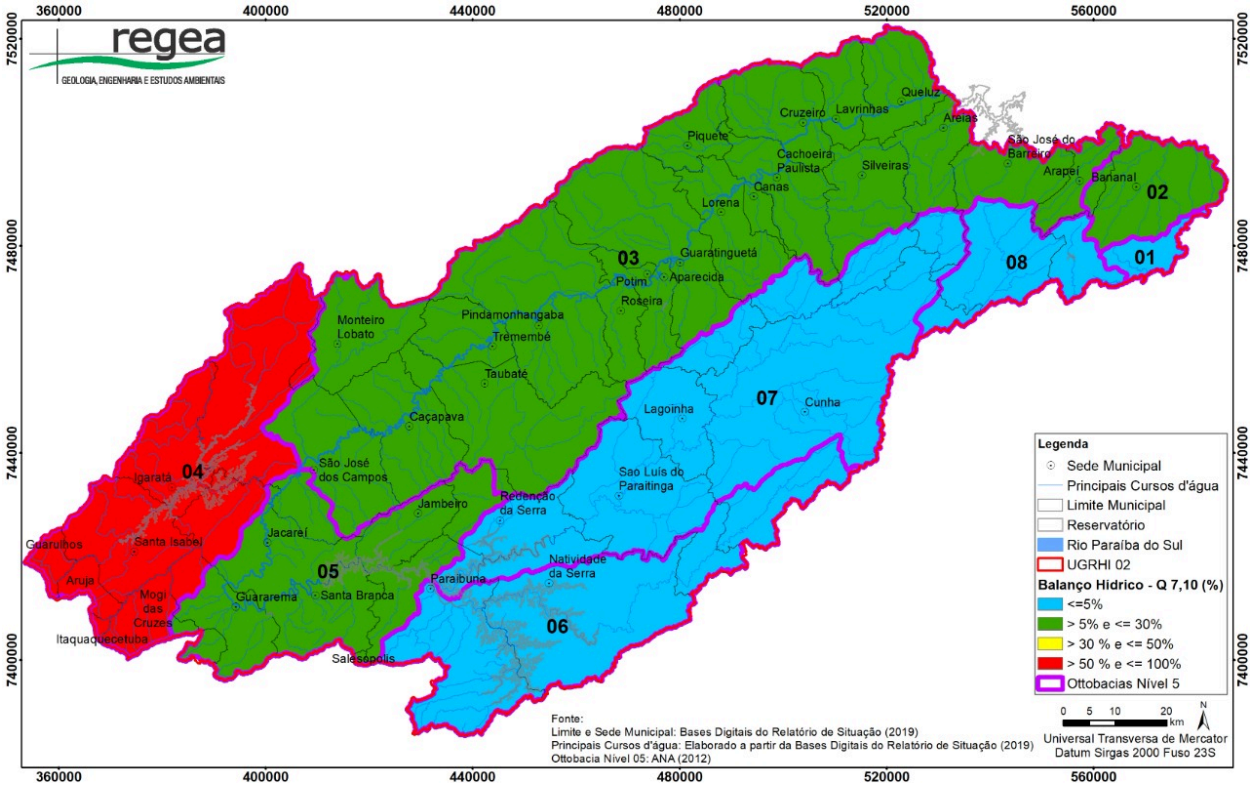
Fonte: Ceivap, 2018a e Bancos de Outorgas do DAEE e ANA.

Figura IV-247 – Ottobacias nível 5: balanço hídrico – $Q_{95\%}$.



Fonte: Ceivap, 2018a e Bancos de Outorgas do DAEE e ANA.

Figura IV-248 – Ottobacias nível 5: balanço hídrico – $Q_{7,10}$.



Fonte: Ceivap, 2018a e Bancos de Outorgas do DAEE e ANA.

Comparando-se os resultados obtidos (**Tabela IV-92**), observa-se que:

- As ottobacias 01, 06, 07 e 08 mantêm a mesma situação de balanço hídrico, sem criticidade, independente da vazão de referência considerada;
- A ottobacia 02 apresenta situação de criticidade baixa quanto à $Q_{7,10}$, enquanto considerando as demais vazões de referência não há criticidade;
- As ottobacia 03 e 05 apresentam criticidade média independente da vazão de referência considerada; e
- A ottobacia 04 mantém a mesma de criticidade alta nas três abordagens.

Tabela IV-92 – Classificação do balanço hídrico por ottobacia - $Q_{médio}$, $Q_{95\%}$ e $Q_{7,10}$.

Ottobacia nível 5	$Q_{médio}$	$Q_{95\%}$	$Q_{7,10}$
Ottobacia 01	<=2,5%	<=5%	<=5%
Ottobacia 02	<=2,5%	<=5%	> 5% e <= 30%
Ottobacia 03	> 15% e <= 25%	> 5% e <= 30%	> 30 % e <= 50%
Ottobacia 04	> 25% e <= 50%	> 50 % e <= 100%	> 50 % e <= 100%
Ottobacia 05	> 25% e <= 50%	> 50 % e <= 100%	> 50 % e <= 100%
Ottobacia 06	<=2,5%	<=5%	<=5%
Ottobacia 07	<=2,5%	<=5%	<=5%
Ottobacia 08	<=2,5%	<=5%	<=5%

Criticidade: Sem criticidade | Baixa | Média | Alta

Fonte: Ceivap, 2018a e Bancos de Outorgas do DAEE e ANA.

4.1.5.2.3. Balanço hídrico por bacia com captação para abastecimento público

O balanço hídrico por bacia com captação para abastecimento público foi realizado em ambiente de SIG, considerando as três vazões de referência ($Q_{médio,}$ $Q_{95\%}$ e $Q_{7,10}$). Na classificação do balanço hídrico foram adotadas as faixas conforme valores de referência da ANA adaptados pela CRHi (**Tabelas IV-86** e **IV-87**).

Os resultados obtidos (**Tabela IV-93**) mostram que:

- As bacias 11 (Ribeirão da Fortaleza), 14 (Afluente Ribeirão da Fortaleza) e 36 (Ribeirão do Guameral ou Pirutinga) são as mais críticas, pois considerando as três vazões apresentam criticidade muito alta;
- As bacias 07 (Ribeirão Benfica) e 28 (Ribeirão Guaratinguetá) também apresentam situação preocupante, pois quanto ao $Q_{médio}$ estão classificadas com criticidade alta e quanto ao $Q_{95\%}$ e $Q_{7,10}$, com criticidade muito alta;
- As bacias 02 (Ribeirão Passa Vinte), 03 (Afluente do Rio Paraíba do Sul), 04 (Rio Entrupido) e 24 (Afluente do Ribeirão Barreiro - Córrego Bairro São Pedro) também apresentam situação sensível, pois embora quanto ao $Q_{médio}$ estejam classificadas com criticidade baixa, em relação ao $Q_{95\%}$ a classificação é de criticidade alta e em relação ao $Q_{7,10}$, muito alta;
- As bacias 05/33 (Rio Una ou Rio das Almas), 06 (Afluente Córrego das Palmeiras), 08 (Afluente do Córrego da Tabuleta) e 15 (Ribeirão do Braço) têm classificação de criticidade baixa, quanto ao $Q_{médio}$, média em relação ao $Q_{95\%}$ e muito alta quanto ao $Q_{7,10}$;
- As bacias 09 (Ribeirão dos Lemes), 18 (Ribeirão do Batedor) e 25 (Córrego Fazenda Cachoeira), apesar de classificação de criticidade nula ou baixa considerando as vazões $Q_{médio}$ e $Q_{95\%}$, apresenta criticidade alta quanto ao $Q_{7,10}$;
- Deve ser acompanhada com cuidado, para evitar agravamento da criticidade, a situação das bacias 17 (Córrego do Fundo), 20 (Afluente do Ribeirão do Barreiro), 26 (Ribeirão Araraquara) e 27 (Córrego do Almeida) que, embora com classificação nula ou baixa considerando as vazões $Q_{médio}$ e $Q_{95\%}$, apresenta criticidade média quanto ao $Q_{7,10}$;
- Encontram-se, atualmente, em situação confortável, quanto ao balanço hídrico, as bacias 01 (Ribeirão da Bocaina), 13 (Ribeirão dos Monteiros), 19 (Afluente do Rio Formoso), 22 (Ribeirão Capetinga), 23 (Rio do Pimenta), 30 (Córrego das Couves), 31 (Córrego das Palmeiras e Ribeirão do Charco), 32 (Ribeirão da Tapera), 35 (Afluente do Rio Buquira/ Ferrão - Córrego da Serrinha), 37 (Rio Bananal) e 38 (Ribeirão Vermelho); e
- As bacias em melhor situação, quanto ao balanço hídrico, são as bacias 10 (Afluente do Córrego do Sertãozinho), 12 (Afluente do Rio do Chapéu), 16 (Rio Buquira/ Ferrão), 21 (Afluente do Ribeirão do Barreiro), 29 (Ribeirão dos Souzas) e 34 (Rio Buquira/ Ferrão), pois apresentam, considerando as três vazões de referência, classificação como bacias sem criticidade.

Os mapas com a classificação do balanço hídrico dessas bacias encontram-se nos Anexos B-1, B-2 e B-3 ($Q_{médio}$), Anexos C-1, C-2 e C-3 ($Q_{95\%}$) e Anexos D-1, D-2 e D-3 ($Q_{7,10}$).

Ressalta-se a importância de considerar, por precaução, na definição de ações de gestão, a classificação dessas bacias quanto ao $Q_{7,10}$, em decorrência da recente crise hídrica e da tendência de persistência do quadro de redução de chuvas em períodos chuvosos, em área da UGRHI 02.

Tabela IV-93 – Classificação do balanço hídrico por bacias com captação para abastecimento público - $Q_{médio}$, $Q_{95\%}$ e $Q_{7,10}$.

Bacia	Curso d'água principal	$Q_{médio}$	$Q_{95\%}$	$Q_{7,10}$
Bacia 01	Ribeirão da Bocaina	<=2,5%	> 5% e <= 30%	> 5% e <= 30%
Bacia 02	Ribeirão Passa Vinte	> 2,5% e <= 15%	> 50 % e <= 100%	**> 100%**
Bacia 03	Afluente do Rio Paraíba do Sul	> 2,5% e <= 15%	> 50 % e <= 100%	**> 100%**
Bacia 04	Rio Entupido	> 2,5% e <= 15%	> 50 % e <= 100%	**> 100%**
Bacia 05	Rio Una ou Rio das Almas	> 2,5% e <= 15%	> 30 % e <= 50%	**> 100%**
Bacia 06	Afluente Córrego das Palmeiras	> 2,5% e <= 15%	> 30 % e <= 50%	**> 100%**
Bacia 07	Ribeirão Benfica	> 25% e <= 50%	**> 100%**	**> 100%**
Bacia 08	Afluente do Córrego da Tabuleta	> 2,5% e <= 15%	> 30 % e <= 50%	**> 100%**
Bacia 09	Ribeirão dos Lemes	<=2,5%	> 5% e <= 30%	> 50 % e <= 100%
Bacia 10	Afluente do Córrego do Sertãozinho	<=2,5%	<=5%	<=5%
Bacia 11	Ribeirão da Fortaleza	**> 50%**	**> 100%**	**> 100%**
Bacia 12	Afluente do Rio do Chapéu	<=2,5%	<=5%	<=5%
Bacia 13	Ribeirão dos Monteiros	<=2,5%	<=5%	> 5% e <= 30%
Bacia 14	Afluente do Ribeirão da Fortaleza	**> 50%**	**> 100%**	**> 100%**
Bacia 15	Ribeirão do Braço	> 2,5% e <= 15%	> 30 % e <= 50%	**> 100%**
Bacia 16	Rio Buquira/ Ferrão	<=2,5%	<=5%	<=5%
Bacia 17	Córrego do Fundo	<=2,5%	> 5% e <= 30%	> 30 % e <= 50%
Bacia 18	Ribeirão do Batedor	> 2,5% e <= 15%	> 5% e <= 30%	> 50 % e <= 100%
Bacia 19	Afluente do Rio Formoso	> 2,5% e <= 15%	> 5% e <= 30%	> 5% e <= 30%
Bacia 20	Afluente do Ribeirão do Barreiro	<=2,5%	> 5% e <= 30%	> 30 % e <= 50%
Bacia 21	Afluente do Ribeirão do Barreiro	<=2,5%	<=5%	<=5%
Bacia 22	Ribeirão Capetinga	<=2,5%	> 5% e <= 30%	> 5% e <= 30%
Bacia 23	Rio do Pimenta	<=2,5%	> 5% e <= 30%	> 5% e <= 30%
Bacia 24	Afluente do Ribeirão Barreiro (Córrego Bairro São Pedro)	> 2,5% e <= 15%	> 50 % e <= 100%	**> 100%**
Bacia 25	Afluente do Rio Formoso/(Córrego Fazenda Cachoeira)	> 2,5% e <= 15%	> 5% e <= 30%	> 50 % e <= 100%
Bacia 26	Ribeirão Araraquara	> 2,5% e <= 15%	> 5% e <= 30%	> 30 % e <= 50%
Bacia 27	Córrego do Almeida	> 2,5% e <= 15%	> 5% e <= 30%	> 30 % e <= 50%
Bacia 28	Ribeirão Guaratinguetá	> 25% e <= 50%	**> 100%**	**> 100%**
Bacia 29	Ribeirão dos Souzas	<=2,5%	<=5%	<=5%
Bacia 30	Córrego das Couves	<=2,5%	<=5%	> 5% e <= 30%
Bacia 31	Córrego das Palmeiras e Ribeirão do Charco	> 2,5% e <= 15%	> 5% e <= 30%	> 5% e <= 30%
Bacia 32	Ribeirão da Tapera	<=2,5%	<=5%	> 5% e <= 30%
Bacia 33	Rio Una ou Rio das Almas	> 2,5% e <= 15%	> 30 % e <= 50%	**> 100%**
Bacia 34	Rio Buquira/ Ferrão	<=2,5%	<=5%	<=5%
Bacia 35	Afluente do Rio Buquira/ Ferrão (Córrego da Serrinha)	<=2,5%	<=5%	> 5% e <= 30%
Bacia 36	Ribeirão do Guameral ou Pirutinga	**> 50%**	**> 100%**	**> 100%**
Bacia 37	Rio Bananal	> 2,5% e <= 15%	> 5% e <= 30%	> 5% e <= 30%
Bacia 38	Ribeirão Vermelho	<=2,5%	> 5% e <= 30%	> 5% e <= 30%

Criticidade: Sem criticidade | Baixa | Média | Alta | Muito alta

Fonte: Ceivap, 2018a e Bancos de Outorgas do DAEE e ANA.

4.1.5.3. Conteúdo complementar

Neste conteúdo complementar são apresentados os dados, relativos ao ano de 2019, dos parâmetros apresentados no **Quadro IV-5**, por município. Tais dados foram obtidos no arquivo digital, referente ao Banco de Indicadores, disponibilizado pela CRHi para elaboração do Relatório de Situação 2019/2020, que não consideram as outorgas da ANA e da transposição Jaguari-Atibainha.

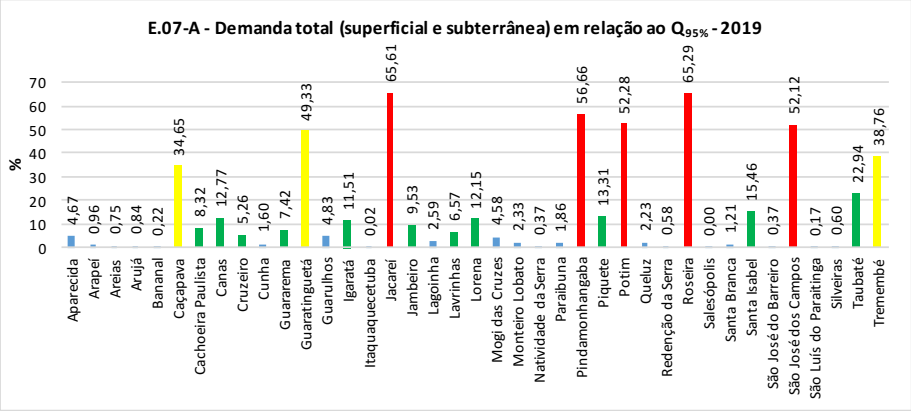
Embora os dados dos parâmetros dos indicadores, tal com o disponibilizado pela CRHi, não retratem a realidade, por não considerarem as outorgas da ANA e da transposição Jaguari-Atibainha, eles têm o mérito de evidenciar assimetrias existentes na UGRHI 02, a partir da análise por município, ao destacar os municípios de Caçapava, Guaratinguetá, Jacareí, Lorena, Pindamonhangaba, Potim, Roseira e São José dos Campos, em situação que merece atenção, conforme apresentado nos subitens a seguir.

Destaca-se que a classificação desses parâmetros segue o estabelecido nas **Tabelas IV-86** e **IV-87**.

4.1.5.3.1. E.07-A - Demanda total (superficial e subterrânea) em relação ao $Q_{95\%}$

Os dados, referentes a 2019, do parâmetro E.07-A - Demanda total (superficial e subterrânea) em relação ao $Q_{95\%}$, por município, mostram valores superiores a 50% em cinco municípios (Jacareí, Roseira, Pindamonhangaba, Potim e São José dos Campos). A situação é de alerta em três municípios (Guaratinguetá, Tremembé e Caçapava). Quanto aos demais municípios, a situação pode ser considerada boa (E.07-A > 5% e ≤ 30%) em 11 municípios e muito boa (E.07-A ≤ 5%) em 20 (**Figura IV-249**).

Figura IV-249 – E.07-A - Demanda total (superficial e subterrânea) em relação ao $Q_{95\%}$, por município.

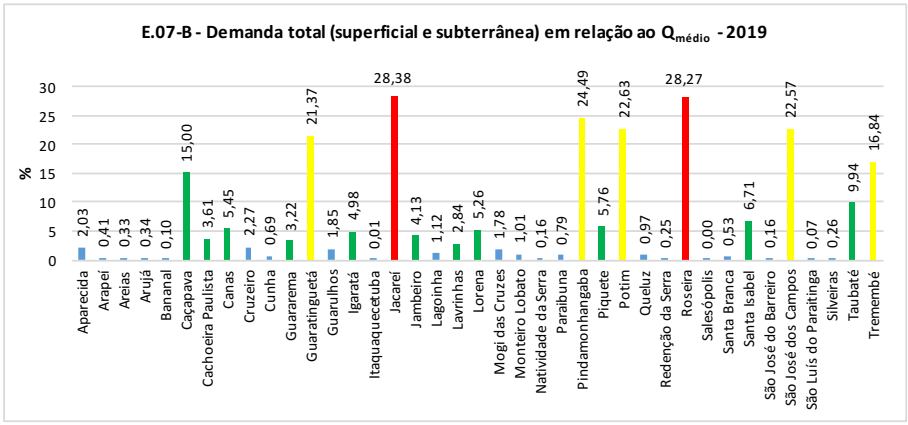


Fonte: Banco de Indicadores 2020, da CRHi.

4.1.5.3.2. E.07-B - Demanda total (superficial e subterrânea) em relação ao $Q_{médio}$

Os dados do parâmetro E.07-B - Demanda total (superficial e subterrânea) em relação ao $Q_{médio}$, por município, mostram valores entre 25% e 50% em apenas dois municípios (Jacareí e Roseira); valores entre 15% e 25%, em seis municípios (Pindamonhangaba, Potim, São José dos Campos, Guaratinguetá e Tremembé); valores entre 2,5% e 15%, em 11 municípios (Caçapava, Taubaté, Santa Isabel, Piquete, Canas, Lorena, Igaratá, Jambeiro, Cachoeira Paulista e Guararema). Os demais municípios apresentam demanda total (superficial e subterrânea) em relação ao $Q_{médio}$ inferior a 2,5% (**Figura IV-250**).

Figura IV-250 – E.07-B - Demanda total (superficial e subterrânea) em relação ao $Q_{médio}$, por município.

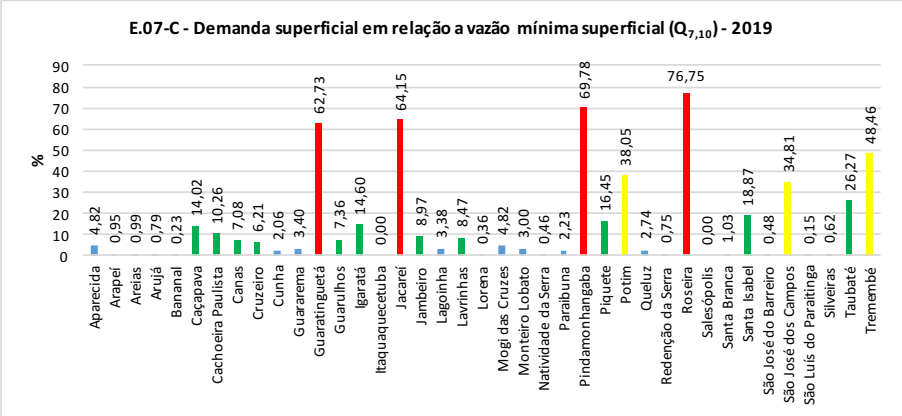


Fonte: Banco de Indicadores 2020, da CRHi.

4.1.5.3.3. E.07-C - Demanda superficial em relação à vazão mínima superficial ($Q_{7,10}$)

Os dados do parâmetro E.07-C - Demanda superficial em relação à vazão mínima superficial ($Q_{7,10}$), por município, mostram valores superiores a 50% em quatro municípios (Roseira, Pindamonhangaba, Jacareí e Guaratinguetá); valores entre 30% e 50% em três municípios (Tremembé, Potim e São José dos Campos); e 11 municípios com E.07-C entre 5% e 30% (Taubaté, Santa Isabel, Piquete, Igaratá, Caçapava, Cachoeira Paulista, Jambeiro, Lavrinhas, Guarulhos, Canas e Cruzeiro). Os demais municípios apresentam demanda superficial em relação a vazão mínima superficial ($Q_{7,10}$) inferior a 5% (**Figura IV-251**).

Figura IV-251 – E.07-C - Demanda superficial em relação à vazão mínima superficial ($Q_{7,10}$), por município.

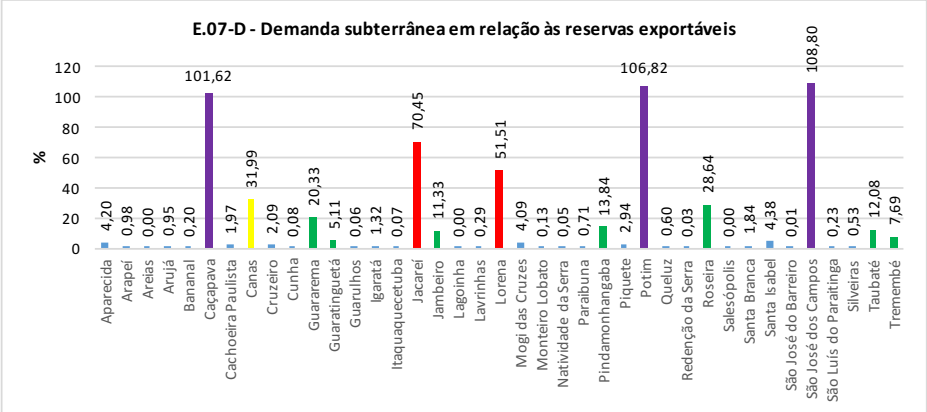


Fonte: Banco de Indicadores 2020, da CRHi.

4.1.5.3.4. E.07-D - Demanda subterrânea em relação às reservas exportáveis

Os dados do parâmetro E.07-D - Demanda subterrânea em relação às reservas exportáveis, por município, mostram a grave situação de valores superiores a 100% em três municípios (São José dos campos, Potim e Caçapava); em dois municípios, Jacareí e Lorena, o E.07-D situa-se entre 50% e 100%; o único município com E.07-D entre 30% e 50% é Canas; em sete municípios os valores são superiores a 5% e inferiores a 30% (Roseira, Guararema, Pindamonhangaba, Taubaté, Jambeiro, Tremembé e Guaratinguetá. Nos demais municípios os valores são inferiores a 5% (**Figura IV-252**).

Figura IV-252 – E.07-D - Demanda subterrânea em relação às reservas exportáveis, por município.



Fonte: Banco de Indicadores 2020, da CRHi.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANA – AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS. Inventário das estações fluviométricas. Brasília, DF: ANA – Superintendência de Gestão da Rede Hidrometereológica. 2 ed., 196 p, 2009.

ANA – AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS. **Atlas Brasil**: Abastecimento urbano de água - Resultados por Estado - Volume 2. Brasília: ANA - Engecorps/Cobrap, 2010.

ANA – AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS. **Outorga de direito do uso de recursos hídricos**: Cadernos de capacitação em recursos hídricos - Volume 6. Brasília, DF: ANA, 2011.

ANA – AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS. **Conjuntura dos recursos hídricos no Brasil – Informe 2014**: Encarte especial sobre a Crise Hídrica. Brasília: SPR - Superintendência de Planejamento de Recursos Hídricos, 2015a.

ANA – AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS. **Plano de ações complementares para a gestão da Crise Hídrica na Bacia do Rio Paraíba do Sul**. Brasília: SPR - Superintendência de Planejamento de Recursos Hídricos, 2015b.

ANDRADE, C.L.T. **Seleção do sistema de irrigação**. Sete Lagoas, MG: Embrapa, Circular Técnica 14. 2001. Disponível em: http://docsagencia.cnptia.embrapa.br/milho/circular_14-selecao_do_sistema_de_ irrigacao.pdf.

CEIVAP – COMITÊ DE INTEGRAÇÃO DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO PARAÍBA DO SUL. **Complementação e finalização do Plano Integrado de Recursos Hídricos da Bacia Hidrográfica do Rio Paraíba do Sul – PIRH-PS e elaboração dos planos de recursos hídricos das bacias hidrográficas afluentes**: Produto parcial 02 – Consolidação do Diagnóstico e Prognóstico e versão preliminar do banco de dados. Tomo I – Atualização das informações para Prognóstico. Revisão 03, 2018a.

CEIVAP – COMITÊ DE INTEGRAÇÃO DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO PARAÍBA DO SUL. **Complementação e finalização do Plano Integrado de Recursos Hídricos da Bacia Hidrográfica do Rio Paraíba do Sul – PIRH-PS e elaboração dos planos de recursos hídricos das bacias hidrográficas afluentes**: Produto parcial 06 – Consolidação do Plano Integrado de Recursos Hídricos da Bacia Hidrográfica do Rio Paraíba do Sul (PIRH-PS). Revisão 03, 2020b.

CHRISTOFOLETTI, A. **Geomorfologia fluvial**: Volume 1 - O canal fluvial. São Paulo, SP: Editora Edgard Blücher Ltda. 1981.

COSTA, L.F.; FARIAS JÚNIOR, J.E.F.; JOHNSON, R.M.F.; PETRUNGARO, A.C.N.; RAMOS, N.P. **Análise da precipitação da Bacia do Rio Paraíba do Sul com enfoque nos anos de 2014 a 2017**. *In*: Simpósio de Recursos Hídricos da Bacia do Rio Paraíba do Sul, 3., 2018. **Anais** [...]. Juiz de Fora: UFJF, 2018. p. 657-666.

CPRM – SERVIÇO GEOLÓGICO DO BRASIL. **Relatório-síntese do trabalho de regionalização de vazões da Sub-bacia 58**. Rio de Janeiro: CPRM, 2003.

COPPETEC – FUNDAÇÃO COPPETEC – LABORATÓRIO DE HIDROLOGIA E ESTUDOS DE MEIO AMBIENTE. **Plano de Recursos Hídricos da Bacia do Rio Paraíba do Sul – Resumo**: Análise dos impactos e das medidas mitigadoras que envolvem a construção e operação de usinas hidrelétricas - Relatório Contratual - R-6b - PSR-009-R1 Relatório Final. Rio de Janeiro: Ceivap – Agevap. 2007.

DAEE – DEPARTAMENTO DE ÁGUAS E ENERGIA ELÉTRICA. **Manual de cálculo das vazões máximas, médias e mínimas nas bacias hidrográficas do Estado de São Paulo**. São Paulo: DAEE. 2006.

DAEE - DEPARTAMENTO DE ÁGUAS E ENERGIA ELÉTRICA; IG – INSTITUTO GEOLÓGICO; IPT – INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS DO ESTADO DE SÃO PAULO; CPRM – SERVIÇO GEOLÓGICO DO BRASIL. **Mapa de águas subterrâneas do Estado de São Paulo**: escala: 1:1.000.000. v 3. 119p. 2005.

GALVÃO, J.; BERMANN, C. **Crise hídrica e energia**: conflitos no uso múltiplo das águas. *Estudos avançados,* 29 (84), 2015.

KIMURA, G. **Gestão de Aquíferos**. Disponível em: <https://www.agenciapeixevivo.org.br/Gestao_Aguas_Subterraneas.pdf >Acesso: outubro de 2020.

LOPES, A.V.; FREITAS, M.A.S. **A alocação de água como instrumento de gestão de recursos hídricos**: experiências brasileiras. *Rega - Revista de Gestão de Água da América Latina*, v.4, n.1. Porto Alegre: ABRH, 2007.

LOPES, J.E.G.; SANTOS, R.C.P. **Capacidade de reservatórios**. São Paulo: Escola Politécnica da Universidade de São Paulo - Departamento de Engenharia Hidráulica e Sanitária. 64p. 2002.

MENDES, L. A. **Análise dos critérios de outorga de direito de usos consuntivos dos recursos hídricos baseados em vazões mínimas e em vazões de permanência**. Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, 2007.

SABESP – COMPANHIA DE SANEAMENTO BÁSICO DO ESTADO DE SÃO PAULO. **Relatório de Sustentabilidade 2016**. São Paulo: Sabesp. 58p. 2016.

SABESP – COMPANHIA DE SANEAMENTO BÁSICO DO ESTADO DE SÃO PAULO. **Relatório de Sustentabilidade 2017**. São Paulo: Sabesp. 54p. 2017.

SABESP – COMPANHIA DE SANEAMENTO BÁSICO DO ESTADO DE SÃO PAULO. **Relatório de Sustentabilidade 2018**. São Paulo: Sabesp. 53p. 2018.

SÃO PAULO (Estado). SECRETARIA DO MEIO AMBIENTE. **Subsídios ao Planejamento Ambiental da Unidade Hidrográfica de Gerenciamento de Recursos Hídricos do Paraíba do Sul**: UGRHI 02. São Paulo: Secretaria do Meio Ambiente do Estado de São Paulo/Coordenadoria de Planejamento Ambiental. 204 p. 2011.

SÃO PAULO (Estado). SECRETARIA DE SANEAMENTO E RECURSOS HÍDRICOS. COORDENADORIA DE RECURSOS HÍDRICOS. **Plano Estadual de Recursos Hídricos (PERH)**: 2012/2015. São Paulo: SSRH/CRHi. 210 p. 2013.

SIGRH - SECRETARIA DE SANEAMENTO E RECURSOS HÍDRICOS. **Orientações para a utilização de águas subterrâneas no Estado de São Paulo**. Conselho Estadual de Recursos Hídricos. Organização: ABAS - Associação Brasileira de Águas Subterrâneas. Governo o Estado de São Paulo. São Paulo. 52p. 2015.

VIDAL, A.C. **Caracterização hidrogeoquímica dos compartimentos estruturais da Bacia de Taubaté**. 1997. 128 f. Dissertação (Mestrado em Geociências) – Instituto de Geociências, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, SP, 1997.