



Comitês PCJ

***Primeira Revisão do Plano das Bacias
Hidrográficas dos Rios Piracicaba, Capivari e
Jundiaí 2010 a 2020***

Com propostas de “atualização do Enquadramento dos corpos d’água e de programa de efetivação do Enquadramento dos corpos d’água até o ano de 2035”

RELATÓRIO FINAL

Revisão 05

Tomo II - Diagnóstico

Abril de 2018

Execução Técnica:



05	04/05/2018	Revisão 05	Revisão após aprovação do RF em Plenária
04	20/04/2018	Revisão 04	Revisão após avaliação do GT Acompanhamento
03	23/03/2018	Revisão 03	Revisão após avaliação do GT e CT PB
02	06/03/2018	Revisão 02	Revisão após avaliação do GT
01	05/12/2017	Revisão 01	Revisão pós GT e CTPL
00	16/11/2017	Revisão 00	Primeira entrega - RF
Revisão	Data	Descrição	Detalhamento

RELATÓRIO FINAL – DIAGNÓSTICO – TOMO II - REVISÃO 05

Primeira Revisão do Plano das Bacias Hidrográficas dos Rios Piracicaba, Capivari e Jundiá 2010 a 2020

Revisão:	Data
Revisão 05	04/05/2018

Execução Técnica:



Realização:



APRESENTAÇÃO

O presente relatório consiste no Relatório Final da Revisão e Atualização do Plano das Bacias Hidrográficas dos Rios Piracicaba, Capivari e Jundiá 2010 a 2020.

O Relatório Final possui a consolidação do trabalho realizado na Etapa 1, sendo composta pelo Diagnóstico, Prognóstico e Plano de Ações, alinhada à proposta técnica apresentada no processo licitatório junto à Agência PCJ e ao Plano de Trabalho aprovado, estando orientado de modo a atender os termos de referência, a Resolução CNRH 145/2012 e a Deliberação CRH-SP nº 146/2012.

Piracicaba, abril de 2018.

SUMÁRIO GERAL – RELATÓRIO FINAL

TOMO I - DIAGNÓSTICO

INTRODUÇÃO GERAL

1. HISTÓRICO E CONTEXTO DA REVISÃO DO PLANO DAS BACIAS PCJ 2010 A 2020
2. CARACTERIZAÇÃO GERAL
3. CARACTERIZAÇÃO FÍSICA
4. SANEAMENTO BÁSICO

REFERÊNCIAS

TOMO II - DIAGNÓSTICO

INTRODUÇÃO GERAL

5. DISPONIBILIDADE DE RECURSOS HÍDRICOS
6. DEMANDAS POR RECURSOS HÍDRICOS
7. BALANÇO: DEMANDA VERSUS DISPONIBILIDADE
8. QUALIDADE DAS ÁGUAS
9. GESTÃO DO TERRITÓRIO E ÁREAS SUJEITAS A GERENCIAMENTO ESPECIAL
10. AVALIAÇÃO DO PLANO DE BACIA HIDROGRÁFICA
11. SÍNTESE DO DIAGNÓSTICO

REFERÊNCIAS

TOMO III - PROGNÓSTICO

INTRODUÇÃO GERAL

12. PLANOS, PROGRAMAS, PROJETOS E EMPREENDIMENTOS
13. DINÂMICA SOCIOECONÔMICA E PROJEÇÃO DAS DEMANDAS
14. AVALIAÇÃO DE CONDIÇÕES HIDROLÓGICAS FUTURAS: DISPONIBILIDADE HÍDRICA
15. CENÁRIOS FUTUROS: BALANÇO HÍDRICO
16. SISTEMA DE SUPORTE A DECISÃO
17. CENÁRIOS FUTUROS: SANEAMENTO BÁSICO
18. PROGNÓSTICO DA QUALIDADE DAS ÁGUAS
19. GESTÃO DOS RECURSOS HÍDRICOS
20. ÁREAS CRÍTICAS E PRIORIDADES PARA GESTÃO DOS RECURSOS HÍDRICOS

REFERÊNCIAS

TOMO IV – PLANO DE AÇÕES

INTRODUÇÃO GERAL

21. AVALIAÇÃO DAS METAS DO PLANO DAS BACIAS PCJ 2010 A 2020
22. DEFINIÇÃO DAS AÇÕES, METAS E INVESTIMENTOS PARA GESTÃO DOS RECURSOS HÍDRICOS
23. BALANÇO ENTRE AS PRIORIDADES DE GESTÃO E AS AÇÕES
24. ARRANJO INSTITUCIONAL PARA IMPLEMENTAÇÃO DO PLANO
25. DEFINIÇÃO DA SISTEMÁTICA DE ACOMPANHAMENTO DO PLANO PCJ
26. DIRETRIZES PARA GESTÃO DOS RECURSOS HÍDRICOS
27. RECOMENDAÇÕES PARA OS SETORES USUÁRIOS

REFERÊNCIAS

TOMO V - ANEXOS

SUMÁRIO ESPECÍFICO – TOMO II

INTRODUÇÃO GERAL	29
5 DISPONIBILIDADE DE RECURSOS HÍDRICOS	31
5.1 Caracterização das redes de monitoramento quantitativo.....	31
5.1.1 Caracterização da rede de monitoramento fluviométrico da ANA	31
5.1.2 Caracterização da rede de monitoramento fluviométrico do DAEE/SAISP	46
5.1.3 Caracterização da rede de monitoramento pluviométrico	55
5.1.4 Caracterização das redes telemétricas	59
5.2 Disponibilidade Hídrica	62
5.2.1 Disponibilidade Superficial.....	62
5.2.2 Disponibilidade Subterrânea.....	106
5.3 Regularização.....	116
5.3.1 Sistema Produtor Cantareira	116
5.3.2 Outras regularizações.....	132
6 DEMANDAS POR RECURSOS HÍDRICOS.....	135
6.1 Demandas Consuntivas.....	135
6.1.1 Demanda para o Abastecimento.....	135
6.1.2 Demanda Industrial.....	153
6.1.3 Demanda de Irrigação	171
6.1.4 Demanda da Criação Animal	189
6.1.5 Análise integrada de demandas – Usos Consuntivos	196
6.2 Demandas Não Consuntivas	205
6.2.1 Navegação	205
6.2.2 Turismo, recreação e Lazer	207
6.2.3 Pesca	209
6.2.4 Aquicultura	211
6.2.5 Aproveitamentos Hidrelétricos	213
6.2.6 Compilação dos usos não consuntivos	216
7 BALANÇO: DEMANDA VERSUS DISPONIBILIDADE	219
7.1 Balanço Hídrico Superficial.....	219
7.1.1 Balanço hídrico geral	219
7.1.2 Balanço hídrico acumulado.....	227
7.1.3 Saldo hídrico.....	233

7.2	Balanço Hídrico Subterrâneo	241
7.3	Balanço Hídrico Integrado	246
8	QUALIDADE DAS ÁGUAS	249
8.1	Qualidade das águas superficiais	249
8.1.1	Caracterização da rede de monitoramento	249
8.1.2	Condição atual da qualidade da água.....	257
8.1.3	Indicadores da qualidade da água	361
8.1.4	Lançamento de efluentes	405
8.1.5	Cargas potenciais e remanescentes.....	411
8.2	Qualidade das águas subterrâneas	421
8.2.1	Caracterização Hidroquímica.....	421
8.2.2	Vulnerabilidade.....	429
9	GESTÃO DO TERRITÓRIO E DE ÁREAS SUJEITAS A GERENCIAMENTO ESPECIAL	437
9.1	Remanescentes de Vegetação Natural e Áreas Protegidas.....	437
9.1.1	Enquadramento fitogeográfico e Remanescentes de Vegetação Natural	437
9.1.2	Áreas Protegidas	448
9.2	Áreas Suscetíveis a Erosão, Escorregamento e/ou Assoreamento	465
9.3	Áreas Suscetíveis a Inundação, Enxurradas e/ou Alagamento	485
9.4	Poluição Ambiental.....	499
10	AVALIAÇÃO DO PLANO DE BACIA HIDROGRÁFICA	507
11	SÍNTESE DO DIAGNÓSTICO.....	523
	REFERÊNCIAS.....	530

Índice de Figuras

Figura 5.1 – Hidrógrafa da estação 62622000	69
Figura 5.2 – Hidrógrafa da estação 62665000	69
Figura 5.3 – Hidrógrafa da estação 62395000	69
Figura 5.4 – Hidrógrafa da estação 62625000	70
Figura 5.5 – Hidrógrafa da estação 62628000	70
Figura 5.6 – Hidrógrafa da estação 62670000	70
Figura 5.7 – Hidrógrafa da estação 62600000	71
Figura 5.8 – Hidrógrafa da estação 62676000	71
Figura 5.9 – Hidrógrafa da estação 62605000	71
Figura 5.10 – Hidrógrafa da estação 62680000	72
Figura 5.11 – Hidrógrafa da estação 62690000	72
Figura 5.12 – Hidrógrafa da estação 62632000	72
Figura 5.13 – Hidrógrafa da estação 62707000	73
Figura 5.14 – Hidrógrafa da estação 62715000	73
Figura 5.15 – Hidrógrafa da estação 62420000	73
Figura 5.16 – Áreas de drenagem, vazões médias de longo período (Q_{mlp}) e vazões de permanência para 95% do tempo (Q_{95}) para as estações selecionadas nas Bacias PCJ	75
Figura 5.17 – Vazões $Q_{7,10}$ calculadas para as 15 estações analisadas	76
Figura 5.18 - Vazões $Q_{7,10}$ específicas calculadas para as 15 estações selecionadas	77
Figura 5.19 – Vazões médias mensais em cada estação para os doze meses do ano	78
Figura 5.20 – Vazões médias mensais adimensionalizadas em relação à média de longo período para as estações das Bacias PCJ.....	79
Figura 5.21 – Curva de permanência para a estação 62622000	81
Figura 5.22 – Curva de permanência para a estação 62665000	81
Figura 5.23 – Curva de permanência para a estação 62395000	82
Figura 5.24 – Curva de permanência para a estação 62625000	82
Figura 5.25 – Curva de permanência para a estação 62628000	83
Figura 5.26 – Curva de permanência para a estação 62670000	83
Figura 5.27 – Curva de permanência para a estação 62600000	84
Figura 5.28 – Curva de permanência para a estação 62676000	84
Figura 5.29 – Curva de permanência para a estação 62605000	85
Figura 5.30 – Curva de permanência para a estação 62680000	85
Figura 5.31 – Curva de permanência para a estação 62690000	86
Figura 5.32 – Curva de permanência para a estação 62632000	86
Figura 5.33 – Curva de permanência para a estação 62700000	87
Figura 5.34 – Curva de permanência para a estação 62715000	87
Figura 5.35 – Curva de permanência para a estação 62420000	88
Figura 5.36 – Curvas de permanência para as 14 estações selecionadas para a disponibilidade	89
Figura 5.37 – Regressão linear para a Q_{mlp} com as 14 estações selecionadas.....	91
Figura 5.38 – Regressão linear para a Q_{95} com as 14 estações selecionadas.....	91
Figura 5.39 – Regressão linear para a $Q_{7,10}$ com as 14 estações selecionadas.....	92
Figura 5.40 – Regressão linear para a Q_{mlp} com as 12 estações de menor área	92
Figura 5.41 – Regressão linear para a Q_{95} com as 12 estações de menor área	93
Figura 5.42 – Regressão linear para a $Q_{7,10}$ com as 12 estações de menor área.....	93
Figura 5.43 – Vazões $Q_{7,10}$ regionalizadas para as Bacias PCJ.....	97
Figura 5.44 - Vazões $Q_{7,10}$ regionalizadas para as Bacias PCJ.....	99

Figura 5.45 – Esquemático do funcionamento do Sistema Cantareira.....	117
Figura 5.46 – Esquemático da localização das represas do Sistema Cantareira	118
Figura 5.47 – Volumes operacionais do Sistema Equivalente.....	119
Figura 5.48 – Esquemático do funcionamento do Sistema Cantareira	120
Figura 5.49 - Volumes acumulados e vazões de defluência no Reservatório de Jaguari-Jacareí	121
Figura 5.50 – Vazões afluentes, de transposição e defluentes no Reservatório de Jaguari-Jacareí.....	122
Figura 5.51 - Volumes acumulados e vazões de defluência no Reservatório de Cachoeira	122
Figura 5.52 - Vazões afluentes, de transposição e defluentes no Reservatório de Cachoeira	123
Figura 5.53 – Volumes acumulados e vazões de defluência no Reservatório de Atibainha	123
Figura 5.54 - Vazões afluentes, de transposição e defluentes no Reservatório de Atibainha	124
Figura 5.55 – Esquemático do funcionamento do Sistema Cantareira	128
Figura 5.56 – Localização dos postos de controle	130
Figura 5.57 – Fluxos das transposições para o abastecimento público nas Bacias PCJ....	133
Figura 6.1 – Demandas potenciais por sub-bacia.	141
Figura 6.2 – Demandas reais e demandas potenciais.....	151
Figura 6.3 – Número de registros para as finalidades de uso verificadas no banco de dados de cobrança paulista para os usuários industriais cuja outorga se destina à captação subterrânea.	154
Figura 6.4 – Número de registros para as finalidades de uso verificadas no banco de dados de cobrança paulista para os usuários industriais cuja outorga se destina à captação superficial.	154
Figura 6.5 – Setores de atuação das indústrias registradas no banco de dados do CNARH cuja outorga se destina à captação subterrânea, e respectivos volumes de água anuais outorgados.....	157
Figura 6.6 – Setores de atuação das indústrias registradas no banco de dados do CNARH cuja outorga se destina à captação superficial, e respectivos volumes de água anuais outorgados.....	158
Figura 6.7 - Proporção entre o número de outorgas para captação subterrânea e para captação superficial, por zona.	161
Figura 6.8 - Proporção entre os volumes outorgados (hm ³ /ano) para captação subterrânea e para captação superficial, por zona.	162
Figura 6.9 - Proporção entre o número de outorgas para captação subterrânea e para captação superficial por sub-bacia.....	163
Figura 6.10 - Proporção entre os volumes outorgados (hm ³ /ano) para captação subterrânea e para captação superficial, por sub-bacia.....	163
Figura 6.11 - Volumes anuais totais outorgados para captação de água, por zona.	164
Figura 6.12 - Volumes anuais totais outorgados para captação de água, por sub-bacia...	165
Figura 6.13 - Volumes anuais totais outorgados para lançamento, por zona.	169
Figura 6.14 - Volumes anuais totais outorgados para lançamento, por sub-bacia.....	170
Figura 6.15 - Balanço hídrico industrial.....	171
Figura 6.16 - Demanda captada estimada para irrigação por município	174
Figura 6.17 - Demanda captada estimada para irrigação por zonas	176
Figura 6.18 - Demanda captada estimada para irrigação por sub-bacias.....	177
Figura 6.19 – Demandas estimadas nos diferentes estudos anteriores	178

Figura 6.20 – Demandas conforme os cadastros e a estimativa da revisão do plano	182
Figura 6.21 – Distribuição de demanda hídrica para criação animal, por sub-bacia.....	195
Figura 6.22 – Distribuição da demanda hídrica para criação animal, por zona.....	195
Figura 6.23 – Distribuição das demandas hídricas setoriais, em cada sub-bacia e no conjunto das Bacias PCJ.	199
Figura 6.24 – Unidades equivalentes de capacidade de carga. Fonte: Relatório de Impacto Ambiental do Aproveitamento Múltiplo Santa Maria da Serra.	205
Figura 6.25 – Hidrovias nas imediações das Bacias PCJ e expressividade	206
Figura 6.26 – Número de registros de usos não consuntivos da água relacionados às atividades de turismo, recreação e lazer por zonas, nas Bacias PCJ.	208
Figura 6.27 – Número de registros de usos não consuntivos da água relacionados à atividade de pesca por zonas, nas Bacias PCJ.....	210
Figura 6.28 – Número de registros de usos não consuntivos da água relacionados à aquicultura por zonas, nas Bacias PCJ.....	212
Figura 6.29 – Localização dos aproveitamentos hidrelétricos em operação nas Bacias PCJ.	214
Figura 6.30 - Localização dos aproveitamento hidrelétricos em estudo nas Bacias PCJ. ..	216
Figura 7.1 – Vazões captadas nas sub-bacias das Bacias PCJ.....	226
Figura 7.2 - Vazões de retorno nas sub-bacias das Bacias PCJ.....	226
Figura 7.3 – Parcela das vazões captadas que retornam e que são consumidas nas Bacias PCJ.....	227
Figura 7.4 – Vazões captadas e retornadas nas Bacias PCJ.....	227
Figura 7.5 – Topologia das zonas e sub-bacias das Bacias PCJ.....	229
Figura 7.6 – Balanço hídrico líquido acumulado por zonas	232
Figura 7.7 – Saldo hídrico por zonas acumuladas	236
Figura 7.8 – Saldo hídrico por sub-bacia.....	237
Figura 7.9 – Saldo hídrico por sub-bacia comparado com as disponibilidades hídricas	238
Figura 7.10 - Densidade de poços tubulares na PCJ (extraído e modificado de Águas Subterrâneas no Estado de São Paulo, 2013).	242
Figura 7.11 - Distribuição das demandas municipais conforme as fontes (extraído e modificado de Águas Subterrâneas no Estado de São Paulo, 2013).	243
Figura 8.1 – Amostras de qualidade da água das Bacias PCJ em termos de classes equivalentes da Resolução CONAMA nº 357/2005.	266
Figura 8.2 – Evolução temporal das amostras de qualidade da água, em termos de classes equivalentes da Resolução CONAMA nº 357/2005.....	267
Figura 8.3 – Comparação das amostras de qualidade da água, por parâmetro e sub-bacia, em termos de classes equivalentes da Resolução CONAMA nº 357/2005.	268
Figura 8.4 – Amostras da sub-bacia do Rio Capivari, em termos de classe equivalente da Resolução CONAMA nº 357/2005.	269
Figura 8.5 – Amostras da sub-bacia do Rio Capivari, em termos de classe equivalente da Resolução CONAMA nº 357/2005, considerando a sazonalidade.	273
Figura 8.6 – Evolução temporal das amostras de qualidade da água da bacia do Rio Capivari, em termos de classe equivalente da Resolução CONAMA nº 357/2005.....	274
Figura 8.7 - Percentual de violação ao Enquadramento na sub-bacia do Rio Capivari.	275
Figura 8.8 – Amostras de cada ponto de monitoramento da sub-bacia do Rio Capivari, em termos de classe equivalente da Resolução CONAMA nº 357/2005.....	276
Figura 8.9 – Média das concentrações de Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO) entre 2009 e 2015 ao longo do percurso do Rio Capivari.	277

Figura 8.10 - Média das concentrações de Oxigênio Dissolvido (OD) entre 2009 e 2015 ao longo do percurso do Rio Capivari.	278
Figura 8.11 - Média das concentrações de Fósforo Total entre 2009 e 2015 ao longo do percurso do Rio Capivari.	279
Figura 8.12 - Média das concentrações de Coliformes Termotolerante/ <i>E.coli</i> entre 2009 e 2015 ao longo do percurso do Rio Capivari.	280
Figura 8.13 - Média das concentrações de Nitrogênio Amoniacal entre 2009 e 2015 ao longo do percurso do Rio Capivari.	281
Figura 8.14 – Amostras da sub-bacia do Rio Jundiá, em termos de classe equivalente da Resolução CONAMA n° 357/2005.	285
Figura 8.15 – Amostras da sub-bacia do Rio Jundiá, em termos de classe equivalente da Resolução CONAMA n° 357/2005, considerando a sazonalidade.	285
Figura 8.16 – Evolução temporal das amostras de qualidade da água da bacia do Rio Jundiá, em termos de classe equivalente da Resolução CONAMA n° 357/2005.	286
Figura 8.17 - Percentual de violação ao Enquadramento na bacia do Rio Jundiá.	287
Figura 8.18 – Amostras de cada ponto de monitoramento da sub-bacia do Rio Jundiá, em termos de classe equivalente da Resolução CONAMA n° 357/2005.	288
Figura 8.19 – Média das concentrações de Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO) entre 2009 e 2015 ao longo do percurso do Rio Jundiá.	289
Figura 8.20 - Média das concentrações de Oxigênio Dissolvido (OD) entre 2009 e 2015 ao longo do percurso do Rio Jundiá.	290
Figura 8.21 - Média das concentrações de Fósforo Total entre 2009 e 2015 ao longo do percurso do Rio Jundiá.	291
Figura 8.22 - Média das concentrações de Coliformes Termotolerantes/ <i>E.coli</i> entre 2009 e 2015 ao longo do percurso do Rio Jundiá.	292
Figura 8.23 - Média das concentrações de Nitrogênio Amoniacal entre 2009 e 2015 ao longo do percurso do Rio Jundiá.	293
Figura 8.24 – Amostras da sub-bacia do Rio Piracicaba, em termos de classe equivalente da Resolução CONAMA n° 357/2005.	297
Figura 8.25 – Amostras da sub-bacia do Rio Piracicaba, em termos de classe equivalente da Resolução CONAMA n° 357/2005, considerando a sazonalidade.	297
Figura 8.26 – Evolução temporal das amostras de qualidade da água da bacia do Rio Piracicaba, em termos de classe equivalente da Resolução CONAMA n° 357/2005.	298
Figura 8.27 - Percentual de violação ao Enquadramento na bacia do Rio Piracicaba.	299
Figura 8.28 – Amostras de cada ponto de monitoramento da sub-bacia do Rio Piracicaba, em termos de classe equivalente da Resolução CONAMA n° 357/2005.	301
Figura 8.29 – Média das concentrações de Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO) entre 2009 e 2015 ao longo do percurso do Rio Piracicaba.	302
Figura 8.30 – Média das concentrações de Oxigênio Dissolvido (OD) entre 2009 e 2015 ao longo do percurso do Rio Piracicaba.	303
Figura 8.31 – Média das concentrações de Fósforo total entre 2009 e 2015 ao longo do percurso do Rio Piracicaba.	304
Figura 8.32 – Média das concentrações de Coliformes termotolerantes/ <i>E.Coli</i> entre 2009 e 2015 ao longo do percurso do Rio Piracicaba.	305
Figura 8.33 – Média das concentrações de Nitrogênio amoniacal entre 2009 e 2015 ao longo do percurso do Rio Piracicaba.	306
Figura 8.34 – Amostras da sub-bacia do Rio Atibaia, em termos de classe equivalente da Resolução CONAMA n° 357/2005.	311

Figura 8.35 – Amostras da sub-bacia do Rio Atibaia, em termos de classe equivalente da Resolução CONAMA nº 357/2005, considerando a sazonalidade.	311
Figura 8.36 – Evolução temporal das amostras de qualidade da água da bacia do Rio Atibaia, em termos de classe equivalente da Resolução CONAMA nº 357/2005.	312
Figura 8.37 - Percentual de violação ao Enquadramento na bacia do Rio Atibaia.	313
Figura 8.38 – Amostras de cada ponto de monitoramento da sub-bacia do Rio Atibaia, em termos de classe equivalente da Resolução CONAMA nº 357/2005.	314
Figura 8.39 – Média das concentrações de Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO) entre 2009 e 2015 ao longo do percurso do Rio Atibaia.	315
Figura 8.40 – Média das concentrações de Oxigênio Dissolvido (OD) entre 2009 e 2015 ao longo do percurso do Rio Atibaia.	316
Figura 8.41 – Média das concentrações de Fósforo total entre 2009 e 2015 ao longo do percurso do Rio Atibaia.	317
Figura 8.42 – Média das concentrações de Coliformes termotolerantes/ <i>E.Coli</i> entre 2009 e 2015 ao longo do percurso do Rio Atibaia.	318
Figura 8.43 – Média das concentrações de Nitrogênio amoniacal entre 2009 e 2015 ao longo do percurso do Rio Atibaia.	319
Figura 8.44 – Amostras da sub-bacia do Rio Jaguari, em termos de classe equivalente da Resolução CONAMA nº 357/2005.	320
Figura 8.45 – Amostras da sub-bacia do Rio Jaguari, em termos de classe equivalente da Resolução CONAMA nº 357/2005, considerando a sazonalidade.	323
Figura 8.46 – Evolução temporal das amostras de qualidade da água da bacia do Rio Jaguari, em termos de classe equivalente da Resolução CONAMA nº 357/2005.	324
Figura 8.47 - Percentual de violação ao Enquadramento na bacia do Rio Jaguari.	325
Figura 8.48 – Amostras de cada ponto de monitoramento da sub-bacia do Rio Jaguari, em termos de classe equivalente da Resolução CONAMA nº 357/2005.	327
Figura 8.49 – Média das concentrações de Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO) entre 2009 e 2015 ao longo do percurso do Rio Jaguari.	328
Figura 8.50 – Média das concentrações de Oxigênio Dissolvido (OD) entre 2009 e 2015 ao longo do percurso do Rio Jaguari.	329
Figura 8.51 – Média das concentrações de Fósforo total entre 2009 e 2015 ao longo do percurso do Rio Jaguari.	330
Figura 8.52 – Média das concentrações de Coliformes termotolerantes/ <i>E.Coli</i> entre 2009 e 2015 ao longo do percurso do Rio Jaguari.	331
Figura 8.53 – Média das concentrações de Nitrogênio amoniacal entre 2009 e 2015 ao longo do percurso do Rio Jaguari.	332
Figura 8.54 – Amostras da sub-bacia do Rio Camanducaia, em termos de classe equivalente da Resolução CONAMA nº 357/2005.	333
Figura 8.55 – Amostras da sub-bacia do Rio Camanducaia, em termos de classe equivalente da Resolução CONAMA nº 357/2005, considerando a sazonalidade.	337
Figura 8.56 – Evolução temporal das amostras de qualidade da água da bacia do Rio Camanducaia, em termos de classe equivalente da Resolução CONAMA nº 357/2005. ...	338
Figura 8.57 - Percentual de violação ao Enquadramento na bacia do Rio Camanducaia. .	339
Figura 8.58 – Amostras de cada ponto de monitoramento da sub-bacia do Rio Camanducaia, em termos de classe equivalente da Resolução CONAMA nº 357/2005.	340
Figura 8.59 – Média das concentrações de Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO) entre 2009 e 2015 ao longo do percurso do Rio Camanducaia.	341
Figura 8.60 – Média das concentrações de Oxigênio Dissolvido (OD) entre 2009 e 2015 ao longo do percurso do Rio Camanducaia.	342

Figura 8.61 – Média das concentrações de Fósforo total entre 2009 e 2015 ao longo do percurso do Rio Camanducaia.....	343
Figura 8.62 – Média das concentrações de Coliformes termotolerantes/ <i>E.Coli</i> entre 2009 e 2015 ao longo do percurso do Rio Camanducaia.	344
Figura 8.63 – Média das concentrações de Nitrogênio amoniacal entre 2009 e 2015 ao longo do percurso do Rio Camanducaia.....	345
Figura 8.64 – Amostras da sub-bacia do Rio Corumbataí, em termos de classe equivalente da Resolução CONAMA n° 357/2005.	346
Figura 8.65 – Amostras da sub-bacia do Rio Corumbataí, em termos de classe equivalente da Resolução CONAMA n° 357/2005, considerando a sazonalidade.	349
Figura 8.66 – Evolução temporal das amostras de qualidade da água da bacia do Rio Corumbataí, em termos de classe equivalente da Resolução CONAMA n° 357/2005.	350
Figura 8.67 - Percentual de violação ao Enquadramento na bacia do Rio Corumbataí.	351
Figura 8.68 – Amostras de cada ponto de monitoramento da sub-bacia do Rio Corumbataí, em termos de classe equivalente da Resolução CONAMA n° 357/2005.....	352
Figura 8.69 – Média das concentrações de Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO) entre 2009 e 2015 ao longo do percurso do Rio Corumbataí.....	353
Figura 8.70 – Média das concentrações de Oxigênio Dissolvido (OD) entre 2009 e 2015 ao longo do percurso do Rio Corumbataí.....	354
Figura 8.71 – Média das concentrações de Fósforo total entre 2009 e 2015 ao longo do percurso do Rio Corumbataí.....	355
Figura 8.72 – Média das concentrações de Coliformes termotolerantes/ <i>E.Coli</i> entre 2009 e 2015 ao longo do percurso do Rio Corumbataí.....	356
Figura 8.73 – Média das concentrações de Nitrogênio amoniacal entre 2009 e 2015 ao longo do percurso do Rio Corumbataí.....	357
Figura 8.74 - Percentual de violação ao Enquadramento nas Bacia PCJ (2009-2015) por parâmetro e período (seco e chuvoso).....	359
Figura 8.75 - Percentual de violação ao Enquadramento nas Bacia PCJ (2009-2015) por parâmetros, período (seco e chuvoso) e sub-bacia.....	360
Figura 8.76 – Percentual de amostras não conformes, em todas as sub-bacias.....	361
Figura 8.77 – Número de pontos por categoria de IQA, considerando a média anual dos IQAs.	363
Figura 8.78 –Percentual das classes de IQA nos períodos secos e chuvosos.....	365
Figura 8.79 - Número de amostras por categoria de IQA nos períodos secos e chuvosos.....	365
Figura 8.80 –Percentual de IQAs, por categoria, nas sub-bacias, considerando o período de 2009 a 2015.....	366
Figura 8.81 – Médias anuais dos IQAs (2009 a 2015) nas sub-bacias.....	366
Figura 8.82–Evolução dos IQAs, com base no percentual da classificação das amostras, em cada Sub-bacia.....	371
Figura 8.83 –Percentual de amostras por categoria, na porção mineira das Bacias PCJ... ..	372
Figura 8.84 – Percentual de amostras, por categoria, no período seco e chuvoso, na porção mineira das Bacias PCJ.....	373
Figura 8.85 – Percentual de amostras, por categoria, considerando o período seco e chuvoso, na porção mineira das Bacias PCJ.	373
Figura 8.86 –Evolução anual dos IQAs médios dos pontos localizados na porção mineira das Bacias PCJ.....	374
Figura 8.87 – Número de pontos por categoria de IAP, considerando a média anual dos IAPs.	377
Figura 8.88 –Percentual das classes de IAP nos períodos secos e chuvosos.	378

Figura 8.89 – Percentual de amostras por categoria de IAP nos períodos secos e chuvosos.	379
Figura 8.90 – Percentual do IAP em cada sub-bacia.	379
Figura 8.91 – Evolução anual dos IAPs.	380
Figura 8.92 – Número de pontos por categoria de IET, no período compreendido entre 2009 e 2015.	386
Figura 8.93 - Número de pontos por categoria de IET, na porção paulista das bacias PCJ (a esquerda) e na porção mineira das Bacias PCJ (a direita).	386
Figura 8.94 - Percentual das classes de IET nos períodos secos e chuvosos, no período entre 2009 e 2015.	388
Figura 8.95 – Percentual do IET em cada sub-bacia.	388
Figura 8.96 – Evolução anual dos IETs médios.	389
Figura 8.97 – Percentual de amostras em cada grau de trofia, nos pontos localizados em reservatórios.	394
Figura 8.98 – Número de pontos por categoria de IVA, considerando a média anual dos IVAs.	396
Figura 8.99 - Percentual das classes de IVA nos períodos secos e chuvosos.	396
Figura 8.100 - Percentual de amostras por categoria de IVA nos períodos secos e chuvosos.	397
Figura 8.101 - Percentual de amostras por classe de IVA em cada sub-bacia.	397
Figura 8.102 – Evolução anual dos IVAs médios, em cada sub-bacia.	398
Figura 8.103 – Resultados referentes ao Índice de Balneabilidade da porção Paulista das Bacias PCJ.	402
Figura 8.104 – Percentual de atendimento e número de pontos que atendem e não atendem o Enquadramento (relativo ao OD) das Bacias PCJ.	403
Figura 8.105 – Evolução anual do Percentual de atendimento ao Enquadramento, relativo ao OD.	404
Figura 8.106 – Percentual de atendimento ao Enquadramento (relativo ao OD), por sub-bacias.	404
Figura 8.107 – Lançamentos industriais e do setor de saneamento por sub-bacia.	406
Figura 8.108 – Cargas potenciais e remanescentes	420
Figura 8.109 - Evolução geral da rede de monitoramento de qualidade de água subterrânea para o Estado de São Paulo (Extraído de Qualidade das águas subterrâneas 2013-2015 no Estado de São Paulo, CETESB)	421
Figura 8.110 - Pontos de monitoramento na PCJ conforme unidade aquífera.	425
Figura 8.111 - Distribuição espacial dos principais íons com maior probabilidade desconformidades.	427
Figura 8.112 - Distribuição espacial do íon Cloreto.	427
Figura 8.113 - Distribuição espacial do íon Fluoreto.	428
Figura 8.114 - Distribuição espacial do íon Nitrato.	428
Figura 8.115 - Vulnerabilidade dos aquíferos para a PCJ.	431
Figura 8.116: Áreas de vulnerabilidade de aquíferos (DAEE/LEBAC, 2013) e pontos de captação subterrânea (de acordo com os cadastros da cobrança e visitas).	432
Figura 8.117 - Índice do potencial poluidor para os municípios da PCJ (extraído de Águas Subterrâneas no Estado de São Paulo: Diretrizes de Utilização e Proteção 2013, DAEE, UNESP, Governo do Estado de São Paulo)	433
Figura 8.118 - Mapa de diretrizes de uso e ocupação ((extraído de Águas Subterrâneas no Estado de São Paulo: Diretrizes de Utilização e Proteção 2013, DAEE, UNESP, Governo do Estado de São Paulo).	434

Figura 9.1– Distribuição dos Remanescentes vegetais nas sub-bacias das Bacias PCJ. ..	442
Figura 9.2 - Remanescentes vegetais em regiões com diferentes classes hipsométricas, nas Bacias PCJ. Destaque para: (a) zona com maior altitude, com grandes fragmentos de mata nativa; (b) menor altitude, onde os fragmentos de mata acompanham as APP's.....	446
Figura 9.3 - Distribuição dos remanescentes vegetais de acordo com a área (hectares) dos polígonos, em cada sub-bacia. Onde: 1= Atibaia; 2 = Camanducaia; 3 = Capivari; 4 = Corumbataí; 5 = Jaguari; 6 = Jundiaí; 7 = Piracicaba.....	447
Figura 9.4 - Sub-bacias classificadas em classes de participação dos remanescentes florestais (total) em Áreas de Preservação Permanente dos cursos d'água.....	448
Figura 9.5 – uso do solo na zona de amortecimento (faixa de 3km) das UC's de Proteção Integral, agrupadas nas categoriais “área antropizada” e “área natural”	454
Figura 9.6 –Classes de suscetibilidade à erosão por sub-bacia. Fonte: IPT/DAEE (1997).	467
Figura 9.7 – Municípios das Bacias PCJ (porção paulista) com mais de 20 processos erosivos cadastrados. Fonte: IPT/DAEE (2012).	476
Figura 9.8 – Número de processos erosivos lineares por sub-bacia. Fonte: IPT/DAEE (2012).	477
Figura 9.9 - Número de processos erosivos lineares por zona. Fonte: IPT/DAEE (2012). ..	479
Figura 9.10 – Matriz de vulnerabilidade à inundação. Fonte: ANA (2014).	486
Figura 9.11 – Número de trechos vulneráveis à inundação, por sub-bacia.	493
Figura 9.12 - Número de ocorrências de desastres de origem hídrica e danos humanos por município das Bacias PCJ, entre 2003-2016. Fonte: S2ID – Sistema Integrado de Informações sobre Desastres (Defesa Civil).	495
Figura 9.13 – Número de áreas contaminadas e remediadas na UGRHI 5, dos anos 2009 a 2016.	499
Figura 9.14 – Número de ocorrências/número de atendimentos na UGRHI 5, dos anos 2009 a 2016.	500
Figura 10.1. Avaliação do alcance das Metas para Esgotamento Sanitário no Plano de Bacias, em número de municípios e percentual.	518
Figura 10.2.Avaliação do alcance das Metas para Redução do Índice de Perdas no Plano de Bacias, em número de municípios e percentual.....	521

Índice de Quadros

Quadro 5.1 – Estações de monitoramento fluviométrico quantitativo operacionais e não-operacionais nas Bacias PCJ	31
Quadro 5.2 – Estações de monitoramento fluviométrico quantitativo operacionais nas Bacias PCJ.....	32
Quadro 5.3 – Estações de monitoramento fluviométrico quantitativo não-operacionais nas Bacias PCJ.....	34
Quadro 5.4 – Estações de monitoramento fluviométrico quantitativo com e sem dados históricos de vazão nas Bacias PCJ	39
Quadro 5.5 – Lista e características das estações fluviométricas com dados históricos de vazão.....	43
Quadro 5.6 – Disponibilidade temporal das séries históricas de vazão dos postos fluviométricos quantitativos com dados históricos.....	45
Quadro 5.7 – Estações de monitoramento fluviométrico telemétricas e convencionais da rede do DAEE e SAISP nas Bacias PCJ.....	46
Quadro 5.8 – Estações de monitoramento fluviométrico da rede do DAEE e do SAISP nas Bacias PCJ.....	46
Quadro 5.9 – Estações da rede de monitoramento do SAISP fora da rede do DAEE nas Bacias PCJ.....	47
Quadro 5.10 – Estações da rede de monitoramento do DAEE nas Bacias PCJ.....	51
Quadro 5.11 – Disponibilidade temporal das séries históricas de vazão dos postos fluviométricos da rede do DAEE	54
Quadro 5.12 – Estações de monitoramento pluviométrico operacionais e não operacionais.....	55
Quadro 5.13 – Estações de monitoramento telemétricas do SAISP.....	59
Quadro 5.14 – Estações de monitoramento telemétricas da SABESP para monitoramento do Sistema Cantareira	60
Quadro 5.15 – Estações de monitoramento hidrológicas automáticas do CIIAGRO nas Bacias PCJ.....	61
Quadro 5.16 – Estações de monitoramento automáticas do INMET nas Bacias PCJ	61
Quadro 5.17 – Critério de seleção para as estações.....	63
Quadro 5.18 – Estações de monitoramento e intervalo temporal com dados.....	64
Quadro 5.19 – Estações de monitoramento selecionadas	64
Quadro 5.20 – Percentual de falhas das estações escolhidas	67
Quadro 5.21 – Coeficientes de correlação entre as séries e coeficientes da equação de regressão linear para o preenchimento das falhas.....	68
Quadro 5.22 – Parâmetros estatísticos de vazão para as estações selecionadas das Bacias PCJ.....	74
Quadro 5.23 – Vazões $Q_{7,10}$ específicas para os locais das estações selecionadas	76
Quadro 5.24 – Vazões específicas calculadas para as sub-bacias.....	77
Quadro 5.25 – Vazões médias mensais para as estações das Bacias PCJ.....	78
Quadro 5.26 – Vazões de permanência para as estações selecionadas para o cálculo da disponibilidade nas Bacias PCJ.	80
Quadro 5.27 – Equações de regionalização dos parâmetros hidrológicos	90
Quadro 5.28 – Áreas de contribuição e vazões de defluência do Sistema Cantareira para o período de 2004 a 2012.....	94
Quadro 5.29 – Vazões médias de longo período e de 95% de permanência no tempo para as sub-bacias e bacias das Bacias PCJ	95

Quadro 5.30 – Vazões mínimas de jusante propostas no Relatório Conjunto ANA-DAEE para a renovação da outorga do Sistema Cantareira	95
Quadro 5.31 – Vazões mínimas médias para 7 dias consecutivos e 10 anos de período de retorno	96
Quadro 5.32 – Análise de aderência das vazões específicas calculadas com a regionalização com as observadas nas estações	98
Quadro 5.33 - Metodologia de cálculo das vazões $Q_{7,10}$	98
Quadro 5.34 – Disponibilidade hídrica para as Bacias PCJ	99
Quadro 5.35 – $Q_{7,10}$ por zona	100
Quadro 5.36 - $Q_{7,10}$ por área de contribuição	101
Quadro 5.37 – Valores de $Q_{7,10}$ para os outros estudos realizados nas Bacias PCJ	106
Quadro 5.38 - Reserva Reguladora a partir da $Q_{7,10}$ para cada unidade aquífera e Sub-bacia.	112
Quadro 5.39 - Reserva Explotável/Metodologia 1	112
Quadro 5.40 - Reserva Explotável/Metodologia 2	113
Quadro 5.41 - Reserva Explotável/Metodologia 3	113
Quadro 5.42 - Estimativas de reservas explotáveis por sub-bacia	114
Quadro 5.43 – Informações das estruturas do Sistema Cantareira	120
Quadro 5.44 – Informações históricas hidrológicas do Sistema Cantareira.....	124
Quadro 5.45 – Cotas e volumes úteis dos reservatórios do Sistema Cantareira	126
Quadro 5.46 – Vazões mínimas de defluência.....	127
Quadro 5.47 – Vazões máximas médias mensais de retirada do Sistema Cantareira, consideradas na captação da SABESP na Estação Elevatória de Santa Inês, às margens do Rio Juqueri	128
Quadro 5.48 – Curva-guia para operação do Sistema Cantareira na Faixa 5 (Especial)....	129
Quadro 5.49 – Identificação dos pontos de controle	130
Quadro 5.50 – Vazões meta nos pontos de controle.....	131
Quadro 5.51 – Captações e lançamentos para abastecimento público nas Bacias PCJ	132
Quadro 6.1- Demandas potenciais por município.	136
Quadro 6.2 – Demandas potenciais dos municípios que possuem captação nas Bacias PCJ.	140
Quadro 6.3 – Demandas urbanas por zona e sub-bacias.	140
Quadro 6.4 – Demandas reais para o abastecimento urbano nas zonas.	147
Quadro 6.5 – Demanda para o abastecimento urbano nas sub-bacias, considerando as demandas (potenciais), as demandas reais (captações) e as demandas de Cobrape (2010).	148
Quadro 6.6 – Demandas reais, potenciais e consumo.....	152
Quadro 6.7 – Outorgas constantes nos bancos de cobrança paulista e do CNARH para captação subterrânea e superficial somadas, por zona.	159
Quadro 6.8 – Outorgas constantes nos bancos de cobrança paulista e do CNARH para captação subterrânea e superficial, por sub-bacia.	160
Quadro 6.9 - Síntese das demandas industriais por zona e por sub-bacias.....	165
Quadro 6.10 - Outorgas constantes nos bancos de cobrança paulista e do CNARH para lançamento de efluentes, por zona.	167
Quadro 6.11 - Outorgas constantes nos bancos de cobrança paulista e do CNARH para lançamento de efluentes, por sub-bacia.....	168
Quadro 6.12 – Balanço hídrico industrial	170
Quadro 6.13 – Coeficientes utilizados, área irrigada e demanda captada estimada para irrigação por município.....	171

Quadro 6.14 – Área irrigada e demanda captada estimada para irrigação por zona e sub-bacias	175
Quadro 6.15 – Área irrigada e demanda captada estimada para irrigação por sub-bacias.	176
Quadro 6.16 – Demandas de uso da água para irrigação nos estudos anteriores das Bacias PCJ.....	178
Quadro 6.17 – Vazões de irrigação estimadas e outorgadas pela ANA, DAEE e IGAM.....	179
Quadro 6.18 – Vazões declaradas nos atos declaratórios, outorgadas pelos órgãos gestores, e estimadas por esse estudo, por zona, para as Bacias PCJ.....	180
Quadro 6.19 – Vazões declaradas nos atos declaratórios, outorgadas pelos órgãos gestores, e estimadas por esse estudo, por bacia, para as Bacias PCJ.....	181
Quadro 6.20 – BEDA e galináceos internos às Bacias PCJ, por município.....	189
Quadro 6.21 – Vazões retiradas, retornadas e consumidas pela criação animal (em m ³ /s), por município.....	191
Quadro 6.22 – Vazões retiradas, retornadas e consumidas pela criação animal (em m ³ /s), por zona.....	193
Quadro 6.23 – Vazões retiradas, retornadas e consumidas pela criação animal (em m ³ /s), por sub-bacia.....	194
Quadro 6.24 – Análise integrada de vazões retiradas em cada setor (em m ³ /s), por zona e sub-bacia.....	197
Quadro 6.25 – Participação setorial nas demandas totais (em %), por zone e sub-bacia. .	198
Quadro 6.26 - Projeção de carga transportada pela Hidrovia Tietê – Paraná.....	206
Quadro 6.27 – Aproveitamento hidrelétricos em operação nas Bacias PCJ.....	213
Quadro 6.28 - Aproveitamento hidrelétricos desativados nas Bacias PCJ	214
Quadro 6.29 - Aproveitamento hidrelétricos em estudo nas Bacias PCJ.....	215
Quadro 7.1 – Disponibilidades, demandas, vazões de retorno e vazões consumidas por tipo de uso para o balanço hídrico superficial das Bacias PCJ	221
Quadro 7.2 – Demandas, vazões de retorno, vazões consumidas totais e balanço hídrico superficial das Bacias PCJ.....	223
Quadro 7.3 – Demandas hídricas por sub-bacias	225
Quadro 7.4 – Vazões de lançamento por sub-bacias.....	225
Quadro 7.5 – Vazões consumidas por sub-bacias	225
Quadro 7.6 –Balanço hídrico líquido das zonas acumuladas	230
Quadro 7.7 –Percentual de comprometimento hídrico das sub-bacias	233
Quadro 7.8 – Saldo hídrico por zonas.....	235
Quadro 7.9 – Saldo hídrico por sub-bacias	237
Quadro 7.10 – Demandas totais para as Bacias PCJ	241
Quadro 7.11 - Demandas parciais de água subterrânea na PCJ	242
Quadro 7.12 - Balanço entre reservas explotáveis e demandas totais atuais	243
Quadro 7.13 – Demandas subterrâneas para os aquíferos dos municípios contemplados pelo projeto ARCTUB, 2014	244
Quadro 7.14 – Balanço hídrico integrado.....	247
Quadro 8.1 – Principais variáveis em comum à Minas Gerais e São Paulo.	250
Quadro 8.2 - Descrição dos pontos de monitoramento da qualidade de água na parte mineira das Bacias PCJ.	251
Quadro 8.3 - Descrição dos pontos de monitoramento da qualidade de água na parte paulista das Bacias PCJ.	251
Quadro 8.4 - Número de estações por rede de amostragem, responsável e densidade de pontos de monitoramento da qualidade da água por sub-bacia.....	257
Quadro 8.5 -Padrões de qualidade por classes, referentes aos parâmetros analisados	260

Quadro 8.6 – Enquadramento nos pontos de qualidade da água selecionados	263
Quadro 8.7 – Amostras de qualidade da água das Bacias PCJ em termos de classes equivalentes da Resolução CONAMA nº 357/2005.	265
Quadro 8.8 – Percentual de violação ao Enquadramento nas Bacia PCJ (2009-2015).....	359
Quadro 8.9 – Classificação do IQA, segundo a CETESB e IGAM.....	362
Quadro 8.10 – Classificação do IAP, de acordo com CETESB (2016b).....	375
Quadro 8.11 – Pontos de monitoramento do IAP, realizado pela CETESB.....	375
Quadro 8.12 – Casse de estado trófico e suas características principais.....	385
Quadro 8.13 – Classificação do IVA, de acordo com CETESB (2016b).....	395
Quadro 8.14 – Classificação do IB de acordo com CETESB (2016b).	401
Quadro 8.15 – Pontos monitorados pela CETESB, de acordo com CETESB (2016a).	402
Quadro 8.16 – Lançamentos do setor do saneamento das Bacias PCJ.....	405
Quadro 8.17 - Quantificação das cargas potenciais, coletadas, tratadas, coletadas não tratadas e remanescente.	412
Quadro 8.18 - Cargas potenciais nas zonas e sub-bacias.	419
Quadro 8.19 - Pontos de Monitoramento na PCJ.....	424
Quadro 8.20 - Síntese geral das características hidroquímicas dos principais aquíferos da PCJ.....	425
Quadro 8.21 - Relação de pontos com desconformidades químicas na PCJ.....	426
Quadro 9.1– Regiões Fitogeográficas (IBGE) presentes nas Bacias PCJ. Onde: MA = Bioma Mata Atlântica; CE = Bioma Cerrado.	437
Quadro 9.2 - Vegetação campestre (V.Camp) e florestal (V.Flor) remanescentes nas sub-bacias da Bacia Hidrográfica PCJ.....	441
Quadro 9.3 - Dados sobre as Unidades de Conservação (UC) presentes em cada sub-bacia das Bacias Hidrográficas PCJ.....	453
Quadro 9.4 - Unidades de Conservação nas Bacias Hidrográficas dos Rios Piracicaba, Capivari e Jundiá - Cadastro Nacional de Unidades de Conservação (CNUC).	455
Quadro 9.5 - Áreas Prioritárias para Conservação da Biodiversidade nos limites das Bacias PCJ.....	461
Quadro 9.6 – Área (km ²) das classes de suscetibilidade à erosão, por zona e sub-bacia ..	471
Quadro 9.7 – Distribuição (%) das classes de suscetibilidade à erosão, por zona e sub-bacia	472
Quadro 9.8 - Número de processos erosivos lineares (urbanos e rurais) e Índice de Concentração de Erosões (ICE) na porção paulista das Bacias PCJ.....	473
Quadro 9.9 – Número de processos erosivos lineares (urbanos e rurais) cadastrados na porção paulista das Bacias PCJ, por sub-bacia	477
Quadro 9.10 – Número de processos erosivos lineares (urbanos e rurais) cadastrados na porção paulista das Bacias PCJ, por zona.....	478
Quadro 9.11 – Rios vulneráveis à inundações graduais, por sub-bacia e município	487
Quadro 9.12 - Rios vulneráveis à inundações graduais, por zona e município.....	489
Quadro 9.13 – Rios com alta frequência de inundações, por sub-bacia e município.....	492
Quadro 9.14 – Número de ocorrências de desastres de origem hídrica, danos humanos, e número de decretos/portarias por município das Bacias PCJ, entre 2003-2016.	493
Quadro 9.15– Indicadores de poluição ambiental apresentados no Relatório de Situação da Bacia.	499
Quadro 9.16 Contaminação e controle da contaminação ambiental, por município, no ano de 2016.	500
Quadro 10.1. Comparação entre a população estimada pelo IBGE, para 2014, e população projetada no Plano de Bacias, para o mesmo ano.....	510

Quadro 10.2. Dados de Saneamento – Esgotamento Sanitário – e metas do Plano, por município.....	512
Quadro 10.3. Avaliação do Alcance das Metas do Plano de Bacias 2010 – 2020 para Esgotamento Sanitário.....	515
Quadro 10.4. Resumo dos resultados das avaliações de alcance das metas de esgotamento sanitário.....	517
Quadro 10.5. Dados de Saneamento – Índices de Perda – e avaliação de metas do Plano, por município.....	519
Quadro 10.6. Resumo dos resultados das avaliações de alcance das metas de perdas na distribuição.....	521
Quadro 11.1 – Correspondência entre os capítulos da Resolução CRH146/2012 e revisão e atualização do Plano das Bacias PCJ 2010 a 2020.....	523

Índice de Mapas

Mapa 5.1 - Estações fluviométricas operacionais e não operacionais.....	37
Mapa 5.2 - Estações fluviométricas com dados e sem dados históricos.....	41
Mapa 5.3 – Estações de monitoramento da rede do DAEE.....	49
Mapa 5.4 - Estações pluviométricas operacionais e não operacionais.....	57
Mapa 5.5 – Estações selecionadas para o cálculo da disponibilidade hídrica.....	65
Mapa 6.1 - Demandas por zona.....	143
Mapa 6.2 - Demandas da população urbana por município.....	145
Mapa 6.3 – Demandas para o abastecimento urbano “reais” por sub-bacia.....	149
Mapa 6.4 - Outorgas e atos declaratórios para o meio rural destinados à irrigação.....	185
Mapa 6.5 – Demandas para irrigação por sub-bacia e comparativo das demandas com o total outorgado e os atos declaratórios do DAE.....	187
Mapa 6.6- Demanda superficial, por setor e total, por sub-bacia.....	201
Mapa 6.7 - Demanda subterrânea, por setor e total, por sub-bacia.....	203
Mapa 6.8 – Usos não consuntivos dos recursos hídricos nas Bacias PCJ.....	217
Mapa 7.1 – Balanço Hídrico.....	239
Mapa 8.1 – Localização dos pontos de monitoramento de qualidade da água das Bacias PCJ.....	255
Mapa 8.2 – Enquadramento dos rios das Bacias PCJ.....	261
Mapa 8.3– Pontos de monitoramento situados na Sub-bacia do Rio Capivari.....	271
Mapa 8.4– Pontos de monitoramento situados na Sub-bacia do Rio Jundiá.....	283
Mapa 8.5– Pontos de monitoramento situados na Sub-bacia do Rio Piracicaba.....	295
Mapa 8.6– Pontos de monitoramento situados na Sub-bacia do Rio Atibaia.....	309
Mapa 8.7– Pontos de monitoramento situados na Sub-bacia do Rio Jaguari.....	321
Mapa 8.8– Pontos de monitoramento situados na Sub-bacia do Rio Camanducaia.....	335
Mapa 8.9– Pontos de monitoramento situados na Sub-bacia do Rio Corumbataí.....	347
Mapa 8.10 – Evolução anual do IQA médio em cada ponto das Bacias PCJ.....	367
Mapa 8.11– Evolução anual dos IAPs médios em cada ponto da UGRHI – 05.....	381
Mapa 8.12 – Evolução anual dos IETs médios em cada ponto das Bacias PCJ.....	391
Mapa 8.13 – Evolução anual dos IVAs médios em cada ponto das Bacias PCJ.....	399
Mapa 8.14 – Pontos de lançamento in natura e de ETEs, com base nas visitas e no cadastro da cobrança.....	409
Mapa 8.15 – Cargas não tratadas por município e percentual das cargas tratadas, não tratadas e solução individual.....	417

Mapa 9.1 - Limites dos Biomas Cerrado e Mata Atlântica e Regiões Fitogeográficas presentes nas Bacias PCJ.	439
Mapa 9.2 – Remanescentes Vegetais	443
Mapa 9.3 - Remanescentes vegetais e Unidades de Conservação na Bacias PCJ.	451
Mapa 9.4 – Unidades de Conservação	459
Mapa 9.5 – Áreas Prioritárias para Conservação da Biodiversidade (APCB)	463
Mapa 9.6 - Mapa de erosão das Bacias PCJ. Fonte: adaptado de IPT/DAEE (1997).	469
Mapa 9.7 - Mapa de erosão das Bacias PCJ (IPT/DAEE, 1997) e processos laminares cadastrados (IPT/DAEE, 2012).	481
Mapa 9.8 – Índice de concentração de erosões na porção paulista das Bacias PCJ.	483
Mapa 9.9 – Trechos de rios vulneráveis à inundação, número de ocorrências de inundação, enxurradas e alagamentos, por município das Bacias PCJ e número de pessoas afetadas.	497
Mapa 9.10 – Número de áreas contaminadas e remediadas, atividades industriais, esgotamento e localização de aterros sanitários.	505

Lista de abreviaturas e siglas

ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas

Agência das Bacias PCJ - Fundação Agência das Bacias Hidrográficas dos Rios Piracicaba, Capivari e Jundiá

ANA - Agência Nacional de Águas

ANEEL - Agência Nacional de Energia Elétrica

ANTAQ - Agência Nacional de Transportes Aquaviários

ART - Anotação de Responsabilidade Técnica

ASSECOR - Associação Nacional dos Servidores da Carreira de Planejamento e Orçamento

Bacias PCJ - Bacias Hidrográficas dos Rios Piracicaba, Capivari e Jundiá

CAR - Cadastro Ambiental Rural (nos termos da Lei Estadual paulista 12.651/12)

CATI-SP - Coordenadoria de Assistência Técnica Integral

CERH MG - Conselho Estadual de Recursos Hídricos mineiro CETESB - Companhia Ambiental do Estado de São Paulo CNRH - Conselho Nacional de Recursos Hídricos Cobrança - Cobrança pelo Uso dos Recursos Hídricos

CETESB - Companhia Ambiental do Estado de São Paulo

CGH – Central Geradora Hidrelétrica

CNRH - Conselho Nacional de Recursos Hídricos

Cobrança - Cobrança pelo Uso dos Recursos Hídricos

Cobranças PCJ - Somatório dos Recursos Financeiros das Cobranças pelo Uso dos Recursos Hídricos sob domínio da União, São Paulo e Minas Gerais, nas Bacias PCJ.

Comitês PCJ - Comitês das Bacias Hidrográficas dos rios Piracicaba, Capivari e Jundiá

Comitês PJ1 - Comitê de Bacia Hidrográfica dos Rios Piracicaba e Jaguari

CONAMA - Conselho Nacional de Meio Ambiente

Consórcio PROFILL-RHAMA – Consórcio constituído pelas empresas PROFILL Engenharia e Ambiente e RHAMA Environmental Consulting responsável pela execução técnica da Primeira Revisão do Plano das Bacias Hidrográficas dos Rios Piracicaba, Capivari e Jundiá 2010 a 2020.

CPFL - Companhia Paulista de Força e Luz

CPLA – Coordenadoria de Planejamento Ambiental

CPRM - Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais - Serviço Geológico do Brasil

CREA - Conselho Regional de Engenharia e Agronomia

CRH (SP) - Conselho Estadual de Recursos Hídricos paulista

CT - Câmara Técnica

CT-AS - Câmara Técnica de Águas Subterrâneas dos Comitês PCJ

CT-EA - Câmara Técnica de Educação Ambiental dos Comitês PCJ

CT-ID - Câmara Técnica de Integração e Difusão de Pesquisas e Tecnologias dos Comitês PCJ

CT-Indústria - Câmara Técnica de Uso e Conservação da Água na Indústria dos Comitês PCJ

CT-MH - Câmara Técnica de Monitoramento Hidrológico dos Comitês PCJ

CT-OL - Câmara Técnica de Outorgas e Licenças dos Comitês PCJ

CT-PB - Câmara Técnica de Plano de Bacias dos Comitês PCJ

CT-PL - Câmara Técnica de Planejamento dos Comitês PCJ

CTPLAN (CERH MG) - Câmara Técnica de Planos de Recursos Hídricos do Conselho Estadual de Recursos Hídricos de Minas Gerais

CT-RN - Câmara Técnica de Conservação e Proteção de Recursos Naturais dos Comitês PCJ

CT-Rural - Câmara Técnica de Uso e Conservação da Água no Meio Rural dos Comitês PCJ

CT-SA - Câmara Técnica de Saneamento dos Comitês PCJ

CT-SAM - Câmara Técnica de Saúde Ambiental dos Comitês PCJ

DAEE - Departamento de Águas e Energia Elétrica do Governo do Estado de São Paulo

DBO - Demanda Bioquímica de Oxigênio

DOE - Diário Oficial do Estado

EIA – Estudo de Impacto Ambiental

EMPLASA - Empresa Paulista de Planejamento Metropolitano

EPE - Empresa de Pesquisa Energética

ETE - Estação de Tratamento de Esgoto

FCTH - Fundação Centro Tecnológico de Hidráulica

FEAM - Fundação Estadual do Meio Ambiente

FEHIDRO - Fundo Estadual de Recursos Hídricos Paulista que abrange recursos da Cobrança Paulista e Compensação Financeira Paulista.

FUNDAG - Fundação de Apoio à Pesquisa Agrícola

GAEMA-PCJ - Grupo de Atuação Especial de Defesa do Meio Ambiente nas Bacias PCJ

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

IGAM - Instituto Mineiro de Gestão das Águas

IAP - Índice de Qualidade das Águas Brutas para fins de Abastecimento Público

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

ICE – Índice de Conformidade ao Enquadramento

ICMBIO - Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade

IDEB - Índice de Desenvolvimento da Educação Básica

IEF-MG - Instituto Estadual de Florestas

IET - Índice de Estado Trófico

IGAM - Instituto Mineiro de Gestão das Águas

InfoÁguas - Sistema de Informação sobre a Qualidade de Águas no Estado de São Paulo

InfoHidro - Sistema Estadual de Informações sobre Recursos Hídricos Mineiros

INMET - Instituto Nacional de Metrologia

INMETRO - Instituto Nacional de Metrologia IQR - Índice de Qualidade de Aterro de Resíduos

IPEA - Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada

IQA – Índice de Qualidade das Águas

IQR – Índice de Qualidade de Aterro de Resíduos

IVA – Índice de Qualidade das Águas para a Proteção da Vida Aquática

LabSid - Laboratório de Sistemas de Suporte a Decisões em Engenharia Ambiental e de Recursos Hídricos da Escola Politécnica da Universidade de São Paulo

LUIA - Projeto Idealizado nos Comitês PCJ para Levantamento de Unidades Agrícolas nas Bacias PCJ

MG - Estado de Minas Gerais

MMA - Ministério do Meio Ambiente

N - Nitrogênio

ND - Nível Dinâmico

NE - Nível Estático

OD - Oxigênio Dissolvido

OMM - Organização Meteorológica Mundial

P – Fósforo

PAM – Produção Agrícola Municipal

PCH – Pequena Central Hidrelétrica

PCJ - Rios Piracicaba, Capivari e Jundiá

PDC - Programa de Duração Continuada do Plano de Bacias

PDF - Portable Document Format

PDPA - Plano de Desenvolvimento e Proteção Ambiental (nos termos da Lei Estadual paulista 9.866/97)

PIB - Produto Interno Bruto

PMDI - Plano Mineiro de Desenvolvimento Integrado

PMSB – Plano Municipal de Saneamento Básico

PNLT - Plano Nacional de Logística e Transportes

PPA - Plano Plurianual

PSA - Pagamento por Serviços Ambientais

Q7,10 - Vazão mínima para 7 dias de duração e tempo de recorrência de 10 anos

RIMA – Relatório de Impacto Ambiental

SABESP - Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo

SAG – Sistema Aquífero Guarani

SEADE - Fundação Sistema Estadual de Análise de Dados paulista

SEIS - Sistema Estadual de Informações sobre Saneamento mineiro

SEMAD – Secretaria de Estado de Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável (MG)

SINGREH - Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos

SMA - Secretaria Estadual de Meio Ambiente paulista

SNIS - Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento

SP - Estado de São Paulo

SSD PCJ 2 - Versão Atualizada do Sistema de Suporte a Decisão para Análise Quantitativa e Qualitativa de Corpos d'Água das Bacias PCJ

SSD PCJq - Versão do Sistema de Suporte a Decisão para Análise Quantitativa e Qualitativa de Corpos d'Água das Bacias PCJ utilizado no Plano das Bacias PCJ 2010 a 2020

SSPP – Sistema Seade de Projeções Populacionais

SSRH - Secretaria de Saneamento e Recursos Hídricos

TGCA – Taxa Geométrica de Crescimento Anual

TNC - The Nature Conservancy

TR – Termo de Referência para a Primeira Revisão do Plano das Bacias PCJ

UGRHI - Unidades de Gerenciamento de Recursos Hídricos (SP)

UGRHI - Unidades de Gerenciamento de Recursos Hídricos (SP) – Denominação para as Bacias Paulistas

UGRHI 05 - Unidade de Gerenciamento de Recursos Hídricos das Bacias Hidrográficas dos Rios Piracicaba, Capivari e Jundiá, estabelecida conforme legislação paulista

UHE – Usina Hidrelétrica

UNESP - Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho"

UPGRH - Unidade de Planejamento de Gestão de Recursos Hídricos (MG)

UPGRH PJ-01 - Unidade de Gerenciamento de Recursos Hídricos das Bacias Hidrográficas dos Rios Piracicaba e Jaguari (porção das Bacias PCJ localizada no estado de MG), estabelecida conforme legislação mineira

VAB – Valor Acrescido Bruto

ZEE – Zoneamento Ecológico-Econômico

INTRODUÇÃO GERAL

Este relatório apresenta a consolidação da ETAPA 1 da Primeira Revisão do Plano das Bacias Hidrográficas dos Rios Piracicaba, Capivari e Jundiá 2010 a 2020, doravante denominado Plano das Bacias PCJ 2010 a 2020, sendo elaborado pelo Consórcio PROFILL-RHAMA, formado pelas empresas Profill Engenharia e Ambiente e Rhama Consultoria, Pesquisa e Treinamento.

O relatório tem o objetivo de materializar e apresentar a consolidação dos resultados do Diagnóstico, Prognóstico e Plano de Ações do Plano das Bacias Hidrográficas dos Rios Piracicaba, Capivari e Jundiá, conforme as proposições e metodologia apresentadas na proposta técnica e no Plano de Trabalho, submetidos à aprovação da Agência das Bacias PCJ e ao Grupo de Trabalho.

Os estudos que resultaram na elaboração deste Relatório Final foram elaborados segundo a metodologia apresentada no Plano de Trabalho, seguindo as diretrizes e estratégias apontadas no Termo de Referência, na Deliberação CRH-SP nº 146/2012 e na Resolução CNRH 145/2012, que definem o conteúdo mínimo para os Planos de Bacia Hidrográfica. Um quadro comparativo ilustrando os conteúdos mínimos da resolução CRH-SP nº 146/2012 está apresentado ao final do relatório.

Este Relatório Final está dividido em cinco (5) tomos, sendo que os quatro primeiros apresentam este capítulo de introdutório, não numerado, denominado “Introdução Geral”.

O Relatório Final está estruturado da seguinte forma:

- TOMO I – Informações do Diagnóstico – Capítulos 1 ao 4;
- TOMO II – Informações do Diagnóstico - Capítulos 5 ao 11;
- TOMO III – Informações do Prognóstico – Capítulos 12 ao 20;
- TOMO IV – Informações do Plano de Ações - Capítulos 21 ao 27;
- TOMO V – Anexos.

A seguir, apresenta-se resumidamente o conteúdo exposto no presente documento – Tomo II – Diagnóstico.

O capítulo 5 trata da disponibilidade hídrica das Bacias PCJ. Apresenta-se uma caracterização das redes de monitoramento fluviométrico da ANA, do DAEE e do SAISP, convencionais e telemétricas, e da rede de monitoramento pluviométrico. Em seguida, apresenta-se a disponibilidade hídrica superficial, contendo o cálculo da regionalização da vazão de referência para as Bacias PCJ, e da disponibilidade subterrânea. Por fim, apresenta-se um item de regularizações, com uma caracterização do Sistema Cantareira e das suas transposições e influências na hidrologia das Bacias PCJ, bem como de outras regularizações interbacias.

O capítulo 6 trata das demandas hídricas. É dividido entre demandas consuntivas e não consuntivas, sendo as primeiras demandas para abastecimento animal, agricultura irrigada, indústria e abastecimento público, e as últimas demandas para navegação, turismo, recreação e lazer, pesca, aquicultura e aproveitamentos hidrelétricos.

O capítulo 7 reúne as informações dos dois capítulos anteriores e apresenta o balanço hídrico da bacia, comparando disponibilidade e demandas, a fim de se analisar o estresse hídrico da bacia e se as disponibilidades são suficientes para cobrir as demandas hídricas.

O capítulo 8 apresenta o diagnóstico da qualidade das águas das Bacias PCJ, com a caracterização da rede de monitoramento qualitativo, além do enquadramento dos

trechos de rios segundo a CONAMA 357/2005 e uma análise dos indicadores de qualidade da água e das cargas potenciais.

O capítulo 9 trata da gestão do território e de áreas sujeitas a gerenciamento especial. Procurou-se analisar as características do território relevantes para a gestão dos recursos hídricos, incluindo um levantamento dos remanescentes de vegetação natural, apresentando áreas de preservação, unidades de conservação e áreas prioritárias para conservação da biodiversidade. É apresentada também uma análise das áreas suscetíveis à erosão, escorregamentos, assoreamentos, inundações, enxurradas ou alagamentos, e focos de poluição ambiental.

O capítulo 10 trata de uma avaliação do plano atualmente em vigor, o Plano das Bacias PCJ 2010-2020 (COBRAPE, 2010), analisando os resultados obtidos desde o desenvolvimento do plano até atualmente.

Por fim, o capítulo 11 apresenta uma síntese do diagnóstico, apresentado nos Tomos I e II.

O último capítulo do Tomo II, não numerado, apresenta as referências utilizadas na elaboração dos Tomos I, II, III e IV.

5 DISPONIBILIDADE DE RECURSOS HÍDRICOS

5.1 Caracterização das redes de monitoramento quantitativo

A rede de monitoramento quantitativo de recursos hídricos é composta por dois tipos de estações: estações fluviométricas quantitativas e estações pluviométricas, com dois sistemas de aquisição de dados: convencionais e telemétricas.

As estações de monitoramento fluviométricas quantitativas são as instaladas em cursos d'água, que possuem a função de registrar a cota e a vazão dos rios.

As estações de monitoramento pluviométricas possuem a função de medir a precipitação, e podem ser instaladas em qualquer local.

As estações telemétricas possuem um sistema de atualização automática dos dados, com uma rede de informações que transmite as informações em tempo real para uma central.

5.1.1 Caracterização da rede de monitoramento fluviométrico da ANA

5.1.1.1 Monitoramento ativo

Segundo dados do Hidroweb (ANA, 2017a), as Bacias PCJ possuíam, em abril de 2017, um total de 71 postos de monitoramento fluviométricos de medição de vazão operacionais e 50 não operacionais, totalizando 121 estações de monitoramento fluviométrico de medição e vazão. No Quadro 5.1 está apresentada a relação das estações de monitoramento fluviométrico quantitativo operacionais e não-operacionais.

Quadro 5.1 – Estações de monitoramento fluviométrico quantitativo operacionais e não-operacionais nas Bacias PCJ

Sub-bacia	Área (km ²)	Operacionais		Não-operacionais		Total	
		Nº de postos	Densidade da rede (nº de pontos/10 ³ km ²)	Nº de postos	Densidade da rede (nº de pontos/10 ³ km ²)	Nº de postos	Densidade da rede (nº de pontos/10 ³ km ²)
Capivari	1.568,34	2	1,28	3	1,91	5	3,188
Jundiá	1.154,46	8	6,93	6	5,20	14	12,127
Atibaia	2.816,11	24	8,52	15	5,33	39	13,849
Camanducaia	1.040,00	5	4,81	0	0,00	5	4,808
Corumbataí	1.719,46	8	4,65	4	2,33	12	6,979
Jaguari	3.303,96	19	5,75	15	4,54	34	10,291
Piracicaba	3.775,48	5	1,32	7	1,85	12	3,178
<i>Total Piracicaba</i>	<i>12.655,01</i>	<i>61</i>	<i>4,82</i>	<i>41</i>	<i>3,24</i>	<i>102</i>	<i>8,060</i>
Total	15.377,81	71	4,62	50	3,25	121	7,868

Fonte: Hidroweb (ANA, 2017a)

Observa-se que a sub-bacia com maior número de postos é a do Atibaia, com 39 postos fluviométricos, sendo também a sub-bacia com maior densidade de estações por área, com uma média de 13,85 postos a cada 1.000 km². As sub-bacias do Capivari e do Camanducaia, por outro lado, são as que possuem a rede de monitoramento menos abrangente, com apenas 5 postos e uma densidade de 3,188 e 4,808 postos a cada 1.000 km², respectivamente. A sub-bacia com menor densidade de postos, no entanto, é a do Piracicaba, com 3,178 postos a cada 1.000 km².

Se tratando das bacias hidrográficas, a do Piracicaba é a que possui a grande maioria dos postos, com 61 das 71 estações operacionais das Bacias PCJ localizados nela. A densidade total da rede para a totalidade das Bacias PCJ é de 4,62 estações a cada 1.000 km². Considerando o número total de estações, operacionais e não operacionais, a bacia do Piracicaba possui 121 estações fluviométricas quantitativas, com uma densidade de 7,87 estações a cada 1.000 km².

No Quadro 5.2 e no Quadro 5.3 estão apresentadas as listas das estações fluviométricas de medição de vazão operacionais e não-operacionais das Bacias PCJ, respectivamente.

Quadro 5.2 – Estações de monitoramento fluviométrico quantitativo operacionais nas Bacias PCJ

Código ANA	Nome da estação	Lat	Lon
62376050	BAIRRO CURURU	-23,272778	-47,041944
62376510	CERAMICA TIJOLAR	-23,256111	-47,175833
62385100	CAMPO LIMPO	-23,208889	-46,746389
62655800	NAZARÉ PAULISTA	-23,210278	-46,355278
62376550	FAZENDA PEDRA BRANCA	-23,199444	-47,229167
62662000	NAZARÉ PAULISTA	-23,166389	-46,416111
62395000	ITUPEVA	-23,150278	-47,058333
62391000	PONTE DO FAVA	-23,148333	-46,859444
62400600	PCH PORTO GÓES RIO JUNDIAÍ	-23,108333	-47,180556
62400100	ITAICÁ	-23,107222	-47,179444
62671200	PCH SALTO GRANDE MONTANTE	-23,105833	-46,595833
62669900	ATIBAIA	-23,105278	-46,555833
62670000	ATIBAIA	-23,105000	-46,556389
62654500	ATIBAINHA MONTANTE	-23,095000	-46,264722
62665000	PIRACAIA	-23,051667	-46,365278
62665900	CAPTAÇÃO DE PIRACAIA	-23,047500	-46,326389
62665100	CRAVORANA	-23,033333	-46,333333
62428000	FAZENDA ITAPEVA	-23,017500	-47,576944
62678700	PINHEIRINHOS	-23,012500	-46,980556
62674000	PCH SALTO GRANDE PEDRAS DE OURO	-23,003889	-46,765278
62664500	CACHOEIRA MONTANTE	-23,006389	-46,239722
62678800	BOM JARDIM	-22,997778	-46,960278
62676000	BAIRRO DA PONTE	-22,983056	-46,829444
62420000	MONTE MOR	-22,958889	-47,296389
62678900	PCH SALTO GRANDE BARRAMENTO	-22,933889	-46,895833
62679000	PCH SALTO GRANDE JUSANTE	-22,930000	-46,898889
62678150	CAPTAÇÃO DE VALINHOS	-22,928333	-46,939167
62663800	JOANÓPOLIS	-22,934722	-46,211667
62596150	PCH JAGUARI MONTANTE 2	-22,906389	-46,516944
62597000	GUARIPOCABA	-22,900000	-46,466667
62600000	RIO ABAIXO (FAZ. CACHOEIRA)	-22,883056	-46,631944
62590000	PIRES	-22,871389	-46,361944
62605100	PCH JAGUARI MORUNGABA MONTANTE	-22,861667	-46,726667

Código ANA	Nome da estação	Lat	Lon
62584500	PORTAL DAS ESTRELAS	-22,865833	-46,245556
62605000	BUENÓPOLIS	-22,850556	-46,779722
62584600	FOZ RIBEIRÃO DAS POSSES	-22,832778	-46,231389
62605900	PCH JAGUARI BARRAMENTO	-22,819444	-46,877778
62606000	PCH JAGUARI JUSANTE	-22,818611	-46,884444
62610000	PCH MACACO BRANCO JUSANTE	-22,787778	-46,900833
62681000	UHE AMERICANA MONTANTE DESEMBARGADOR FURTADO	-22,775556	-46,993056
62680000	DESEMBARGADOR FURTADO	-22,769444	-46,989444
62690500	UHE AMERICANA MONTANTE PAULÍNIA	-22,744722	-47,149167
62690000	ACIMA DE PAULÍNEA	-22,744444	-47,136111
62612000	CGH ENG. BERNARDO FIGUEIREDO	-22,739167	-46,907500
62705000	UHE BARRA BONITA PIRACICABA	-22,725278	-47,659444
62707500	PCH LUIZ DE QUEIROZ JUSANTE	-22,716944	-47,651944
62620000	FORMIGA	-22,727778	-46,438333
62695000	CARIOBA	-22,716667	-47,350000
62625000	AMPARO	-22,711389	-46,780833
62615000	JAGUARIÚNA	-22,708056	-46,986389
62616000	JAGUARIUNA-ANTARCTICA	-22,705000	-46,997778
62714000	UHE BARRA BONITA ARTEMIS	-22,692778	-47,778056
62692900	UHE AMERICANA BARRAMENTO	-22,698056	-47,284167
62693000	UHE AMERICANA JUSANTE	-22,696667	-47,287778
62626000	PCH FEIXOS JUSANTE	-22,697500	-46,851944
62630000	CAPTAÇÃO PETROBRAS	-22,693889	-47,121667
62715000	ARTEMIS	-22,679167	-47,775278
62622000	MONTE ALEGRE DO SUL	-22,686944	-46,678611
62635150	FOZ DO JAGUARI	-22,674444	-47,279722
62710000	BAIRRO SANTA TEREZINHA	-22,666667	-47,666667
62697350	PIRACICABA	-22,666667	-47,666667
62628000	FAZENDA BARRA	-22,675556	-46,967500
62638350	PCH RIBEIRÃO DO PINHAL BARRAMENTO	-22,660278	-47,278889
62632000	USINA ESTER	-22,657222	-47,214722
62638300	PCH RIBEIRÃO DO PINHAL MONTANTE	-22,623889	-47,275000
62709000	RECREIO	-22,581389	-47,683611
62708800	PCH CORUMBATAÍ JUSANTE	-22,493333	-47,595000
62708500	PCH CORUMBATAÍ BARRAMENTO	-22,480833	-47,589722
62708100	PCH CORUMBATAÍ MONTANTE	-22,411667	-47,599722
62708000	BATОВI	-22,392778	-47,602222
62706000	ANALÂNDIA	-22,128889	-47,667222

Fonte: Hidroweb (ANA, 2017a)

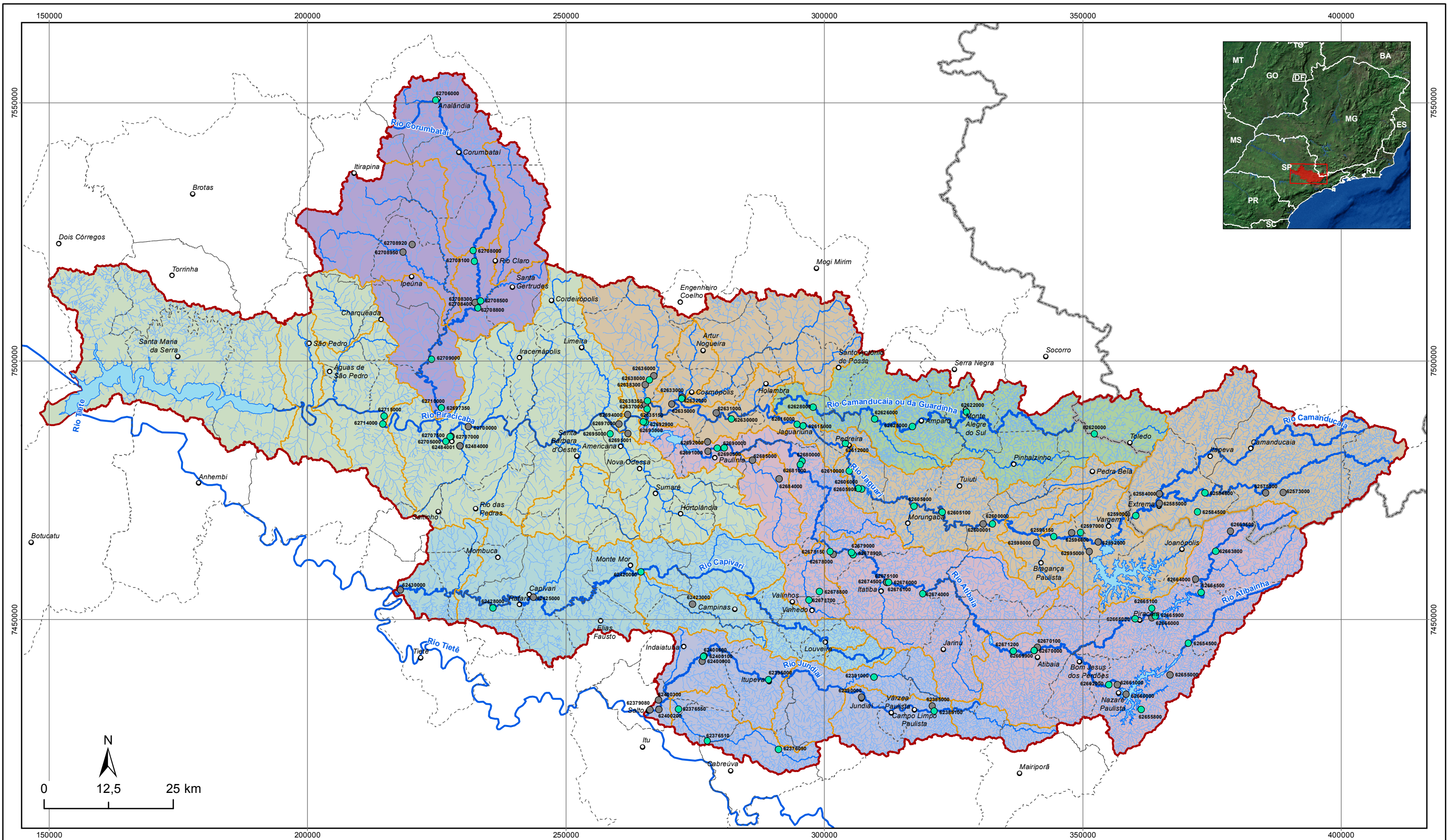
Quadro 5.3 – Estações de monitoramento fluviométrico quantitativo não-operacionais nas Bacias PCJ

Código ANA	Nome da estação	Lat	Lon
62379080	UHE PORTO GOES BARRAMENTO	-23,20000	-47,28333
62400200	ADUTORA	-23,20000	-47,26667
62385000	JARDIM SANTA MARIA	-23,20000	-46,75000
62400300	SALTO	-23,18333	-47,26667
62390000	JUNDIAÍ	-23,18333	-46,88333
62660000	NAZARÉ PAULISTA	-23,18333	-46,38333
62661000	NAZARÉ PAULISTA	-23,16667	-46,40000
62655000	ATIBAINHA	-23,15000	-46,30000
62400000	ITAICI	-23,11667	-47,18333
62670100	ATIBAIA	-23,10000	-46,55000
62666000	PIRACAIA	-23,05000	-46,33333
62423000	INDAIATUBA	-23,01667	-47,20000
62425000	CAPIVARI	-23,00000	-47,50000
62430000	BAIRRO DO GAVETÃO	-22,98333	-47,75000
62674500	ITATIBA	-22,98333	-46,83333
62675100	ITATIBA	-22,98333	-46,83333
62676100	NOSSA SENHORA DAS GRAÇAS	-22,98333	-46,83333
62664000	CONRADO	-22,98333	-46,25000
62678000	SOUZA	-22,93333	-46,93333
62595000	FERNÃO DIAS	-22,93333	-46,45000
62598000	BRAGANÇA PAULISTA	-22,91667	-46,55000
62592000	FERNÃO DIAS	-22,91667	-46,43333
62596000	PORTO DE AREIA	-22,90000	-46,48333
62663500	CANCÃ	-22,90000	-46,18333
62600001	RIO ABAIXO - RÉGUA 1	-22,88333	-46,65000
62585000	EXTREMA	-22,85000	-46,31667
62584000	BAIRRO DO TENENTE	-22,83333	-46,31667
62575000	FAZENDA JAGUARI	-22,83333	-46,11667
62573000	FAZENDA LEVANTINA	-22,83333	-46,08333
62684000	FAZENDA PAU D'ALHO	-22,80000	-47,03333
62685000	BAIRRO DO QUILOMBO	-22,76667	-47,08333
62691000	PAULÍNEA	-22,75000	-47,16667
62484000	BAIRRO DA ILHA I	-22,73333	-47,63333
62484001	BAIRRO DA ILHA II	-22,73333	-47,63333
62692000	FAZENDA VÁRZEA	-22,73333	-47,16667
62707000	PIRACICABA	-22,71667	-47,65000
62695001	CARIOBA - CAI	-22,71667	-47,31667
62700000	ACIMA SALTO DE PIRACICABA	-22,70000	-47,61667
62697000	SÃO JERÔNIMO	-22,70000	-47,33333
62694000	VIA ANHANGUERA	-22,68333	-47,31667
62631000	PAULÍNEA	-22,68333	-47,15000

Código ANA	Nome da estação	Lat	Lon
62637000	TATU - BARRAGEM - TTU	-22,66667	-47,28333
62635000	QUEBRA POPA	-22,66667	-47,23333
62633000	JUSANTE USINA ESTER	-22,65500	-47,21333
62638000	PCH RIBEIRÃO DO PINHAL JUSANTE	-22,63222	-47,28278
62636000	SÍTIO PALMEIRA - SIP	-22,61667	-47,26667
62708300	FAZENDA BANDEIRANTES - FBN	-22,48333	-47,60000
62708400	CORUMBATAI - BARRAGEM - COB	-22,48333	-47,60000
62708950	MONJOLO GRANDE - FOZ	-22,39306	-47,73361
62708920	GAIVAN	-22,38028	-47,71611
62706300	FOZ DO JACUTINGA	-22,35444	-47,60222

Fonte: Hidroweb (ANA, 2017a)

No Mapa 5.1 estão apresentadas as localizações dos postos fluviométricos das bacias, discriminados em relação a sua condição operacional.



LEGENDA

- | | | |
|----------------------------|---------------------|------------------|
| ○ Sede municipal | Represas | Sub-Bacia |
| Estação operacional | Limite Municipal | Atibaia |
| ● Não | Limite Estadual | Camanducaia |
| ● Sim | Limite de Zonas | Capivari |
| Hidrografia Principal | Limite da Bacia PCJ | Corumbataí |
| Hidrografia | | Jaguari |
| | | Jundiá |
| | | Piracicaba |



**DIAGNÓSTICO
PRIMEIRA REVISÃO DO PLANO DAS BACIAS HIDROGRÁFICAS
DOS RIOS PIRACICABA, CAPIVARI E JUNDIAÍ 2010 A 2020**



Sistema de Coordenadas UTM
Datum SIRGAS2000
Zona 23S
Escala: 1:725.000

Mapa 5.1 - Estações fluviométricas operacionais e não operacionais

Fonte de dados:
- Sede municipal: IBGE, 2010
- Limite municipal: IBGE, 2010
- Limite estadual: IBGE, 2010
- Hidrografia: ANA, 2013
- Limite da bacia: Adaptado de ANA, 2013
- Limite sub-bacia: Adaptado de ANA, 2013
- Estações fluviométricas: Hidroweb, 2016

5.1.1.2 Disponibilidade de dados históricos

Quanto à disponibilidade de dados, observa-se que apresentam dados históricos de medição de vazão 33 das 71 estações operacionais, e 10 das 50 não operacionais, totalizando 43 estações com dados históricos de medição de vazão, das 121. No Quadro 5.4 está apresentada a relação das estações de monitoramento fluviométrico quantitativo com e sem dados históricos de vazão.

Quadro 5.4 – Estações de monitoramento fluviométrico quantitativo com e sem dados históricos de vazão nas Bacias PCJ

Sub-bacia	Área (km ²)	Com dados		Sem dados	
		Nº de pontos	Densidade da rede (nº de pontos/10 ³ km ²)	Nº de pontos	Densidade da rede (nº de pontos/10 ³ km ²)
Capivari	1.568,34	3	1,91	2	1,28
Jundiá	1.154,46	7	6,06	7	6,06
Atibaia	2.816,11	15	5,33	24	8,52
Camanducaia	1.040,00	4	3,85	1	0,96
Corumbataí	1.719,46	2	1,16	10	5,82
Jaguari	3.303,96	9	2,72	25	7,57
Piracicaba	3.775,48	3	0,80	9	2,38
<i>Total Piracicaba</i>	<i>12.655,01</i>	<i>33</i>	<i>2,61</i>	<i>69</i>	<i>5,45</i>
Total	15.377,81	43	2,80	78	5,07

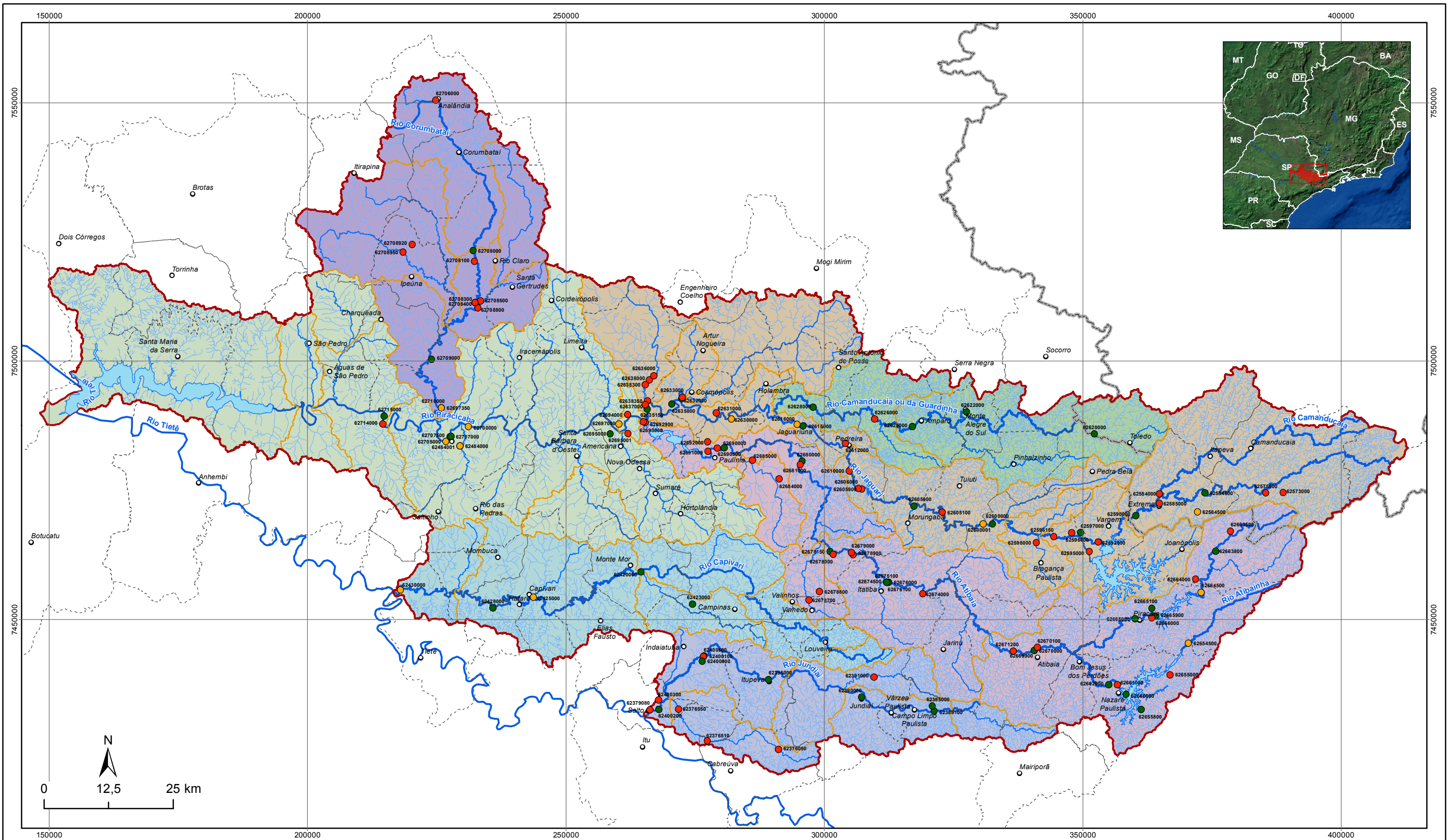
Fonte: Hidroweb (ANA, 2017a)

A disponibilidade de dados é importante para a aquisição de dados hidrológicos das bacias. Observa-se que a sub-bacia do Atibaia é a que possui maior disponibilidade de dados históricos de vazão, com 15 estações com dados e densidade de 5,33 estações a cada 1.000 km².

A localização das estações fluviométricas está apresentada no Mapa 5.2, discriminadas em relação aos tipos de dados históricos disponíveis.

A lista e as informações sobre as estações com séries de dados estão apresentadas no Quadro 5.5.

Entre os 43 postos que disponibilizam séries históricas de vazão, foi feita uma análise da série histórica para verificar a disponibilidade de anos com dados, que está apresentada no Quadro 5.6.



LEGENDA

- | | | |
|--------------------------------------|---------------------|------------------|
| ○ Sede municipal | Represas | Sub-Bacia |
| Estação - descrição dos dados | Limite Municipal | Atibaia |
| ● Sem dados quantitativos | Limite Estadual | Camanducaia |
| ● Cota e/ou resumo da descarga | Limite de Zonas | Capivari |
| ● Vazão | Limite da Bacia PCJ | Corumbataí |
| Hidrografia Principal | | Jaguari |
| Hidrografia | | Jundiá |
| | | Piracicaba |



**DIAGNÓSTICO
PRIMEIRA REVISÃO DO PLANO DAS BACIAS HIDROGRÁFICAS
DOS RIOS PIRACICABA, CAPIVARI E JUNDIAÍ 2010 A 2020**



Sistema de Coordenadas UTM
Datum SIRGAS2000
Zona 23S
Escala: 1:725.000

Mapa 5.2 - Estações fluviométricas com dados e sem dados históricos

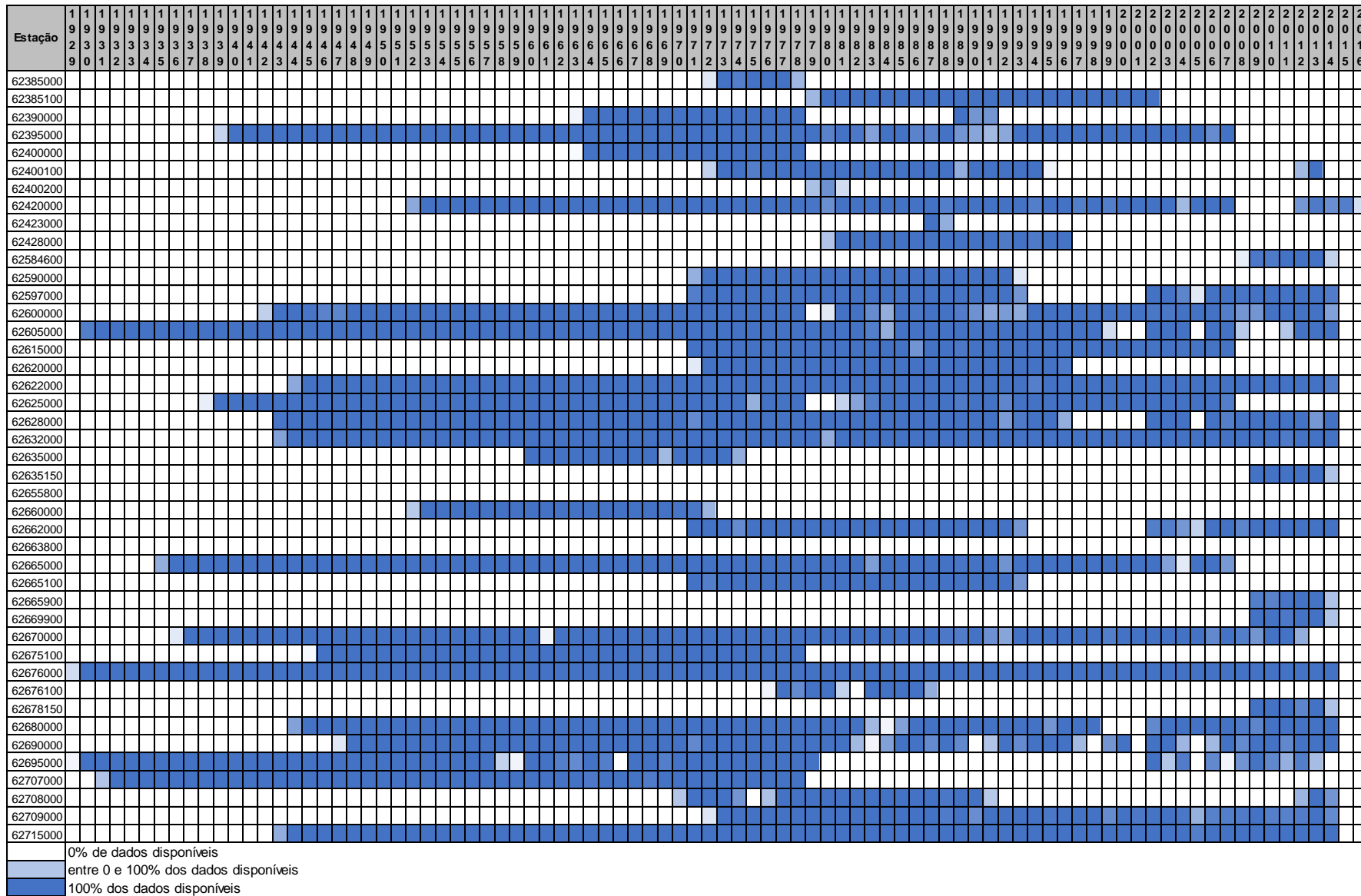
Fonte de dados:
- Sede municipal: IBGE, 2010
- Limite municipal: IBGE, 2010
- Limite estadual: IBGE, 2010
- Hidrografia: ANA, 2013
- Limite da bacia: Adaptado de ANA, 2013
- Limite sub-bacia: Adaptado de ANA, 2013
- Estações fluviométricas: Hidroweb, 2016

Quadro 5.5 – Lista e características das estações fluviométricas com dados históricos de vazão

Estação			Coordenadas geográficas		Altitude (m)	Área de drenagem (km ²)	Telemétrica ANA	Atualizada em	Operando	Código	Zona	Sub-bacia	Bacia Hidrográfica
Código ANA	Nome	Código DAEE	Lat	Lon									
62385000	Jardim Santa Maria	3E-103	-23.200000	-46.750000	-	103	Não	17/05/2005	Não	JUNA156	Zona 34	Jundiá	Jundiá
62385100	Campo Limpo	3E-108	-23.208889	-46.746389	-	101	Não	05/05/2006	Sim	JUNA156	Zona 34	Jundiá	Jundiá
62390000	Jundiá	-	-23.183333	-46.883333	-	263	Não	17/05/2005	Não	JUNA156	Zona 34	Jundiá	Jundiá
62395000	Itupeva	-	-23.150278	-47.058333	701	632	Não	06/07/2016	Sim	JUNA162	Zona 37	Jundiá	Jundiá
62400000	Itaici	-	-23.116667	-47.183333	-	795	Não	02/08/2012	Não	JUNA162	Zona 37	Jundiá	Jundiá
62400100	Itaicá	4E-017R	-23.107222	-47.179444	-	795	Não	10/07/2014	Sim	JUNA162	Zona 37	Jundiá	Jundiá
62400200	Adutora	4E-20	-23.200000	-47.266667	-	1110	Não	17/05/2005	Não	JUNA162	Zona 37	Jundiá	Jundiá
62420000	Monte Mor	-	-22.958889	-47.296389	534	697	Não	06/07/2016	Sim	CPIV174	Zona 30	Capivari	Capivari
62423000	Indaiatuba	4E-024R	-23.016667	-47.200000	-	98.1	Não	17/05/2005	Não	CPIV174	Zona 30	Capivari	Capivari
62428000	Fazenda Itapeva	4E-23	-23.017500	-47.576944	-	1310	Não	17/05/2005	Sim	CPIV177	Zona 31	Capivari	Capivari
62584600	Foz Ribeirão Das Posses	ANA	-22.832778	-46.231389	-	12	Sim	23/11/2016	Sim	JAGR104	Zona 01	Jaguari	Piracicaba
62590000	Pires	3D-016	-22.871389	-46.361944	-	955	Sim	03/09/2014	Sim	JAGR104	Zona 01	Jaguari	Piracicaba
62597000	Guaripocaba	3D-015T	-22.900000	-46.466667	-	1.350	Não	19/05/2014	Sim	JAGR079	Zona 02	Jaguari	Piracicaba
62600000	Rio Abaixo (Faz. Cachoeira)	-	-22.883056	-46.631944	783	1.690	Não	06/07/2016	Sim	JAGR057	Zona 04	Jaguari	Piracicaba
62605000	Buenópolis	3D-009T	-22.850556	-46.779722	730	1.950	Sim	11/07/2014	Sim	JAGR057	Zona 04	Jaguari	Piracicaba
62615000	Jaguariúna	-	-22.708056	-46.986389	568	2.180	Não	06/07/2016	Sim	JAGR046	Zona 08	Jaguari	Piracicaba
62620000	Formiga	3D-017	-22.727778	-46.438333	-	102	Não	17/05/2005	Sim	CMDC059	Zona 05	Camanducaia	Piracicaba
62622000	Monte Alegre Do Sul	3D-002	-22.686944	-46.678611	735	387	Não	14/10/2011	Sim	CMDC059	Zona 05	Camanducaia	Piracicaba
62625000	Amparo	-	-22.711389	-46.780833	668	663	Não	06/07/2016	Sim	CMDC059	Zona 05	Camanducaia	Piracicaba
62628000	Fazenda Barra	3D-001T	-22.675556	-46.967500	575	928	Sim	11/07/2014	Sim	CMDC067	Zona 06	Camanducaia	Piracicaba
62632000	Usina Ester	4D-001T	-22.657222	-47.214722	515	3.400	Não	10/07/2014	Sim	JAGR046	Zona 08	Jaguari	Piracicaba
62635000	Quebra Popa	-	-22.666667	-47.233333	604	4.000	Não	26/03/2013	Não	JAGR046	Zona 08	Jaguari	Piracicaba
62635150	Foz Do Jaguari	4D-013T	-22.674444	-47.279722	-	4.045	Sim	22/07/2014	Sim	JAGR046	Zona 08	Jaguari	Piracicaba
62655800	Nazaré Paulista	ANA	-23.210278	-46.355278	-	17	Sim	23/11/2016	Sim	ATIB093	Zona 09	Atibaia	Piracicaba

Estação			Coordenadas geográficas		Altitude (m)	Área de drenagem (km²)	Telemétrica ANA	Atualizada em	Operado	Código	Zona	Sub-bacia	Bacia Hidrográfica
Código ANA	Nome	Código DAEE	Lat	Lon									
62660000	Nazaré Paulista	-	-23.183333	-46.383333	-	315	Não	17/05/2005	Não	ATIB093	Zona 09	Atibaia	Piracicaba
62662000	Nazaré Paulista	3E-089T	-23.166389	-46.416111	-	358	Sim	11/07/2014	Sim	ATIB093	Zona 09	Atibaia	Piracicaba
62663800	Joanópolis	ANA	-22.934722	-46.211667	856	121	Sim	23/11/2016	Sim	ATIB093	Zona 09	Atibaia	Piracicaba
62665000	Piracaia	-	-23.051667	-46.365278	788	431	Não	06/07/2016	Sim	ATIB093	Zona 09	Atibaia	Piracicaba
62665100	Cravorama	3E-088R	-23.033333	-46.333333	-	407	Não	18/05/2005	Sim	ATIB093	Zona 09	Atibaia	Piracicaba
62665900	Captação de Piracaia	3E-116T	-23.047500	-46.326389	-	406	Sim	30/05/2014	Sim	ATIB093	Zona 09	Atibaia	Piracicaba
62669900	Atibaia	3E-063T	-23.105278	-46.555833	-	1.143	Sim	22/07/2014	Sim	ATIB093	Zona 09	Atibaia	Piracicaba
62670000	Atibaia	-	-23.105000	-46.556389	752	1.140	Não	06/07/2016	Sim	ATIB093	Zona 09	Atibaia	Piracicaba
62675100	Itatiba	-	-22.983333	-46.833333	-	1.930	Não	02/08/2012	Não	ATIB056	Zona 10	Atibaia	Piracicaba
62676000	Bairro Da Ponte	3D-006T	-22.983056	-46.829444	695	1.930	Sim	11/07/2014	Sim	ATIB056	Zona 10	Atibaia	Piracicaba
62676100	Nossa Senhora Das Graças	3D-019R	-22.983333	-46.833333	-	95	Não	12/07/2005	Não	ATIB056	Zona 10	Atibaia	Piracicaba
62678150	Captação De Valinhos	3D-007T	-22.928333	-46.939167	-	2.152	Sim	22/07/2014	Sim	ATIB056	Zona 10	Atibaia	Piracicaba
62680000	Desembargador Furtado	3D-003T	-22.769444	-46.989444	590	2.490	Não	19/05/2014	Sim	ATIB044	Zona 13	Atibaia	Piracicaba
62690000	Acima De Paulínea	4D-009RT	-22.744444	-47.136111	540	2.730	Sim	11/07/2014	Sim	ATIB044	Zona 13	Atibaia	Piracicaba
62695000	Carioba	4D-010T	-22.716667	-47.350000	515	7.600	Não	10/07/2014	Sim	PCBA022	Zona 22	Piracicaba	Piracicaba
62707000	Piracicaba	-	-22.716667	-47.650000	420	8..900	Não	02/08/2012	Não	PCBA022	Zona 22	Piracicaba	Piracicaba
62708000	Batovi	4D-018T	-22.392778	-47.602222	-	452	Sim	10/07/2014	Sim	CRUM009	Zona 20	Corumbataí	Piracicaba
62709000	Recreio	4D-021	-22.581389	-47.683611	-	1.580	Não	05/05/2006	Sim	CRUM008	Zona 21	Corumbataí	Piracicaba
62715000	Artemis	4D-007T	-22.679167	-47.775278	445	10.900	Sim	10/07/2014	Sim	PCBA005	Zona 24	Piracicaba	Piracicaba

Quadro 5.6 – Disponibilidade temporal das séries históricas de vazão dos postos fluviométricos quantitativos com dados históricos



5.1.2 Caracterização da rede de monitoramento fluviométrico do DAEE/SAISP

5.1.2.1 Monitoramento ativo

Segundo dados do DAEE, havia nas Bacias PCJ, em abril de 2017, 52 postos de monitoramento fluviométrico. O DAEE possui uma rede de estações telemétricas, a Rede Telemétrica de Hidrologia do Departamento de Águas e Energia Elétrica do Estado de São Paulo (DAEE), atualmente operada pela Fundação Centro Tecnológico de Hidráulica (FCTH), através do Sistema de Alerta a Inundações de São Paulo (SAISP). Essa rede é composta por 21 desses 52 postos, mais 10 outros postos que não constam no sistema da rede do DAEE.

No Quadro 5.7 está apresentada a relação das estações telemétricas e não telemétricas das Bacias PCJ da rede do DAEE e do SAISP.

Quadro 5.7 – Estações de monitoramento fluviométrico telemétricas e convencionais da rede do DAEE e SAISP nas Bacias PCJ

Sub-bacia	Área (km ²)	Telemétricas		Convencionais		Total	
		Nº de postos	Densidade da rede (nº de pontos/10 ³ km ²)	Nº de postos	Densidade da rede (nº de pontos/10 ³ km ²)	Nº de postos	Densidade da rede (nº de pontos/10 ³ km ²)
Capivari	1.568,34	2	1,275	3	1,913	5	3,188
Jundiá	1.154,46	5	4,331	6	5,197	11	9,528
Atibaia	2.816,11	10	3,551	7	2,486	17	6,037
Camanducaia	1.040,00	2	1,923	2	1,923	4	3,846
Corumbataí	1.719,46	4	2,326	7	4,071	11	6,397
Jaguari	3.303,96	6	1,816	2	0,605	8	2,421
Piracicaba	3.775,48	4	1,059	2	0,530	6	1,589
<i>Total Piracicaba</i>	<i>12.655,01</i>	<i>26</i>	<i>2,055</i>	<i>20</i>	<i>1,580</i>	<i>46</i>	<i>3,635</i>
Total	15.377,81	33	2,146	29	1,886	62	4,032

Fonte: BDH (DAEE, 2017) e SAISP (FCTH, 2017)

Quadro 5.8 – Estações de monitoramento fluviométrico da rede do DAEE e do SAISP nas Bacias PCJ

Sub-bacia	Área (km ²)	DAEE		SAISP		Total	
		Nº de postos	Densidade da rede (nº de pontos/10 ³ km ²)	Nº de postos	Densidade da rede (nº de pontos/10 ³ km ²)	Nº de postos	Densidade da rede (nº de pontos/10 ³ km ²)
Capivari	1.568,34	3	1,913	2	1,275	5	3,188
Jundiá	1.154,46	8	6,930	3	2,599	11	9,528
Atibaia	2.816,11	17	6,037	0	0,000	17	6,037
Camanducaia	1.040,00	3	2,885	1	0,962	4	3,846
Corumbataí	1.719,46	9	5,234	2	1,163	11	6,397
Jaguari	3.303,96	8	2,421	0	0,000	8	2,421
Piracicaba	3.775,48	4	1,059	2	0,530	6	1,589
<i>Total Piracicaba</i>	<i>12.655,01</i>	<i>41</i>	<i>3,240</i>	<i>5</i>	<i>0,395</i>	<i>46</i>	<i>3,635</i>
Total	15.377,81	52	3,381	10	0,650	62	4,032

Fonte: BDH (DAEE, 2017) e SAISP (FCTH, 2017)

Observa-se que seguindo os padrões da rede da ANA, a sub-bacia do Atibaia é a que possui a maior quantidade de estações de monitoramento, bem como a maior densidade da rede. Da mesma forma, a sub-bacia do Piracicaba é a que possui a malha menos densa.

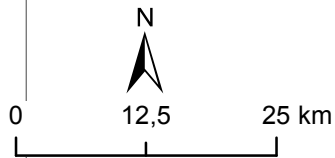
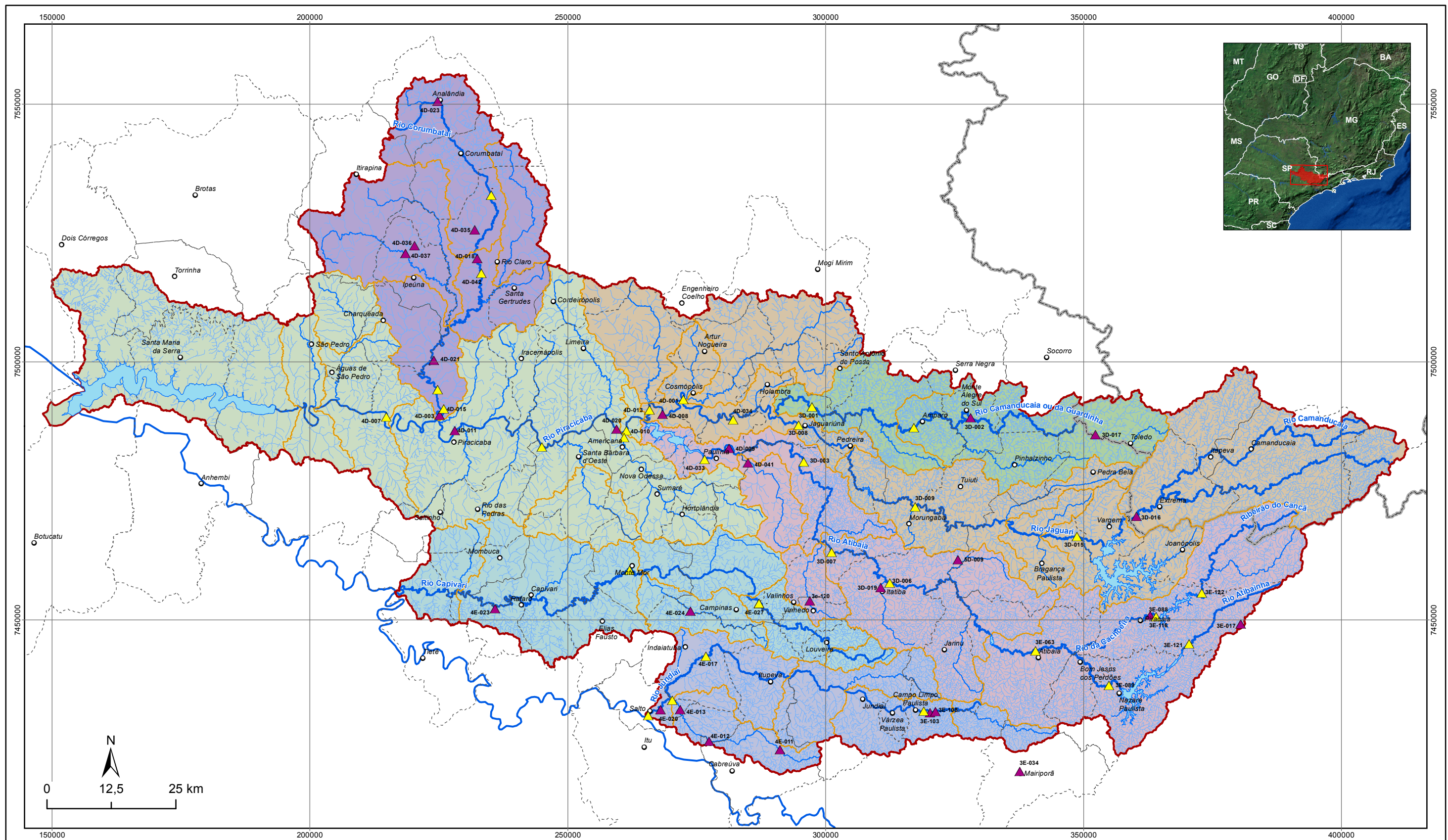
Os 10 postos do SAISP que não constam no sistema do DAEE estão apresentados no Quadro 5.9.

Quadro 5.9 – Estações da rede de monitoramento do SAISP fora da rede do DAEE nas Bacias PCJ

Nome do posto no SAISP	Latitude	Longitude	Telemétrica
Rio Camanducaia em Amparo / Amparo	-22,711501	-46,780823	Sim
Ribeirão Quilombo ETE DAE Americana / Americana	-22,721991	-47,327685	Sim
Rio Piracicaba em Santa Bárbara D'Oeste / Santa Bárbara D'oeste	-22,735700	-47,483000	Sim
Rio Corumbataí em Rio Claro / Rio Claro	-22,294600	-47,570400	Sim
Rio Capivari em Campinas / Campinas	-23,016300	-47,077200	Sim
Rio Capivari Sabesp Monte Mor / Monte Mor	-22,954718	-47,321339	Sim
Rio Jundiá - Planalto Paulista / Campo Limpo Paulista	-23,208500	-46,768700	Sim
Rio Piraí Captação DAE Salto / Salto	-23,183000	-47,244300	Sim
Rio Jundiá em Salto / Salto	-23,209600	-47,290400	Sim
Rio Corumbataí Captação SEMAE Piracicaba / Piracicaba	-22,632849	-47,677585	Sim

Fonte: SAISP (FCTH, 2017)

Os 52 demais postos da rede do DAEE estão apresentados no Quadro 5.10. No Mapa 5.3 estão apresentadas as estações da rede de monitoramento do DAEE.



LEGENDA

- | | |
|----------------------------------|-------------------------|
| ○ Sede municipal | 🔴 Limite da Bacia PCJ |
| ▲ Estação DAEE, Telemétrica: - | 🟫 Sub-Bacia Atibaia |
| ▲ Estação DAEE, Telemétrica: Sim | 🟩 Sub-Bacia Camanducaia |
| 🌊 Hidrografia Principal | 🟦 Sub-Bacia Capivari |
| 🌊 Hidrografia | 🟪 Sub-Bacia Corumbataí |
| 🏞 Represas | 🟨 Sub-Bacia Jaguari |
| 🔲 Limite Municipal | 🟩 Sub-Bacia Jundiá |
| 🔲 Limite Estadual | 🟦 Sub-Bacia Piracicaba |
| 🔲 Limite de Zonas | |



DIAGNÓSTICO PRIMEIRA REVISÃO DO PLANO DAS BACIAS HIDROGRÁFICAS DOS RIOS PIRACICABA, CAPIVARI E JUNDIAÍ 2010 A 2020



Sistema de Coordenadas UTM
Datum SIRGAS2000
Zona 23S
Escala: 1:725.000

Mapa 5.3 – Estações de monitoramento do DAEE

Fonte de dados:
- Sede municipal: IBGE, 2010
- Limite municipal: IBGE, 2010
- Limite estadual: IBGE, 2010
- Hidrografia: ANA, 2013
- Limite da bacia: Adaptado de ANA, 2013
- Limite sub-bacia: Adaptado de ANA, 2013
- Estações: DAEE, 2016

Quadro 5.10 – Estações da rede de monitoramento do DAEE nas Bacias PCJ

Código DAEE	Nome do posto	Município	Curso d'água	Área (km²)	Lat.	Long.	Telemétrica	Nome do posto no SAISP
3D-001	Fazenda Barra	Jaguariuna	Camanducaia,R/Camand.ou da Guardinha,R/Guardinha,R da	928	-22,673056	-46,972500	Sim	Rio Camanducaia em Dal Bo (D3-044T / 3D-001T) / Jaguariúna
3D-002	Monte Alegre do Sul	Monte Alegre do Sul	Camanducaia,R/Camand.ou da Guardinha,R/Guardinha,R da	387	-22,695556	-46,673611	-	-
3D-003	Desembargador Furtado	Campinas	Atibaia,R	2.490	-22,769444	-46,989444	Sim	Rio Atibaia em Desembargador Furtado (D3-055T / 3D-003T) / Campinas
3D-006	Bairro da Ponte	Itatiba	Atibaia,R	1.920	-22,983056	-46,829444	Sim	Rio Atibaia no Bairro da Ponte (D3-048T / 3D-006T) / Itatiba
3D-007	Captacao - Valinhos	Valinhos	Atibaia,R	2.152	-22,928333	-46,939167	Sim	Rio Atibaia Captação Valinhos (D3-051T/3D-007T) / Valinhos
3D-008	Jaguariuna - Antarctica	Jaguariuna	Jaguari,R	2.187	-22,705000	-46,997778	Sim	Rio Jaguarí em Jaguariúna (D3-045T / 3D-008T) / Jaguariúna
3D-009	Buenopolis	Morungaba	Jaguari,R	1.950	-22,850556	-46,779722	Sim	Rio Jaguarí em Buenópolis (D3-040T / 3D-009T) / Morungaba
3D-015	Guaripocaba	Braganca Paulista	Jaguari,R	1.353	-22,905278	-46,475000	Sim	Rio Jaguarí em Guaripocaba (D3-047T / 3D-015T) / Bragança Paulista
3D-016	Pires	Extrema	Jaguari,R	955	-22,871667	-46,361944	-	-
3D-017	Formiga	Toledo	Camanducaia,R/Camand.ou da Guardinha,R/Guardinha,R da	102	-22,727778	-46,438333	-	-
3D-019	Nossa Senhora das Gracias	Itatiba	Jacarezinho,Rib	95	-22,991111	-46,846944	-	-
3E-017	Rio Acima (Ponte EFCB)	Moji Das Cruzes	Tiete,R	795	-23,061667	-46,166944	-	-
3E-034	Mairipora	Mairipora	Juqueri,R/Juqueri-Mirim,R	219	-23,315833	-46,587778	-	-
3E-063	Atibaia	Atibaia	Atibaia,R	1.143	-23,105278	-46,555833	Sim	Rio Atibaia em Atibaia (E3-111T / 3E-063T) / Atibaia
3E-088	Cravovana	Piracaia	Cachoeira,Rib	404	-23,045278	-46,338056	-	-
3E-089	Mascate	Nazare Paulista	Atibainha,R	340	-23,166389	-46,416944	Sim	Rio Atibainha - Mascate (3E-089T/E3-121T) / Nazare Paulista
3E-103	Jardim Santa Maria	Campo Limpo Paulista	Jundiá,R/Jundiázinho,R/Pedra Vermelha,Cor	108	-23,211111	-46,756389	-	-
3E-108	Campo Limpo	Campo Limpo Paulista	Jundiá,R/Jundiázinho,R/Pedra Vermelha,Cor	100	-23,208889	-46,746389	-	-
3E-116	Captacao de Piracaia	Piracaia	Cachoeira,R da/Canca,Rib do/Canca ou da Cachoeirinha,Rib	396	-23,047500	-46,326389	Sim	Rio Cachoeira Captação Piracaia(E3-110T/3E-116T) / Piracaia
3E-120	Vinhedo Urbano	Vinhedo	Cachoeira ou da Paciencia,Cor da/"Pinheiros,Rib dos"	15	-23,013056	-46,981389	-	-
3E-121	Atibainha Montante	Piracaia	Atibainha,R	127	-23,095278	-46,264722	Sim	Rio Atibainha em Piracaia (3E-121T/E3-268T) / Piracaia
3E-122	Cachoeira Montante	Piracaia	Cachoeira ou dos Pretos,R da/Retiro,Rib do/Retiro ou da	294	-23,006389	-46,239722	Sim	Rio Cachoeira Piracaia (3E-122T/E3-269T) / Piracaia
3E-123	Tunel 5 - Montante	Nazare Paulista	Juqueri,R/Juqueri-Mirim,R	-	-	-	-	-
4D-001	Usina Ester	Cosmopolis	Jaguari,R	3.394	-22,657222	-47,214722	Sim	Rio Jaguarí em Usina Ester (D4-052RT / 4D-001T) / Cosmópolis
4D-003	Santa Terezinha	Piracicaba	Corumbatai,R	1.705	-22,677222	-47,674722	-	-
4D-007	Artemis	Piracicaba	Piracicaba,R	10.918	-22,679167	-47,775278	Sim	Rio Piracicaba em Artemis (D4-061T / 4D-007T) / Piracicaba
4D-008	Quebra Popa	Americana	Jaguari,R	4.015	-22,682222	-47,254722	-	-
4D-009	Acima de Paulínia	Paulínia	Atibaia,R	2.738	-22,743889	-47,129722	-	Rio Atibaia Acima de Paulínia (D4-120T / 4D-009RT) / Paulínia

Código DAEE	Nome do posto	Município	Curso d'água	Área (km²)	Lat.	Long.	Telemétrica	Nome do posto no SAISP
4D-010	Carioba	Americana	Piracicaba,R	7.205	-22,710278	-47,322778	Sim	Rio Piracicaba em Carioba (D4-097T / 4D-010T) / Americana
4D-011	Acima do Salto de Piracicaba	Piracicaba	Piracicaba,R	8.881	-22,705278	-47,646389	-	-
4D-013	Foz do Jaguari	Limeira	Jaguari,R	4.045	-22,674722	-47,278889	Sim	Rio Jaguarí na Foz (D4-121T / 4D-013T) / Limeira
4D-015	Piracicaba	Piracicaba	Piracicaba,R	-	-22,666667	-47,666667	Sim	Rio Piracicaba em Piracicaba (D4-095T / 4D-015T) / Piracicaba
4D-018	Batovi	Rio Claro	Corumbatai,R	489	-22,405000	-47,598333	-	-
4D-020	Sao Jeronimo	Americana	Piracicaba,R	7.593	-22,707222	-47,341389	-	-
4D-021	Recreio	Piracicaba	Corumbatai,R	1.581	-22,581389	-47,683611	-	-
4D-023	Analandia	Analandia	Corumbatai,R	59	-22,128611	-47,668056	-	-
4D-033	Captacao - Sumare	Paulinia	Atibaia,R	2.589	-22,762500	-47,176111	Sim	Rio Atibaia Captação Sumaré (D4-122 / 4D-033) / Paulinia
4D-034	Captacao - Petrobras	Paulinia	Jaguari,R	3.335	-22,693889	-47,121667	Sim	Rio Jaguari Captação Petrobrás (D4-123 / 4D-034) / Paulinia
4D-035	Foz do Jacutinga	Rio Claro	Jacutinga,Rib do	29	-22,354444	-47,602222	-	-
4D-036	Gaivan	Ipeuna	Sna1 Monjolo Grande,Cor	2	-22,380278	-47,716111	-	-
4D-037	Monjolo Grande - Foz	Ipeuna	Monjolo Grande,Cor	29	-22,393056	-47,733611	-	-
4D-041	Anhumas - Foz	Campinas	Anhumas,Rib das/Mato-dentro,Cor do	148	-22,769722	-47,094444	-	-
4D-042	Novo Batovi	Rio Claro	Corumbatai,R	527	-22,430278	-47,591389	Sim	Rio Corumbataí - Novo Batovi (4D-042T/D4-131T) / Rio Claro
4E-011	Bairro Cururu	Cabreuva	Pirai,Rib/Guaxinduba ou da Cachoeira,Cor	37	-23,272778	-47,041944	-	-
4E-012	Ceramica Tijolar	Cabreuva	Pirai,Rib/Guaxinduba ou da Cachoeira,Cor	113	-23,256111	-47,175833	-	-
4E-013	Fazenda Pedra Branca	Salto	Pirai,Rib/Guaxinduba ou da Cachoeira,Cor	211	-23,199444	-47,229167	-	-
4E-017	Itaici	Indaiatuba	Jundiá,R/Jundiázinho,R/Pedra Vermelha,Cor	803	-23,107222	-47,179444	Sim	Rio Jundiá - Itaici (E4-864AN / 4E-017) / Indaiatuba
4E-020	Aduora	Salto	Jundiá,R/Jundiázinho,R/Pedra Vermelha,Cor	1.119	-23,200000	-47,266667	-	-
4E-023	Fazenda Itapeva	Rafard	Capivari,R (05 - Piracicaba/Capivari/Jundiá)	1.302	-23,017500	-47,576944	-	-
4E-024	Indaiatuba	Indaiatuba	Capivari-Mirim,R/Quilombo ou do Monte Serrat,Cor do	96	-23,027778	-47,207222	-	-
4E-027	Reforma Agraria	Campinas	Capivari,R (05 - Piracicaba/Capivari/Jundiá)	226	-23,016389	-47,077222	-	-
5D-009	Lobo Velho	Itatiba	Pardo,R (17 - Médio Paranapanema)	512	-22,943889	-46,700556	-	-

Fonte: (DAEE, 2017)

5.1.2.2 Disponibilidade de dados históricos

Quanto à disponibilidade de dados, observa-se que apresentam dados históricos de medição de vazão 45 das 52 estações da rede do DAEE. Todas as do SAISP possuem dados, atualizados diariamente, porém, a série histórica não está disponível.

Isso mostra que a rede é bastante robusta, com apenas 7 estações sem séries de vazão.

No Quadro 5.11 está apresentada uma análise da disponibilidade temporal das séries de vazão das estações.

5.1.3 Caracterização da rede de monitoramento pluviométrico

Segundo dados da ANA (Hidroweb, 2016b), as Bacias PCJ possuíam um total de 355 estações pluviométricas, das quais 241 estavam operacionais e 114 não-operacionais, no ano de 2016. No Quadro 5.12 está apresentada a relação de estações de monitoramento pluviométrico operacionais e não-operacionais no ano de 2016.

Quadro 5.12 – Estações de monitoramento pluviométrico operacionais e não operacionais

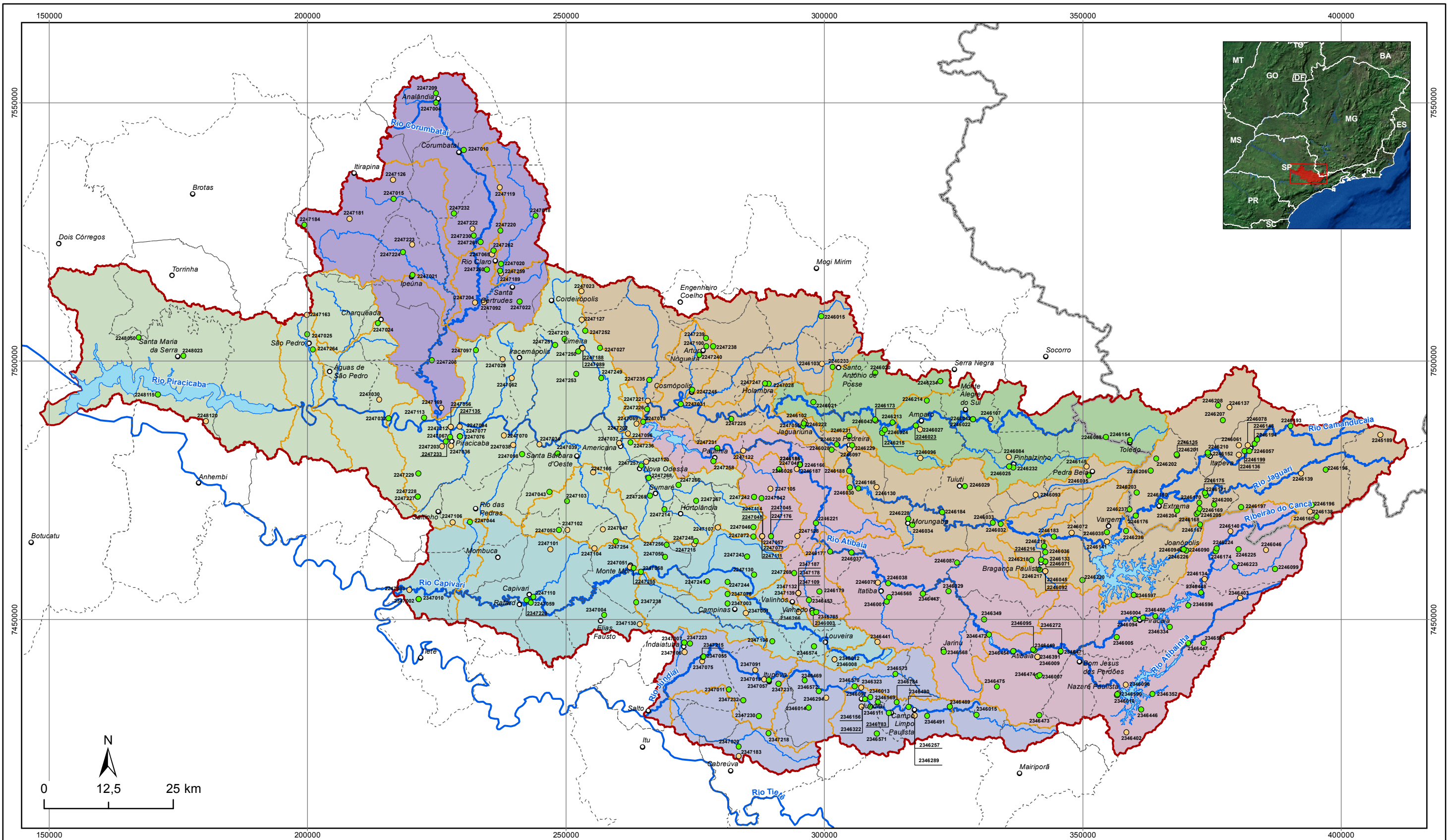
Bacia Hidrográfica/Sub-bacia	Área (km ²)	Operacionais		Não-operacionais		Total	
		Nº de postos	Densidade da rede (nº de pontos/10 ³ km ²)	Nº de postos	Densidade da rede (nº de pontos/10 ³ km ²)	Nº de postos	Densidade da rede (nº de pontos/10 ³ km ²)
Capivari	1.568,34	20	12,75	12	7,65	32	20,40
Jundiá	1.154,46	27	23,39	11	9,53	38	32,92
Atibaia	2.816,11	53	18,82	26	9,23	79	28,05
Camanducaia	1.040,00	15	14,42	5	4,81	20	19,23
Corumbataí	1.719,46	18	10,47	10	5,82	28	16,28
Jaguari	3.303,96	71	21,50	22	6,66	93	28,15
Piracicaba	3.775,48	37	9,80	28	7,42	65	17,22
<i>Total Piracicaba</i>	<i>12.655,01</i>	<i>194</i>	<i>15,33</i>	<i>91</i>	<i>7,19</i>	<i>285</i>	<i>22,52</i>
Total	15.377,81	241	15,67	114	7,41	355	23,09

Fonte: Hidroweb (ANA, 2017a)

As sub-bacias com maior número de estações de monitoramento pluviométrico operacionais são a sub-bacia do Jaguari, seguida pela sub-bacia do Atibaia. Quanto à quantidade de postos em relação à área, a do Jundiá possui a malha mais densa, com 23,39 estações a cada 1.000 km², devido à área reduzida dessa sub-bacia, seguida pela sub-bacia do Jaguari, com 21,50 postos a cada 1.000 km².

Caso seja considerado o número total de postos, operacionais ou não, a sub-bacia do Jaguari permanece como a bacia com o maior número de postos, assim como a do Jundiá como a com maior densidade.

A densidade total de postos operacionais das Bacias PCJ é de 15,67 estações a cada 1.000 km² e 23,09 estações operacionais e não-operacionais a cada 1.000 km². A localização dos postos pluviométricos está apresentada no Mapa 5.4, discriminadas em relação à sua operacionalidade.



LEGENDA

- Sede municipal
- Estação operacional
- Não
- Sim
- Hidrografia Principal
- Reservas
- - - Limite Municipal
- ▭ Limite Estadual
- Limite de Zonas
- ▭ Limite da Bacia PCJ
- ▭ Sub-Bacia
- ▭ Atibaia
- ▭ Camanducaia
- ▭ Capivari
- ▭ Corumbataí
- ▭ Jaguari
- ▭ Jundiá
- ▭ Piracicaba



**DIAGNÓSTICO
PRIMEIRA REVISÃO DO PLANO DAS BACIAS HIDROGRÁFICAS
DOS RIOS PIRACICABA, CAPIVARI E JUNDIAÍ 2010 A 2020**



Sistema de Coordenadas UTM
Datum SIRGAS2000
Zona 23S
Escala: 1:725.000

Mapa 5.4 - Estações pluviométricas operacionais e não operacionais

Fonte de dados:
- Sede municipal: IBGE, 2010
- Limite municipal: IBGE, 2010
- Limite estadual: IBGE, 2010
- Hidrografia: ANA, 2013
- Limite da bacia: Adaptado de ANA, 2013
- Limite sub-bacia: Adaptado de ANA, 2013
- Estações pluviométricas: Hidroweb, 2016

5.1.4 Caracterização das redes telemétricas

5.1.4.1 Redes telemétricas principais

Este item será dedicado especificamente às redes telemétricas de monitoramento presentes nas Bacias PCJ.

Conforme observado nos itens do subcapítulo 5.1, os bancos de dados apresentados, tanto o Hidroweb (ANA, 2017a) quanto o BDH (DAEE, 2017), apresentam redes de monitoramento contendo tanto estações de monitoramento convencionais, quanto telemétricas, sendo algumas delas operadas pela ANA, outras pelo DAEE, outras pelo sistema SAISP, e outras por outras entidades, ainda. Dada essa sobreposição de entidades operadoras e bancos de dados, considera-se importante reservar um item específico para esse tema.

Segundo informações do Sistema de Suporte a Decisões para as Bacias dos Rios Piracicaba, Capivari e Jundiá – SSD PCJ (LABSID, 2015), a rede de monitoramento nas Bacias PCJ que consta no SSD é composta por postos operados pelas seguintes entidades:

- SAISP: dados de telemetria em tempo real
- CETESB: monitoramento de qualidade da água
- IGAM: monitoramento de qualidade da água
- FCTH/DAEE: postos de monitoramento quantitativo: chuva/vazões

Sendo que as estações operadas pelo SAISP são as telemétricas, que alimentam o modelo em tempo real. Elas estão apresentadas no Quadro 5.17, e no Quadro 5.14 as estações de monitoramento do Sistema Cantareira.

Quadro 5.13 – Estações de monitoramento telemétricas do SAISP

Nome da estação	Código		Município	Latitude	Longitude
Rio Atibainha em Piracaia	3E-121T	E3-268T	Piracaia	-23,0952	-46,2648
Rio Atibainha - Mascate	3E-089T	E3-121T	Nazare Paulista	-23,16638	-46,41611
Rio Cachoeira Piracaia	3E-122T	E3-269T	Piracaia	-23,0062	-46,2395
Rio Cachoeira Captação Piracaia	E3-110T	3E-116T	Piracaia	-23,0475	-46,32638889
Rio Atibaia em Atibaia	E3-111T	3E-063T	Atibaia	-23,1061	-46,55665
Rio Atibaia no Bairro da Ponte	D3-048T	3D-006T	Itatiba	-22,98305556	-46,82972222
Rio Atibaia Captação Valinhos	D3-051T	3D-007T	Valinhos	-22,92877778	-46,93952778
Rio Atibaia em Desembargador Furtado	D3-055T	3D-003T	Campinas	-22,77555556	-46,99333333
Rio Atibaia Acima de Paulínia	D4-120T	4D-009RT	Paulínia	-22,74444444	-47,13611111
Rio Atibaia Captação Sumaré	D4-122	4D-033	Paulínia	-22,762525	-47,17615
Rio Jaguarí em Guaripocaba	D3-047T	3D-015T	Bragança Paulista	-22,90638889	-46,47611111
Rio Jaguarí em Buenópolis	D3-040T	3D-009T	Morungaba	-22,84972222	-46,77833333
Rio Jaguarí em Jaguariúna	D3-045T	3D-008T	Jaguariúna	-22,703256	-46,999992
Rio Camanducaia em Amparo	-	-	Amparo	-22,711501	-46,780823
Rio Camanducaia em Dal Bo	D3-044T	3D-001T	Jaguariúna	-22,67555555	-46,96755555
Rio Jaguari Captação Petrobrás	D4-123	4D-034	Paulínia	-22,697052	-47,123139
Rio Jaguarí em Usina Ester	D4-052RT	4D-001T	Cosmópolis	-22,65805556	-47,21472222
Rio Jaguarí na Foz	D4-121T	4D-013T	Limeira	-22,67472222	-47,27888889
Rio Piracicaba em Carioba	D4-097T	4D-010T	Americana	-22,711251	-47,324365
Ribeirão Quilombo ETE DAE Americana	-	-	Americana	-22,721991	-47,327685
Rio Piracicaba em Santa Bárbara D'Oeste	-	-	Santa Bárbara D'oeste	-22,7357	-47,483
Rio Piracicaba em Piracicaba	D4-095T	4D-015T	Piracicaba	-22,72444444	-47,6583

Nome da estação	Código		Município	Latitude	Longitude
Rio Corumbataí em Rio Claro	-	-	Rio Claro	-22,2946	-47,5704
Rio Corumbataí - Novo Batovi	4D-042T	D4-131T	Rio Claro	-22,430284	-47,590896
Rio Corumbataí Captação SEMAE Piracicaba	-	-	Piracicaba	-22,632849	-47,677585
Rio Piracicaba em Artemis	D4-061T	4D-007T	Piracicaba	-22,70186	-47,75145
Rio Capivari em Campinas	-	-	Campinas	-23,0163	-47,0772
Rio Capivari Sabesp Monte Mor	-	-	MonteMor	-22,954718	-47,321339
Rio Jundiá - Planalto Paulista	-	-	Campo Limpo Paulista	-23,2085	-46,7687
Rio Jundiá - Itaici	E4-864AN	4E-17	Indaiatuba	-23,10792	-47,18031108
Rio Pirai Captação DAE Salto	-	-	Salto	-23,183	-47,2443
Rio Jundiá em Salto	-	-	Salto	-23,2096	-47,2904

Fonte: SAISP (FCTH, 2017)

Quadro 5.14 – Estações de monitoramento telemétricas da SABESP para monitoramento do Sistema Cantareira

Nome da estação	Município	Latitude	Longitude
Barragem Jacareí	Joanópolis	-22,97222	-46,32998
Barragem Jaguari - Vargem	Vargem	-22,92236	-46,42227
Barragem Cachoeira	Piracaia	-23,05083279	-46,31927781
Barragem Atibainha	Nazaré Paulista	-23,173916	-46,392727
Desemboque do Tunel 5	-	-23,26458489	-46,48091902
Barragem Paiva Castro	Franco da Rocha	-23,32901822	-46,67843026
Barragem Águas Claras	São Paulo	-23,397966	-46,65869
F25b - Rio Jaguari	Extrema - MG	-22,866807	-46,358813

Fonte: SAISP (FCTH, 2017)

Algumas dessas estações também constam no Hidroweb-ANA e/ou no BDH-DAEE, conforme apresentado nos itens 5.1.1 e 5.1.2, o que revela a questão da sobreposição dos dados nos bancos de dados de monitoramento disponíveis.

5.1.4.2 Outras redes telemétricas

5.1.4.2.1 Centro Integrado de Informações Agrometeorológicas - CIIAGRO

O CIIAGRO é uma entidade responsável por operacionalizar e disponibilizar informações e aconselhamento às atividades agrícolas com base nos parâmetros agrometeorológicos e previsão do tempo. Sua principal função é a de dar subsídio para decisões do setor agrícola, como calendário agrícola, preparo do solo, aplicação de produtos químicos agrícolas, monitoramento de irrigação, datas de maturação e colheita, controle e manejo de pragas e doenças vegetais, transporte de produtos agrícolas, operações florestais tais como incêndios, geadas e outros fenômenos adversos, manejo agrícola e outras atividades correlatas.

Ele é composto por uma rede automática agrometeorológica, que gera dados a cada 20 minutos, e hidrológica, que gera dados a cada 10 minutos.

A rede de estações hidrológicas é composta por 18 estações, sendo uma delas localizada na SANASA e 17 em diferentes corpos hídricos em diferentes municípios das Bacias PCJ. Elas estão apresentadas no Quadro 5.15.

Quadro 5.15 – Estações de monitoramento hidrológicas automáticas do CIIAGRO nas Bacias PCJ

Corpo hídrico	Município
Rib. Anhumas	Campinas
Rib. Quilombo	Americana
Rio Atibaia	Valinhos
Rio Camanducaia	Amparo
Rio Capivari	Campinas
Rio Capivari	Monte Mor
Rio Capivari-Mirim	Monte Mor
Rio Corumbataí	Piracicaba
Rio Corumbataí	Rio Claro
Rio Jaguari	Limeira
Rio Jaguari	Morungaba
Rio Jundiá	Campo Limpo Paulista
Rio Jundiá	Salto
Rio Mãe Rosa	Campo Limpo Paulista
Rio Piracicaba	Piracicaba
Rio Piracicaba	Sta Bárbara d'Oeste
Rio Piraí	Salto
Rio Atibaia	SANASA

 Fonte: CIIAGRO. Disponível em: <http://www.ciiagro.org.br/eha/>

A rede agrometeorológica é identificada apenas com o nome do município na qual ela está localizada, totalizando 73 postos de monitoramento localizados em 72 municípios das Bacias PCJ (2 em Piracicaba). Apenas os municípios de Brotas, Camanducaia, Louveira e Sapucaí-Mirim não possuem estações CIIAGRO. Elas são identificadas apenas pelo nome do município no sistema CIIAGRO, e por esse motivo não serão apresentadas aqui.

Apesar do alto número de postos, o sistema disponível no site é pouco intuitivo, apresenta instabilidades, não fornece possibilidade de visualizar as estações em ambiente SIG, nem de filtrar por localidade, bacia, sub-bacia ou município.

5.1.4.2.2 Instituto Nacional de Meteorologia – INMET

O INMET possui uma rede de monitoramento meteorológica automática que capta dados minuto a minuto e atualiza dados horários de variáveis climáticas. Dentro dos limites das Bacias PCJ se encontram quatro dessas estações automáticas, apresentadas no Quadro 5.16.

Quadro 5.16 – Estações de monitoramento automáticas do INMET nas Bacias PCJ

Estação	Código OMM	Latitude	Longitude	Altitude (m)
Monte Verde-A509	86870	-22,861604	-46,043365	1.545
Barra Bonita-A741	86867	-22,471205	-48,557573	534
Itapira-A739	86869	-22,415062	-46,805292	635
Piracicaba-A726	86868	-22,703132	-47,623317	566

Fonte: INMET (2017)

5.1.4.2.3 Sistema Integrado de Bacias Hidrográficas – SIBH

A Agência Nacional de Águas (ANA) e o Centro de Monitoramento de Alertas de Desastres Naturais (CEMADEN) realizaram um acordo de cooperação técnica para desenvolver e ampliar o alcance do Sistema Integrado de Bacias Hidrográficas (SIBH), do DAEE. O sistema conta com 1.350 postos de monitoramento fluviométricos, pluviométricos e piezométricos, dos quais 700 são do CEMADEN, 300 da ANA e 250 do DAEE (DAEE, CEMADEN, 2017).

O sistema reúne estações de monitoramento de diversas entidades com acesso aos dados todos em um mesmo local. No entanto, no momento de confecção deste Plano, o sistema apresentava instabilidade, não carregava diversas páginas, não permite filtro das estações por localidades e não carregava o mapa para visualização das estações em um ambiente SIG. Disponível em: <http://sibh.daee.sp.gov.br/>

5.2 Disponibilidade Hídrica

5.2.1 Disponibilidade Superficial

O estudo de disponibilidade superficial das Bacias PCJ será feito a partir de uma regionalização de vazão da vazão de referência para a disponibilidade no Estado de São Paulo, a vazão média móvel de sete dias consecutivos para um período de retorno de 10 anos ($Q_{7,10}$). Serão selecionados postos fluviométricos com medição de vazão e disponibilidade de dados para o período de 1940 a 1970, por representarem uma situação o mais próximo possível da situação naturalizada da bacia, anterior à construção do Sistema Cantareira, que veio a interferir no regime hidrológico das Bacias PCJ.

O período foi escolhido de forma a combinar dois critérios: (1) um intervalo longo o suficiente para ser representativo do comportamento da bacia, minimizando efeitos atípicos; e (2) um intervalo que possua estações com dados suficientes disponíveis, procurando minimizar o preenchimento das falhas e ter um número satisfatório de estações.

A partir do cálculo da $Q_{7,10}$ para cada estação selecionada, é possível regionalizar os valores a partir de equações de regressão relacionando a vazão de referência com a área de drenagem dos postos. De posse dessas equações, é possível estimar a $Q_{7,10}$ em qualquer ponto das Bacias PCJ.

Serão realizados os mesmos procedimentos para a regionalização das vazões médias de longo período (Q_{mip}) e vazões com 95% de permanência no tempo (Q_{95}), embora, pela importância da vazão de referência no planejamento e nos processos de emissão de outorga nas bacias, será dado um maior destaque à $Q_{7,10}$ ao longo desse item.

5.2.1.1 Seleção das estações fluviométricas

Como já mencionado, na área das Bacias PCJ existe um total de 121 postos fluviométricos, dos quais 43 possuem dados históricos de medição de vazão. Desses 43, foi analisada a disponibilidade temporal dos dados visando uma base de dados robusta para o cálculo da disponibilidade hídrica superficial.

No Quadro 5.6 foram apresentadas informações a respeito da disponibilidade de dados históricos de medição de vazão, e das 43 estações com dados foi possível delimitar um intervalo temporal de 1940 a 1970 com uma quantidade razoável de dados disponibilizados para 14 estações. O critério de corte foi estações com ao menos 75% de dados disponíveis para o período de tempo selecionado.

Quadro 5.17 – Critério de seleção para as estações

Estação			Disponibilidade de dados no período 1940-1970	Utilizada
Código ANA	Código DAEE	Nome		
62385000	3E-103	Jardim Santa Maria	0%	Não
62385100	3E-108	Campo Limpo	0%	Não
62390000	-	Jundiá	23%	Não
62395000	-	Itupeva	100%	Sim
62400000	-	Itaici	23%	Não
62400100	4E-017R	Itaica	0%	Não
62400200	4E-20	Aduora	0%	Não
62420000	-	Monte Mor	60%**	Sim
62423000	4E-024R	Indaiatuba	0%	Não
62428000	4E-23	Fazenda Itapeva	0%	Não
62584600	ANA	Foz Ribeirão Das Posses	0%	Não
62590000	3D-016	Pires	0%	Não
62597000	3D-015T	Guaripocaba	0%	Não
62600000	-	Rio Abaixo (Faz. Cachoeira)	91%	Sim
62605000	3D-009T	Buenópolis	100%	Sim
62615000	-	Jaguariúna	0%	Não
62620000	3D-017	Formiga	0%	Não
62622000	3D-002	Monte Alegre Do Sul	86%	Sim
62625000	-	Amparo	100%	Sim
62628000	3D-001T	Fazenda Barra	90%	Sim
62632000	4D-001T	Usina Ester	89%	Sim
62635000	-	Quebra Popa	34%	Não
62635150	4D-013T	Foz Do Jaguari	0%	Não
62655800	ANA	Nazaré Paulista	0%	Não
62660000	-	Nazaré Paulista	59%	Não
62662000	3E-089T	Nazaré Paulista	0%	Não
62663800	ANA	Joanópolis	0%	Não
62665000	-	Piracaia	100%	Sim
62665100	3E-088R	Cravonana	0%	Não
62665900	3E-116T	Captação de Piracaia	0%	Não
62669900	3E-063T	Atibaia	0%	Não
62670000	-	Atibaia	97%	Sim
62675100	-	Itatiba	81%	Não
62676000	3D-006T	Bairro Da Ponte	100%	Sim
62676100	3D-019R	Nossa Senhora Das Graças	0%	Não
62678150	3D-007T	Captação De Valinhos	0%	Não
62680000	3D-003T	Desembargador Furtado	86%	Sim
62690000	4D-009RT	Acima De Paulínea	75%	Sim
62695000	4D-010T	Carioba	90%*	Não
62707000	-	Piracicaba	100%	Sim
62708000	4D-018T	Batovi	1%	Não
62709000	4D-021	Recreio	0%	Não
62715000	4D-007T	Artemis	89%	Sim

*A estação 62695000 possui 90% do período preenchido, porém, ao analisar os dados diários de vazão, constata-se que o período de 1958 a 1970 possui medições incorretas, motivo pelo qual foi deixada de fora.

**A estação 62420000 possui 60% dos dados completos, mas será utilizada por ser a única estação presente na bacia do Rio Capivari

Fonte: Hidroweb (ANA, 2017a)

A lista das estações e os dados disponíveis em cada ano do intervalo podem ser observadas no Quadro 5.18, e no Quadro 5.19 estão apresentadas as informações das estações utilizadas.

Quadro 5.18 – Estações de monitoramento e intervalo temporal com dados

Código ANA	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1		
	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	
	4	4	4	4	4	4	4	4	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6		
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0	1	1	1	1			
62395000																																						
62600000																																						
62605000																																						
62622000																																						
62625000																																						
62628000																																						
62632000																																						
62665000																																						
62670000																																						
62676000																																						
62680000																																						
62690000																																						
62707000																																						
62715000																																						
62420000*																																						
	0% de dados disponíveis																																					
	entre 0 e 100% dos dados disponíveis																																					
	100% dos dados disponíveis																																					

*A estação 62420000 possui uma disponibilidade menor, e não será incluída nos cálculos de regionalização, porém, seus dados serão utilizados no cálculo final de disponibilidade

Fonte: Hidroweb (ANA, 2017a)

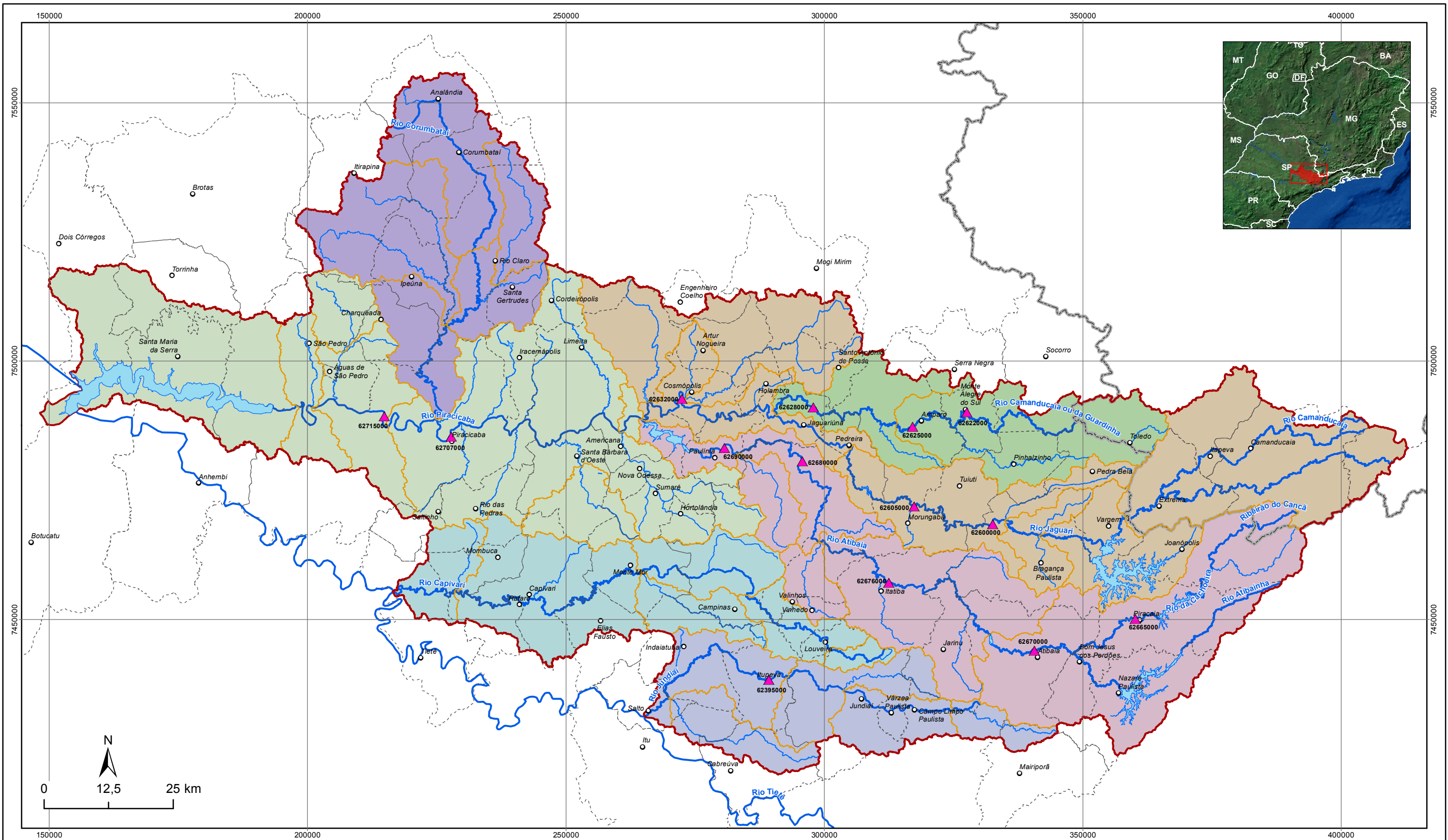
Quadro 5.19 – Estações de monitoramento selecionadas

Estação			Coordenadas geográficas		Área de drenagem (km²)	Sub-bacia	Zona
Código ANA	Nome	Código DAEE	Lat	Lon			
62395000	Itupeva	-	-23.150278	-47.058333	632	Jundiá	37
62600000	Rio Abaixo (Faz. Cachoeira)	-	-22.883056	-46.631944	1.690	Jaguari	04
62605000	Buenópolis	3D-009T	-22.850556	-46.779722	1.950	Jaguari	04
62622000	Monte Alegre Do Sul	3D-002	-22.686944	-46.678611	387	Camanducaia	05
62625000	Amparo	-	-22.711389	-46.780833	663	Camanducaia	05
62628000	Fazenda Barra	3D-001T	-22.675556	-46.9675	928	Camanducaia	06
62632000	Usina Ester	4D-001T	-22.657222	-47.214722	3.400	Jaguari	08
62665000	Piracaia	-	-23.051667	-46.365278	431	Atibaia	09
62670000	Atibaia	-	-23.105000	-46.556389	1.140	Atibaia	09
62676000	Bairro Da Ponte	3D-006T	-22.983056	-46.829444	1.930	Atibaia	10
62680000	Desembargador Furtado	3D-003T	-22.769444	-46.989444	2.490	Atibaia	13
62690000	Acima De Paulínea	4D-009RT	-22.744444	-47.136111	2.730	Atibaia	13
62707000	Piracicaba	-	-22.716667	-47.65	8.900	Piracicaba	22
62715000	Artemis	4D-007T	-22.679167	-47.775278	10.900	Piracicaba	24
62420000*	Monte-Mor	-	-22.958.889	-47.296.389	697	Capivari	30

* A estação 62420000 possui uma disponibilidade menor, e não será incluída nos cálculos de regionalização, porém, seus dados serão utilizados

Fonte: Hidroweb (ANA, 2017a)

As estações selecionadas para o cálculo da disponibilidade e parâmetros hidrológicos estão apresentadas no Mapa 5.5.



LEGENDA

- Sede municipal
 - ▲ Postos Fluviométricos - Disponibilidade
 - Hidrografia Principal
 - Reservas
 - - - Limite Municipal
 - Limite Estadual
 - Limite de Zonas
 - Limite da Bacia PCJ
- | Sub-Bacia | |
|-----------|-------------|
| ■ | Atibaia |
| ■ | Camanducaia |
| ■ | Capivari |
| ■ | Corumbataí |
| ■ | Jaguari |
| ■ | Jundiá |
| ■ | Piracicaba |



**DIAGNÓSTICO
PRIMEIRA REVISÃO DO PLANO DAS BACIAS HIDROGRÁFICAS
DOS RIOS PIRACICABA, CAPIVARI E JUNDIAÍ 2010 A 2020**



Sistema de Coordenadas UTM
Datum SIRGAS2000
Zona 23S
Escala: 1:725.000

Mapa 5.5 – Estações selecionadas para o cálculo da disponibilidade hídrica

Fonte de dados:
- Sede municipal: IBGE, 2010
- Limite municipal: IBGE, 2010
- Limite estadual: IBGE, 2010
- Hidrografia: ANA, 2013
- Limite da bacia: Adaptado de ANA, 2013
- Limite sub-bacia: Adaptado de ANA, 2013
- Estações fluviométricas: Hidroweb, 2016

5.2.1.2 Preenchimento de falhas

Antes de calcular os parâmetros hidrológicos a partir das séries de dados históricos é necessário realizar o preenchimento das falhas para os períodos sem dados dessas estações, para que possam ser feitas as análises estatísticas e o cálculo dos parâmetros hidrológicos para os períodos homogêneos. Esse preenchimento foi realizado comparando os dados das estações de forma a se buscar as estações com maior correlação possível, o que indica que elas possuem um comportamento hidrológico semelhante, provavelmente por se localizarem próximas umas das outras em regiões com características hidrológicas homogêneas.

Como mencionado no item 5.2.1.1, foram escolhidas estações com ao menos 75% de dados no período, isto é, com no máximo 25% de falhas. No Quadro 5.21 são apresentados os percentuais de falha para as séries de dados selecionadas, em cada estação.

Quadro 5.20 – Percentual de falhas das estações escolhidas

Estação			Percentual de falhas no período 1940 - 1970
Código ANA	Código DAEE	Nome	
62395000	-	Itupeva	0%
62600000	-	Rio Abaixo (Faz. Cachoeira)	9%
62605000	3D-009T	Buenópolis	0%
62622000	3D-002	Monte Alegre Do Sul	14%
62625000	-	Amparo	0%
62628000	3D-001T	Fazenda Barra	10%
62632000	4D-001T	Usina Ester	11%
62665000	-	Piracaia	0%
62670000	-	Atibaia	3%
62676000	3D-006T	Bairro Da Ponte	0%
62680000	3D-003T	Desembargador Furtado	14%
62690000	4D-009RT	Acima De Paulínea	25%
62707000	-	Piracicaba	0%
62715000	4D-007T	Artemis	11%
62420000*	-	Monte-Mor	40%

* A estação 62420000 possui uma disponibilidade menor, e não será incluída nos cálculos de regionalização, porém, seus dados serão utilizados

Fonte: Hidroweb (ANA, 2017a)

Esses períodos com falhas serão preenchidos através da metodologia descrita a seguir.

O preenchimento foi realizado através de equações de regressão entre as vazões médias diárias para os pares de estações com a maior correlação possível, desde que houvesse sobreposição dos períodos com falha e períodos sem falha. Das 15 estações, 4 possuem 100% dos dados completos, logo o preenchimento foi realizado para 11 estações.

No Quadro 5.21 estão apresentados os coeficientes de correlação entre as séries de médias diárias das 10 estações com falhas preenchidas e as usadas no preenchimento, bem como os coeficientes A e B utilizados nas equações de regressão linear.

Quadro 5.21 – Coeficientes de correlação entre as séries e coeficientes da equação de regressão linear para o preenchimento das falhas

Estação	Preenchimento com	Coeficientes			Equação
		R ² *	A	B	
62632000	62605000	0,850	1,550	3,551	$Q_{m,m,e} = 1,55 * Q_{m,m,p} + 3,551$
62628000	62625000	0,862	1,041	0,389	$Q_{m,m,e} = 1,041 * Q_{m,m,p} + 0,389$
62670000	62676000	0,904	0,597	3,707	$Q_{m,m,e} = 0,597 * Q_{m,m,p} + 3,707$
62622000	62625000	0,876	0,494	0,456	$Q_{m,m,e} = 0,494 * Q_{m,m,p} + 0,456$
62600000	62605000	0,716	1,045	0,644	$Q_{m,m,e} = 1,045 * Q_{m,m,p} + 0,644$
62715000	62707000	0,833	1,034	7,711	$Q_{m,m,e} = 1,034 * Q_{m,m,p} + 7,711$
62690000	62676000	0,917	1,309	-1,118	$Q_{m,m,e} = 1,309 * Q_{m,m,p} - 1,118$
62625000	62622000	0,876	1,771	0,695	$Q_{m,m,e} = 1,771 * Q_{m,m,p} + 0,695$
62680000	62676000	0,962	1,240	-1,850	$Q_{m,m,e} = 1,24 * Q_{m,m,p} - 1,85$
62707000	62715000	0,833	0,806	15,831	$Q_{m,m,e} = 0,806 * Q_{m,m,p} + 15,831$
62420000**	62395000	0,751	0,695	-0,188	$Q_{m,m,e} = 0,695 * Q_{m,m,p} - 0,188$

Qd,e = Vazão diária da estação; Qd,p = Vazão diária da estação com a qual foi feito o preenchimento

*Coeficiente de correlação

**A estação 62420000 possui uma disponibilidade menor, e não será incluída nos cálculos de regionalização, porém, seus dados serão utilizados

Fonte: Hidroweb (ANA, 2017a) adaptado por PROFILL/RHAMA

Observa-se que todas as séries possuem coeficiente de correlação maior que 0,70, o que indica bons índices de correlação entre as séries de dados. As falhas foram preenchidas com base nas equações apresentadas para as médias mensais.

As hidrográficas resultantes das vazões médias diárias após o preenchimento das falhas estão apresentadas nas Figura 5.1 à Figura 5.14.

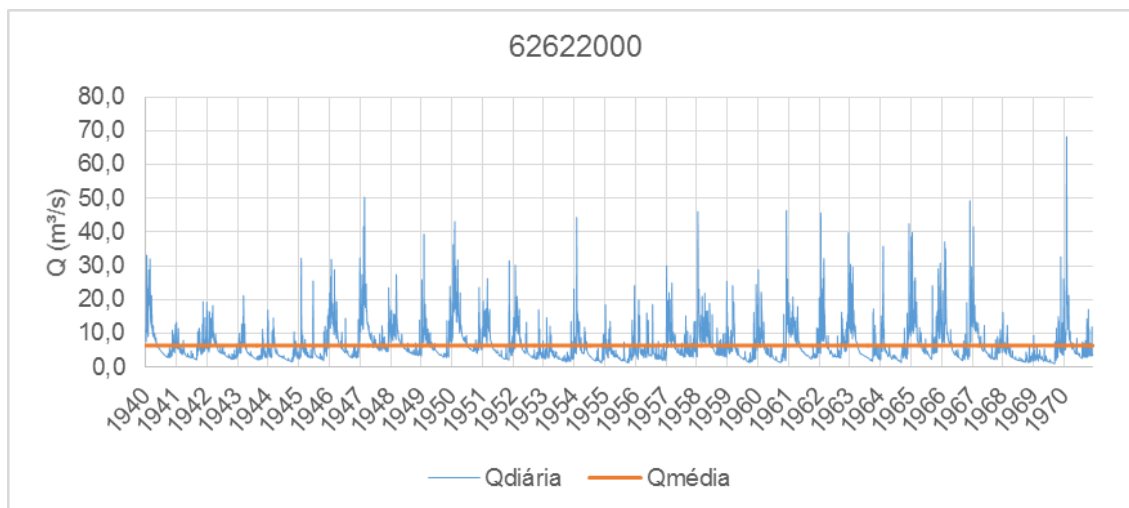


Figura 5.1 – Hidrógrafa da estação 62622000

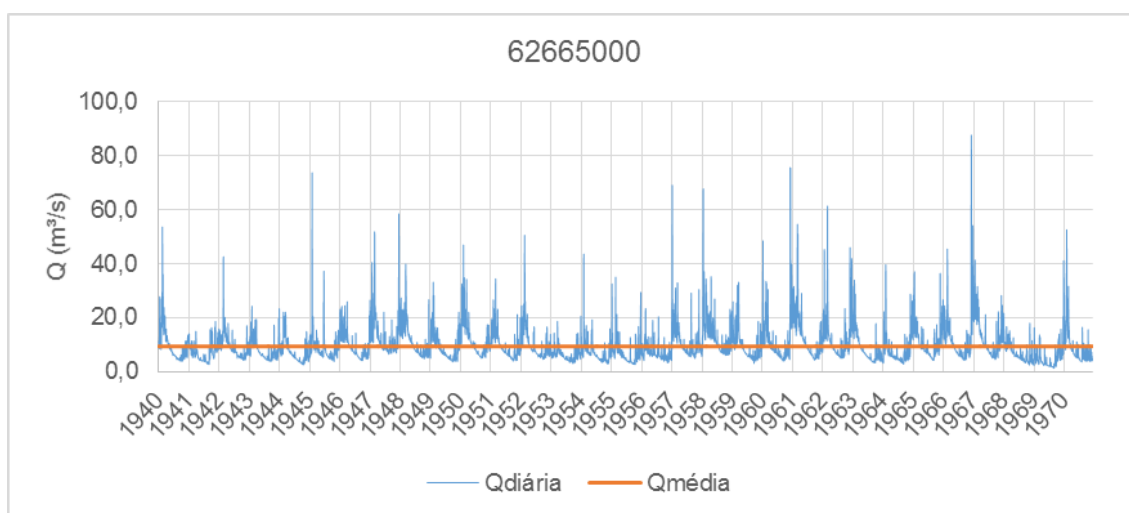


Figura 5.2 – Hidrógrafa da estação 62665000

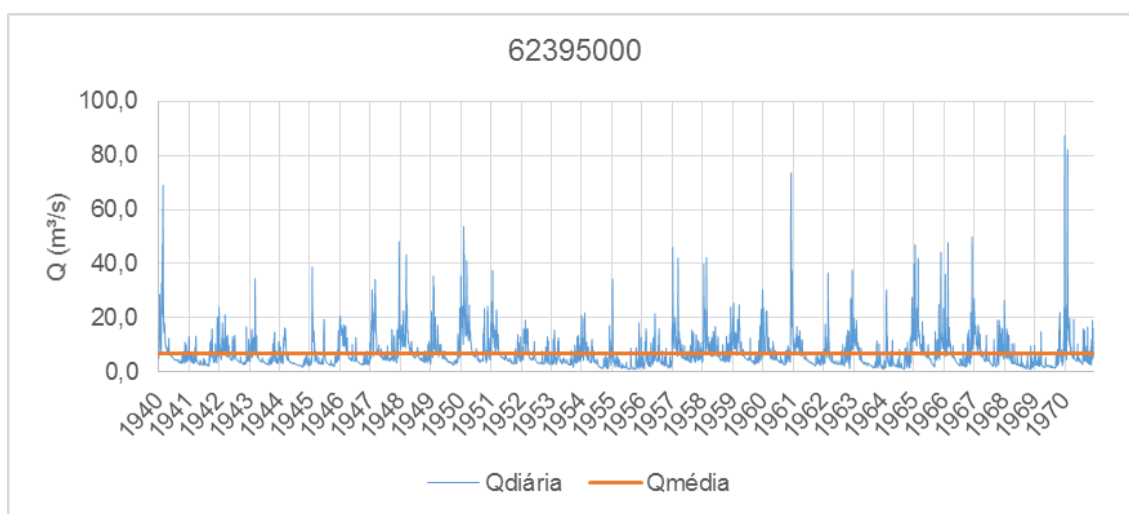


Figura 5.3 – Hidrógrafa da estação 62395000

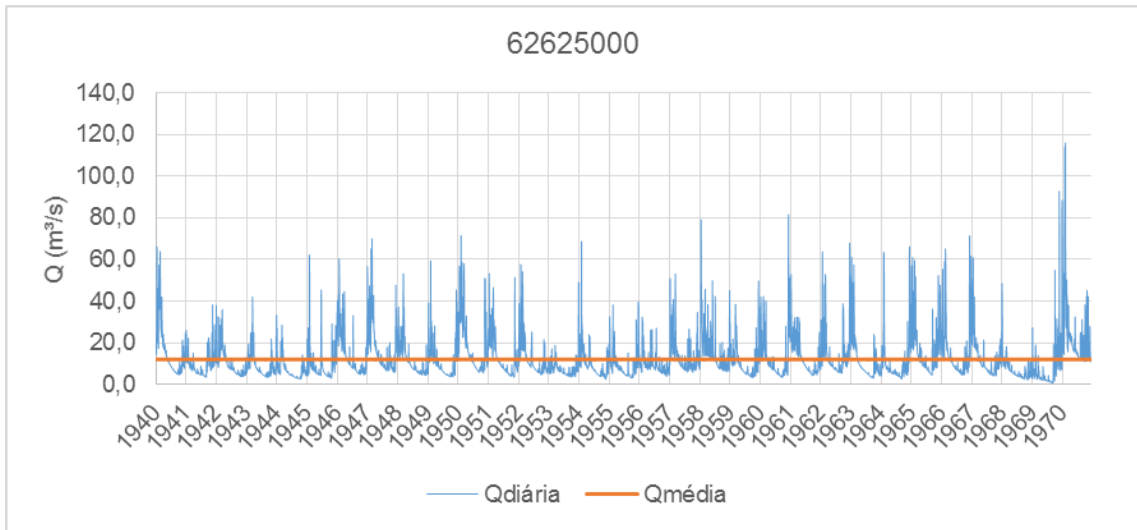


Figura 5.4 – Hidrógrafa da estação 62625000

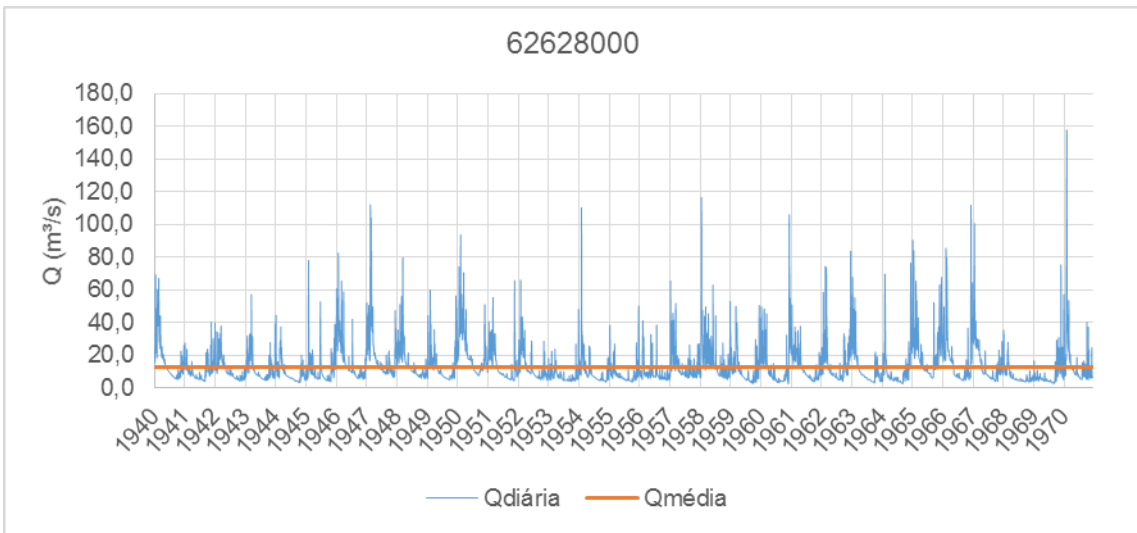


Figura 5.5 – Hidrógrafa da estação 62628000

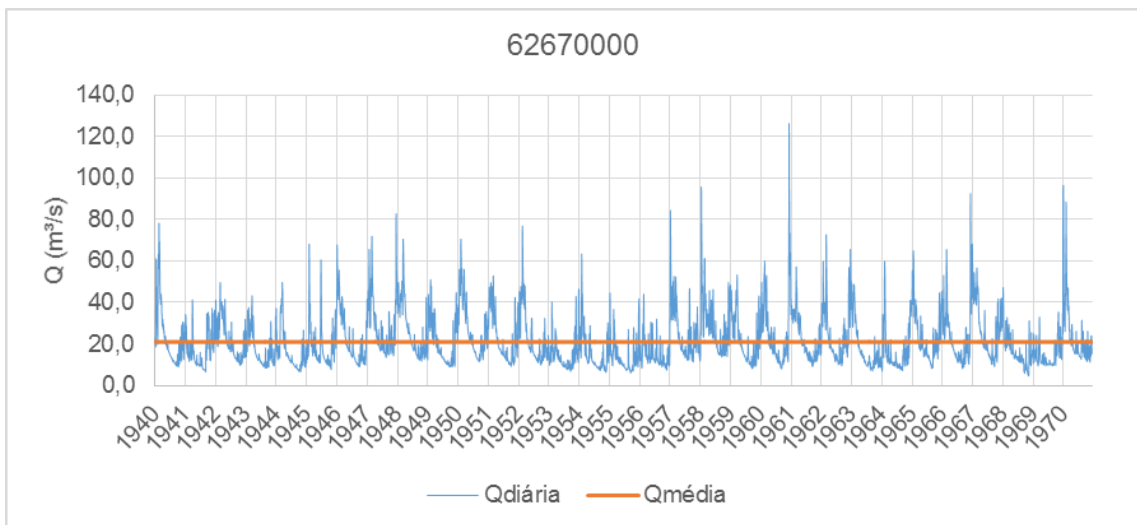


Figura 5.6 – Hidrógrafa da estação 62670000

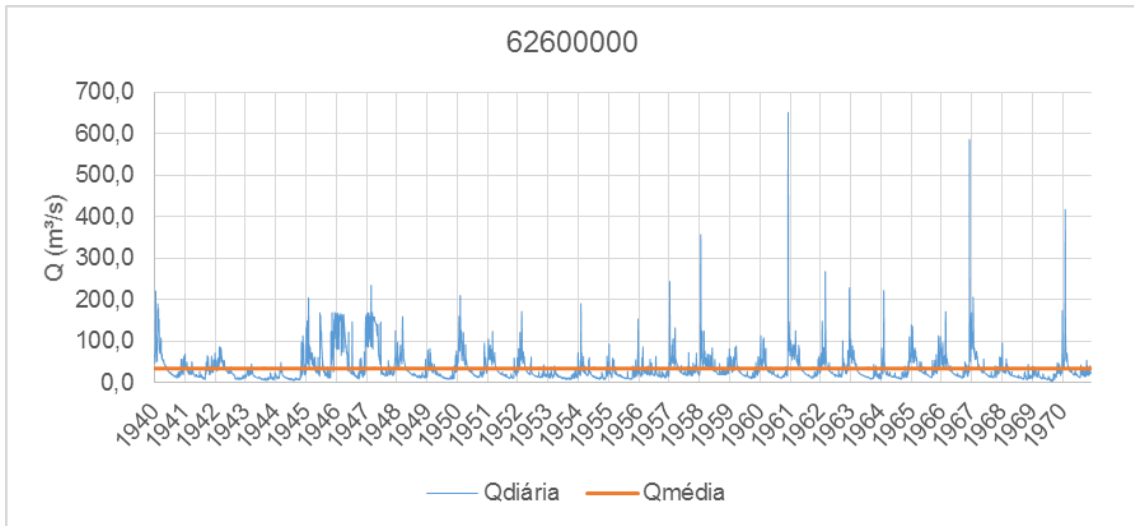


Figura 5.7 – Hidrógrafa da estação 62600000

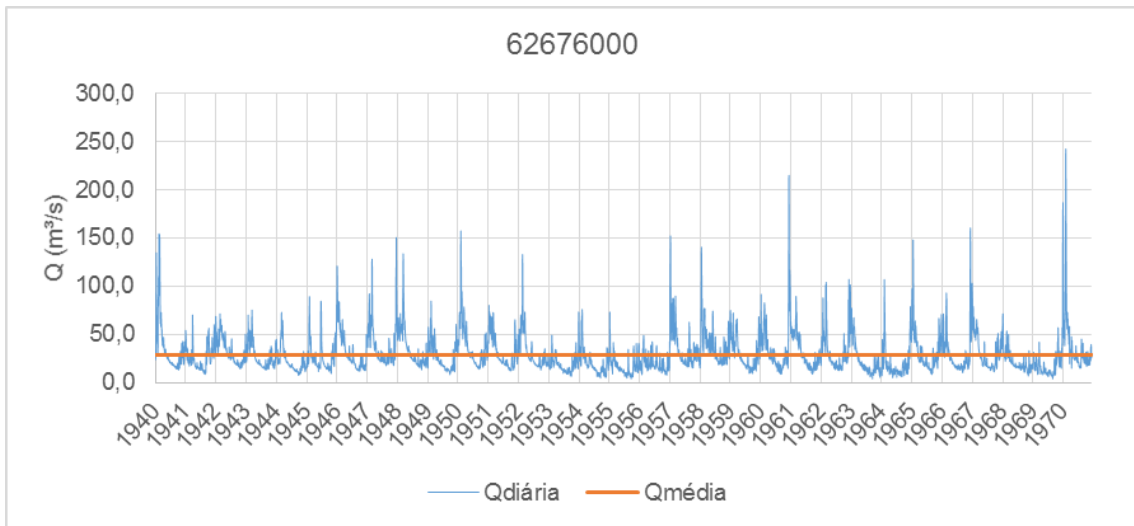


Figura 5.8 – Hidrógrafa da estação 62676000

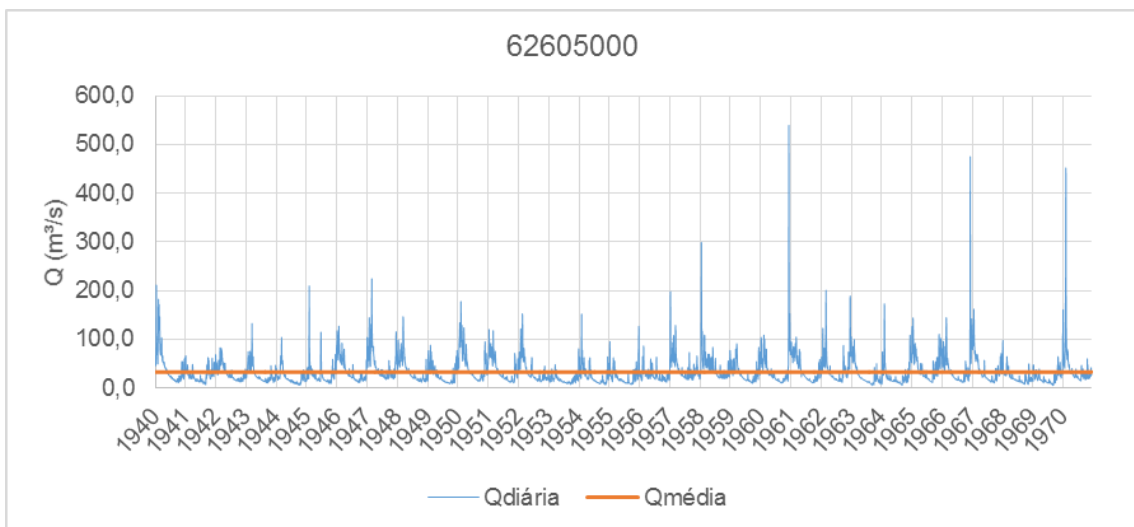


Figura 5.9 – Hidrógrafa da estação 62605000

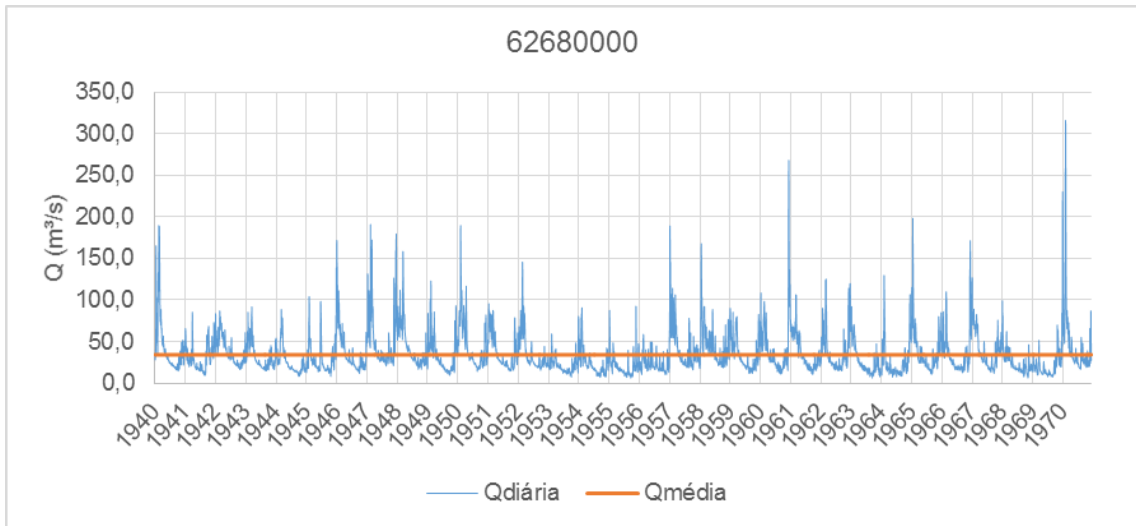


Figura 5.10 – Hidrógrafa da estação 62680000

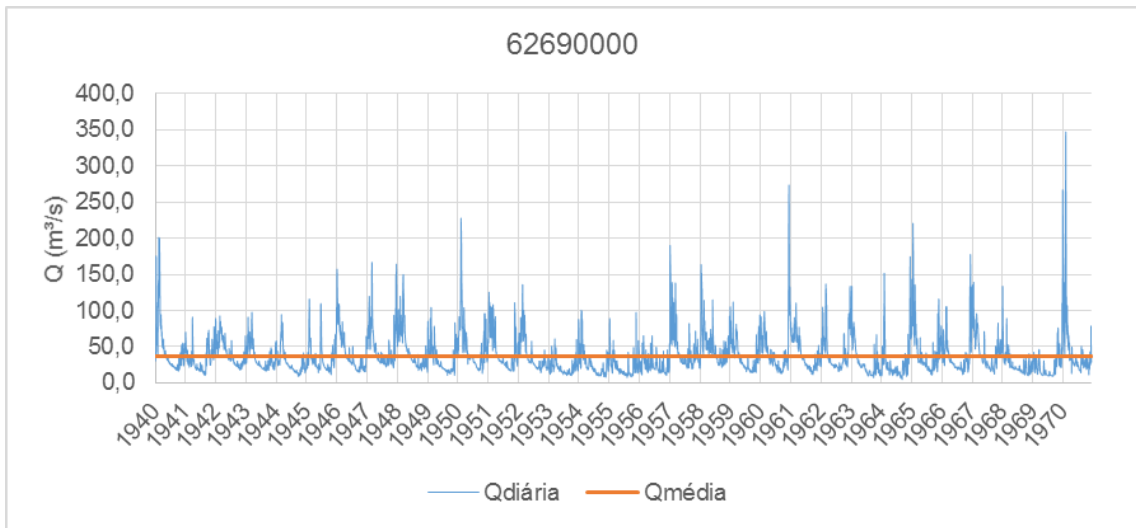


Figura 5.11 – Hidrógrafa da estação 62690000

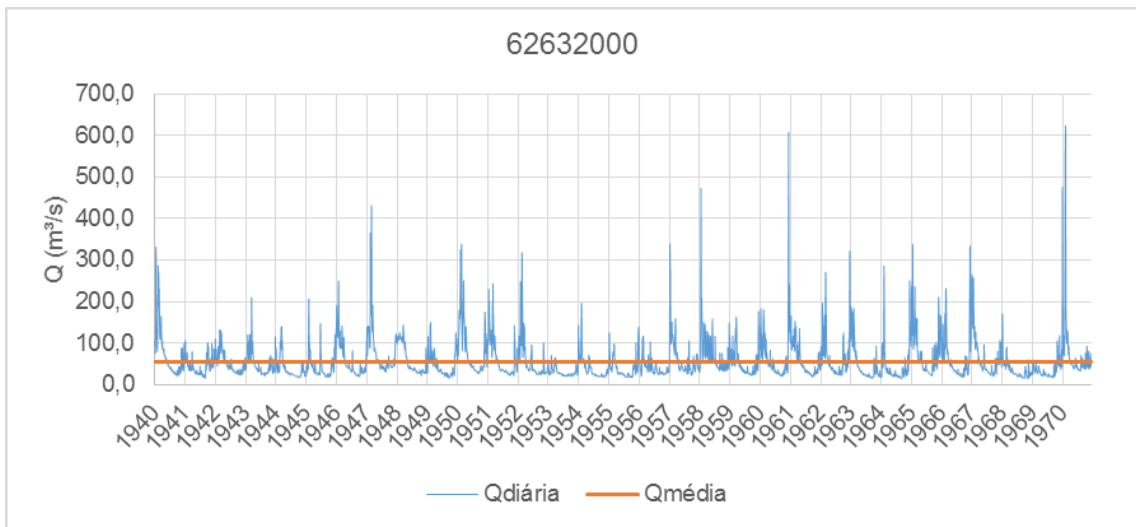


Figura 5.12 – Hidrógrafa da estação 62632000

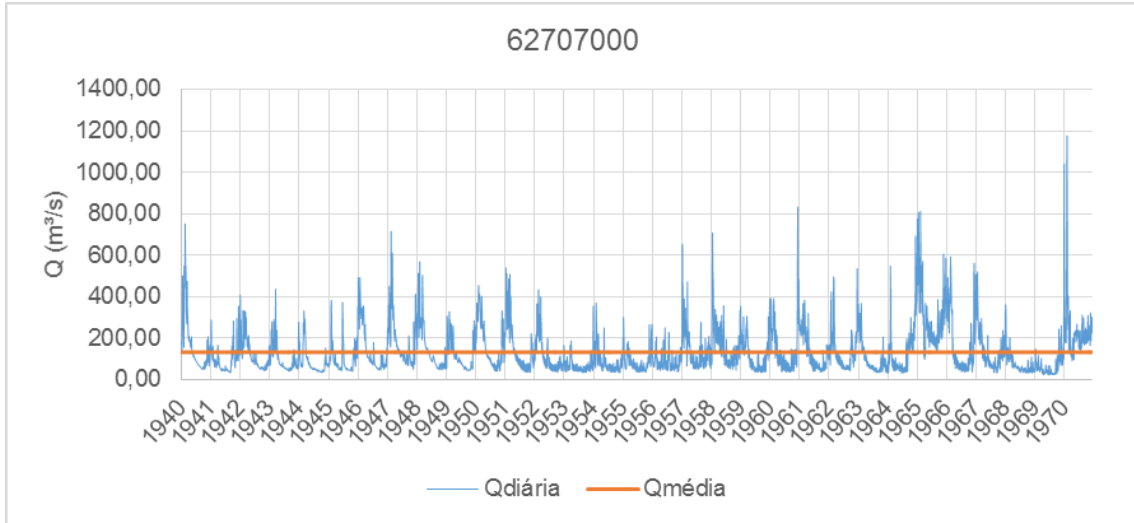


Figura 5.13 – Hidrógrafa da estação 62707000

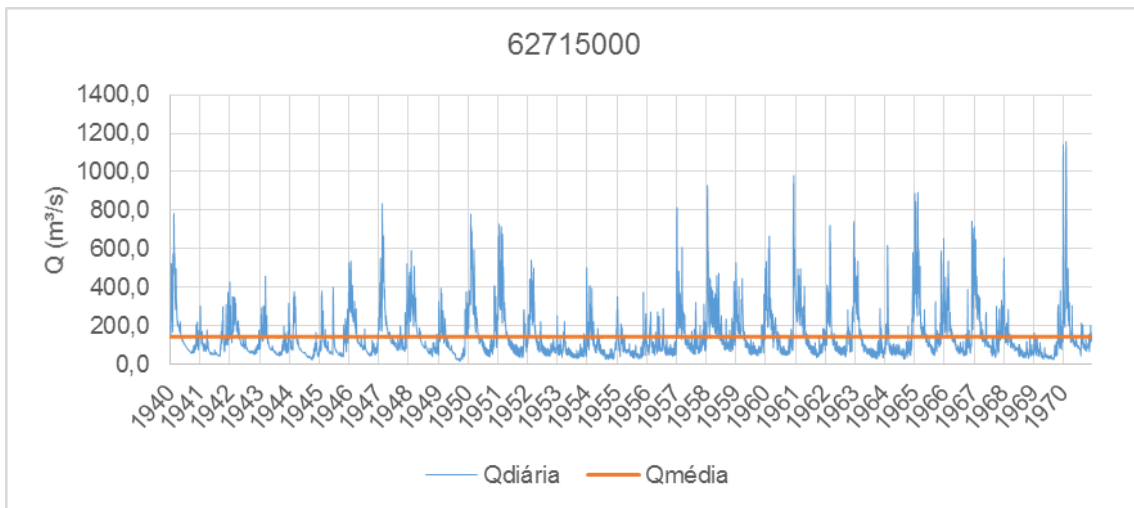


Figura 5.14 – Hidrógrafa da estação 62715000

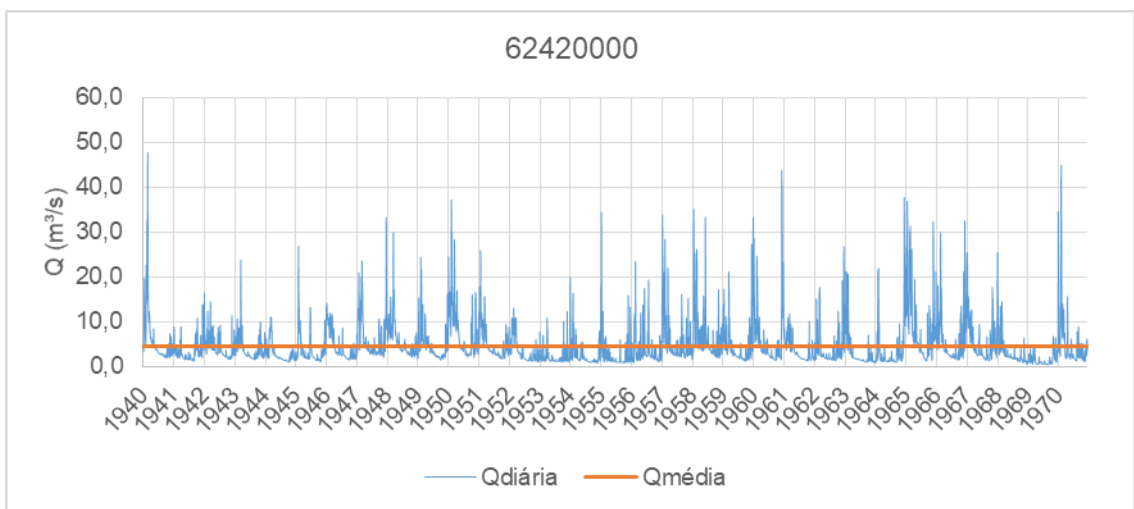


Figura 5.15 – Hidrógrafa da estação 62420000

5.2.1.3 Cálculo dos parâmetros hidrológicos

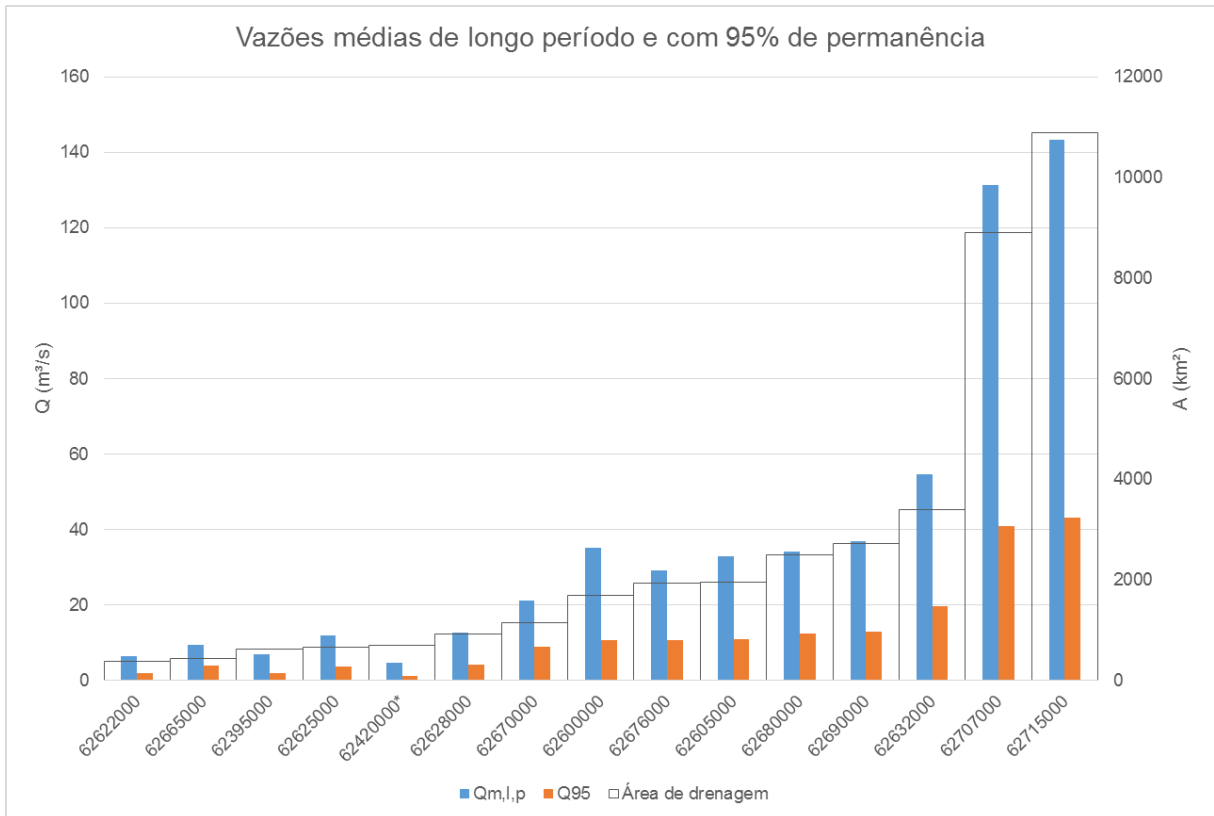
A partir das vazões diárias podem ser calculadas, para cada estação, as variáveis estatísticas hidrológicas de vazão mínima média de 7 dias consecutivos com 10 anos de tempo de retorno ($Q_{7,10}$) e as vazões médias de longo período ($Q_{m,lp}$) e as vazões para 95% do tempo de permanência (Q_{95}). No Quadro 5.22 estão apresentadas as variáveis hidrológicas calculadas para as estações das Bacias PCJ e as áreas de drenagem de cada estação.

Quadro 5.22 – Parâmetros estatísticos de vazão para as estações selecionadas das Bacias PCJ

Estações	Sub-bacia	Área de drenagem (km ²)	Parâmetros hidrológicos (m ³ /s)		
			$Q_{m,lp}$	Q_{95}	$Q_{7,10}$
62622000	Camanducaia	387	6,349	5,057	1,145
62665000	Atibaia	431	9,451	8,886	2,695
62395000	Jundiá	632	6,83	2,991	1,28
62625000	Camanducaia	663	11,916	5,535	2,01
62628000	Camanducaia	928	12,801	4,5	2,908
62670000	Atibaia	1.140	21,069	7,825	6,464
62600000	Jaguari	1.690	35,064	6,272	8,057
62676000	Atibaia	1.930	29,076	5,59	7,874
62605000	Jaguari	1.950	32,949	5,637	7,065
62680000	Atibaia	2.490	34,199	5,016	8,905
62690000	Atibaia	2.730	36,954	4,726	9,449
62632000	Jaguari	3.400	54,621	5,774	15,207
62707000	Piracicaba	8.900	131,236	4,594	26,69
62715000	Piracicaba	10900	143,355	3,968	30,486
62420000*	Capivari	697	4,562	1,140	0,830

* A estação 62420000 não será incluída nos cálculos de regionalização, porém, seus dados serão utilizados
Fonte: Hidroweb (ANA, 2017a) adaptado por PROFILL/RHAMA

As vazões médias de longo período ($Q_{med,lp}$) foram calculadas através das médias dos valores diários para toda a série histórica de dados. As vazões de permanência para 95% do tempo (Q_{95}) foram calculadas através do percentil 95, considerando os valores diários para toda a série histórica de dados. A relação desses dois parâmetros e das áreas de drenagem nos locais das estações estão apresentados na Figura 5.16.



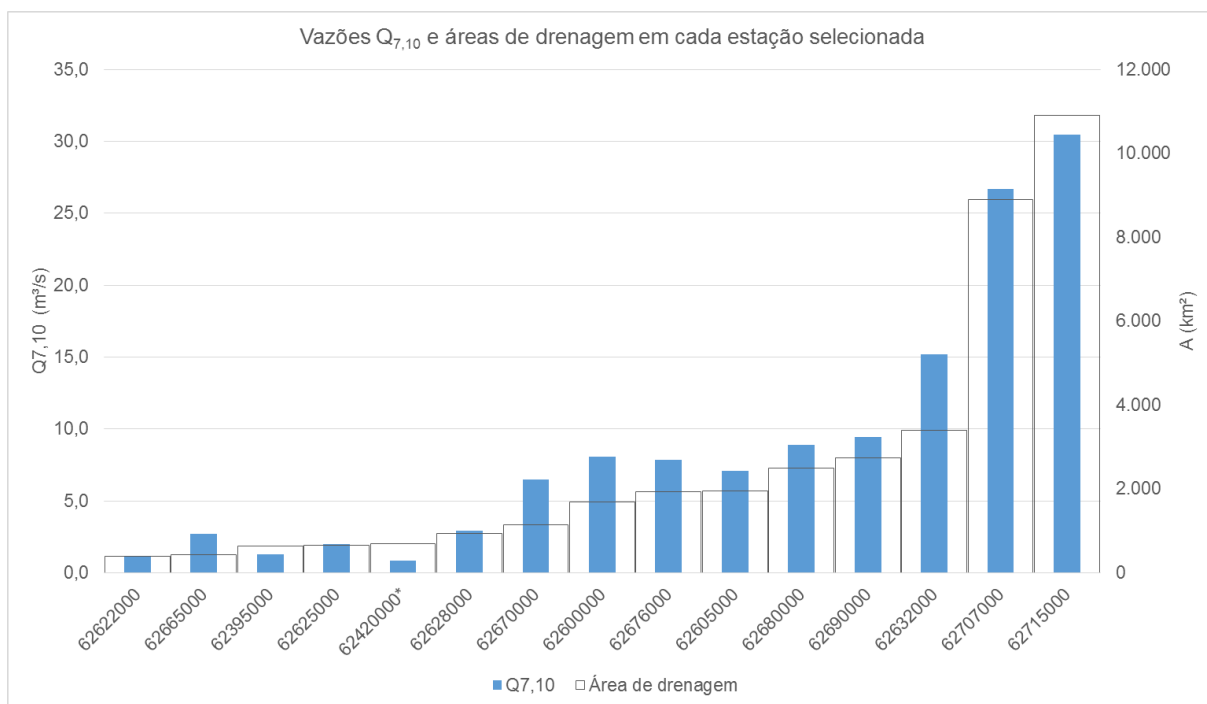
* A estação 62420000 não será utilizada na regionalização

Fonte: Hidroweb (ANA, 2017a) adaptado por PROFILL/RHAMA

Figura 5.16 – Áreas de drenagem, vazões médias de longo período ($Q_{m,l,p}$) e vazões de permanência para 95% do tempo (Q_{95}) para as estações selecionadas nas Bacias PCJ

A vazão mínima média de 7 dias consecutivos com 10 anos de tempo de retorno ($Q_{7,10}$), foi calculada através das médias móveis de 7 dias para toda a série histórica de dados, obtendo-se os valores mínimos médios de 7 dias para cada ano da série, e através de um ajuste de distribuição Gumbel foi obtido o valor com tempo de retorno de 10 anos.

Os valores de $Q_{7,10}$ são um parâmetro bastante utilizado para dar uma indicação das vazões mínimas e disponibilidade hídrica das bacias, e é a vazão de referência para o Estado de São Paulo. As vazões $Q_{7,10}$ calculadas nos locais das estações utilizadas estão apresentadas na Figura 5.17.



* A estação 62420000 não será utilizada na regionalização

Fonte: Hidroweb (ANA, 2017a) adaptado por PROFILL/RHAMA

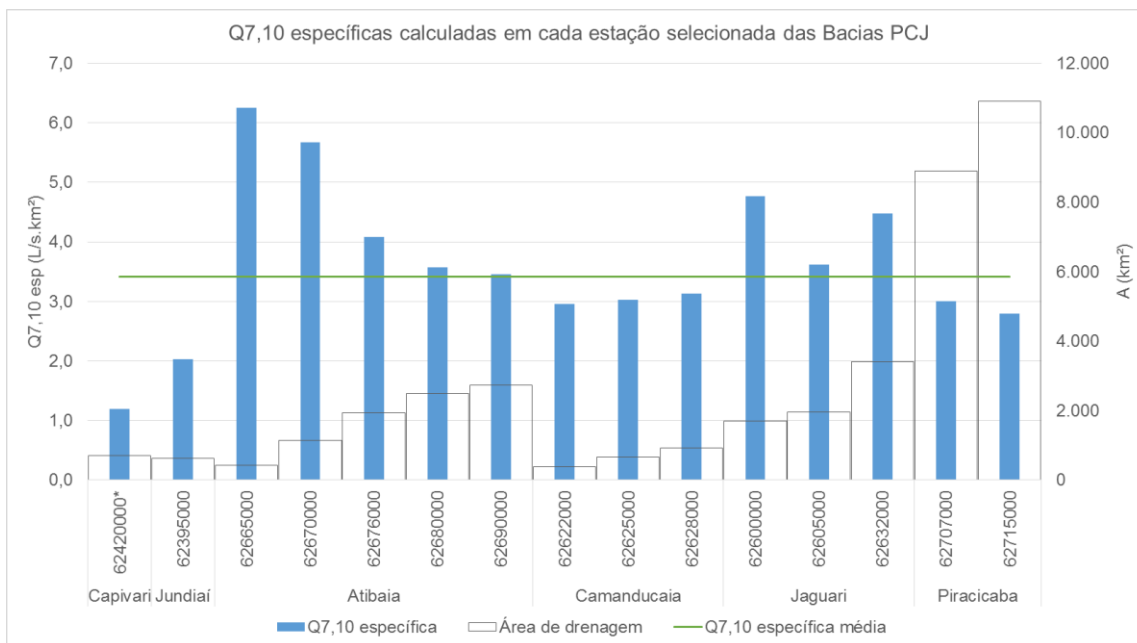
Figura 5.17 – Vazões $Q_{7,10}$ calculadas para as 15 estações analisadas

Além das vazões $Q_{7,10}$ absolutas, foram calculados os valores específicos de $Q_{7,10}$ por unidade de área de drenagem para as 14 estações selecionadas, apresentadas no Quadro 5.23 e na Figura 5.18.

Quadro 5.23 – Vazões $Q_{7,10}$ específicas para os locais das estações selecionadas

Estações	Sub-bacia	A (km²)	$Q_{7,10}$ (m³/s)	$Q_{7,10}^{esp}$ (L/s.km²)
62395000	Jundiá	632	1,280	2,026
62665000	Atibaia	431	2,695	6,252
62670000	Atibaia	1.140	6,464	5,670
62676000	Atibaia	1.930	7,874	4,080
62680000	Atibaia	2.490	8,905	3,576
62690000	Atibaia	2.730	9,449	3,461
62622000	Camanducaia	387	1,145	2,959
62625000	Camanducaia	663	2,010	3,031
62628000	Camanducaia	928	2,908	3,134
62600000	Jaguari	1.690	8,057	4,768
62605000	Jaguari	1.950	7,065	3,623
62632000	Jaguari	3.400	15,207	4,473
62707000	Piracicaba	8.900	26,690	2,999
62715000	Piracicaba	10.900	30,486	2,797
62420000	Capivari	697	0,830	1,191

Fonte: Hidroweb (ANA, 2017a) adaptado por PROFILL/RHAMA



* A estação 62420000 não será utilizada na regionalização
Fonte: Hidroweb (ANA, 2017a) adaptado por PROFILL/RHAMA

Figura 5.18 - Vazões Q_{7,10} específicas calculadas para as 15 estações selecionadas

Observa-se uma variação nas vazões específicas em relação à localidade da estação. Em relação ao valor médio para as Bacias PCJ, de 3,41 L/s.km², cabe destaque para a estação localizada na sub-bacia do Jundiá, com vazão específica de 2 L/s.km², consideravelmente mais baixos que os valores obtidos em outras estações. Destaca-se também os altos valores específicos obtidos na sub-bacia do Atibaia, de 6,25 L/s.km² e 5,67 L/s.km².

A estação 62420000, localizada na bacia do Rio Capivari, é a que possui os menores valores de Q_{7,10} específica, de 1,191 L/s.km². No entanto, ressalta-se que essa bacia possui uma disponibilidade inicial de dados menor, com apenas 60% do período preenchido, sendo os 40% restantes tendo sido preenchidos com uma estação de outra bacia que apresentava 75% de correlação. Isso denota uma menor robustez nos dados dessa estação, motivo pela qual foi mantida de fora da regionalização que será realizada. As vazões especificadas para as sub-bacias foram obtidas através da média ponderada das vazões específicas de cada estação, e estão apresentadas no Quadro 5.24. Para as sub-bacias do Capivari e do Corumbataí, que não possuem estações, foi utilizado o valor da sub-bacia mais próxima, respectivamente, do Jundiá e do Piracicaba.

Quadro 5.24 – Vazões específicas calculadas para as sub-bacias

Bacia Hidrográfica	Sub-bacia	Q _{7,10} ^{esp} média (L/s.km ²)
Capivari	Capivari	1,191*
Jundiá	Jundiá	2,026
Total Piracicaba	Atibaia	4,058
	Camanducaia	3,065
	Corumbataí	2,888
	Jaguari	4,308
	Piracicaba	2,888
	Total Piracicaba	3,435
Total PCJ		3,411

* Calculado exclusivamente com a estação 62420000

Foram calculadas também as vazões médias mensais para os doze meses do ano para as 15 estações. Os dados estão apresentados no Quadro 5.25 e na Figura 5.19.

Quadro 5.25 – Vazões médias mensais para as estações das Bacias PCJ

Estação	Vazões médias mensais (m ³ /s)												
	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Anual
62622000	10,4	12,2	10,7	6,9	5,5	4,7	3,9	3,3	3,2	3,9	4,9	6,9	6,4
62665000	14,1	15,7	15,0	10,8	8,7	7,7	6,5	5,7	5,5	6,2	7,4	10,5	9,5
62395000	11,1	12,7	11,0	6,9	5,5	5,1	4,3	3,6	3,7	4,7	5,5	8,2	6,9
62625000	19,9	22,8	19,8	12,8	10,2	9,1	7,4	6,2	6,0	7,2	9,1	13,3	12,0
62628000	21,3	24,8	22,0	13,8	10,6	9,4	7,7	6,5	6,2	7,9	9,8	14,2	12,9
62670000	31,8	35,0	33,5	23,8	18,8	16,9	14,3	12,5	12,5	14,2	17,0	23,2	21,1
62600000	58,8	66,7	58,9	41,2	31,1	26,2	21,4	16,7	16,0	19,1	26,1	40,3	35,2
62676000	45,1	51,5	46,5	31,9	24,8	22,8	19,5	16,8	16,9	19,2	23,1	32,0	29,2
62605000	55,6	63,9	57,1	36,2	27,7	24,3	19,6	16,4	15,9	19,0	24,2	37,1	33,1
62680000	54,3	62,0	55,2	37,0	28,4	26,2	22,2	19,1	19,5	22,0	27,0	39,0	34,3
62690000	58,8	67,4	59,0	39,8	30,4	28,7	24,5	20,6	20,6	23,8	29,7	41,8	37,1
62632000	94,0	109,7	94,1	58,7	43,9	38,9	32,3	27,7	27,6	32,1	40,0	59,6	54,9
62707000	221,0	249,9	220,4	134,9	105,3	95,1	80,0	69,1	71,9	83,1	102,9	147,7	131,8
62715000	252,0	286,8	251,5	154,6	119,7	104,4	84,9	71,3	68,3	79,6	100,1	155,1	144,0
62420000	8,03	9,05	7,58	4,40	3,57	3,28	2,70	2,32	2,36	2,94	3,40	5,35	4,6

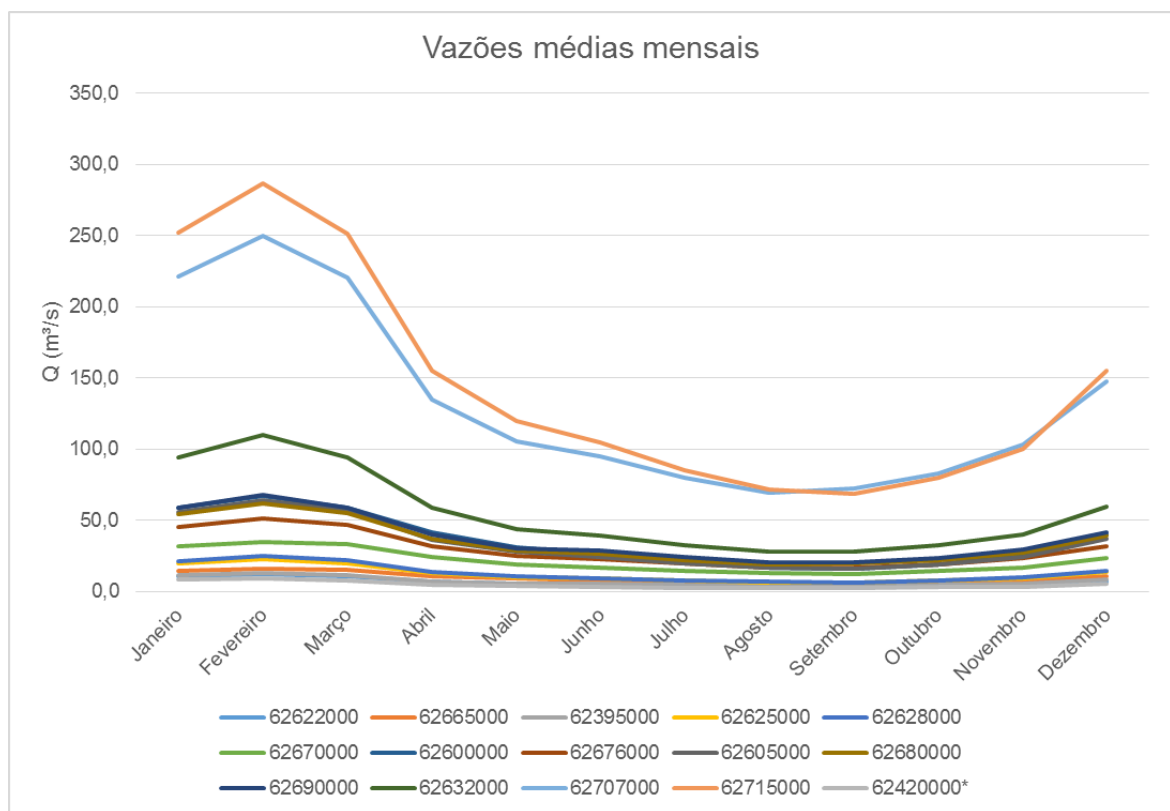


Figura 5.19 – Vazões médias mensais em cada estação para os doze meses do ano

Para analisar se o comportamento das vazões em cada estação é homogêneo, calcula-se as vazões médias adimensionalizadas para cada mês, isto é, divide-se a vazão

média mensal pela vazão média de longo período, para analisar se a distribuição de vazões ao longo do ano se dá da mesma forma para todas as estações.

Na Figura 5.20 estão apresentadas as vazões médias mensais para cada estação, adimensionalizadas em relação à média de longo período, para que possa ser observada a tendência do comportamento hidrológico em seu desvio em relação à média.

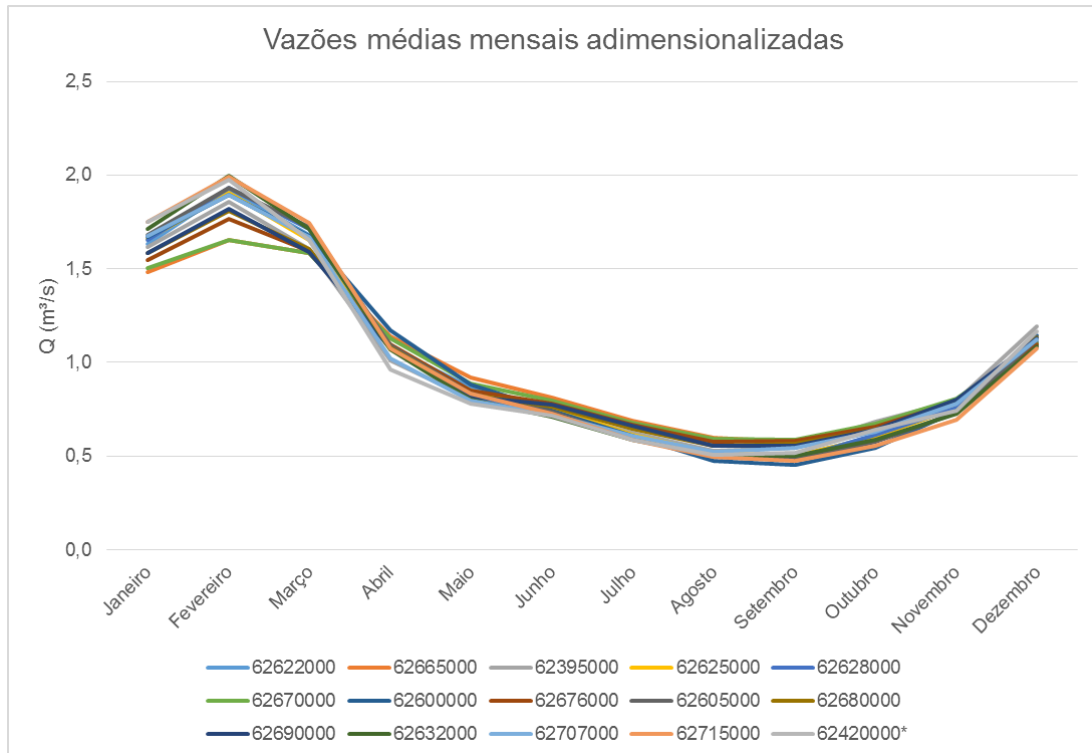


Figura 5.20 – Vazões médias mensais adimensionalizadas em relação à média de longo período para as estações das Bacias PCJ

Cada mês representa um fator, cuja soma de todos é 12, representando o quanto a vazão desse mês se desvia da média mensal, igual a 1. Isto é, quanto mais próximo de 1, mais próximo da média. As vazões de abril e dezembro são as que mais se aproximam da média, enquanto o período de janeiro a março está acima, e de maio a novembro abaixo da média de longo período. Observa-se que a tendência de variação anual de vazões é bem homogênea em relação às diferentes estações das bacias, o que demonstra um comportamento hidrológico bem definido, com estação seca entre abril e novembro, e úmida entre dezembro e março.

Em relação aos parâmetros hidrológicos em geral, destacam-se as estações 62715000 e 62632000 pelas maiores vazões entre todos os parâmetros calculados, o que coincide com suas áreas de drenagem, de 10.900 km² e 3.400 km², respectivamente, que são as estações com as maiores áreas de drenagem das Bacias PCJ. A estação 62715000 se encontra próxima à foz do Rio Piracicaba, sendo a estação mais a jusante das bacias, representando quase a totalidade da área de drenagem da Bacia Hidrográfica do Piracicaba. A estação 62632000 se encontra próximo à foz do Rio Jaguari, com sua área de drenagem cobrindo a totalidade da sub-bacia do Camanducaia e a maior parte da sub-bacia do Jaguari.

5.2.1.4 Curvas de permanência

Foram calculadas para as 15 estações as vazões de permanência, e geradas as curvas de permanência, apresentadas nas Figura 5.21 à Figura 5.35. As vazões estão apresentadas no Quadro 5.26.

Quadro 5.26 – Vazões de permanência para as estações selecionadas para o cálculo da disponibilidade nas Bacias PCJ.

Permanência	Vazão de Permanência (m³/s)														
	62622000	62665000	62395000	62625000	62628000	62670000	62600000	62676000	62605000	62680000	62690000	62632000	62707000	62715000	62420000
1%	27,42	32,90	29,20	53,18	57,02	62,26	160,00	102,02	130,03	127,70	135,94	244,29	523,56	620,06	24,50
5%	16,51	20,80	17,40	31,51	34,58	45,40	99,64	64,21	81,70	79,47	85,59	136,06	340,00	386,13	13,30
10%	12,64	16,50	13,70	23,20	25,80	38,70	71,60	52,93	64,25	64,04	68,71	107,68	270,70	291,95	9,76
15%	10,37	14,10	11,40	18,90	20,43	33,60	56,70	45,41	53,63	54,25	58,12	88,06	227,00	238,12	7,71
20%	8,71	12,60	9,67	16,20	17,52	29,90	47,80	39,73	45,75	46,40	50,03	74,32	198,00	199,67	6,29
25%	7,56	11,30	8,20	14,10	15,07	26,50	40,50	35,08	38,94	41,01	43,93	63,19	169,00	170,35	5,25
30%	6,67	10,20	7,19	12,50	13,20	23,60	34,80	31,48	34,47	36,42	39,49	55,80	145,00	147,59	4,52
35%	6,01	9,45	6,36	11,30	11,79	21,30	30,90	28,58	31,29	32,97	36,09	50,24	126,00	132,46	4,01
40%	5,46	8,70	5,81	10,30	10,67	19,50	27,90	26,53	28,49	30,49	33,62	45,31	113,00	119,39	3,58
45%	4,96	8,18	5,32	9,30	9,66	18,10	25,60	24,64	26,12	28,31	30,84	42,26	101,00	108,57	3,22
50%	4,57	7,64	4,82	8,63	8,88	16,90	23,40	23,02	23,92	26,16	28,74	39,11	91,20	99,95	2,98
55%	4,22	7,16	4,52	8,00	8,26	15,90	21,70	21,53	22,39	24,77	27,04	36,25	81,60	92,55	2,73
60%	3,89	6,72	4,20	7,37	7,67	14,90	20,10	20,30	20,56	23,14	25,28	33,73	74,60	86,18	2,52
65%	3,59	6,32	3,90	6,88	7,07	14,00	18,90	18,99	19,19	21,76	23,88	31,56	69,40	80,84	2,30
70%	3,32	5,97	3,62	6,31	6,54	13,19	17,50	17,91	17,86	20,16	21,90	29,20	64,40	75,60	2,08
75%	3,09	5,60	3,31	5,79	6,09	12,40	16,30	16,85	16,58	18,93	20,57	27,25	59,10	70,47	1,91
80%	2,86	5,26	3,05	5,33	5,69	11,50	15,10	15,76	15,46	17,58	19,08	25,83	54,50	63,99	1,75
85%	2,62	4,82	2,75	4,86	5,22	10,80	13,60	14,51	14,21	16,26	17,31	24,26	50,40	57,75	1,56
90%	2,33	4,43	2,38	4,35	4,79	10,00	12,20	13,02	12,86	14,87	15,39	22,40	46,10	51,83	1,38
95%	1,96	3,83	1,89	3,67	4,18	8,90	10,60	10,79	10,99	12,49	12,90	19,63	40,60	43,25	1,14
99%	1,44	2,69	1,24	2,13	3,49	7,33	8,61	8,05	8,43	9,61	10,02	16,62	32,70	30,39	0,69

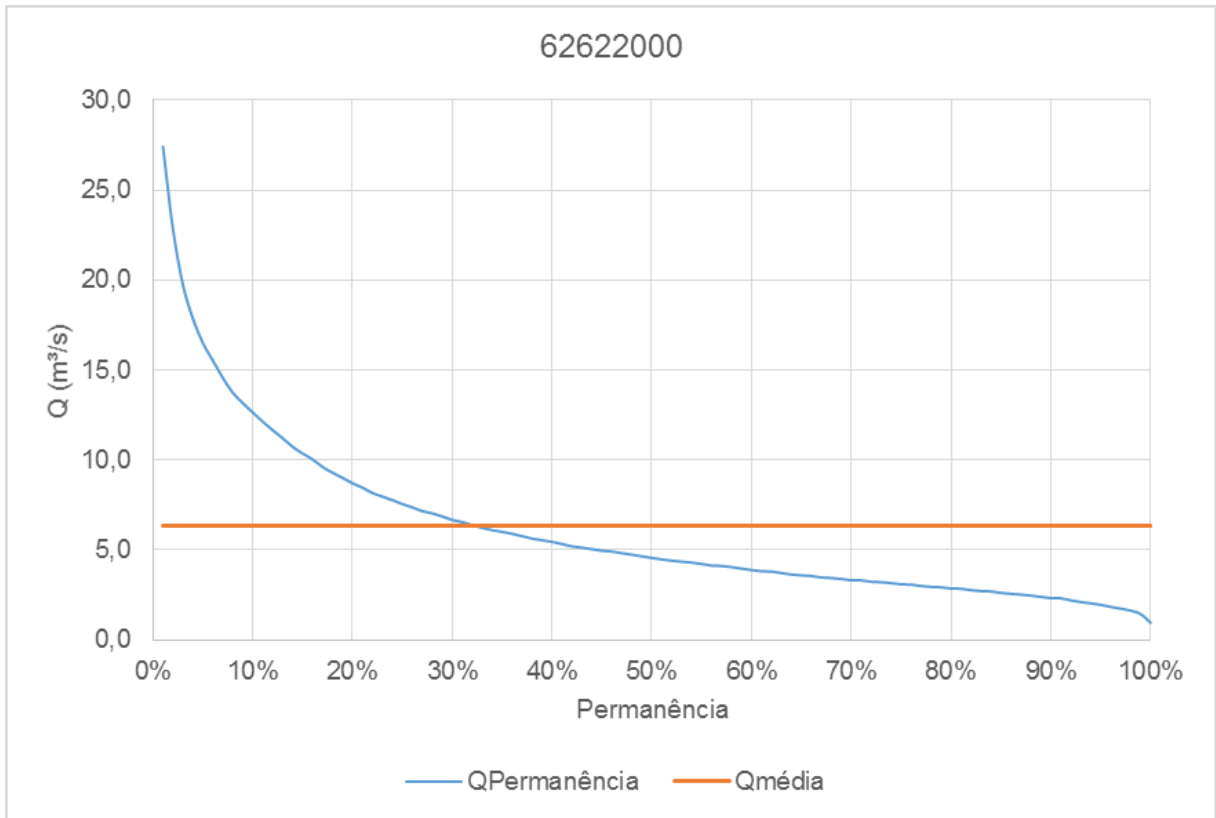


Figura 5.21 – Curva de permanência para a estação 62622000

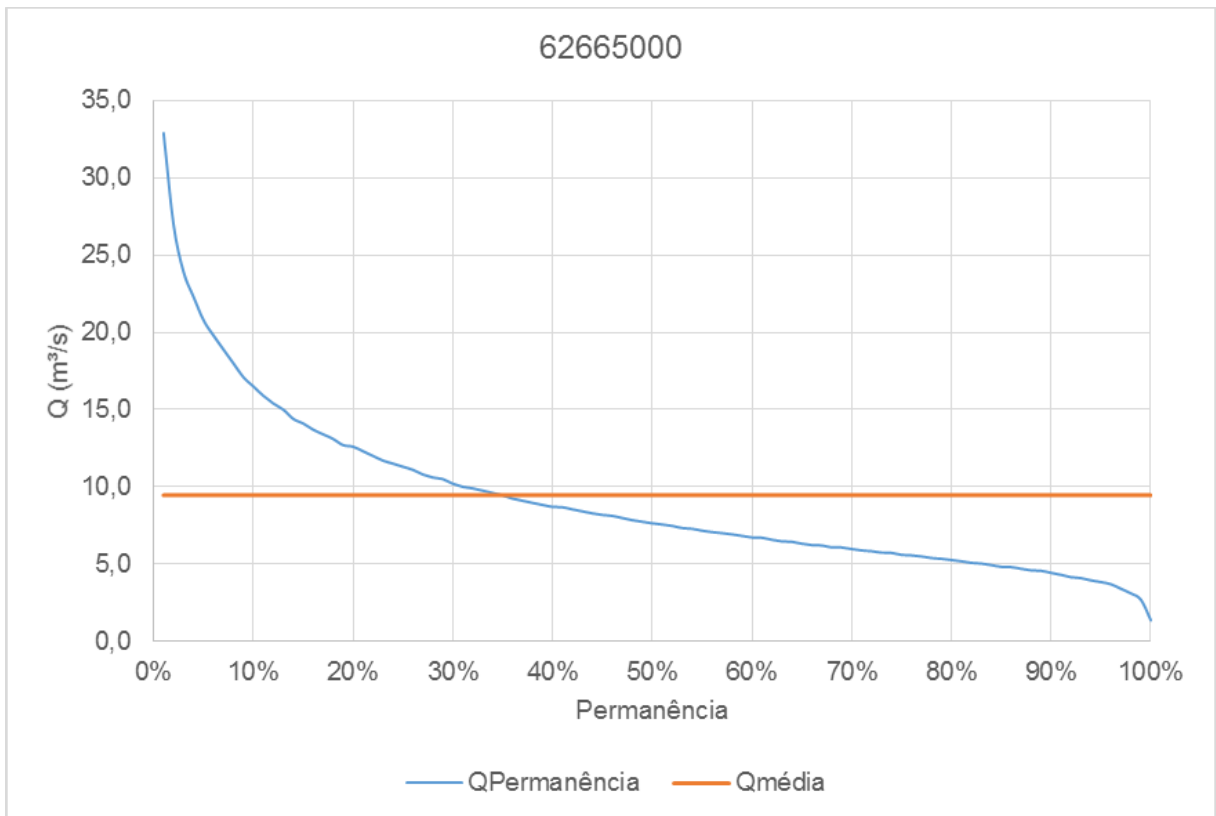


Figura 5.22 – Curva de permanência para a estação 62665000

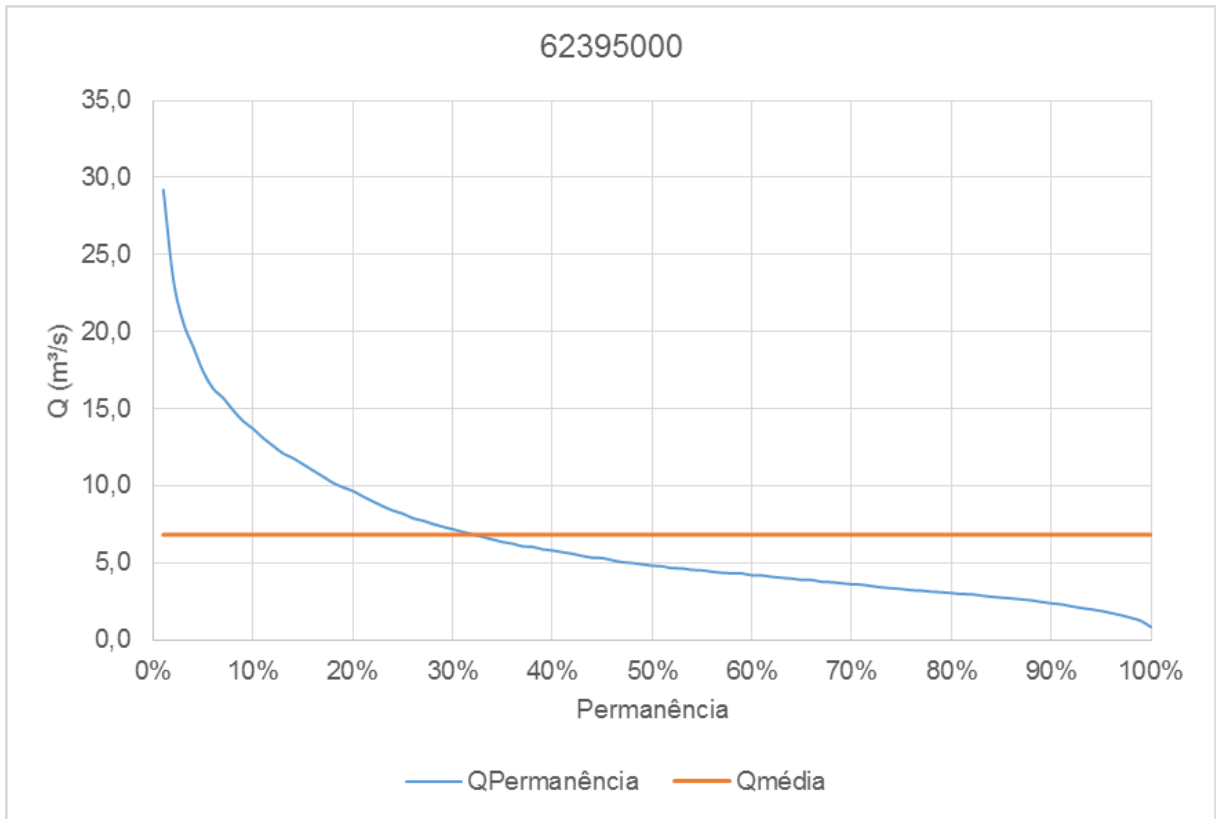


Figura 5.23 – Curva de permanência para a estação 62395000

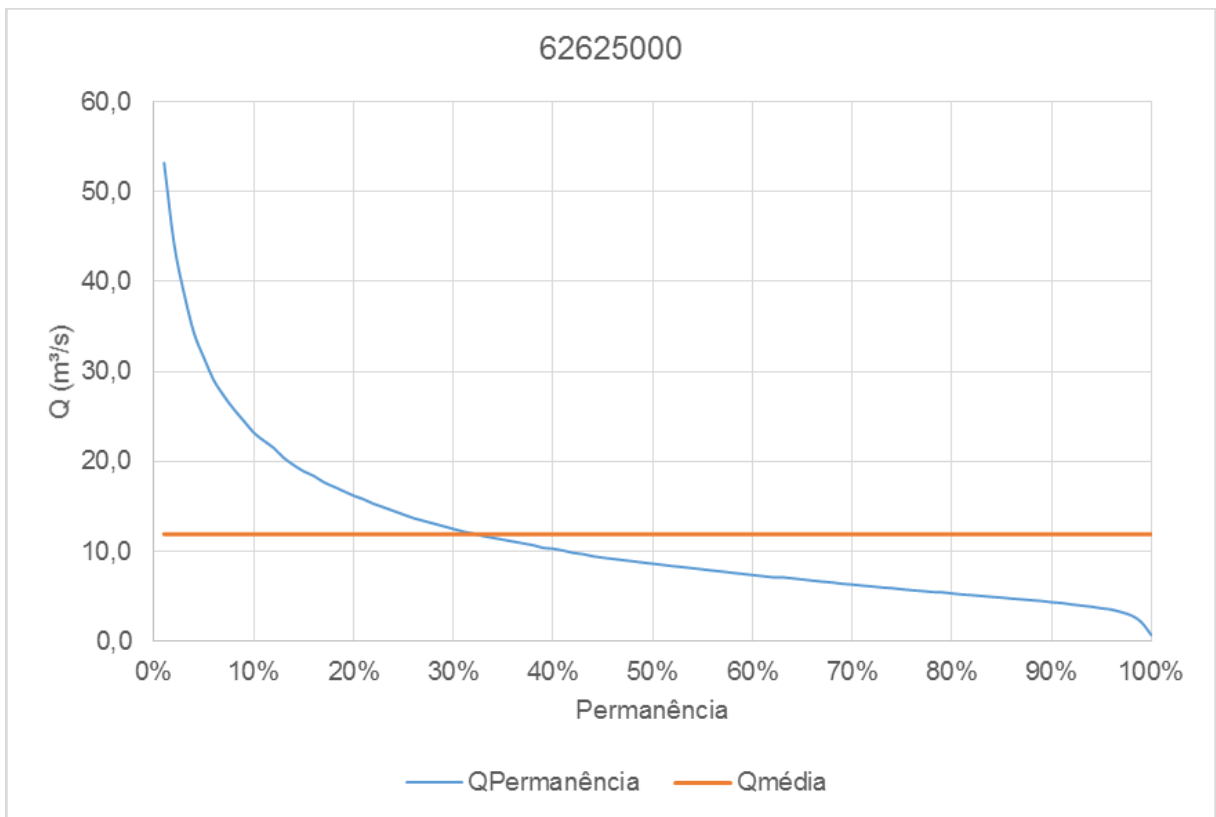


Figura 5.24 – Curva de permanência para a estação 62625000

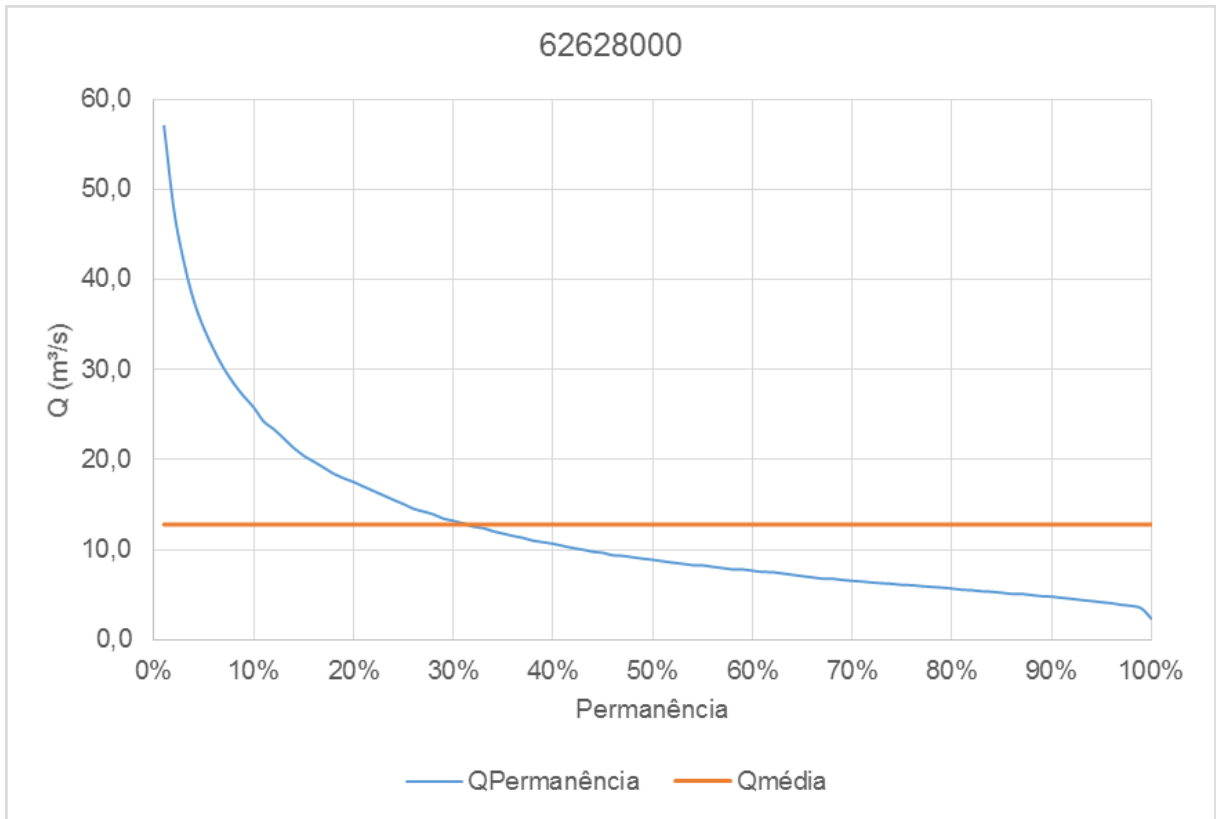


Figura 5.25 – Curva de permanência para a estação 62628000

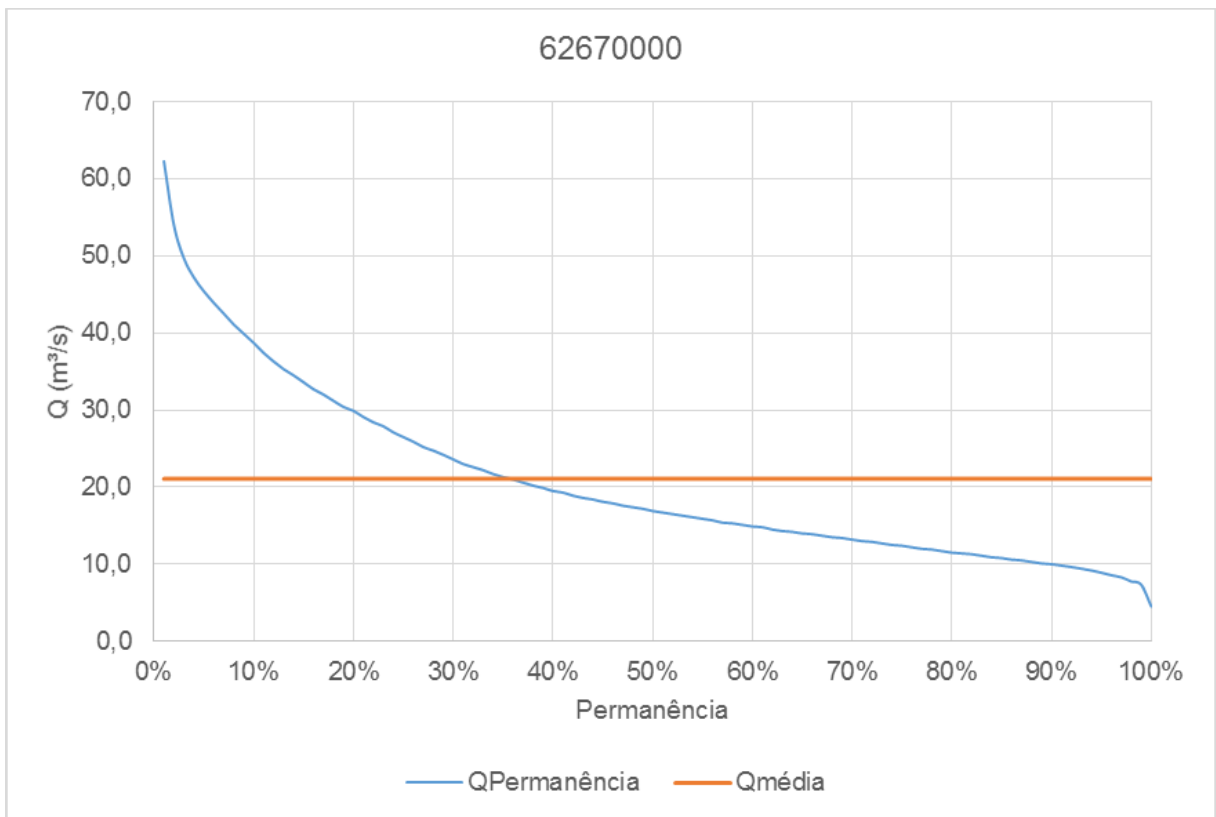


Figura 5.26 – Curva de permanência para a estação 62670000

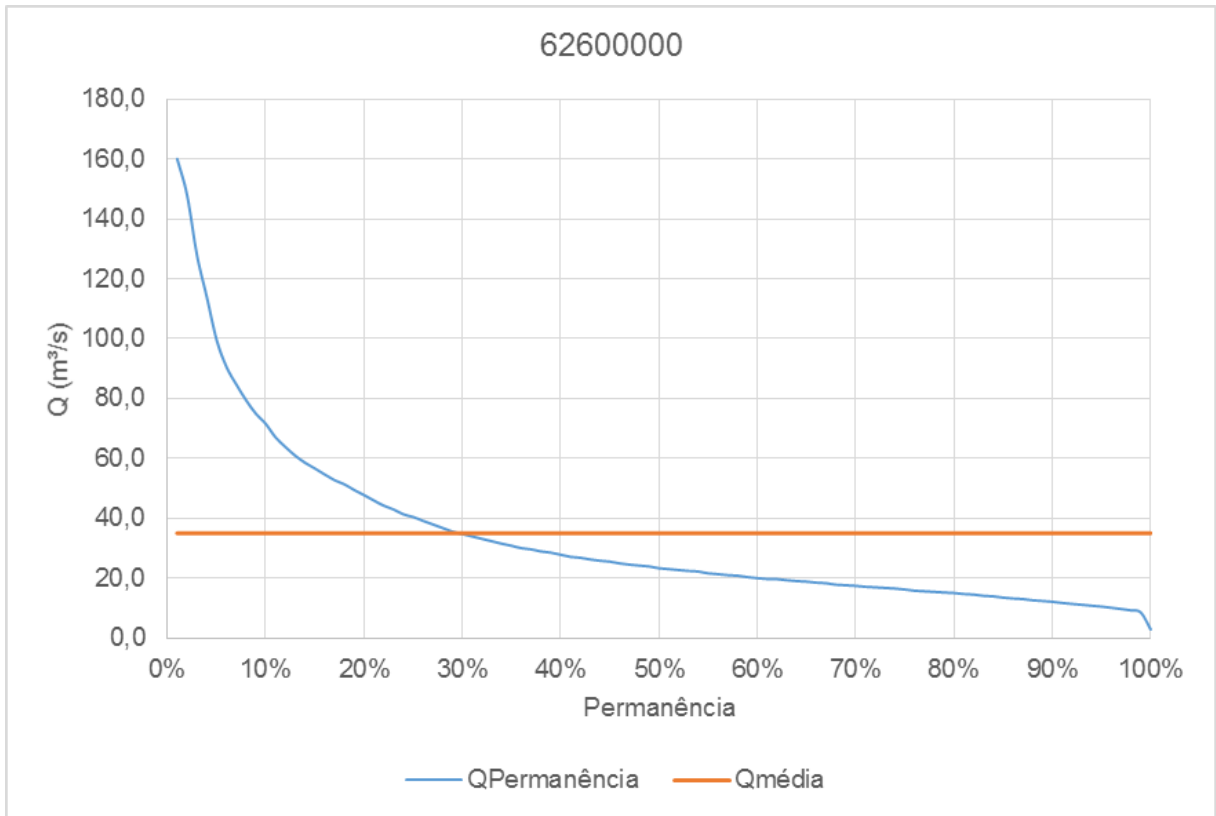


Figura 5.27 – Curva de permanência para a estação 62600000

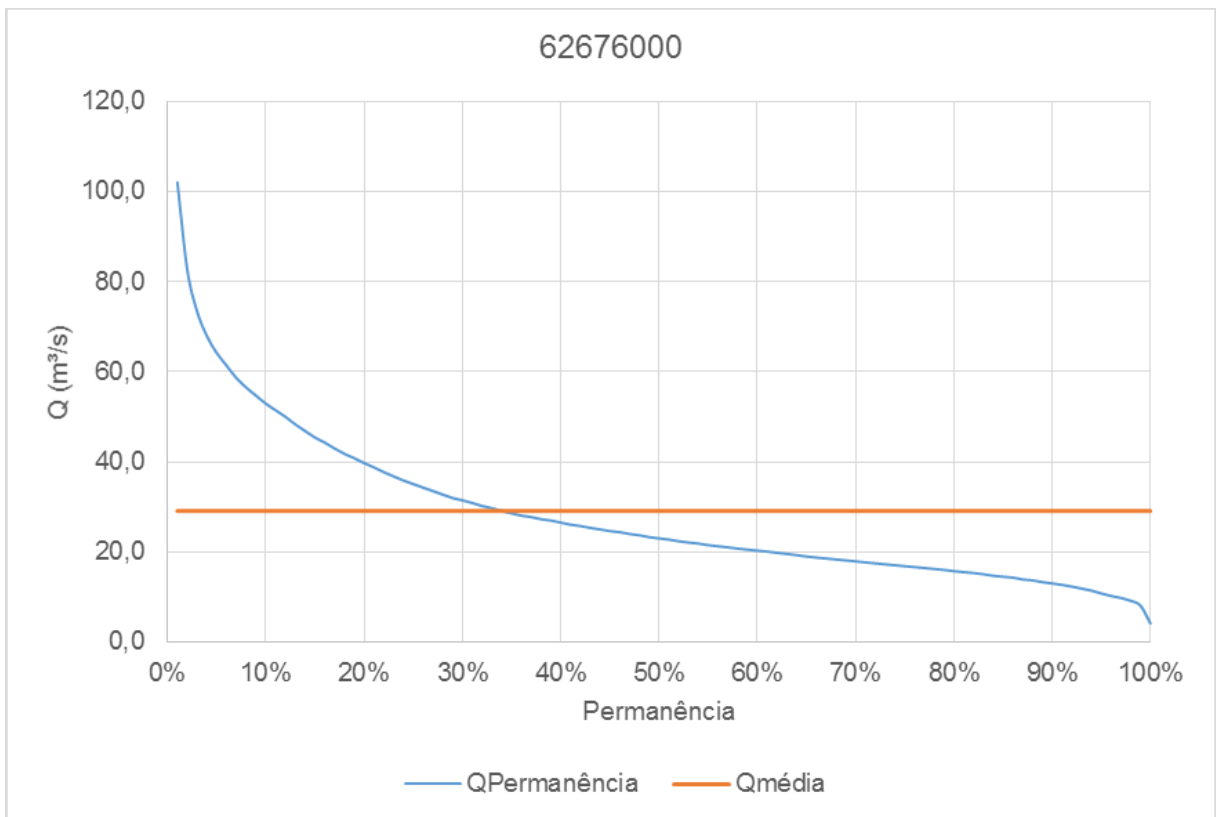


Figura 5.28 – Curva de permanência para a estação 62676000

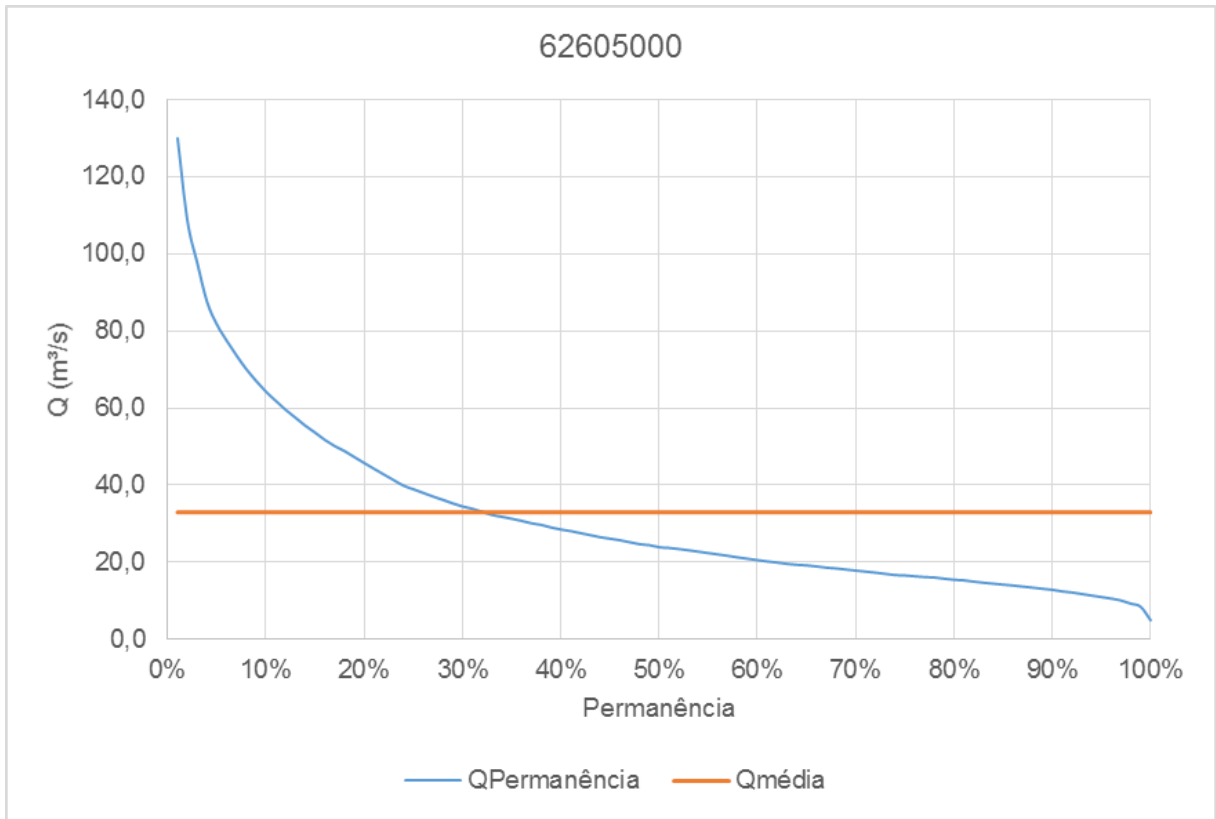


Figura 5.29 – Curva de permanência para a estação 62605000

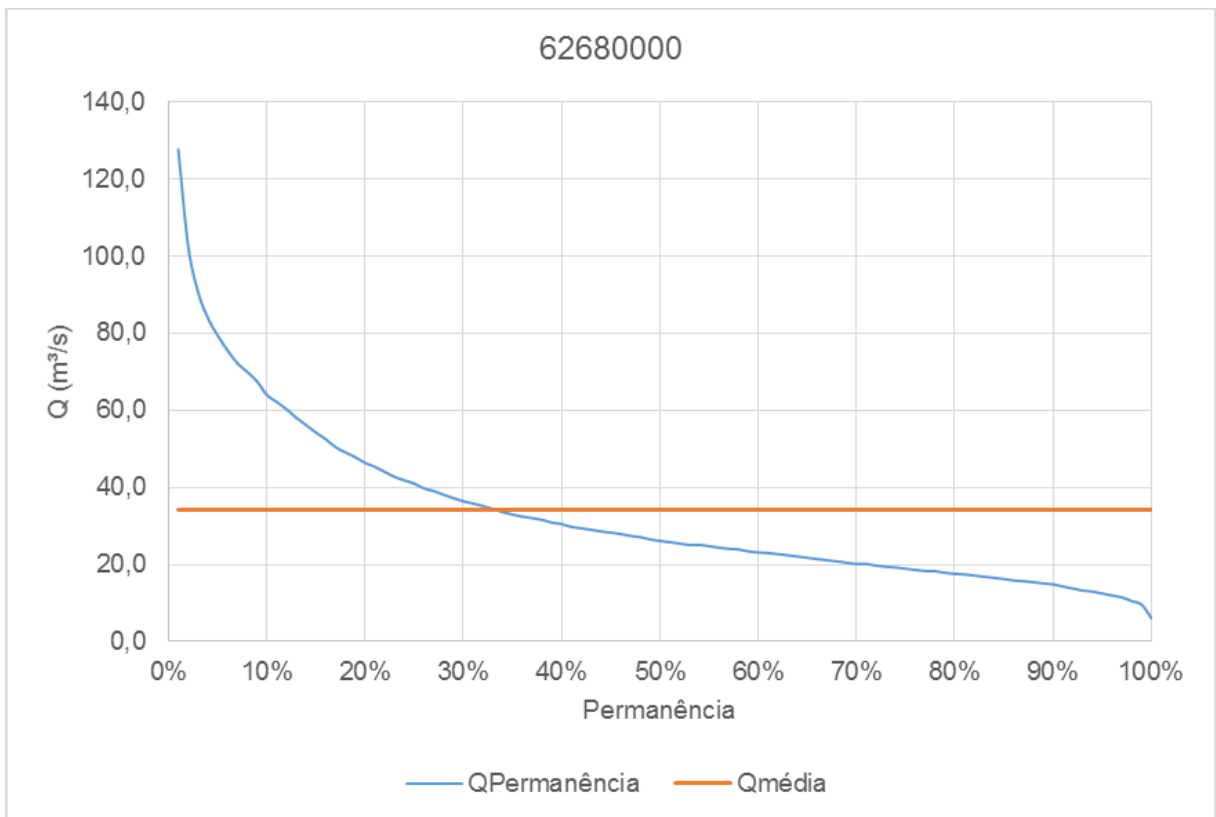


Figura 5.30 – Curva de permanência para a estação 62680000

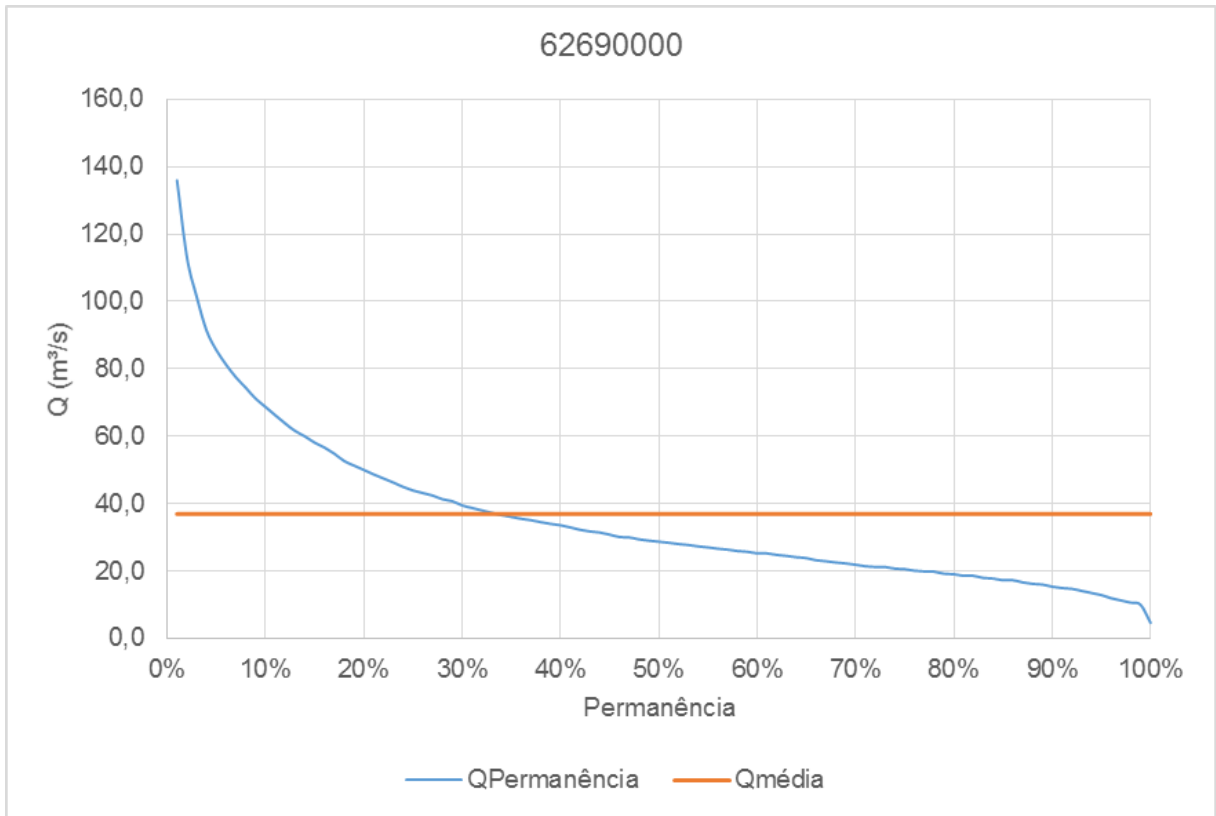


Figura 5.31 – Curva de permanência para a estação 62690000

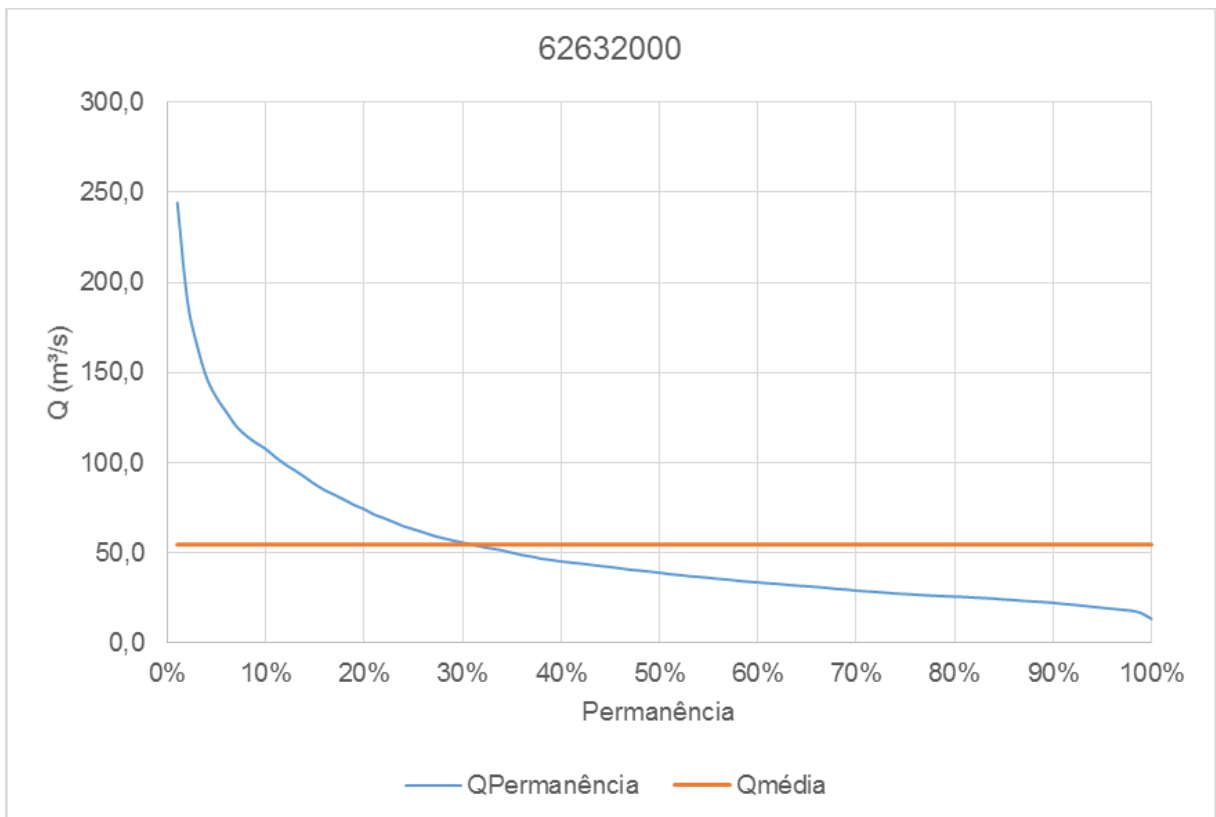


Figura 5.32 – Curva de permanência para a estação 62632000

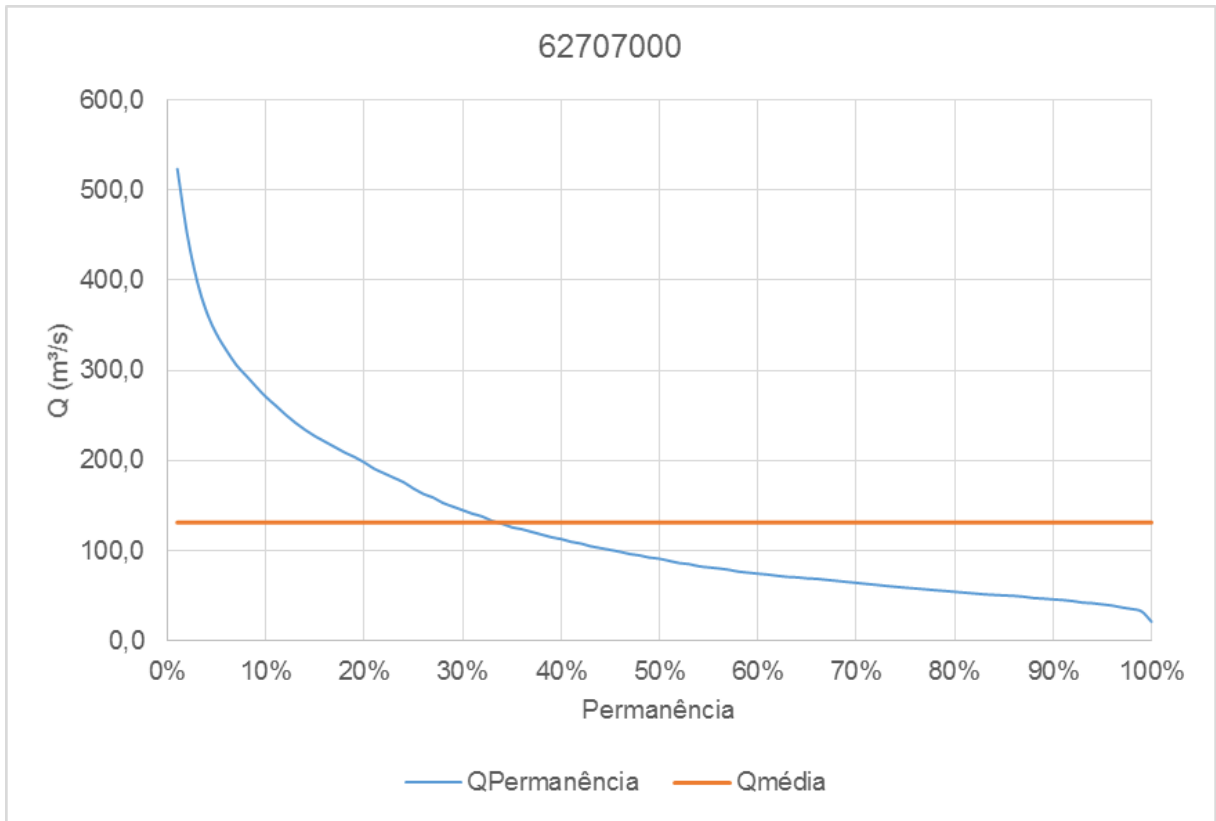


Figura 5.33 – Curva de permanência para a estação 62707000

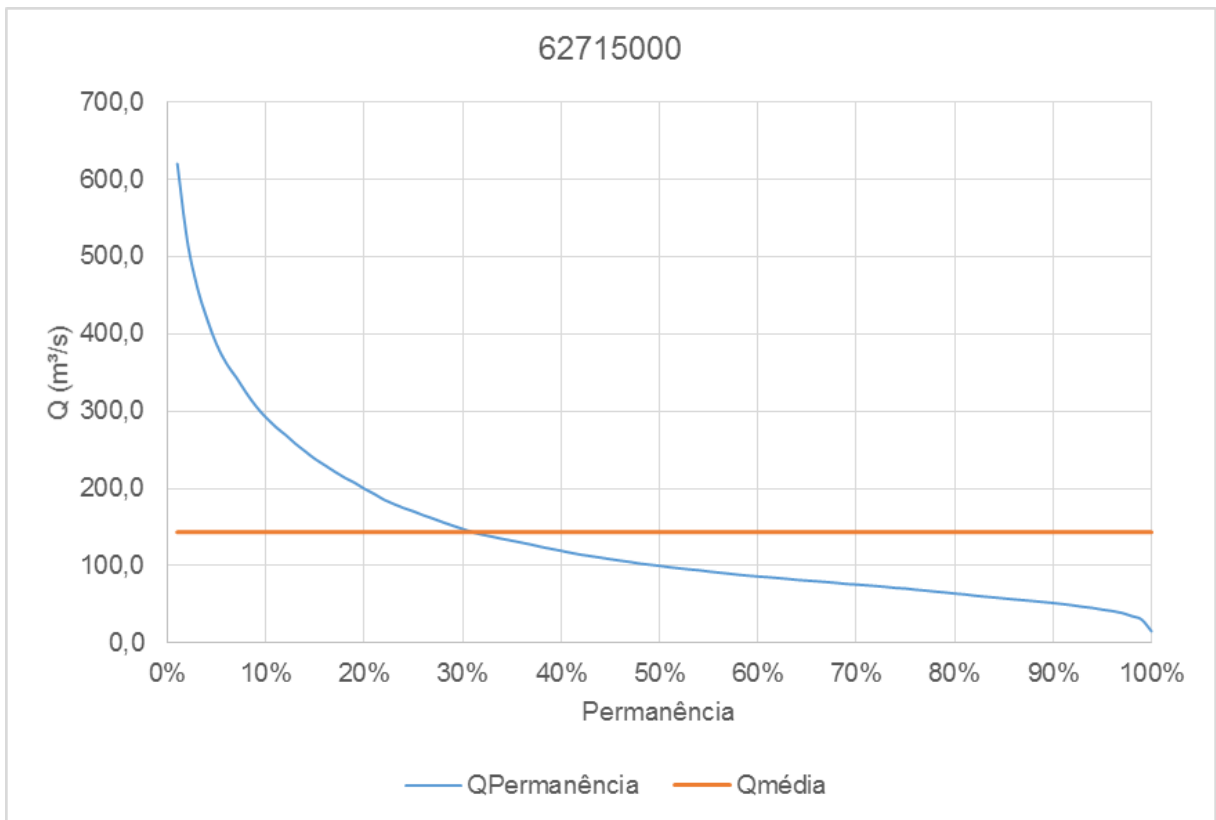


Figura 5.34 – Curva de permanência para a estação 62715000

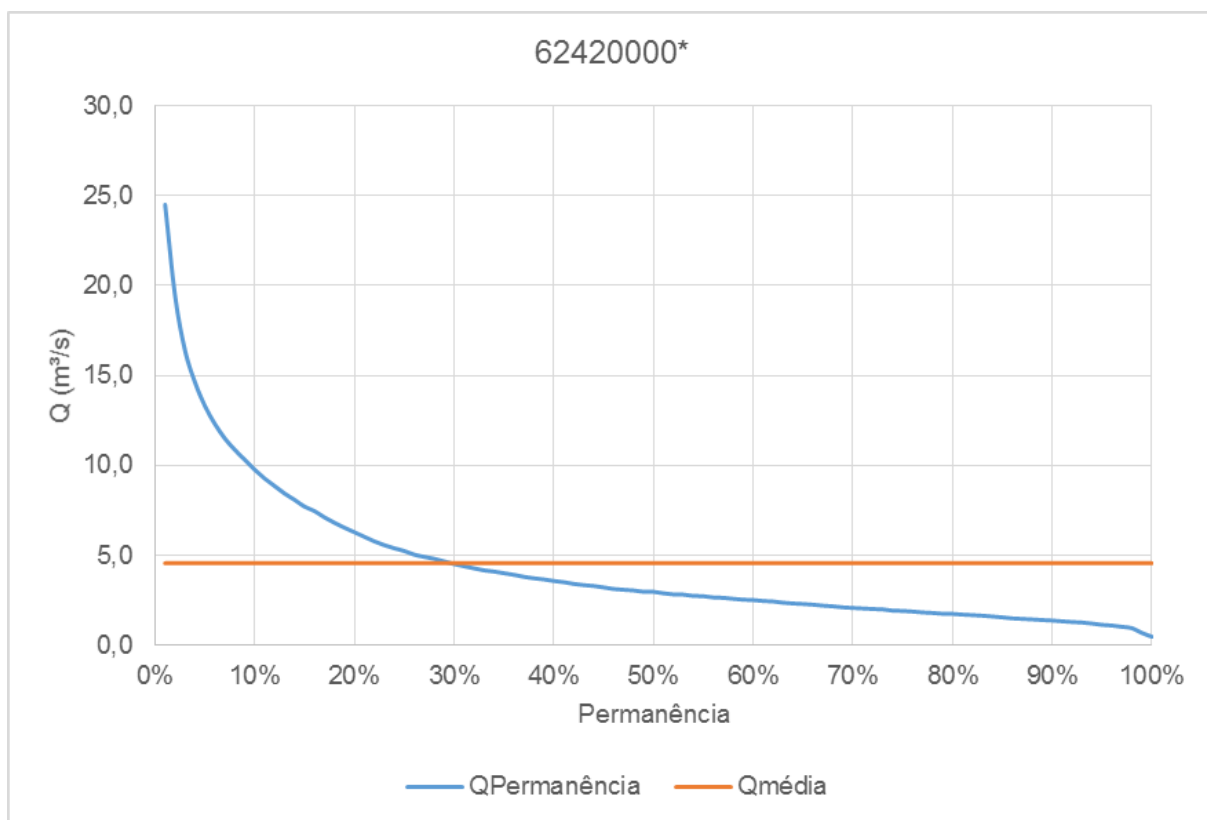


Figura 5.35 – Curva de permanência para a estação 62420000

Por fim, está apresentado, na Figura 5.36, um gráfico com as curvas de permanência para as 15 estações selecionadas, em escala logarítmica.

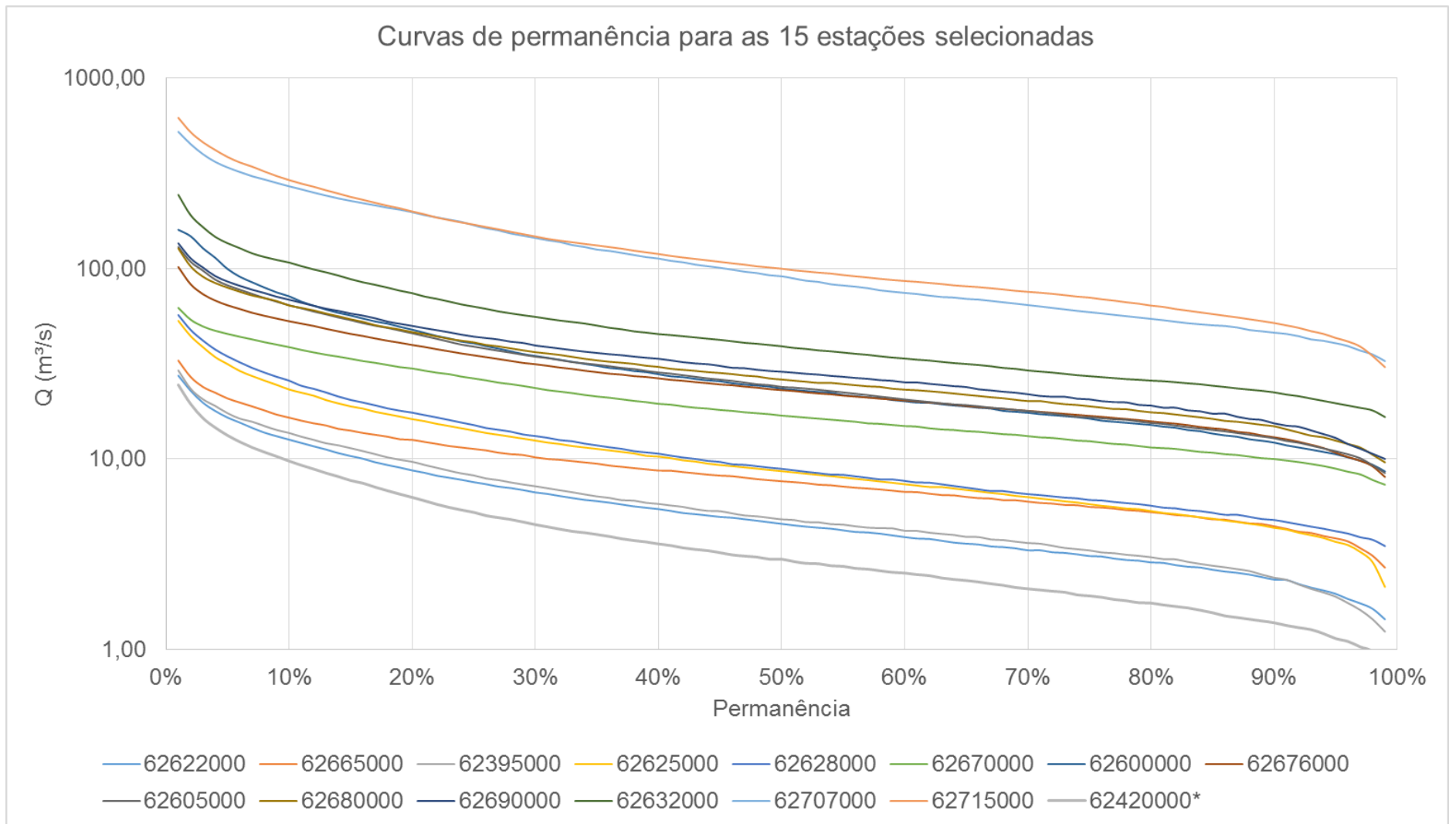


Figura 5.36 – Curvas de permanência para as 14 estações selecionadas para a disponibilidade

5.2.1.5 Regionalização dos parâmetros hidrológicos

5.2.1.5.1 Definição das equações de regionalização

Para o cálculo das variáveis hidrológicas para as Bacias PCJ como um todo, ou para regiões específicas dentro das bacias, é necessário regionalizar os parâmetros obtidos para cada estação. Isso é feito através da confecção de equações de regressão que relacionam a área de drenagem do ponto com o parâmetro hidrológico, e a partir dessa equação pode se calcular para outros pontos da bacia (TUCCI, 1993, p.588).

Essa regressão pode utilizar um ajuste potencial ou linear, onde se escolhe aquele que tiver um maior coeficiente de correlação entre os dados medidos. Para as estações das Bacias PCJ, as equações geradas com melhor aderência aos dados foram as de ajuste linear, que possuem a seguinte forma:

$$Q = \alpha * A + \beta \quad \text{Equação 5.1}$$

Onde,

Q é o parâmetro hidrológico a ser regionalizado [m³/s];

A é a área de drenagem do local para o qual se deseja calcular a variável hidrológica [km²];

α e β são os parâmetros de inclinação e interceptação da reta, obtidos através da regressão linear dos parâmetros hidrológicos obtidos [-]

Ao plotar essas áreas contra os parâmetros hidrológicos, observa-se que as duas estações mais a montante, localizadas na sub-bacia do Piracicaba, 62707000 e 62715000, possuem áreas de drenagem de ordem mais que duas vezes maior do que o restante das estações. Por esse motivo, optou-se por realizar dois ajustes diferentes, um para todas as estações e outro para estações com até 4.000 km² de área de drenagem. Como já mencionado, a estação 62420000 não será incluída nos cálculos de regionalização.

Considerando, então, as estações selecionadas, com áreas de drenagem que variam de 387 km² até 10.900 km², conforme apresentado no Quadro 5.19, sendo os dois maiores valores de área de drenagem sendo 8.900 km² e 10.900 km², e o terceiro maior 3.400 km², foi ajustada uma curva para todas as estações, com as áreas variando de 387 km² a 10.900 km², e outra para 12 estações, excluindo as duas estações com as maiores de drenagem, para concentrar o ajuste linear em valores mais próximos, de 387 km² a 3.400 km².

Os valores de Q_{mlp} , Q_{95} e $Q_{7,10}$ foram ajustados cada um em duas curvas lineares, para as 12 e 14 estações mencionadas. No Quadro 5.27 estão apresentados os coeficientes de correlação entre os parâmetros hidrológicos e as áreas de drenagem, o coeficiente de correlação R^2 , e a equação da reta para os parâmetros calculados para as 14 estações das Bacias PCJ.

Quadro 5.27 – Equações de regionalização dos parâmetros hidrológicos

Parâmetro	Estações	α	β	R^2	Equações
Q_{mlp}	Geral	0,0135	3,6138	0,9881	$Q_{mlp} = 0,013 * A + 3,614$
	$387 \leq A \leq 3.400 \text{ km}^2$	0,0148	1,5944	0,9356	$Q_{mlp} = 0,015 * A + 1,594$
Q_{95}	Geral	0,0041	2,1720	0,9759	$Q_{95} = 0,004 * A + 2,172$
	$387 \leq A \leq 3.400 \text{ km}^2$	0,0053	0,3565	0,9364	$Q_{95} = 0,005 * A + 0,357$
$Q_{7,10}$	Geral	0,0028	1,6935	0,9659	$Q_{7,10} = 0,003 * A + 1,693$
	$387 \leq A \leq 3.400 \text{ km}^2$	0,0041	-0,1771	0,9218	$Q_{7,10} = 0,004 * A - 0,177$

Estão apresentados na Figura 5.37 a Figura 5.42 os parâmetros hidrológicos calculados para cada estação plotados contra as áreas de drenagem, com as respectivas equações de ajuste linear.

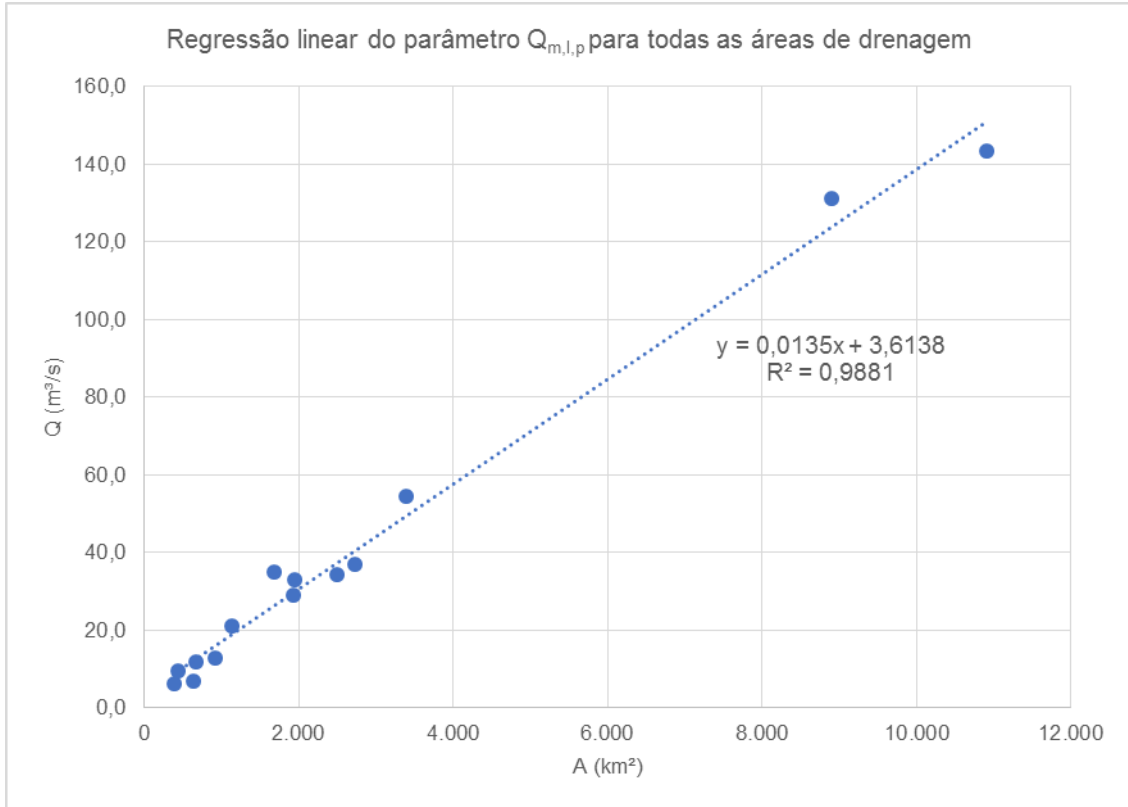


Figura 5.37 – Regressão linear para a $Q_{m,l,p}$ com as 14 estações selecionadas

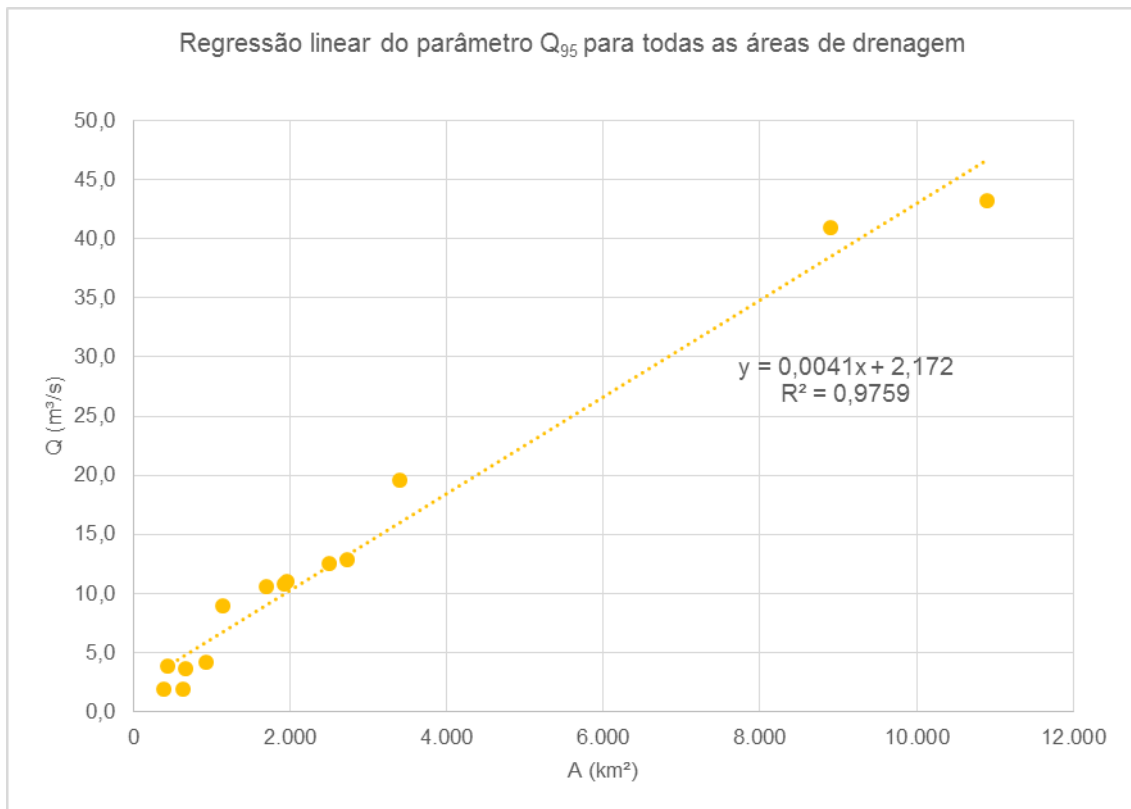


Figura 5.38 – Regressão linear para a Q_{95} com as 14 estações selecionadas

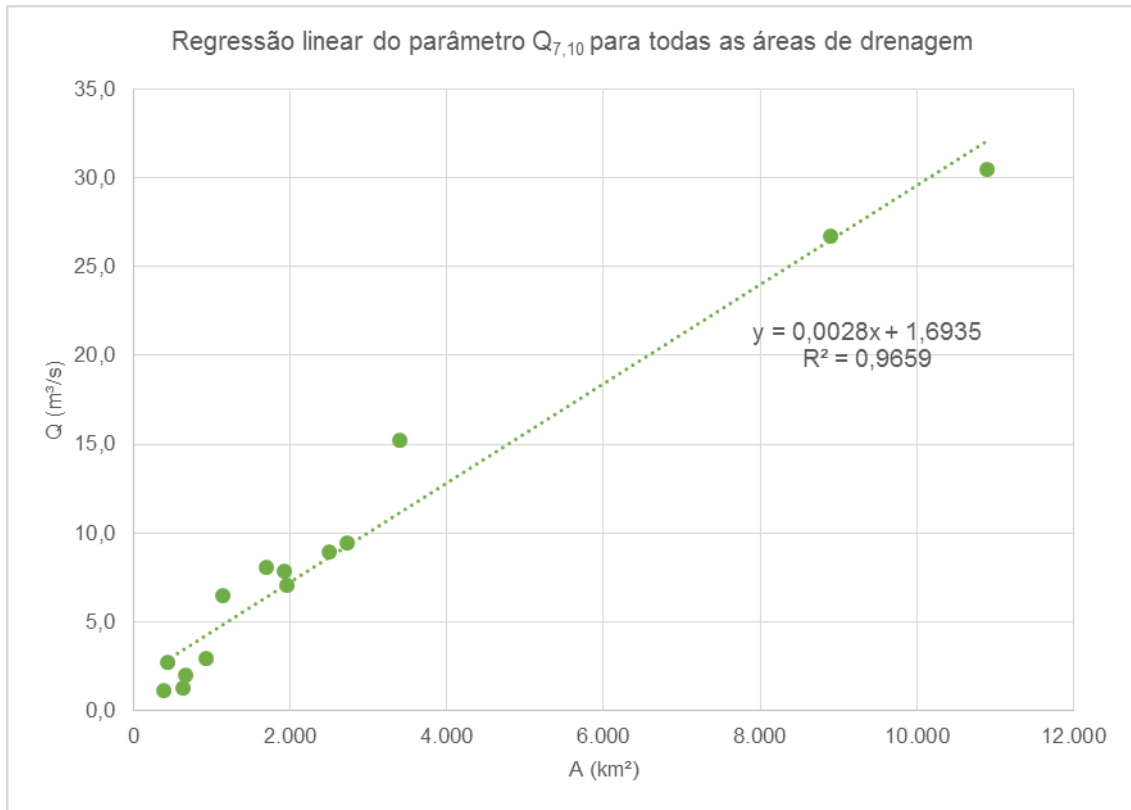


Figura 5.39 – Regressão linear para a $Q_{7,10}$ com as 14 estações selecionadas

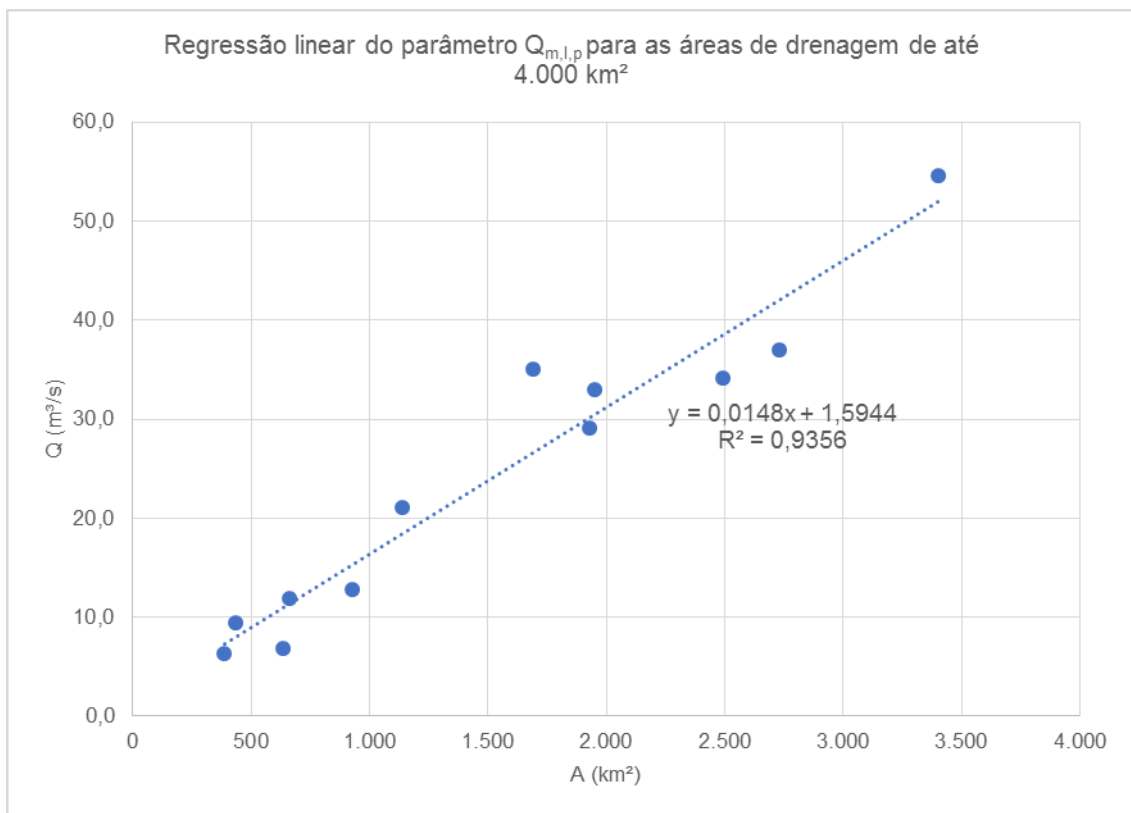


Figura 5.40 – Regressão linear para a $Q_{m.l.p}$ com as 12 estações de menor área

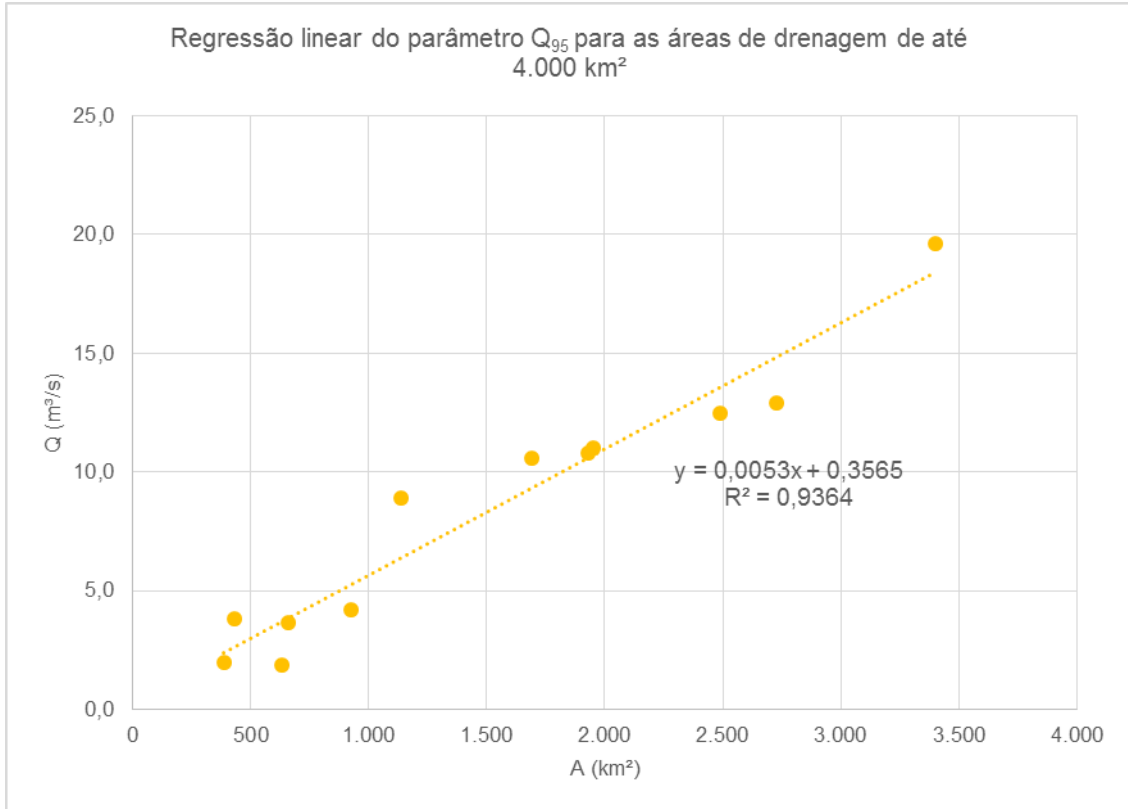


Figura 5.41 – Regressão linear para a Q_{95} com as 12 estações de menor área

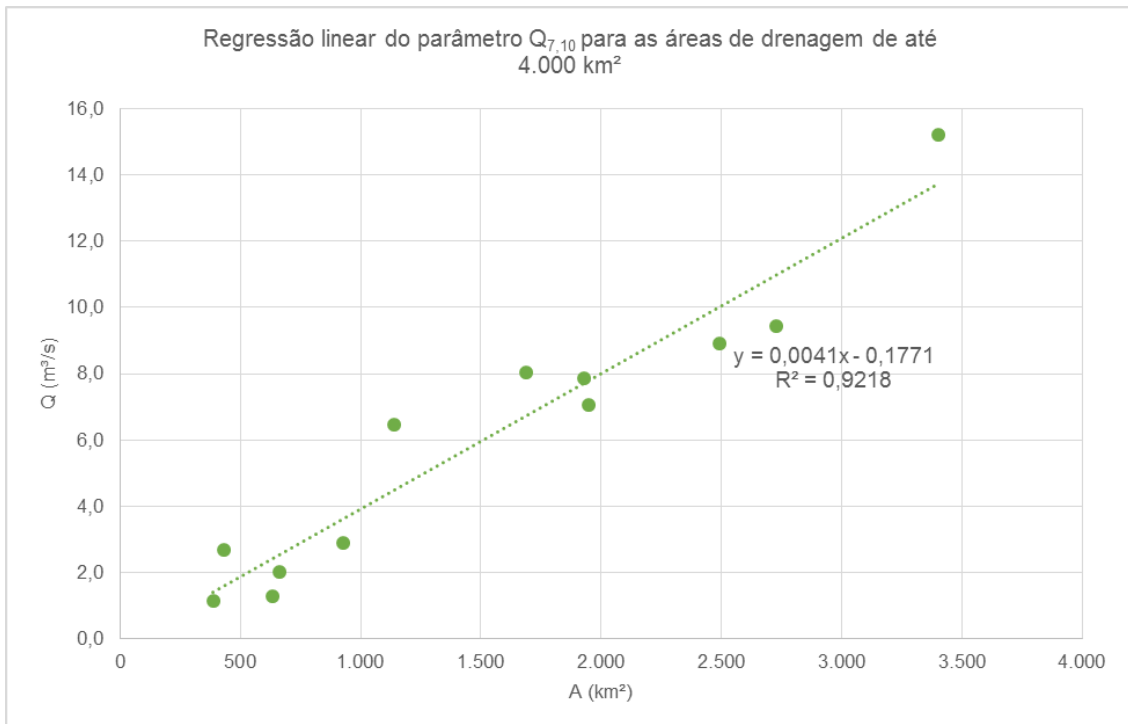


Figura 5.42 – Regressão linear para a $Q_{7,10}$ com as 12 estações de menor área

Observa-se que os ajustes possuem uma boa correlação com os dados das estações, com coeficientes R^2 maiores que 0,95 para os três parâmetros, para os dois ajustes.

Considerando o intervalo das áreas de drenagem das estações utilizadas na regionalização, que variam de 387 km² a 10.900 km², não se recomenda a utilização dessas equações aplicadas a áreas de drenagem menores que 400 km², levando em consideração que a menor área considerada foi de 387 km². Ainda, reforçando essa recomendação está o caráter linear das equações, que aumenta a magnitude relativa do parâmetro β conforme vai se diminuindo o valor de A na equação. Por exemplo, para uma área de drenagem $A = 0$, o parâmetro β seria o valor da vazão regionalizada, o que evidentemente não é o caso para uma área de drenagem igual a zero. Por isso as equações só representam dados dentro dos limites mínimos dos dados de origem.

Em relação ao limite superior, recomenda-se que sejam utilizadas apenas as áreas de dentro das Bacias PCJ, não sendo aplicáveis para outras regiões do Estado de São Paulo.

5.2.1.5.2 Regionalização dos parâmetros hidrológicos: Vazão média de longo período (Q_{mlp}) e vazão de permanência para 95% do tempo (Q_{95})

A partir dessas equações de regionalização, é possível definir os parâmetros hidrológicos para qualquer ponto da bacia, a partir da área de drenagem daquele local. Para os pontos com área de drenagem de até 4.000 km², será usada a equação de regionalização gerada sem os valores das estações 62707000 e 62715000, e para os pontos com área de drenagem maior que 4.000 km², a equação ajustada para as demais estações.

A função da regionalização de vazões é estabelecer as vazões totais para as Bacias PCJ e para as sub-bacias que a compõem. Foi escolhido o período de 1940 a 1970 para representar um cenário próximo da condição natural do regime hídrico das bacias, principalmente relacionado às influências do Sistema Cantareira, para que as vazões estimadas sejam ditas vazões naturalizadas, na medida do possível a partir dos dados observados.

As vazões naturalizadas representam a disponibilidade hídrica da bacia, isto é, as vazões disponíveis sem a influência das atuais demandas consuntivas que retiram água dos rios e reservatórios. Para utilizar as vazões naturalizadas obtidas da série de 1940 a 1970 para representar a disponibilidade atual é necessário, no entanto, incorporar as atuais influências do Sistema Cantareira. Para isso, foram excluídas as áreas de drenagem à montante dos reservatórios do cálculo da regionalização, o que vai gerar as informações hidrológicas com as contribuições das áreas de jusante do sistema. A partir disso, serão incluídas as vazões de defluência dos reservatórios, que são decididas de acordo com as regras operacionais, e independem dos regimes naturais de vazão. No Quadro 5.28 estão apresentadas as áreas de drenagem a montante dos reservatórios, as vazões de defluência médias medidas pelo Sistema de Acompanhamento de Reservatórios – SAR (ANA, 2017b).

Quadro 5.28 – Áreas de contribuição e vazões de defluência do Sistema Cantareira para o período de 2004 a 2012

Bacia	Reservatório	Área de contribuição (km ²)	Vazão média de defluência (m ³ /s)	Vazão de defluência com 95% de permanência (m ³ /s)
Atibaia	Atibainha	314,8	1,10	0,1
Atibaia	Cachoeira	392,0	1,57	0,32
Jaguari	Jaguari-Jacareí	1.235,9	4,41	0,5
Total		1.942,7	7,08	0,92

Fonte: Sistema de Acompanhamento de Reservatórios – SAR (ANA, 2017b)

A título de comparação, serão apresentados os resultados dos cálculos de regionalização para as áreas totais das Bacias PCJ e para as áreas a jusante do Sistema Cantareira, para observar a influência do sistema no regime de vazões. No Quadro 5.29 estão apresentados os resultados para as vazões médias de longo período e para a Q_{95} , e para as vazões sem as áreas de contribuição dos reservatórios foram acrescidas das vazões de defluência dos reservatórios do Cantareira, para representar uma situação equivalente à atual.

Quadro 5.29 – Vazões médias de longo período e de 95% de permanência no tempo para as sub-bacias e bacias das Bacias PCJ

Bacia hidrográfica/Sub-bacia	Total			Contribuição do Sistema Cantareira*		
	Área (km ²)	Q _{mlp} (m ³ /s)	Q ₉₅ (m ³ /s)	Área (km ²)	Q _{mlp} (m ³ /s)	Q ₉₅ (m ³ /s)
Capivari**	1.568	10,26	2,57	1.568	10,26	2,57
Jundiá	1.154	18,70	6,49	1.154	18,70	6,49
Atibaia	2.816	43,31	15,31	2.109	35,51	11,98
Camanducaia	1.040	17,00	5,88	1.040	17,00	5,88
Corumbataí	1.719	27,07	9,49	1.719	27,07	9,49
Jaguari	3.304	50,54	17,90	2.068	36,64	11,84
Piracicaba	3.775	57,52	20,41	3.775	57,52	20,41
Total Piracicaba	12.655	174,45	53,75	10.712	155,30	46,75
Total Geral	15.378	217,97	62,81	13.435	198,83	55,81

*Retiradas as áreas de contribuição e acrescidas as vazões de defluência nas sub-bacias Atibaia e Jaguari e na bacia do Piracicaba

**Calculado a partir da vazão específica

5.2.1.5.3 Regionalização da vazão de referência para o Estado de São Paulo: Vazão média mínima de 7 dias consecutivos para tempo de retorno de 10 anos ($Q_{7,10}$)

Para a vazão média de 7 dias consecutivos para tempo de retorno de 10 anos ($Q_{7,10}$), que é a vazão de referência para a disponibilidade hídrica no Estado de São Paulo, será utilizada a mesma abordagem apresentada para as vazões médias e de permanência, porém, as vazões de defluência acrescidas serão outras.

Considerando as discussões acerca da renovação da outorga do Sistema Cantareira, a ANA e o DAEE elaboraram o Relatório Conjunto ANA-DAEE, de 17 de fevereiro de 2017 (ANA; DAEE, 2017), que constitui uma proposta-guia para a discussão da renovação da outorga do Sistema Cantareira. Nesse documento propõe-se como vazões mínimas de jusante nos reservatórios do Sistema Cantareira os valores apresentados no Quadro 5.30.

Quadro 5.30 – Vazões mínimas de jusante propostas no Relatório Conjunto ANA-DAEE para a renovação da outorga do Sistema Cantareira

Bacia	Reservatório	Área de contribuição (km ²)	Vazão mínima de defluência (m ³ /s)
Atibaia	Cachoeira e Atibainha	706,8	0,25
Jaguari	Jaguari-Jacareí	1.235,9	0,25
Total		1.942,7	0,5

Fonte: Relatório Conjunto ANA-DAEE, de 17 de fevereiro de 2017 (ANA; DAEE, 2017)

As vazões propostas no relatório serão as vazões mínimas de defluência, isto é, aquelas que precisam ser garantidas mesmo durante as piores condições de aflúncias naturais dos regimes de vazão, nos períodos de estiagem. A vazão de referência para a disponibilidade hídrica em São Paulo é a $Q_{7,10}$, que estatisticamente representa os piores sete dias consecutivos de vazões para um período de retorno de 10 anos. É razoável supor que o período em que o regime hídrico atinja as vazões $Q_{7,10}$ seja um período de estiagem severa, logo, que o Sistema Cantareira esteja operando com as vazões mínimas de defluência.

O cálculo será realizado com a equação de regionalização geral, que utilizou todas as estações, e com a equação reduzida, que excluiu as duas estações de maior área, com exceção do cálculo para a Bacia do Piracicaba, que possui 12.655 km², onde será utilizada a equação geral nos dois casos.

O mesmo procedimento descrito no item 5.2.1.5.2 será realizado para o cálculo da $Q_{7,10}$, acrescidas as vazões mínimas de defluência. No Quadro 5.31 e na Figura 5.43 estão apresentadas as disponibilidades hídricas para as bacias das Bacias PCJ.

Quadro 5.31 – Vazões mínimas médias para 7 dias consecutivos e 10 anos de período de retorno

Bacia hidrográfica	Sub-bacia	Total			Contribuição do Cantareira ¹		
		Área (km ²)	$Q_{7,10}$ (m ³ /s) ²	$Q_{7,10}$ (m ³ /s) ³	Área (km ²)	$Q_{7,10}$ (m ³ /s) ²	$Q_{7,10}$ (m ³ /s) ³
Capivari ⁴	Capivari	1.568	6,241	6,070	1.568	6,24	6,07
Jundiá	Jundiá	1.154	4,548	4,915	1.154	4,55	4,92
Piracicaba	Atibaia	2.816	11,348	9,552	2.109	8,71	7,83
	Camanducaia	1.040	4,079	4,596	1.040	4,08	4,60
	Corumbataí	1.719	6,860	6,492	1.719	6,86	6,49
	Jaguari	3.304	13,344	10,914	2.068	8,54	7,71
	Piracicaba	3.775	15,274	12,230	3.775	15,27	12,23
	<i>Total Piracicaba</i>	<i>12.655</i>	<i>37,010</i>	<i>37,010</i>	<i>10.712</i>	<i>30,63</i>	<i>31,59</i>
Total PCJ		15.378	47,799	47,996	13.435	41,42	42,57

¹ Retiradas as áreas de contribuição e acrescidas as vazões mínimas de defluência nas sub-bacias Atibaia e Jaguari e na bacia do Piracicaba

² Equação de regionalização reduzida

³ Equação de regionalização geral

⁴ Calculada com as curvas de regionalização, para efeitos de análise

Constata-se uma $Q_{7,10}$ regionalizada total para as Bacias PCJ de 41,42 m³/s com a equação reduzida e 42,57 m³/s com a equação geral, já considerando as influências do Sistema Cantareira ao sistema.

Vale ressaltar, ainda, que o Sistema Cantareira não representa a única transposição operante nas bacias. A influência do Sistema Cantareira foi incluída no cálculo da disponibilidade por ser responsável por uma diferença considerável no regime de vazões, e pela água armazenada ser direcionada para fora das Bacias PCJ, não estando mais disponível nas bacias. Ainda existem transposições inter-bacias operacionais, em geral com funções de abastecimento de água que não foram contempladas nesse balanço, visto que ainda que sejam desviadas de uma sub-bacia para outra, continuam disponíveis para as Bacias PCJ como um todo. Essas transposições inter-bacias serão contempladas no capítulo de balanço hídrico, devidamente incluídas no balanço das Bacias PCJ.

Para as vazões totais das Bacias PCJ foram somadas as vazões das bacias hidrográficas do Piracicaba, Capivari e Jundiá, e não calculadas a partir da área de drenagem total das bacias, visto que não há um ponto comum de exutório das três bacias, e logo, essa vazão total não é efetivamente registrada em nenhum ponto, pois as três bacias correm paralelamente desaguando em pontos diferentes do Rio Tietê, servindo apenas para demonstrar a disponibilidade total de vazão das Bacias PCJ. Na Figura 5.43 estão apresentados resultados segundo as duas equações de regionalização.

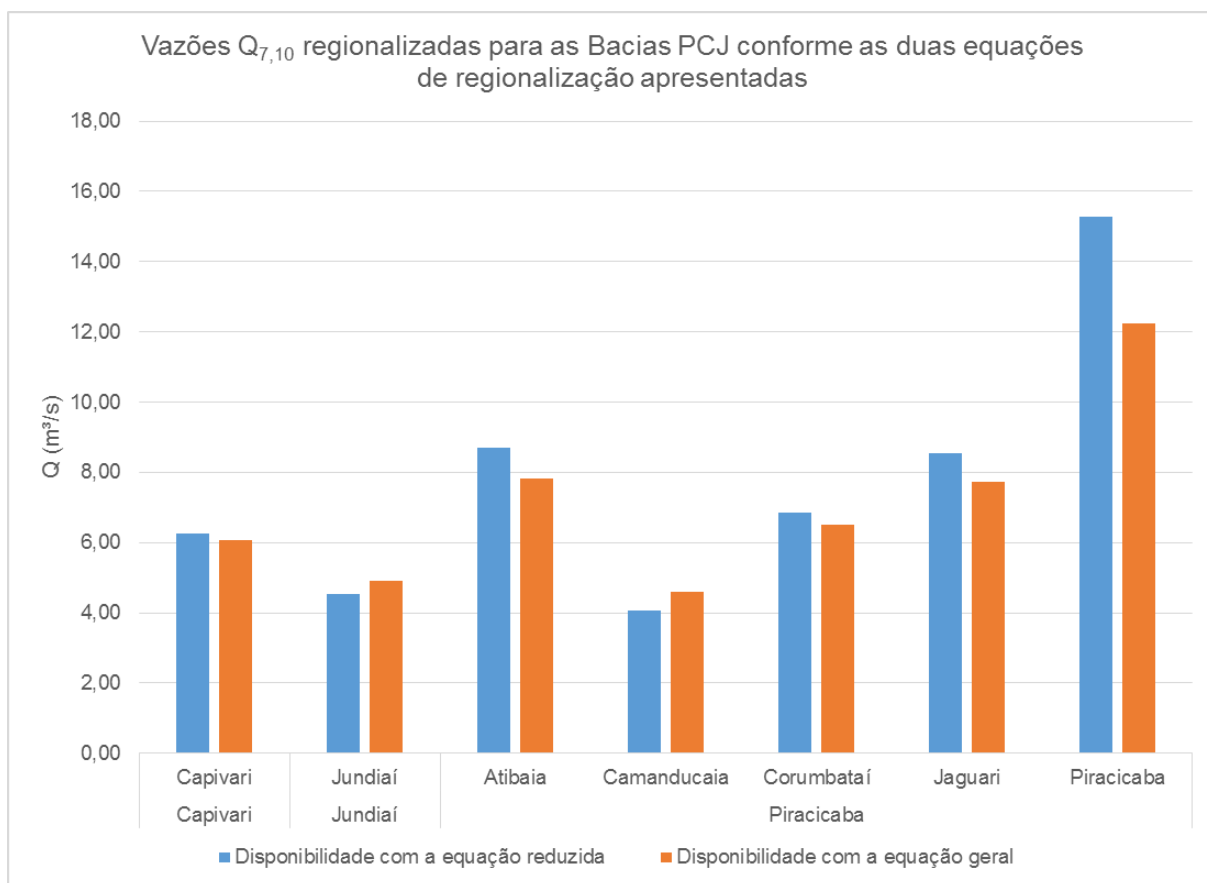


Figura 5.43 – Vazões $Q_{7,10}$ regionalizadas para as Bacias PCJ

5.2.1.5.4 Análise da aderência das equações de regionalização aos valores observados para as vazões de referência $Q_{7,10}$

Para analisar se as equações de regionalização geradas para as $Q_{7,10}$ são representativas do sistema das Bacias PCJ, serão comparados os valores obtidos para as sub-bacias através das equações de regionalização com os valores observados de vazões específicas.

Foram calculadas as $Q_{7,10}$ para as sete sub-bacias das Bacias PCJ utilizando a equação de regionalização geral e a equação de regionalização reduzida. O objetivo deste item é analisar a aderência desse parâmetro regionalizado ao efetivamente observado nas bacias, através dos postos de monitoramento de vazões fluviométricas.

Foram comparadas as vazões específicas calculadas para as sub-bacias, apresentadas no item 5.2.1.3 - Quadro 5.24, com vazões específicas calculadas a partir dos valores regionalizados de $Q_{7,10}$ apresentados no item 5.2.1.5.3, e analisados os desvios relativos em relação ao valor de $Q_{7,10}$ específica média observado nas estações.

Quadro 5.32 – Análise de aderência das vazões específicas calculadas com a regionalização com as observadas nas estações

Bacia	Sub-bacia	A (km ²)	Q _{7,10} ^{esp} observada (L/s.km ²)	Q _{7,10} ^{esp} calculada (L/s.km ²)		Desvio relativo (calc-obs/obs)	
				Equação reduzida	Equação geral	Equação reduzida	Equação geral
Capivari	Capivari	1.568	1,191	3,980	3,871	234%	225%
Jundiá	Jundiá	1.154	2,026	3,939	4,258	94%	110%
Piracicaba	Atibaia	2.816	4,058	4,030	3,392	1%	16%
	Camanducaia	1.040	3,065	3,922	4,419	28%	44%
	Corumbataí	1.719	2,888	3,989	3,776	38%	30%
	Jaguari	3.304	4,308	4,039	3,303	6%	23%
	Piracicaba	3.775	2,888	4,046	3,239	40%	12%
	<i>Total Piracicaba</i>	12.655	3,435	2,925	2,925	15%	15%
Total PCJ	15.378	3,412	3,108	3,121	9%	9%	

Fonte: Hidroweb (ANA, 2017a) adaptado por PROFILL/RHAMA

Com essa análise é possível verificar o quanto os valores obtidos através das equações de regionalização se distanciam dos valores observados nas estações. As duas últimas colunas apresentam o quanto o valor calculado é discrepante do valor observado, em percentual. Verifica-se que para as bacias do Capivari e do Jundiá os valores calculados são cerca de 220% e 100% discrepantes dos valores observados, respectivamente, nas estações. Para as outras sub-bacias os resultados são mais aderentes com pelo menos uma das equações utilizadas não ultrapassando 30% de desvio em relação aos valores observados.

Para as sub-bacias com desvios menores do que 30%, será considerado o valor que obteve o menor desvio em relação ao observado. Para as bacias do Capivari e do Jundiá, cujos resultados regionalizados foram muito discrepantes dos observados, será utilizada a vazão específica observada nas estações 62420000 e 62395000, localizadas nas bacias do Capivari e Jundiá, para o cálculo da Q_{7,10}.

A estação 62420000 foi incluída nas análises para possibilitar o cálculo das vazões de referência para o Rio Capivari, visto que, de outro modo, seria necessário utilizar dados de outras bacias para estimar as vazões no Capivari, que é hidrograficamente isolada das outras.

5.2.1.6 Disponibilidade hídrica final

Os valores de disponibilidade hídrica a ser considerados para este Plano foram preliminarmente calculados a partir da regionalização, e revisados no item 5.2.1.5.4 de análise de aderência. O cálculo das vazões Q_{7,10} em cada sub-bacia será realizado conforme o apresentado no Quadro 5.33.

 Quadro 5.33 - Metodologia de cálculo das vazões Q_{7,10}

Bacia	Sub-bacia	Método utilizado
Capivari	Capivari	Vazão específica observada na estação 62420000
Jundiá	Jundiá	Vazão específica observada na estação 62395000
Piracicaba	Atibaia	Equação de regionalização reduzida
	Camanducaia	Equação de regionalização reduzida
	Corumbataí	Equação de regionalização geral
	Jaguari	Equação de regionalização reduzida
	Piracicaba	Equação de regionalização geral
	<i>Total Piracicaba</i>	Equação de regionalização geral
Total PCJ		Soma das três bacias

Os valores finais das vazões $Q_{7,10}$ calculados e da disponibilidade hídrica, após ajustada para as interferências do Sistema Cantareira, pela mesma metodologia apresentada anteriormente, está apresentado no Quadro 5.34 e na Figura 5.44.

Quadro 5.34 – Disponibilidade hídrica para as Bacias PCJ

Bacia	Sub-bacia	Total		Contribuição do Sistema Cantareira*	
		A (km ²)	$Q_{7,10}$ (m ³ /s)	A (km ²)	Disponibilidade hídrica (m ³ /s)
Capivari	Capivari	1.568	1,87	1.568	1,87
Jundiá	Jundiá	1.154	2,34	1.154	2,34
Piracicaba	Atibaia	2.816	11,35	2.109	8,71
	Camanducaia	1.040	4,08	1.040	4,08
	Corumbataí	1.719	4,97	1.719	4,97
	Jaguari	3.304	13,34	2.068	8,54
	Piracicaba	3.775	12,23	3.775	12,23
	<i>Total Piracicaba</i>	<i>12.655</i>	<i>37,01</i>	<i>10.712</i>	<i>32,09</i>
Total PCJ		15.378	41,22	13.435	36,30

* Retiradas as áreas de contribuição e acrescidas as vazões mínimas de defluência nas sub-bacias Atibaia e Jaguari e na bacia do Piracicaba

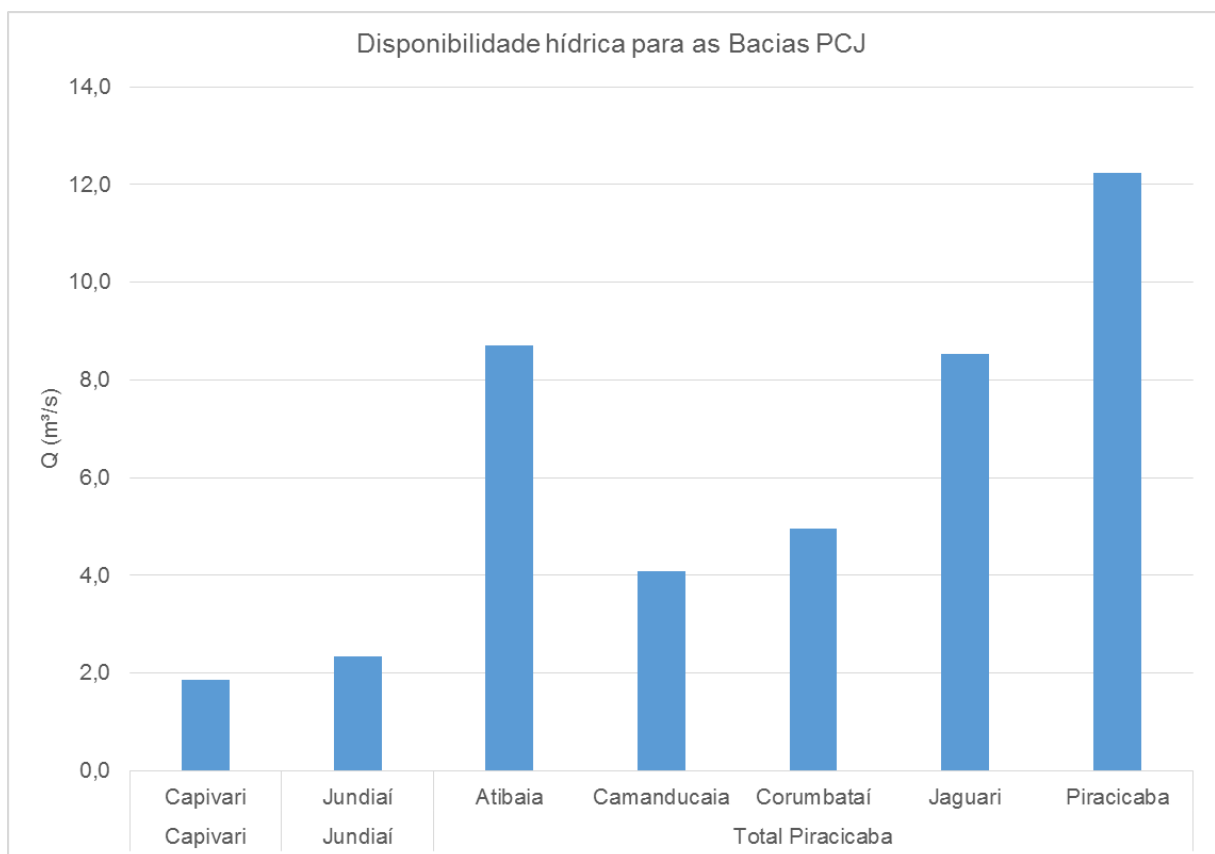


Figura 5.44 - Vazões $Q_{7,10}$ regionalizadas para as Bacias PCJ

As disponibilidades hídricas também foram calculadas por zona e por área de contribuição. Conforme já mencionado no item 5.2.1.5.1, as equações de regionalização são válidas apenas para áreas de drenagem maiores que 400 km². Considerando que apenas 8 das 37 zonas e uma das 225 áreas de contribuição possuem áreas maiores que 400 km², o cálculo das disponibilidades hídricas nessas regiões de menor área foram calculadas através

da $Q_{7,10}$ específica de cada sub-bacia, em L/s.km², e aplicada às áreas individuais das zonas e das áreas de contribuição.

Os dados por zona e por área de contribuição estão apresentados nos Quadro 5.35 e Figura 5.36.

Destaca-se que as disponibilidades calculadas são todas incrementais, representando a disponibilidade daquela zona ou área de contribuição específica, logo, não foi realizado o ajuste da contribuição do Sistema Cantareira, que foi realizado no cálculo da disponibilidade por sub-bacias, onde se retirou as áreas de contribuição à montante do sistema, e adicionou-se as vazões defluentes dos reservatórios. Atenta-se para as zonas 02 e 09, que possuem os reservatórios em seus territórios, e por isso possuem parte das vazões incrementais a jusante do Cantareira, e parte a montante, e para a zona 01, totalmente a montante do Sistema Cantareira.

 Quadro 5.35 – $Q_{7,10}$ por zona

Sub-bacia	Zona	Área (km ²)	$Q_{7,10}$ (m ³ /s)
Capivari	Zona 27	53,24	0,06
	Zona 28	186,54	0,22
	Zona 29	269,33	0,32
	Zona 30	187,76	0,22
	Zona 31	673,71	0,80
	Zona 32	197,76	0,24
	Capivari Total	1.568,34	1,87
Jundiá	Zona 33	105,99	0,21
	Zona 34	218,44	0,44
	Zona 35	295,86	0,60
	Zona 36	219,45	0,44
	Zona 37	314,71	0,64
	Jundiá Total	1.154,46	2,34
Atibaia	Zona 09*	1.355,37	5,46
	Zona 10	793,66	3,20
	Zona 11	126,24	0,51
	Zona 12	154,52	0,62
	Zona 13	386,33	1,56
	Atibaia Total	2.816,11	11,35
Camanducaia	Zona 05	690,75	2,71
	Zona 06	349,24	1,37
	Camanducaia Total	1.040,00	4,08
Corumbataí	Zona 17	469,89	1,36
	Zona 18	196,49	0,57
	Zona 19	538,86	1,56
	Zona 20	224,31	0,65
	Zona 21	289,91	0,84
	Corumbataí Total	1.719,46	4,97
Jaguari	Zona 01**	991,87	4,01
	Zona 02*	394,46	1,59
	Zona 03	166,87	0,67
	Zona 04	573,02	2,31
	Zona 07	495,57	2,00
	Zona 08	380,13	1,54
	Zona 14	302,03	1,22
Jaguari Total	3.303,96	13,34	

Sub-bacia	Zona	Área (km ²)	Q _{7,10} (m ³ /s)
Piracicaba	Zona 15	33,61	0,11
	Zona 16	217,41	0,70
	Zona 22	1.701,95	5,51
	Zona 23	159,39	0,52
	Zona 24	388,63	1,26
	Zona 25	219,85	0,71
	Zona 26	1.054,63	3,42
	<i>Piracicaba Total</i>	<i>3.775,48</i>	<i>12,23</i>
Bacia do Piracicaba Total		12.655	36,30

*Zonas onde estão localizadas as estruturas do Sistema Cantareira

**Zona a montante do Sistema Cantareira

Quadro 5.36 - Q_{7,10} por área de contribuição

Sub-bacia	Áreas de Contribuição	Área (km ²)	Q _{7,10} (m ³ /s)
Capivari	CPIV169	43,75	0,05
	CPIV170	56,57	0,07
	CPIV171	43,62	0,05
	CPIV172	39,72	0,05
	CPIV173	32,57	0,04
	CPIV174	102,42	0,12
	CPIV175	44,87	0,05
	CPIV176	70,99	0,08
	CPIV177	100,42	0,12
	CPIV178	100,35	0,12
	CPIV179	98,65	0,12
	CPIV180	121,48	0,14
	CPIV181	42,43	0,05
	CPIV182	98,59	0,12
	CPIV183	49,95	0,06
	CPIV184	61,85	0,07
	CPIV185	49,00	0,06
	CPIV186	148,76	0,18
	CPIV192	63,30	0,08
	CPIV195	32,64	0,04
	CPIV196	22,92	0,03
	CPIV197	45,16	0,05
	CPIV212	8,08	0,01
CPIV213	14,34	0,02	
CPIV220	75,92	0,09	
	Capivari Total	1.568,34	1,87
Jundiá	JUNA155	77,76	0,16
	JUNA156	42,83	0,09
	JUNA157	39,45	0,08
	JUNA158	107,52	0,22
	JUNA159	52,52	0,11
	JUNA160	59,80	0,12
	JUNA161	107,90	0,22
	JUNA162	19,77	0,04
	JUNA163	35,04	0,07
	JUNA164	85,18	0,17
	JUNA165	28,65	0,06

Sub-bacia	Áreas de Contribuição	Área (km ²)	Q _{7,10} (m ³ /s)
	JUNA166	92,90	0,19
	JUNA167	136,32	0,28
	JUNA168	23,71	0,05
	JUNA187	8,58	0,02
	JUNA207	28,23	0,06
	JUNA208	15,84	0,03
	JUNA221	28,63	0,06
	JUNA222	42,37	0,09
	JUNA223	40,95	0,08
	JUNA224	44,60	0,09
	JUNA225	35,91	0,07
	Jundiá Total	1.154,46	2,34
Atibaia	ATIB044	80,50	0,32
	ATIB047	36,62	0,15
	ATIB050	46,02	0,19
	ATIB051	64,96	0,26
	ATIB052	55,54	0,22
	ATIB053	11,80	0,05
	ATIB054	50,52	0,20
	ATIB055	76,93	0,31
	ATIB056	84,84	0,34
	ATIB083	119,76	0,48
	ATIB084	92,17	0,37
	ATIB085	49,27	0,20
	ATIB086	55,25	0,22
	ATIB087	91,73	0,37
	ATIB088	50,85	0,20
	ATIB089	61,59	0,25
	ATIB090	12,03	0,05
	ATIB091	47,79	0,19
	ATIB092	45,83	0,18
	ATIB093	72,02	0,29
	ATIB094	124,36	0,50
	ATIB095	174,04	0,70
	ATIB096	97,53	0,39
	ATIB097	66,01	0,27
	ATIB098	67,84	0,27
	ATIB099*	224,50	0,90
	ATIB100*	90,34	0,36
	ATIB101*	114,23	0,46
	ATIB102*	107,77	0,43
	ATIB103*	77,42	0,31
ATIB136	60,84	0,25	
ATIB137	43,54	0,18	
ATIB138	79,78	0,32	
ATIB148	46,73	0,19	
ATIB153	2,39	0,01	
ATIB198	34,87	0,14	
ATIB199	11,59	0,05	
ATIB200	26,32	0,11	
ATIB206	43,53	0,18	

Sub-bacia	Áreas de Contribuição	Área (km ²)	Q _{7,10} (m ³ /s)
	ATIB209*	53,42	0,22
	ATIB210*	39,17	0,16
	ATIB218	12,67	0,05
	ATIB219	11,19	0,05
	<i>Atibaia Total</i>	<i>2.816,11</i>	<i>11,35</i>
Camanducaia	CMDC059	53,13	0,21
	CMDC060	41,34	0,16
	CMDC061	135,58	0,53
	CMDC062	197,37	0,77
	CMDC063	17,95	0,07
	CMDC064	36,01	0,14
	CMDC065	32,50	0,13
	CMDC066	5,17	0,02
	CMDC067	91,04	0,36
	CMDC068	41,45	0,16
	CMDC069	59,53	0,23
	CMDC073	134,36	0,53
	CMDC112	67,52	0,26
	CMDC113	16,53	0,06
	CMDC117	19,05	0,07
	CMDC121	20,75	0,08
	CMDC140	70,74	0,28
	<i>Camanducaia Total</i>	<i>1.040,00</i>	<i>4,08</i>
Corumbataí	CRUM008	69,43	0,20
	CRUM009	9,02	0,03
	CRUM010	143,63	0,41
	CRUM011	118,05	0,34
	CRUM012	157,33	0,45
	CRUM013	67,11	0,19
	CRUM014	185,09	0,53
	CRUM015	117,32	0,34
	CRUM016	100,37	0,29
	CRUM017	75,46	0,22
	CRUM018	55,64	0,16
	CRUM019	70,42	0,20
	CRUM020	57,99	0,17
	CRUM021	20,80	0,06
	CRUM027	43,87	0,13
	CRUM139	68,96	0,20
	CRUM141	63,37	0,18
	CRUM146	21,44	0,06
	CRUM147	98,42	0,28
	CRUM189	107,65	0,31
CRUM215	68,08	0,20	
	<i>Corumbataí Total</i>	<i>1.719,46</i>	<i>4,97</i>
Jaguari	JAGR045	230,39	0,93
	JAGR046	50,16	0,20
	JAGR048	7,53	0,03
	JAGR049	71,64	0,29
	JAGR057	76,50	0,31
	JAGR058	70,54	0,28

Sub-bacia	Áreas de Contribuição	Área (km ²)	Q _{7,10} (m ³ /s)
	JAGR070	34,46	0,14
	JAGR071	30,93	0,12
	JAGR072	21,80	0,09
	JAGR074	34,57	0,14
	JAGR075	39,53	0,16
	JAGR076	43,05	0,17
	JAGR077	26,96	0,11
	JAGR078	82,39	0,33
	JAGR079	32,50	0,13
	JAGR080*	151,48	0,61
	JAGR081	76,60	0,31
	JAGR082*	51,56	0,21
	JAGR104*	146,36	0,59
	JAGR105*	75,05	0,30
	JAGR106*	107,88	0,44
	JAGR107*	72,96	0,29
	JAGR108*	237,99	0,96
	JAGR109*	169,57	0,68
	JAGR110*	111,52	0,45
	JAGR111*	41,00	0,17
	JAGR114	45,95	0,19
	JAGR115	104,13	0,42
	JAGR116	27,98	0,11
	JAGR123	214,19	0,87
	JAGR124	90,66	0,37
	JAGR125	84,85	0,34
	JAGR126	16,81	0,07
	JAGR127	118,52	0,48
	JAGR128	42,12	0,17
	JAGR129	16,65	0,07
	JAGR130	38,49	0,16
	JAGR131	53,15	0,21
	JAGR132	44,95	0,18
	JAGR133	64,86	0,26
	JAGR134	56,51	0,23
	JAGR135	21,96	0,09
	JAGR149	41,34	0,17
	JAGR211	21,13	0,09
	JAGR216	55,40	0,22
	JAGR217	49,40	0,20
	<i>Jaguari Total</i>	<i>3.303,96</i>	<i>13,34</i>
Piracicaba	PCBA001	1.054,63	3,42
	PCBA002	55,45	0,18
	PCBA003	69,67	0,23
	PCBA004	94,73	0,31
	PCBA005	44,33	0,14
	PCBA006	162,69	0,53
	PCBA007	73,95	0,24
	PCBA022	75,12	0,24
	PCBA023	95,35	0,31
	PCBA024	34,86	0,11

Sub-bacia	Áreas de Contribuição	Área (km ²)	Q _{7,10} (m ³ /s)
	PCBA025	90,28	0,29
	PCBA026	31,77	0,10
	PCBA028	36,19	0,12
	PCBA029	30,18	0,10
	PCBA030	115,35	0,37
	PCBA031	26,90	0,09
	PCBA032	90,84	0,29
	PCBA033	44,29	0,14
	PCBA034	32,99	0,11
	PCBA035	62,11	0,20
	PCBA036	50,12	0,16
	PCBA037	88,32	0,29
	PCBA038	131,76	0,43
	PCBA039	140,64	0,46
	PCBA040	76,77	0,25
	PCBA041	60,56	0,20
	PCBA042	42,33	0,14
	PCBA043	33,61	0,11
	PCBA118	36,03	0,12
	PCBA119	90,59	0,29
	PCBA120	9,82	0,03
	PCBA122	49,89	0,16
	PCBA142	17,25	0,06
	PCBA143	36,13	0,12
	PCBA144	6,90	0,02
	PCBA145	12,31	0,04
	PCBA150	34,17	0,11
	PCBA151	23,26	0,08
	PCBA152	22,30	0,07
	PCBA154	2,99	0,01
	PCBA188	159,39	0,52
	PCBA190	56,00	0,18
	PCBA191	34,37	0,11
	PCBA193	4,29	0,01
	PCBA194	29,72	0,10
	PCBA201	20,30	0,07
	PCBA202	31,01	0,10
	PCBA203	87,62	0,28
	PCBA204	38,52	0,12
	PCBA205	15,76	0,05
	PCBA214	11,05	0,04
	<i>Piracicaba Total</i>	<i>3.775,48</i>	<i>12,23</i>
Bacia do Piracicaba Total		12.655,01	36,30

*Áreas de contribuição à montante do Sistema Cantareira

5.2.1.7 Comparação com estudos anteriores

No Quadro 5.37 a seguir estão apresentados os valores de Q_{7,10} apresentados nos outros estudos realizados nas Bacias PCJ. Os Relatórios de Situação 2002-2003 e 2004-2006 (IRRIGART, 2004 e IRRIGART, 2007), e o Plano das Bacias PCJ 2010-2020 (COBRAPE, 2010).

Quadro 5.37 – Valores de $Q_{7,10}$ para os outros estudos realizados nas Bacias PCJ

Bacia hidrográfica/Sub-bacia	$Q_{7,10}$ (m ³ /s)					
	Relatório de Situação das Bacias PCJ 2002-2003 (2004)	Relatório de Situação das Bacias PCJ 2004-2006 (2007) ¹	Plano das Bacias PCJ 2010-2020 (2011)		Atualização do Plano das Bacias PCJ (2017)	
			$Q_{7,10}$	Q_{disp}^1	$Q_{7,10}$	Q_{disp}^2
Capivari	2,38	2,38	2,38	2,38	1,87	1,87
Jundiá	2,3	3,3	2,3	3,5	2,34	2,34
Atibaia	9,01	9,97	9,01	8,54	11,35	8,71
Camanducaia	3,59	3,5	3,6	3,5	4,08	4,08
Corumbataí	4,7	4,7	4,7	4,7	4,97	4,97
Jaguari	10,29	8,65	10,29	7,2	13,34	8,54
Piracicaba	8,16	8,16	8,16	8,16	12,23	12,23
<i>Total Piracicaba</i>	<i>35,75</i>	<i>34,98</i>	<i>35,76</i>	<i>32,1</i>	<i>37,01</i>	<i>32,09</i>
Total	40,43	40,66	40,44	37,98	41,22	36,30

¹Vazão $Q_{7,10}$ com os ajustes das transposições inter-bacias e do Sistema Cantareira

²Vazão $Q_{7,10}$ com os ajustes das transposições do Sistema Cantareira

Fonte: IRRIGART (2004) IRRIGART (2007), COBRAPE (2010)

Os três documentos citados utilizaram a mesma metodologia, do Relatório de Situação das Bacias PCJ 2002-2003 (IRRIGART, 2004), que regionalizou as vazões com séries de dados com duração de 30 anos, anteriores a 1975, antes do início da operação do Sistema Cantareira, sendo o período exato não especificado.

Observa-se que os resultados para a disponibilidade hídrica foram bastante próximos aos obtidos nos planos anteriores.

5.2.2 Disponibilidade Subterrânea

Seguindo a mesma lógica de apresentação desenvolvida para os recursos hídricos superficiais, este diagnóstico tem como objeto caracterizar as disponibilidades hídricas. Os trabalhos técnicos e acadêmicos desenvolvidos no âmbito das Bacias PCJ que são usados como referências específicas são:

- Águas Subterrâneas no Estado de São Paulo: Diretrizes de Utilização e Proteção 2013, DAEE, UNESP, Governo do Estado de São Paulo.
- Mapa de águas subterrâneas do Estado de São Paulo: escala 1:1.000.000: nota explicativa / São Paulo: 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, 2005.
- Identificação de áreas potenciais de restrição e controle de captação e uso das águas subterrâneas na porção sul da UGRHI 05 – Projeto ARCTUB1 – Relatório Técnico FEHIDRO 450/2006.
- Qualidade das águas subterrâneas 2013-2015 no Estado de São Paulo, Série Relatórios, Governo do Estado de São Paulo, Secretaria do meio Ambiente CETESB.
- Subsídios ao plano de desenvolvimento e proteção ambiental da área de afloramento do Sistema Aquífero Guarani no Estado de São Paulo, Instituto de Pesquisas Tecnológicas, IPT, 2011.
- Levantamento das bacias do leste, compreendendo as UGRHI's Paraíba do Sul, Alto Tietê, Piracicaba Capivari-Jundiá, Tietê-Sorocaba, Mogi-Guaçu e Pardo. Foi finalizado em dezembro de 2010.

- As informações pertinentes ao SAG foram coletadas nas memórias técnicas do Projeto Aquífero Guarani (GEF/Banco Mundial/ OEA / Argentina, Brasil, Paraguai e Uruguai), além do acervo de trabalhos técnicos desenvolvidos no âmbito do Estado de SP.

Todo aquífero é considerado um reservatório de água subterrânea, isto é, unidades/formações hidrogeológicas caracterizadas por parâmetros dimensionais (extensão, espessura e geometria) que são impostos pela geologia estratigráfica e estrutural (arcabouço geológico), por parâmetros hidrodinâmicos (transmissividade, armazenamento ou porosidade efetiva) e que dependem de padrões faciológicos, de condições de recarga e descarga e de variáveis de estado que descrevam a situação do aquífero em cada instante (superfície piezométrica, importância das reservas, aspectos da qualidade, condições de exploração, etc). A disponibilidade hídrica subterrânea, aqui sintetizada como sendo os recursos exploráveis, pode variar no espaço e no tempo em função das condições hidrogeológicas, do efeito das explorações sobre o regime de fluxo nos aquíferos, da disposição e concepção das obras de captação e dos equipamentos de exploração, dentre outros fatores.

Conforme apresentado no item da hidrogeologia, apresentado no Tomo I, interessa para o processo de gestão conhecer a magnitude das reservas de água subterrânea na Bacia e sua posição espacial, assim como, quanto destas reservas podem ser consideradas renováveis e exploráveis. O esforço em estimar estes volumes culmina com o balanço entre entradas e saídas de água subterrânea na Bacia, importante indicador de sustentabilidade da bacia e parâmetro de sua gestão futura.

O mapa hidrogeológico (apresentado no capítulo 3.1.2, do Tomo I, Mapa 3.2) dá uma dimensão de quais as regiões podem ser consideradas mais produtivas do ponto de vista de água subterrânea. A cor utilizada para descrever as unidades aquíferas confere um nível de informação, onde o azul representa aquíferos granulares de melhor capacidade de entrega de água em detrimento das cores cinza de piores características aquíferas. Outro nível de informação relacionado às quantidades dá-se pelas hachuras, as quais representam a capacidade específica das respectivas unidades aquíferas, ou seja, fornece uma ideia da quantidade de água fornecida por metro linear de material aquífero. Quanto maior a capacidade específica, maiores as vazões de entrega de água por parte do respectivo aquífero por metro rebaixado.

Ressalta-se que existe um forte controle geológico quanto ao potencial produtivo dos aquíferos. Associados a este, a densidade de fraturas e o posicionamento topográfico/estratigráfico dos estratos aquíferos também exercem influência direta na produtividade.

Da visualização do referido mapa desprende-se que:

- As recargas são amplamente dependentes do regime de chuva e da quantidade desta parcela de chuva que efetivamente infiltra, função das propriedades hidráulicas do substrato rochoso de superfície, do tipo de uso e ocupação do solo e de suas declividades. Em áreas francamente planas, o processo de infiltração é facilitado em detrimento de áreas com fortes declives, onde prevalece a parcela de escoamento superficial.
- Em boa parte da bacia o SAG se faz presente, seja de forma confinada, sotoposta aos basaltos ou mesmo aflorante formando zonas de recarga e descarga regional. Este fato confere a estas regiões, não somente conforto hídrico, como também uma responsabilidade muito grande na proteção destes recursos. A área de ocorrência do SAG não coincide com os epicentros de demandas hídricas.
- As regiões de maior demanda, industrial e urbana coincidem com as áreas de ocorrência do aquífero Tubarão, conferindo a este extrema relevância.

- Os aquíferos fraturados, junto com os próprios basaltos formam aquíferos do tipo fraturado, a partir dos quais é possível de extrair-se água em quantidade e qualidade suficiente para atender demandas domésticas e rurais de pequeno porte.

As disponibilidades hídricas subterrâneas de uma determinada região podem ser agrupadas em (i) reguladoras (ativas) e (ii) permanentes (estáticas). A soma de ambas resulta nos volumes totais de reservas. A estes dois volumes de referência, adiciona-se ainda as reservas exploráveis (iii).

- As **reservas reguladoras** representam o volume de água renovável que entra anualmente no aquífero, sendo que as mesmas podem ser também denominadas de recursos dinâmicos ou recarga efetiva. Elas dependem diretamente da recarga sazonal (infiltração de precipitações atmosféricas e outras fontes naturais) e são reservas teoricamente disponíveis para exploração. Trata-se do volume hídrico acumulado no meio aquífero, em função da porosidade eficaz ou do coeficiente de armazenamento e variável anualmente em decorrência dos aportes sazonais de água superficial, do escoamento subterrâneo e dos exutórios.
- Já as **reservas permanentes**, por sua vez, são denominadas de estáticas ou armazenamento permanente. Correspondem à quantidade total de água armazenada no reservatório (nos poros e nas fraturas das rochas) em função da porosidade eficaz e do coeficiente de armazenamento, não variável em decorrência da flutuação sazonal da superfície potenciométrica. Elas podem ser divididas em duas partes: aquela passível de drenagem, onde está a água que pode ser drenada pela ação da gravidade; e a parte de compressão, na qual o armazenamento ocorre por causa da compressão do aquífero e da expansão da água (aquífero compressível). Trata-se de uma reserva não renovável (ao menos para a escala temporal humana) que pode ser explorada até certos limites circunstanciais em que as reservas ativas sejam insuficientes para suprir as necessidades estabelecidas. As reservas permanentes não foram estimadas para as Bacias PCJ em função da pouca informação disponível sobre os aquíferos confinados de maior expressão geográfica na bacia e as incertezas inerentes a sua determinação no caso de aquíferos fraturados, considerados os de maior expressão em área na bacia. Certamente, no caso das regiões com SAG confinado e não confinado, a parcela de disponibilidade em armazenamento configurando uma reserva permanente seria expressivo, em quase duas ordens de grandeza superior.
- As **reservas exploráveis** representam, conforme (referência) a estimativa do volume de água que está disponível para consumo sem comprometimento das reservas totais, ou seja, a reserva explorável é semelhante ao volume infiltrado. Segundo DAEE, essa estimativa pode ser obtida pela fórmula: $Q_{95\%} - Q_{7,10}$. Tal metodologia considera apenas os aquíferos livres, sem levar em consideração as reservas dos aquíferos confinados, pois, apesar do grande volume armazenado, esse último possui infiltração e recarga mais lenta.

As Reservas Exploráveis correspondem à parcela máxima que pode ser aproveitada anualmente das reservas, correspondendo à vazão anual que pode ser extraída do aquífero ou do sistema aquífero, sem que se produza um efeito indesejável de qualquer ordem: a) econômica através da exaustão e rebaixamento excessivo dos níveis do aquífero, inviabilizando o uso da água; b) hidrogeológico através da inviabilização do uso das captações existentes por limite das câmaras de bombeamento, pelo acesso ao aquífero de água de qualidade inaceitável, ou recalques no terreno prejudicando estradas, prédios, tubulações,

etc; c) social à medida que prejudicam os usuários de poços, as descargas de base dos rios, de fontes e de lagoas; prejudica o equilíbrio do meio ambiente que depende das descargas de rios e de fontes, ou de lagoas, ou ao uso econômico da natureza.

São volumes que levam em conta as características dinâmicas dos aquíferos, especificamente sua capacidade de recarga e armazenamento. A capacidade de armazenamento de um aquífero pode ser fraca, mas seu rendimento considerável caso sua alimentação seja assegurada. Inversamente, as reservas permanentes podem atingir dimensões consideráveis, mas ser fracamente realimentadas. Em consequência a grandeza dos recursos exploráveis poderá ser superior, igual ou inferior ao valor da recarga dos aquíferos no seu estado natural. Por outro lado, o bombeamento de água de um aquífero provoca um aprofundamento do seu nível e, conseqüentemente, aumento dos gradientes hidráulicos. A vazão de escoamento aumentará proporcionalmente ao incremento dos gradientes hidráulicos. Tais efeitos são sensíveis nos aquíferos livres, sobretudo, engendrando crescimento das taxas de recarga. Trata-se, portanto, de uma medida que possuem relação direta com a sustentabilidade dos recursos subterrâneos e a manutenção de suas funções, dando margem a distintas interpretações. Obviamente, concorrem para este raciocínio alguns elementos de ordem prática, os quais devem ser levados em consideração: (i) Rebaixamentos de níveis muito pronunciados inviabilizam a extração de água do ponto de vista tecnológico e econômico; (ii) Convém não esgotar as unidades aquíferas mantendo os níveis de rebaixamentos máximos em no mínimo 30% da espessura total saturada das mesmas.

Para uma avaliação global da potencialidade e disponibilidade de água, no âmbito de uma bacia hidrográfica, se requer uma breve compatibilização de conceitos entre os recursos hídricos de superfície e subterrâneos. Para a hidrologia de superfície, não interessa a avaliação de reservas, mesmo nos rios perenes, mas apenas a potencialidade e a disponibilidade de uso desses recursos; não se avalia volumes de água em escoamento, mas a parte dela que se pode considerar como recurso hídrico explotável, através do uso de vazões de referência. Na hidrogeologia, por sua vez, interessa avaliar as reservas permanentes, as reservas renováveis ou reguladoras e os recursos explotáveis, ou seja, os volumes passíveis de exploração, sem prejuízo ao(s) aquífero(s). Em função da não existência de informações históricas de níveis e qualidade de água nos poços de extração e ou redes de monitoramento específicas, trata-se de uma tarefa bastante complexa, porém indispensável para o processo de gestão. Ressalta-se desde os esforços da CPRM, DAEE, CETESB e IGAM em manter uma rede mínima de monitoramento para os Estados, cujo período total de monitoramento ainda é considerado pequeno, porém de extremo valor.

A gestão de águas subterrâneas depende fundamentalmente da determinação do balanço entre entradas e saídas, item a ser abordado em capítulo específico.

Um desafio que ainda persiste é justamente o de integrar ambas as disponibilidades e avaliar o grau de conexão e interdependência entre ambos os corpos hídricos. Ou seja, o quão dependente das descargas subterrâneas são as principais drenagens? Em qual magnitude e em que intervalo de tempo as retiradas subterrâneas impactam as disponibilidades hídricas na bacia? São questionamentos, cujas respostas apontam para uma compreensão mais integrada da dinâmica hídrica da bacia.

O diagnóstico das disponibilidades hídricas subterrâneas das Bacias PCJ envolve a avaliação das reservas reguladoras e permanentes do conjunto de unidades aquíferas que ocorrem nos seus limites. Estas estimativas dependem das características das chuvas na região, como principal vetor de entrada de água, bem como da geometria e propriedades hidráulicas dos respectivos aquíferos. O regime de chuvas para as Bacias PCJ já foi objeto de avaliação no item 3.1.1 (Tomo I). Parte-se a seguir para a descrição das principais características do arcabouço geológico e posteriormente das unidades aquíferas presentes na Bacia.

O trabalho realizado pelo Instituto Geológico na porção sul da UGRHI 05 (Bacias Hidrográficas dos rios Piracicaba, Capivari e Jundiá) objetivou identificar Áreas Potenciais de Restrição e Controle (ARC-PO), tendo sido selecionada uma região em franca expansão urbana e industrial, mas também com características agropecuárias, identificada preliminarmente como potencialmente crítica no que se refere ao abastecimento público por água subterrânea em função da densidade de poços tubulares e ao volume de água extraída. Trata-se de uma importante e exemplar contribuição ao conhecimento hidrogeológico e, em definitivo, à gestão das águas subterrâneas em nível local e regional no contexto da Bacias PCJ. A escala de abordagem, desenvolvida em 1:50.000, é compatível com os processos de gestão em nível de município. Alguns destes resultados são mencionados neste diagnóstico, seja como exemplo ou como diretriz a ser perseguida no futuro breve.

A água subterrânea dos aquíferos Tubarão e Cristalino, existente nesta região, não é mais considerada uma fonte alternativa de abastecimento e a procura por este recurso intensificou-se na última década passando a constituir fator condicionante (ou limitante) para o estabelecimento de determinadas atividades (industriais, agrícolas, lazer etc.), desenvolvimento econômico e bem-estar social. Alia-se a isto, o fato dos corpos d'água superficiais considerados mananciais de abastecimento público encontrarem-se em situação de degradação, com registros de perda de qualidade e conseqüente diminuição do potencial de aproveitamento.

A falta de conhecimento do comportamento dos aquíferos nestas regiões dificulta o planejamento para o uso racional, a proteção de áreas de recarga e a identificação de áreas críticas em relação à qualidade da água subterrânea. Trabalhos técnicos referentes a estes assuntos são ainda escassos. Dentre os trabalhos técnicos sobre hidrogeologia na área, podem ser citados os de DAEE (1981a, b), Oda et al. (1993), Vidal (2002), Oda et al. (2005), Varnier et al. (2005) e Neves (2005).

Existem várias metodologias para a determinação das reservas reguladoras e exploráveis para cada tipo de aquífero, sendo que para este diagnóstico, valem as seguintes premissas metodológicas:

- As reservas reguladoras são consideradas equivalentes a $Q_{7,10}$ para a referida área de contribuição em questão, no caso, as sub-bacias da PCJ, para as quais esta vazão de referência foi recalculada;
- As reservas exploráveis para cada unidade aquífera em cada sub-bacia, assim como os totais para as mesmas, foram apresentadas segundo distintas metodologias:
 - Metodologia 1: estimada pela multiplicação do escoamento de base da sub-bacia multiplicado pela área de cada unidade aquífera aflorante e um índice de utilização, conforme descrito no Relatório de Situação 2002/2003;
 - Metodologia 2: representada pelo quociente entre as vazões $Q_{95\%}$ e $Q_{7,10}$ com ponderação pela área de afloramento no caso do cômputo da contribuição de cada unidade aquífera parcial (conforme realizado pelo Relatório de Situação 2015); e;
 - Metodologia 3: estimada através de uma porcentagem de uso das vazões reguladoras (50%).

Conforme discutido no capítulo 5.2.1, com base nas equações de regionalização, foi possível definir os parâmetros hidrológicos para as sub-bacias de referência na PCJ. Desta análise são definidos os parâmetros hidrológicos para as referidas sub-bacias.

Para as vazões totais das Bacias PCJ foram somadas as vazões das bacias hidrográficas do Piracicaba, Capivari e Jundiá, e não calculadas a partir da área de drenagem total das bacias, visto que não há um ponto comum de exutório das três bacias, logo, essa vazão total não é efetivamente registrada em nenhum ponto, pois as três bacias correm paralelamente, desaguando em pontos diferentes do Rio Tietê, e serve apenas para demonstrar a disponibilidade total de vazão das Bacias PCJ.

Do Quadro 5.38 até o Quadro 5.41 abaixo apresentam-se os resultados obtidos a partir da execução das metodologias indicadas.

Quadro 5.38 - Reserva Reguladora a partir da Q_{7,10} para cada unidade aquífera e Sub-bacia.

Unidade Aquífera/Sub-Bacia	Reserva reguladora a partir da Q _{7,10} (m³/s)								
	Atibaia	Camanducaia	Corumbataí	Jaguari	Piracicaba	Total Piracicaba	Capivari	Jundiá	Total PCJ
Cenozóico	0,739	0,003	0,359	0,602	0,352	1,655	0,104	0,232	2,390
Bauru (correlato)	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Serra Geral (basalto)	0,385	0,019	0,412	0,824	1,769	2,904	0,102	0,000	3,511
Guarani	0,000	0,000	2,092	0,000	5,537	7,115	0,000	0,000	7,630
Passa Dois	0,000	0,000	1,528	0,000	0,970	2,421	0,010	0,000	2,507
Tubarão	0,339	0,023	0,581	2,751	3,550	6,049	1,281	0,095	8,621
Cristalino Pré-Cambriano	9,887	4,053	0,000	9,163	0,054	16,883	0,373	2,014	25,545
Total	11,350	4,080	4,970	13,340	12,230	37,010	1,870	2,340	50,180

Quadro 5.39 - Reserva Explotável/Metodologia 1

Unidade Aquífera/Sub-Bacia	Reserva explotável (m³/s)								
	Atibaia	Camanducaia	Corumbataí	Jaguari	Piracicaba	Total Piracicaba	Capivari	Jundiá	Total PCJ
Cenozóico	0,163	0,025	0,227	0,131	0,301	0,847	0,095	0,066	1,008
Bauru (correlato)	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Serra Geral (basalto)	0,094	0,005	0,131	0,153	0,263	0,646	0,000	0,000	0,646
Guarani	0,000	0,000	0,888	0,000	1,518	2,406	0,000	0,000	2,406
Passa Dois	0,000	0,000	0,400	0,013	0,314	0,727	0,014	0,000	0,741
Tubarão	0,125	0,046	0,078	0,999	0,860	2,108	0,879	0,094	3,081
Cristalino Pré-Cambriano	2,300	0,976	0,000	1,945	0,000	5,221	0,201	0,600	6,022
Total	2,682	1,052	1,724	3,241	3,256	11,955	1,189	0,760	13,904

Quadro 5.40 - Reserva Explotável/Metodologia 2

Unidade Aquífera/Sub-Bacia	Reserva explotável (m³/s)								
	Atibaia	Camanducaia	Corumbataí	Jaguari	Piracicaba	Total Piracicaba	Capivari	Jundiá	Total PCJ
Cenozóico	0,258	0,001	0,326	0,206	0,235	0,749	0,039	0,411	1,476
Bauru (correlato)	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Serra Geral (basalto)	0,134	0,009	0,374	0,282	1,183	1,313	0,038	0,000	2,020
Guarani	0,000	0,000	1,903	0,000	3,704	3,218	0,000	0,000	5,606
Passa Dois	0,000	0,000	1,389	0,000	0,649	1,095	0,004	0,000	2,042
Tubarão	0,118	0,010	0,528	0,940	2,374	2,736	0,480	0,169	4,620
Cristalino Pré-Cambriano	3,449	1,788	0,000	3,132	0,036	7,636	0,140	3,572	12,118
Total	3,960	1,800	4,520	4,560	8,180	16,740	0,700	4,150	27,870

Quadro 5.41 - Reserva Explotável/Metodologia 3

Unidade Aquífera/Sub-Bacia	Reserva explotável (m³/s)								
	Atibaia	Camanducaia	Corumbataí	Jaguari	Piracicaba	Total Piracicaba	Capivari	Jundiá	Total PCJ
Cenozóico	0,369	0,002	0,179	0,301	0,176	0,827	0,052	0,116	1,195
Bauru (correlato)	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Serra Geral (basalto)	0,192	0,010	0,206	0,412	0,884	1,452	0,051	0,000	1,755
Guarani	0,000	0,000	1,046	0,000	2,769	3,558	0,000	0,000	3,815
Passa Dois	0,000	0,000	0,764	0,000	0,485	1,210	0,005	0,000	1,254
Tubarão	0,170	0,012	0,290	1,376	1,775	3,024	0,641	0,048	4,310
Cristalino Pré-Cambriano	4,943	2,027	0,000	4,581	0,027	8,442	0,187	1,007	12,772
Total	5,675	2,040	2,485	6,670	6,115	18,505	0,935	1,170	25,090

Dos Quadros acima é possível extrair as seguintes conclusões:

- A grande parcela das reservas reguladoras deve-se a regiões com ocorrência de rochas pertencentes ao embasamento cristalino (50,12%), seguidas da unidade aquífera Tubarão (18,49%) e finalmente do SAG (14,82%), respectivamente responsáveis por 25,5 m³/s, 8,621 m³/s e 7,63 m³/s. Ressalta-se que os aquíferos do embasamento cristalino e Tubarão coincidem com regiões de elevada densidade populacional. O SAG por sua vez, é uma excelente opção, mas está situado em áreas menos populosas/ povoadas.
- As sub-bacias que mais contribuem são Jaguari> Piracicaba>Atibaia.

Tais disponibilidades hídricas, no entanto, devem ser consideradas com muita cautela, pois demonstram apenas o resultado da aplicação de uma metodologia para a estimativa da disponibilidade hídrica subterrânea que não contempla as dificuldades tecnológicas e econômicas esperadas no aproveitamento deste potencial hídrico.

Do ponto de vista das reservas exploráveis, o Quadro 5.42 abaixo fornece uma síntese dos resultados.

Quadro 5.42 - Estimativas de reservas exploráveis por sub-bacia

Sub-Bacias	Reservas Exploráveis (m ³ /s)		
	Metodologia 1	Metodologia 2	Metodologia 3
Atibaia	2,682	3,96	5,675
Camanducaia	1,052	1,8	2,04
Corumbataí	1,724	4,52	2,485
Jaguari	3,241	4,56	6,67
Piracicaba	3,256	8,18	6,115
Total Piracicaba	11,955	16,74	18,505
Total Capivari	1,189	0,7	0,935
Total Jundiá	0,76	4,15	1,17
Total PCJ	13,904	27,87	25,09

Percebe-se que existem discrepâncias dos valores, os quais estão associados aos métodos de estimação das vazões de referência para as referidas bacias. As metodologias 2 e 3 são consideradas as mais adequadas para efeitos de balanços de entradas e saídas por terem sido obtidas a partir de estudos hidrológicos mais rigorosos e recentes.

Diretrizes Gerais

Em função do diagnóstico realizado para a revisão do plano da Bacia PCJ, fica claro que as águas subterrâneas já têm, e terão cada vez mais, um papel preponderante no equilíbrio das tensões entre disponibilidade e demandas. A localização da bacia coincide com importantes eixos de crescimento econômico, com crescentes demandas de abastecimento, irrigação e indústria. Ressalta-se principalmente o setor industrial nas Bacias PCJ, que, em comparação com as demais bacias do Estado de SP ou MG, desponta possuindo expressivo vigor, indutor de desenvolvimento regional/nacional e responsável por grandes demandas de água. Esta característica, aliada a um arcabouço hidrogeológico de potencial apenas razoável, torna-a vulnerável do ponto de vista das quantidades e qualidades.

A crise ocorrida em 2014 revelou, contudo, a importância destes mananciais para atendimento de demandas, mesmo que em caráter suplementar. Como existe a possibilidade de que, com a crise hídrica, usuários tenham migrado para esta fonte de abastecimento, convém um olhar mais cuidadoso para a questão.

De forma geral, pelas intensas demandas em suas áreas de extensão, os aquíferos Tubarão e Cristalino) devem receber maior atenção em termos de balanços quantitativos (demandas x disponibilidade), vulnerabilidade e risco à poluição e conservação/recuperação. O aquífero Guarani deve sofrer intensa ação de preservação, notadamente em áreas de recarga nos locais de afloramento. Invariavelmente, estudos básicos, por unidade aquífera, e estudos específicos nas áreas mais críticas, devem ser implementados como medidas prioritárias. Como exemplo cita-se o estudo ARCTUB desenvolvido para uma área ao sul da bacia, no qual, através de levantamento de campo em escala 1:50.000 constatou-se valores demandas de água subterrânea muito maiores que os estimados pelos bancos de dados oficiais. Estudos com este foco e escala devem ser replicados em todas as porções da bacia.

De qualquer maneira, pode-se observar que, mesmo com demandas potencialmente menores do que a realidade, quando se contabiliza o efeito da transposição do Sistema Cantareira sobre a disponibilidade de água das Bacias PCJ, o que se percebe e uma situação num patamar de severo comprometimento da oferta. Quando considerados apenas os usuários localizados nas Bacias PCJ, fica também evidenciada uma situação de comprometimento expressivo da oferta de água (mesmo que com vazões de demanda provavelmente subestimadas).

Este cenário também aponta para a necessidade de estudos hidrogeológicos que sirvam de base para a identificação de áreas críticas que necessitem de instrumentos e ações visando a proteção das águas subterrâneas de forma a garantir seu uso pelas gerações futuras. Neste sentido, a Resolução CRH nº 52, de 15/04/05 é um instrumento que deve ser utilizado para a proteção das águas subterrâneas, pois, permite a implantação de Áreas de Restrição e Controle em áreas críticas que evidenciem efeitos negativos da exploração e contaminação da água subterrânea. Esta resolução propõe um procedimento para a identificação de Áreas de Restrição e Controle.

Destaca-se que a revisão do Plano das Bacias PCJ 2010 a 2020 será acompanhada de um caderno temático específico para as águas subterrâneas. O referido caderno temático deve ser interpretado como um ordenamento de diretrizes prioritárias para a gestão de águas subterrâneas sob a ótica integrada na bacia e, que, além do mais, virá acompanhado das referidas ferramentas executivas. Ou seja, o conteúdo das diretrizes será convertido em termos de referência e documentos executivos prontos para implementação.

Deste conjunto de diretrizes destaca-se a necessidade das Bacias PCJ contar com uma rede de monitoramento de qualidade e quantidade de água subterrânea, em complementação à atual rede operada pela CETESB e DAEE. Apenas o monitoramento destas variáveis torna possível auferir a eficiência das demais ações de gestão e exercícios de modelagem que venham a ser realizados. A inclusão de estudos isotópicos, ainda que não explicitamente indicados na lista de diretrizes do caderno temático, torna-se imperativa. Além de fornecer insumos na interpretação da dinâmica das águas subterrâneas rasas e profundas (especialmente nos casos do SAG e do Tubarão), traz potencial de aplicação enorme na quantificação de recargas e no rastreamento da origem das águas (especificamente respondendo a questões importantes sobre a magnitude das descargas subterrâneas na manutenção das vazões de regularização do sistema Cantareira).

5.3 Regularização

5.3.1 Sistema Produtor Cantareira

5.3.1.1 O Sistema Cantareira

As Bacias PCJ contam com uma peculiaridade muito importante quando se trata da disponibilidade hídrica: a presença do Sistema Cantareira. O Sistema Cantareira é o maior sistema produtor da Região Metropolitana de São Paulo (RMSP), e um dos maiores do mundo. Capta água em represas nas cabeceiras dos rios Jaguari, Jacareí, Cachoeira e Atibainha, contribuindo com aproximadamente 31 m³/s (de um total de 33 m³/s) para a região metropolitana da Grande São Paulo e abastecendo 8,8 milhões de pessoas nas zonas norte, central, parte da leste e oeste da Capital, além dos municípios de Franco da Rocha, Francisco Morato, Caieiras, Guarulhos (parte), Osasco, Carapicuíba, Barueri (parte), Taboão da Serra (parte), Santo André (parte) e São Caetano do Sul.

O sistema é composto por seis reservatórios (Jaguari, Jacareí, Cachoeira, Atibainha, Paiva Castro e Águas Claras), dos quais os quatro primeiros estão nas Bacias PCJ e funcionam como um sistema equivalente, através de canais e túneis que os interligam. Os reservatórios de Jaguari e Jacareí estão localizados na sub-bacia do Rio Jaguari e são interligados por um canal superficial, que resulta em um reservatório único (Jaguari-Jacaraí) formado pela interligação dos dois, cujos barramentos são feitos nos rios homônimos. A partir dele, um túnel (túnel 7) leva água até o reservatório Cachoeira, localizado na calha do Rio Cachoeira, e outro (túnel 6) até o reservatório Atibainha, no rio de mesmo nome, ambos localizados na sub-bacia do Atibaia. Por fim, o túnel 5 leva a água para fora das Bacias PCJ, para a bacia do Alto Tietê, no reservatório de Paiva Castro, de onde é bombeada pela estação elevatória Santa Inês através dos túneis 1, 3 e 4 para o sexto e último reservatório, o de Águas Claras, de onde segue pelo túnel 2 para a ETA Guaraú que abastece a RMSP. A Figura 5.45 apresenta o esquemático de funcionamento do Sistema Cantareira.



Fonte: ANA (2017c).

Figura 5.45 – Esquemático do funcionamento do Sistema Cantareira.

A implantação do Sistema Cantareira foi realizada em duas etapas, a primeira realizada entre 1962 e 1971 onde foi realizado o aproveitamento dos rios Juqueri, Atibainha e Cachoeira, com a construção das barragens de Cachoeira, Atibainha, Paiva Castro, Águas Claras, a elevatória de Santa Inês e a ETA Guarapú, com uma capacidade de fornecer uma vazão nominal de 11 m³/s. A partir de 1976 foram iniciadas as obras da segunda etapa, com as barragens de Jaguari/Jacareí, a tomada d'água, expansão da capacidade de bombeamento da elevatória e obras definitivas na ETA, concluindo a capacidade atual do sistema de 33 m³/s.

O Sistema Produtor de Água Cantareira é considerado um dos maiores do mundo. Com área total de 2.279,5 km², abrange 12 municípios - quatro deles situados no estado de Minas Gerais (Camanducaia, Extrema, Itapeva e Sapucaí-Mirim) e oito no estado de São Paulo (Bragança Paulista, Caieiras, Franco da Rocha, Joanópolis, Nazaré Paulista, Mairiporã, Piracaia e Vargem) - cinco bacias hidrográficas e seis reservatórios. Os reservatórios que compõem esse Sistema situam-se em diferentes níveis sendo interligados por 48 km de túneis, fornecendo 33 m³/s de água para o abastecimento da Região Metropolitana de São Paulo (RMSP).

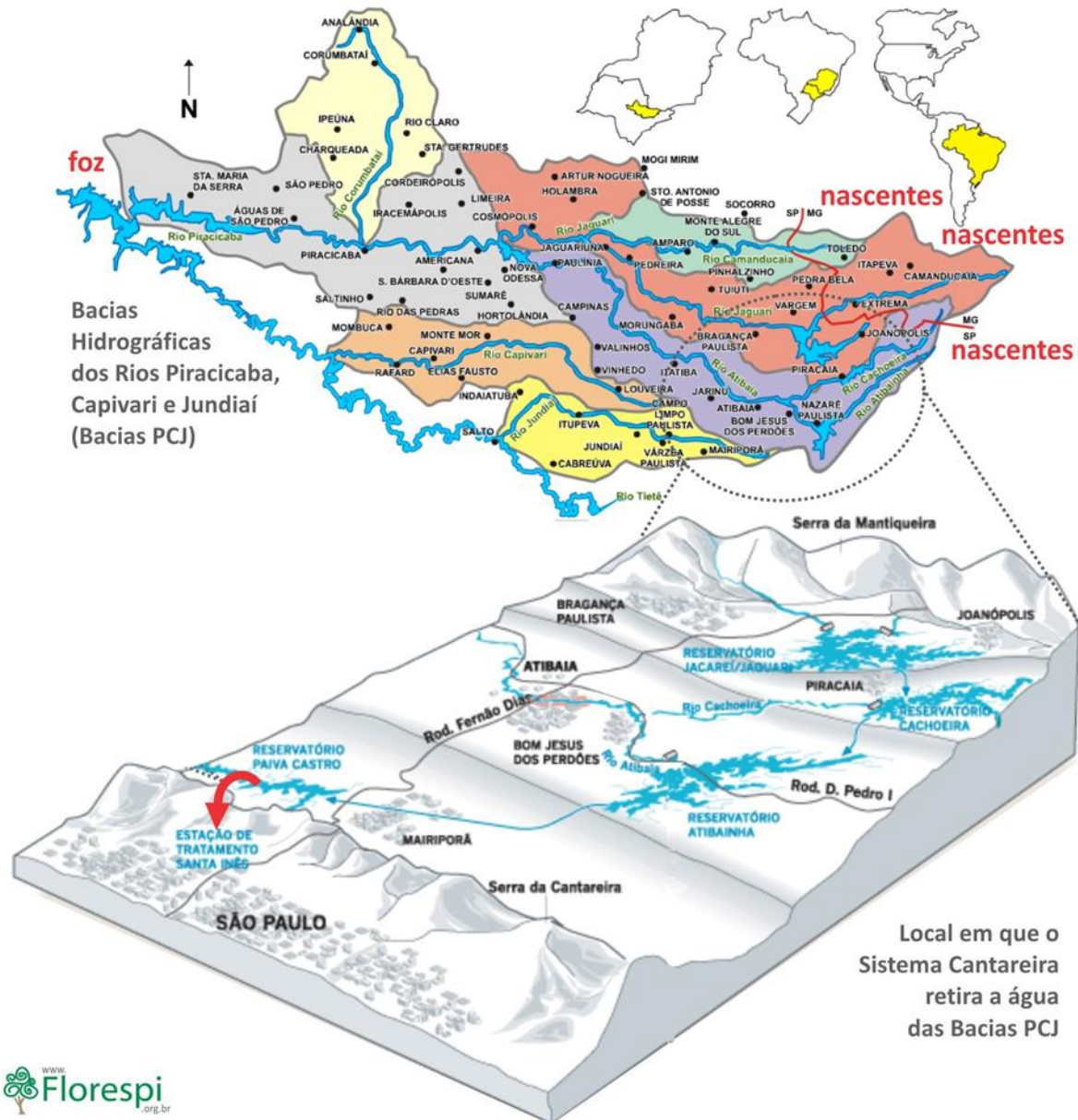
Assim, como já mencionado, nas Bacias PCJ situam-se quatro dos seis reservatórios do Sistema Cantareira, são eles:

- **Reservatórios Jaguari e Jacareí:** Situados nos municípios de Bragança Paulista, Joanópolis, Vargem e Piracaia e alimentados pelos rios Jaguari e Jacareí, cujas nascentes estão localizadas no estado de Minas Gerais;

- **Reservatório Cachoeira:** Alimentado pelo rio Cachoeira, localiza-se no município de Piracaia;
- **Reservatório Atibainha:** Situado nos municípios de Nazaré Paulista e Piracaia, que armazena água do rio Atibainha.

O quinto e sexto reservatório, de Paiva Castro e Águas Claras, bem como a ETA Guaraú se localizam na Bacia do Alto Tietê.

Na Figura 5.46 é apresentado um esquemático apresentando a localização dos reservatórios do Sistema Cantareira, nas Bacias PCJ e na bacia do Alto Tietê.



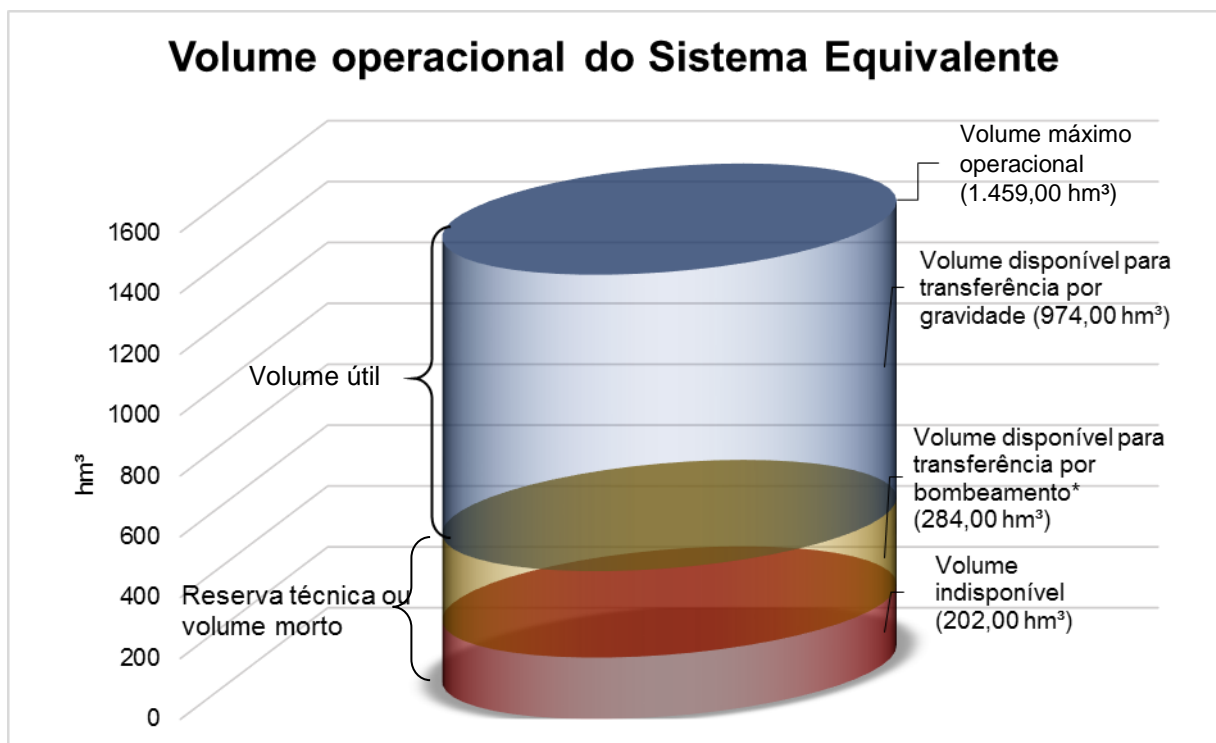
Local em que o Sistema Cantareira retira a água das Bacias PCJ

Das vazões produzidas pelo Sistema, apenas cerca de 2 m³/s são produzidos na bacia do Alto Tietê, pelo rio Juquerí. Dos até 31 m³/s produzidos na bacia do rio Piracicaba, cerca de 22 m³/s vem dos reservatórios Jaguari-Jacaré, cujas bacias estão inseridas no estado de Minas Gerais. Além deles, as nascentes dos principais tributários do rio Cachoeira

estão localizadas em Minas Gerais, o que faz com que cerca de 45% da área produtora de água para o sistema esteja em território mineiro. A parte do Sistema Cantareira localizada nas Bacias PCJ, formada pelos reservatórios Jaguari e Jacaréí, Cachoeira e Atibainha é considerada como um sistema equivalente devido às suas interligações de canais e túneis que permitem que a rede de reservatórios funcione como um só.

A concessão inicial da outorga do sistema garantia um volume útil de 765,71 hm³ e volume morto de 687,75 hm³ ou 47,32% do volume máximo. Na renovação da concessão em 2004 os volumes operacionais foram modificados, perfazendo um total de 978,57 hm³ de volume útil, e 474,89 hm³ de volume morto. Por fim, as curvas cota-área-volume do sistema foram atualizadas modificando um pouco os volumes operacionais, chegando a um total de 973 hm³ de volume útil e 481 hm³ de volume morto.

O Sistema Cantareira possui um volume máximo operacional definido como 1.459 hm³ e um volume de reserva técnica de 486 hm³. A Figura 5.47 apresenta os volumes acumulados do Sistema Equivalente.



*O volume disponível de bombeamento foi apresentado até o Boletim de Monitoramento v11, n°01, jan. 2017, a partir desse foi apresentado apenas o volume mínimo operacional, para transferência por gravidade.
Fonte: AGÊNCIA PCJ (2015)

Figura 5.47 – Volumes operacionais do Sistema Equivalente

O sistema equivalente possui um volume máximo de 1.459 hm³, dos quais 973 hm³ são considerados operacionais, possíveis de serem transferidos por gravidade e mais 486 hm³ são possíveis de serem transferidos por bombeamento. Os 202 hm³ restantes não podem ser extraídos dos reservatórios, nem mesmo por bombeamento.

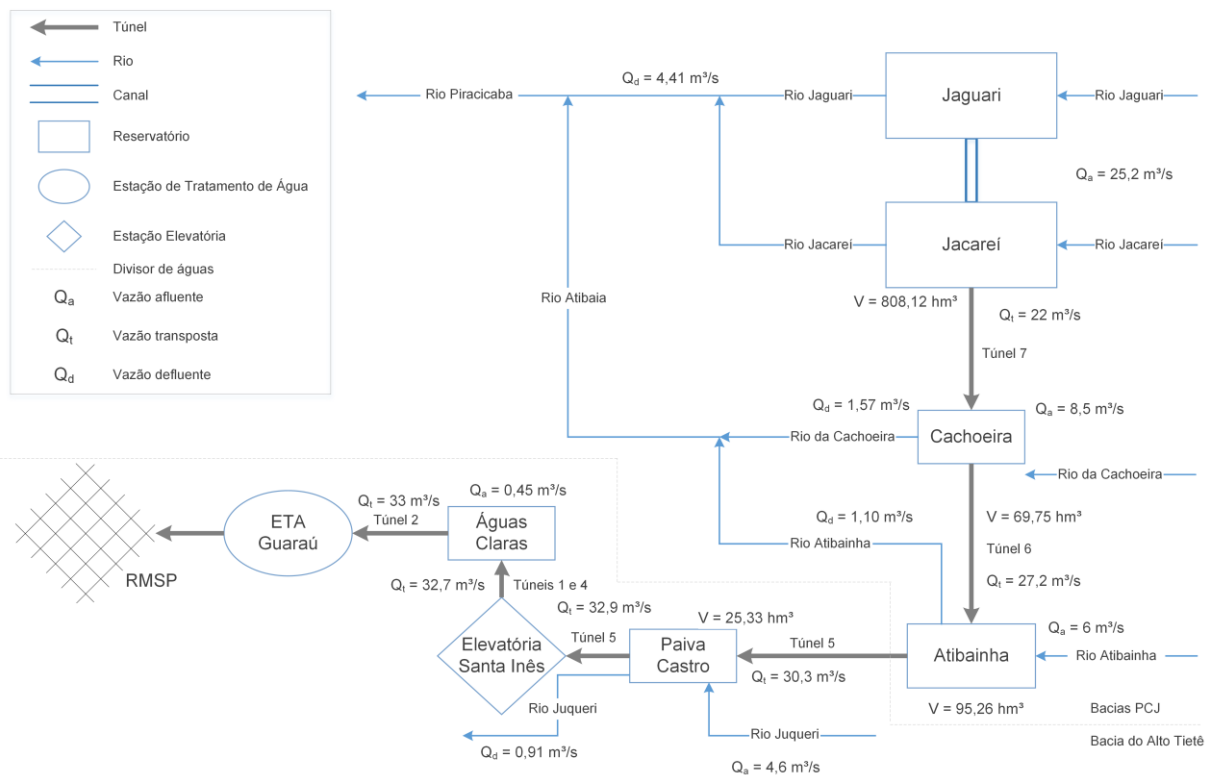
No Quadro 5.43 estão apresentadas algumas informações operacionais sobre as estruturas que compõe o Sistema Cantareira, como volume e área dos reservatórios, área de drenagem dos barramentos e níveis d'água operacionais, conforme apresentados pela ANA e DAEE em junho de 2015 (ANA; DAEE, 2015).

Quadro 5.43 – Informações das estruturas do Sistema Cantareira

Estrutura	Reservatório						Barramento		
	Início da operação	Volume útil (hm³)	Volume morto (hm³)	Área inundada máxima (km²)	Área inundada mínima (km²)	NA máx (m)	Na mín (m)	Área de drenagem (km²)	Vazão média (m³/s)
Jaguari e Jacareí	mai/82	808,12	239,43	49,91	21,15	844	820,8	1.230	25,2
Cachoeira	nov/74	69,75	46,81	8,6	5,2	821,88	811,72	392	8,5
Atibainha	fev/75	95,26	194,93	21,8	17,8	786,72	781,88	312	6
<i>Sistema Equivalente</i>	-	<i>973,13</i>	<i>481,17</i>	<i>80,31</i>	<i>44,15</i>	-	-	<i>1.934</i>	<i>39,70</i>
Paiva Castro	mai/73	7,61	25,33	4,6	3,8	745,61	743,8	369	4,6
Águas Claras	nov/73	0,76	0,57	-	-	860,32	850,75	26	0,45

Fonte: ANA, DAEE (2015)

Quanto às vazões transpostas, na Figura 5.48 está apresentado um esquemático do funcionamento do sistema, com as vazões médias afluentes, vazões transpostas e vazões mínimas defluentes.



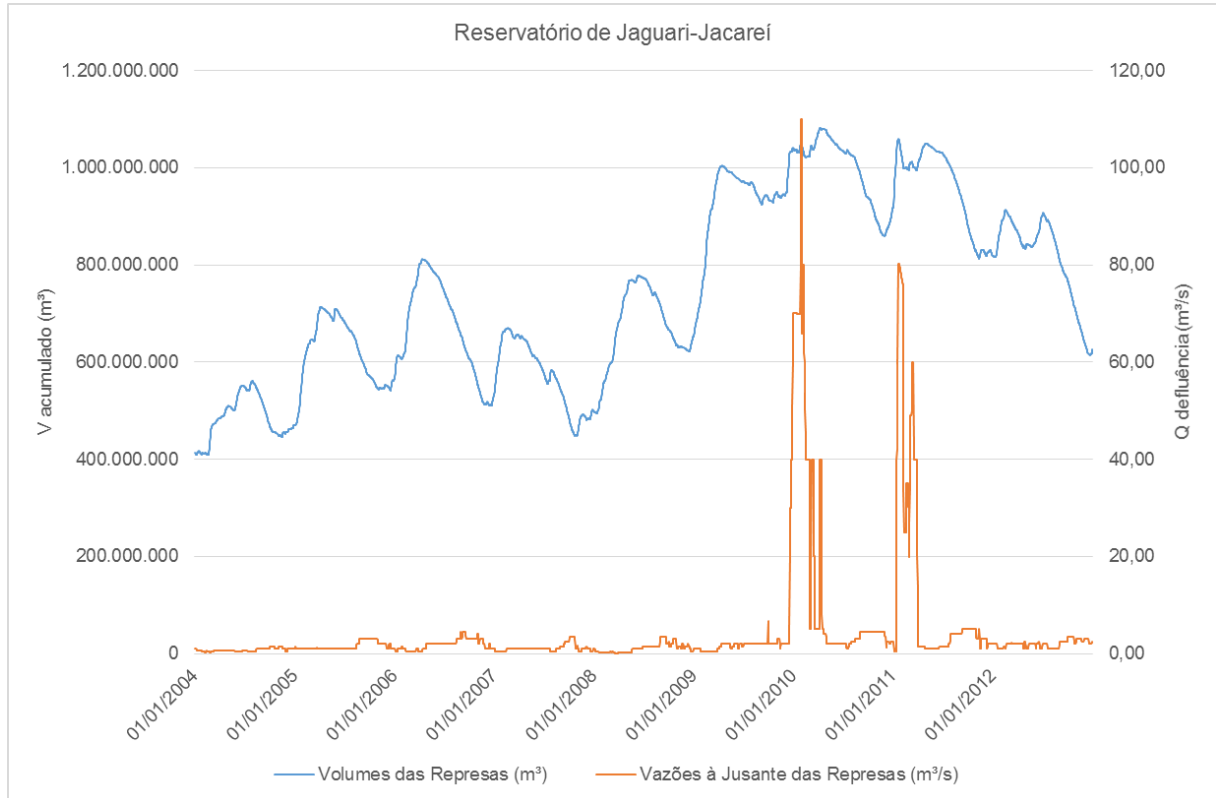
Fonte: Elaboração por PROFILL/RHAMA

Figura 5.48 – Esquemático do funcionamento do Sistema Cantareira

Para o croqui apresentado, foram utilizadas as vazões defluentes médias medidas pelo Sistema de Acompanhamento de Reservatórios – SAR (ANA, 2017b). As vazões afluentes apresentadas são médias, obtidas do relatório Dados de Referência Acerca da Outorga do Sistema Cantareira (ANA, DAEE, 2015).

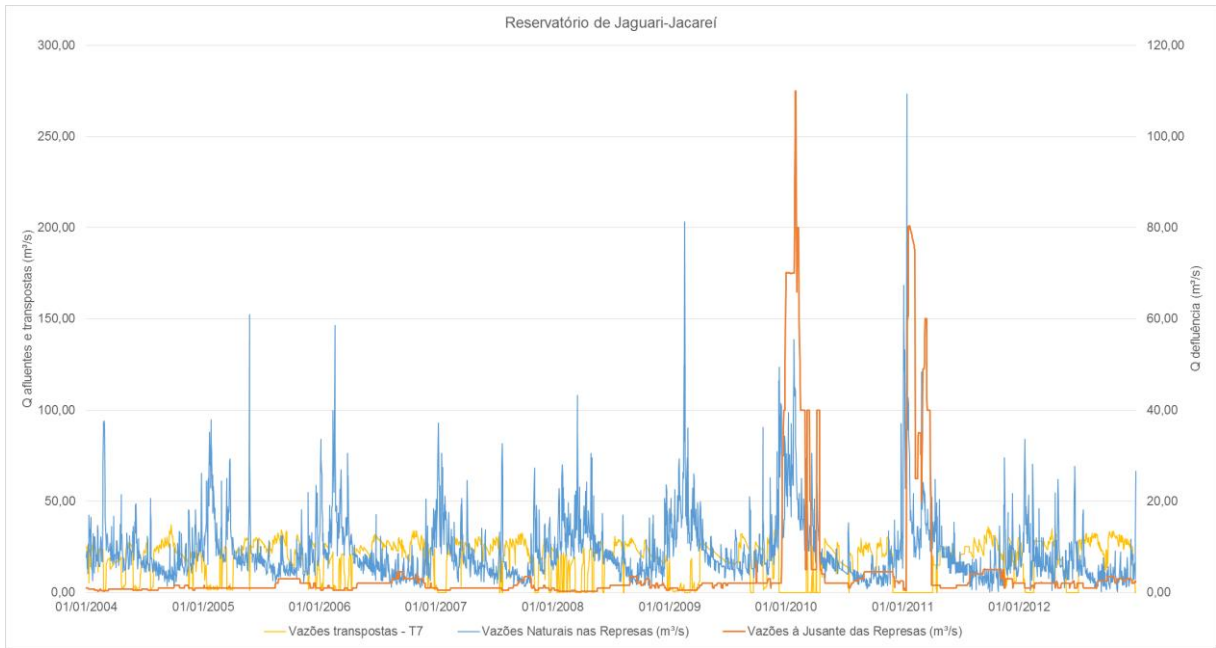
5.3.1.2 Comportamento Hidrológico do Sistema Cantareira

A partir das informações disponíveis no Sistema de Acompanhamento de Reservatórios – SAR (ANA, 2017b), foram obtidas informações históricas das vazões de afluência, defluência e de transposição nos reservatórios, bem como dos volumes armazenados, áreas inundadas e níveis dos reservatórios. Essas informações estão apresentadas nas Figura 5.49 a Figura 5.54.



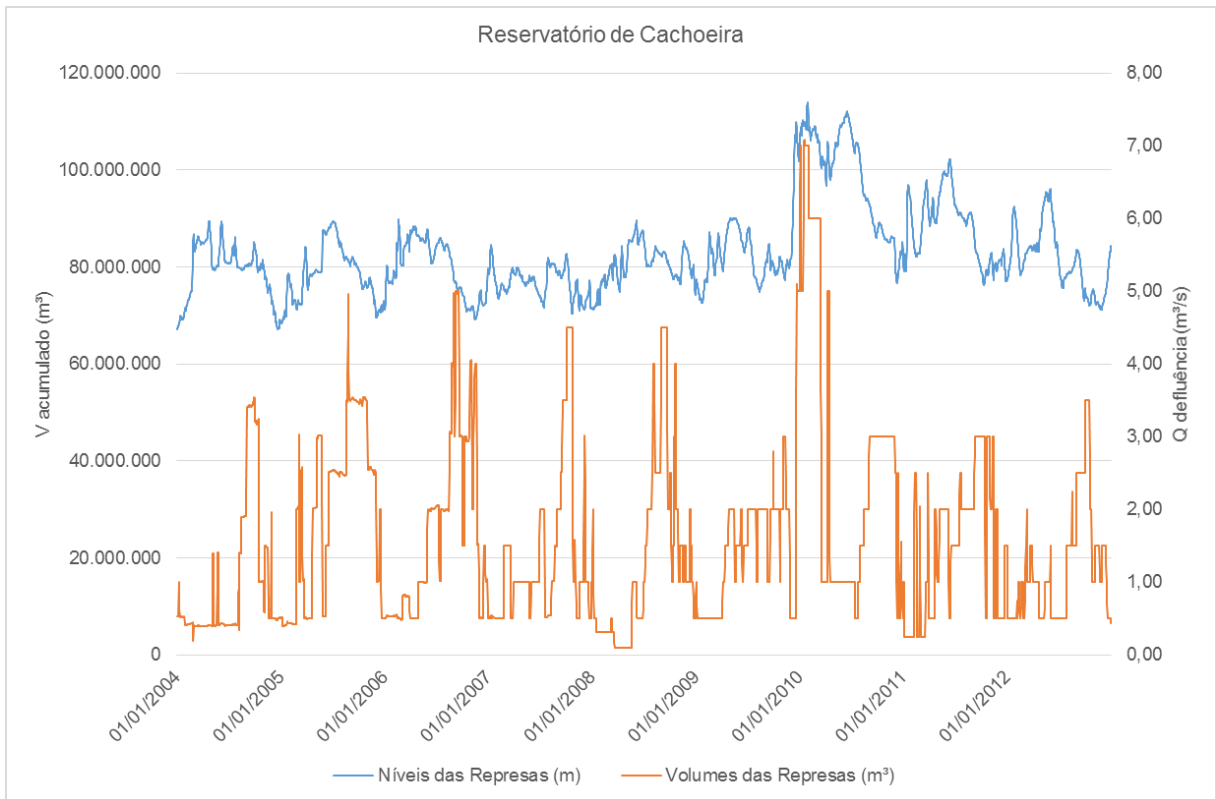
Fonte: Sistema de Acompanhamento de Reservatórios – SAR (ANA, 2017b)

Figura 5.49 - Volumes acumulados e vazões de defluência no Reservatório de Jaguari-Jacareí



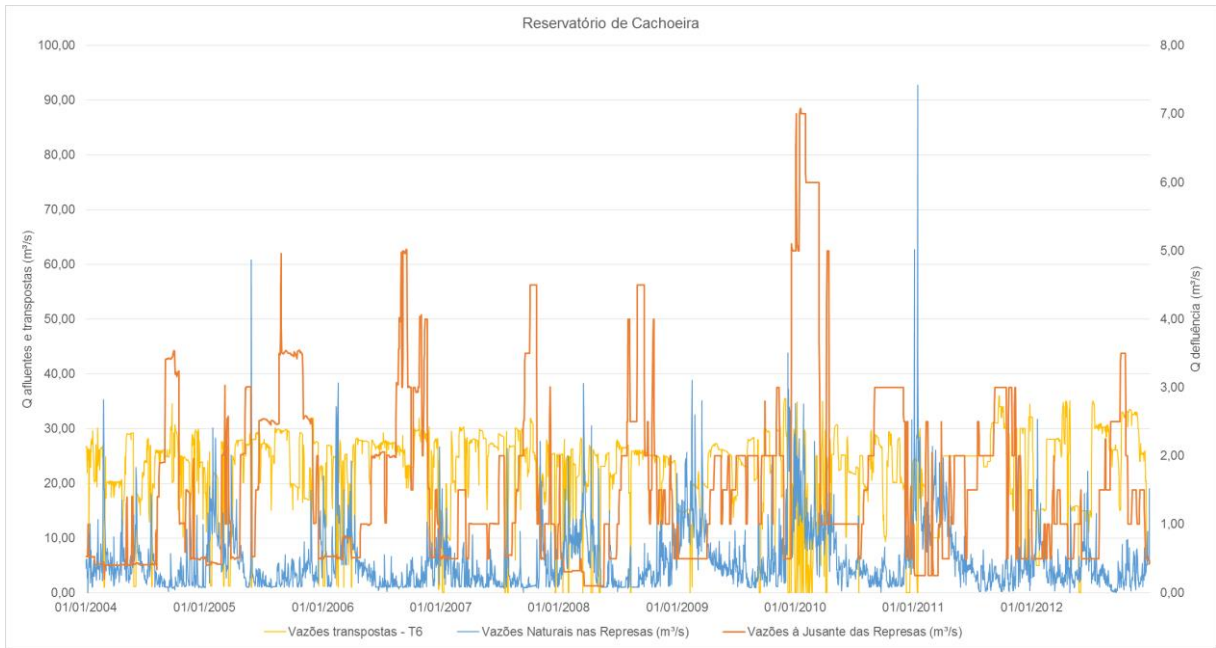
Fonte: Sistema de Acompanhamento de Reservatórios – SAR (ANA, 2017b)

Figura 5.50 – Vazões afluentes, de transposição e defluentes no Reservatório de Jaguari-Jacaré



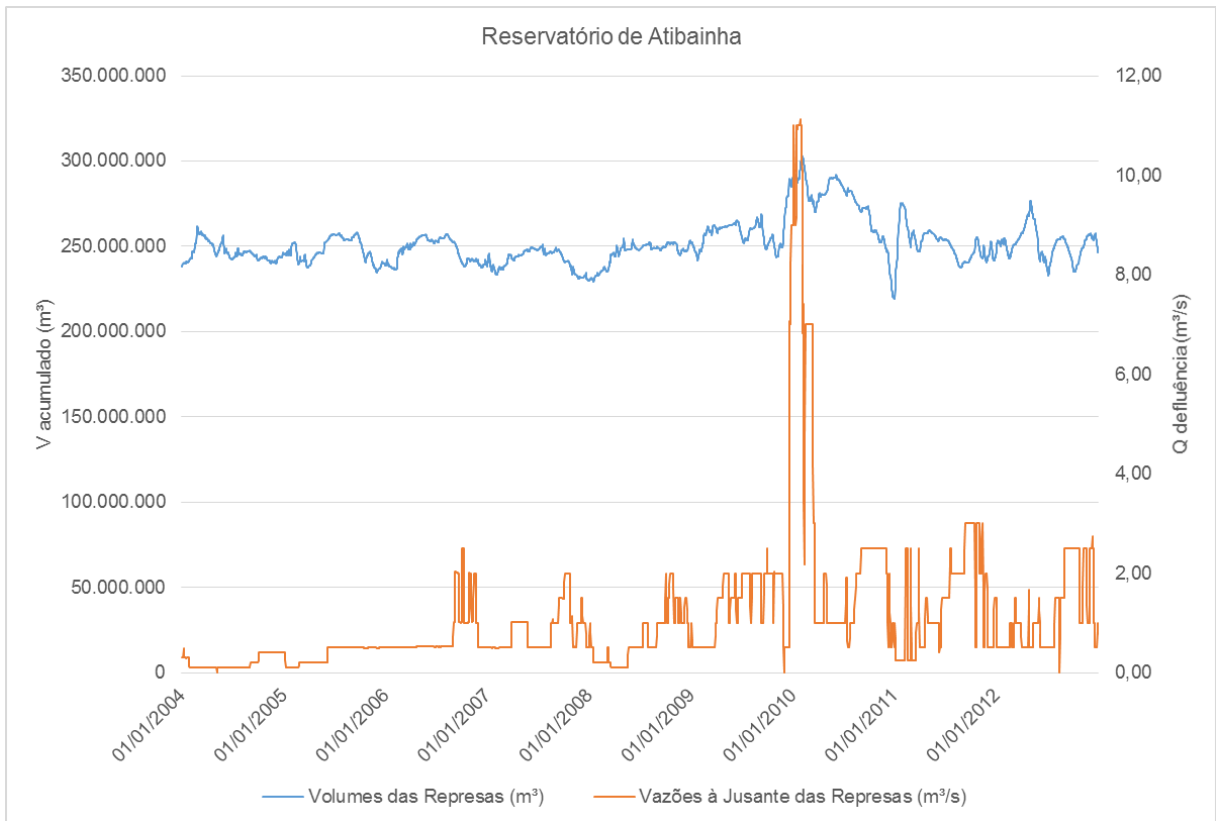
Fonte: Sistema de Acompanhamento de Reservatórios – SAR (ANA, 2017b)

Figura 5.51 - Volumes acumulados e vazões de defluência no Reservatório de Cachoeira



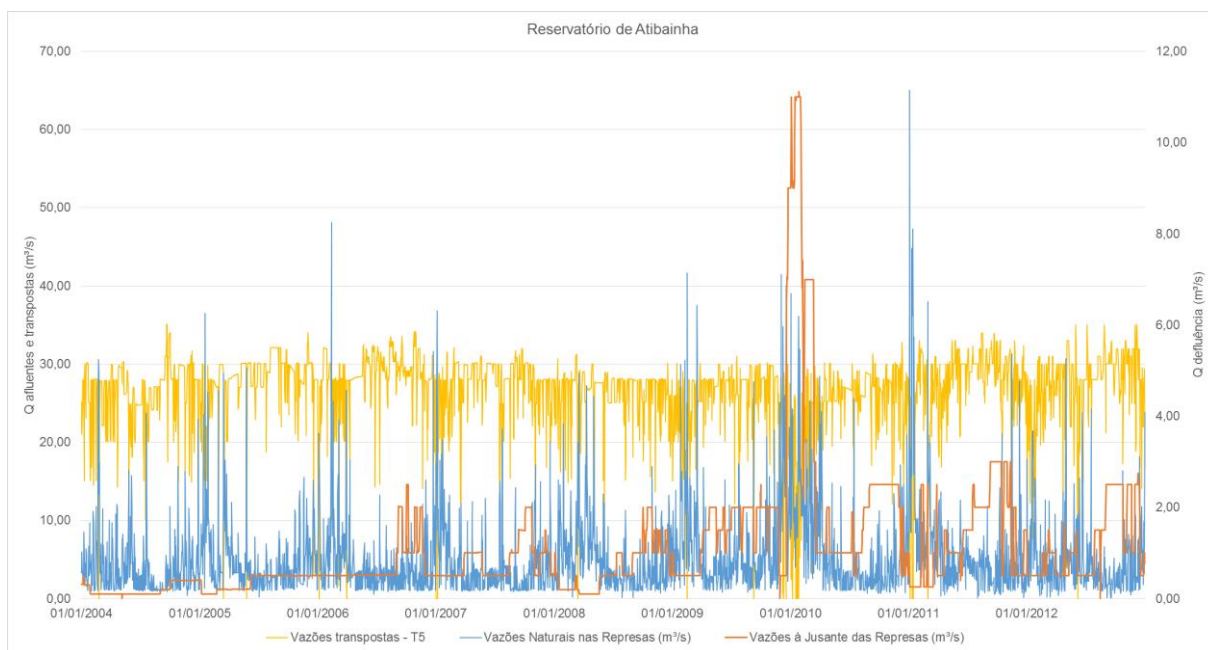
Fonte: Sistema de Acompanhamento de Reservatórios – SAR (ANA, 2017b)

Figura 5.52 - Vazões afluentes, de transposição e defluentes no Reservatório de Cachoeira



Fonte: Sistema de Acompanhamento de Reservatórios – SAR (ANA, 2017b)

Figura 5.53 – Volumes acumulados e vazões de defluência no Reservatório de Atibainha



Fonte: Sistema de Acompanhamento de Reservatórios – SAR (ANA, 2017b)

Figura 5.54 - Vazões afluentes, de transposição e defluentes no Reservatório de Atibainha

No Quadro 5.45 estão apresentadas as informações hidrológicas consolidadas em valores médios e com 95% de permanência no tempo.

Quadro 5.44 – Informações históricas hidrológicas do Sistema Cantareira

Informações hidrológicas	Reservatório				
	Águas Claras	Atibainha	Cachoeira	Jaguari/Jacareí	Paiva Castro
Valores médios					
Níveis das Represas (m)	860,16	784,62	817,61	837,03	744,79
Vazões à Jusante das Represas (m³/s)	0,00	1,10	1,57	4,41	0,91
Vazões Naturais nas Represas (m³/s)	0,51	5,22	6,01	23,11	5,34
Vazões dos Túneis (m³/s)	26,42	22,34	17,96	30,85	31,71
Volumes das Represas (hm³)	1,004	251,616	82,907	746,982	29,340
Áreas das Represas (m²)	0,157	20,175	7,113	40,634	4,237
Valores com 95% de permanência no tempo					
Níveis das Represas (m)	859,44	783,83	815,96	829,49	744,62
Vazões à Jusante das Represas (m³/s)	0,00	0,10	0,32	0,50	0,10
Vazões Naturais nas Represas (m³/s)	0,14	1,04	1,01	5,71	1,51
Vazões dos Túneis (m³/s)	16,05	5,00	0,00	27,20	28,31
Volumes das Represas (hm³)	0,893	235,760	71,434	463,374	28,605
Áreas das Represas (m²)	0,146	19,535	6,461	30,844	4,167

Fonte: Sistema de Acompanhamento de Reservatórios – SAR (ANA, 2017b)

5.3.1.3 Outorga do Sistema Cantareira

5.3.1.3.1 Histórico

A Nota Técnica Conjunta ANA – DAEE nº 428 de Julho de 2004 destaca que a Portaria nº 750 de 05 de Agosto de 1974 autorizou a derivação de até 33 m³/s, por 30 anos, para o abastecimento da Região Metropolitana de São Paulo. Essa portaria refere-se apenas

à vazão aduzida para São Paulo, sendo omissa a respeito de volumes de água que deveriam ser garantidos a jusante do Sistema Cantareira. Posteriormente, através de ofício, o Governo do Estado de São Paulo informou que seriam garantidas as vazões de 15 m³/s na sessão de Paulínia, no rio Atibaia, e de 40 m³/s no rio Piracicaba, em Piracicaba. Também foi estabelecido, posteriormente, que seriam descarregadas vazões mínimas de 2 m³/s no reservatório Jaguari-Jacareí, 1 m³/s no Cachoeira e 2 m³/s no Atibainha.

Às vistas do fim do prazo de validade da outorga garantida pela Portaria n° 750, a ANA (então responsável pela emissão da outorga) articulou com o IGAM (Instituto Mineiro de Gestão das Águas) e com o DAEE (Departamento de Águas e Energia Elétrica) e publicou uma Nota Técnica Conjunta ANA/DAEE n° 428, de 04 de agosto de 2004, que apresentou subsídios para a análise do pedido de renovação da outorga do Sistema Cantareira, propondo condições de operação dos seus reservatórios.

Em 2004 foi renovada a outorga do sistema pelo DAEE, através de responsabilidade delegada pela ANA pela Resolução ANA n° 429 de 94 de agosto de 2004, através da Portaria DAEE n° 1213 de 06 de agosto de 2004, com validade de 10 anos. Após a emissão da Portaria DAEE n° 1213/04 (Renovação da Outorga), os valores a serem revertidos para a RMSP foram estipulados em ordem de prioridade, sendo de prioridade primária a vazão de 24,8 m³/s e prioridade secundária a vazão de 6,2 m³/s, o que totaliza a possibilidade de reversão de 31 m³/s para a RMSP. Para as Bacias PCJ, a vazão total de descarregamento foi estipulada em 5 m³/s, sendo na ordem de prioridade a vazão primária de 3 m³/s e secundária de 2 m³/s.

A outorga concedida pelo DAEE deveria vencer em 04 de agosto de 2014, porém, devido às estiagens ocorridas nos anos de 2014 e 2015, onde foram registradas as mais baixas vazões afluentes na região, desde 1930, o prazo da outorga foi estendido duas vezes, primeiramente até outubro de 2015 por meio da Resolução Conjunta ANA/DAEE n° 910/2014 (ANA; DAEE, 2014b), e depois até maio de 2017, pela Resolução Conjunta ANA/DAEE n° 1.200/2015 (ANA; DAEE, 2015b).

Em março de 2016, a ANA e o DAEE estabeleceram um novo cronograma para conclusão do processo de renovação da outorga do Cantareira, dividido em nove etapas. Segue abaixo os prazos e características de cada etapa (ANA, 2016d):

- 1ª etapa (até 30/04/2016): Disponibilização de dados de referência atualizados até dezembro/2015 (uniformização das bases de dados, documentos normativos, séries de vazões e de qualidade da água, demandas, dados operacionais, etc.);
- 2ª etapa (até 30/06/2016): recebimento, pela ANA e pelo DAEE, das considerações e eventuais atualizações das propostas dos entes do Sistema (Comitês, Sabesp e IGAM);
- 3ª etapa (até 31/07/2016): Realização de duas reuniões técnicas públicas (uma nas Bacias PCJ e outra na RMSP) com os interessados para apresentação pelos entes do sistema das propostas atualizadas, para esclarecimentos e debates;
- 4ª etapa (até 30/09/2016): análise pela ANA e DAEE das propostas recebidas e das contribuições das reuniões técnicas públicas e realização de reunião com os entes envolvidos (Comitês, Sabesp e IGAM) para apresentação de proposta-guia preliminar e coleta de contribuições;
- 5ª etapa (até 31/10/2016): divulgação da proposta-guia e minuta de resolução;
- 6ª etapa (até 15/12/2016): realização de duas audiências públicas para discussão dos termos da proposta-guia e da minuta de resolução;

- 7ª etapa (até 28/02/2017): apreciação, pela ANA e DAEE, de contribuições das audiências públicas e elaboração da proposta-guia e da minuta de resolução ajustadas;
- 8ª etapa (até 31/03/2017): reunião com os entes interessados (Comitês, Sabesp e IGAM) para eventuais ajustes adicionais na minuta de resolução; e
- 9ª etapa (até 31/05/2017): publicação da renovação da outorga.

Segundo a ANA, o adiamento da renovação da outorga não gera prejuízo à operação, que continua sendo realizada segundo as demandas pelos reguladores federal, ANA, e estadual, DAEE, por meio de comunicados conjuntos, mecanismo que continuará até a aprovação da nova outorga.

Em fevereiro de 2017 a ANA e o DAEE (ANA; DAEE, 2017a) emitiram um Relatório Conjunto com o objetivo de apresentar uma proposta-guia para a renovação de outorga do Sistema Cantareira, com uma proposta de regras operacionais para o funcionamento do sistema, cujas informações principais serão apresentadas nos itens a seguir.

Em maio de 2017, através das Resoluções Conjuntas ANA/DAEE nº 925 e 926, de 19 de maio de 2017 (ANA; DAEE, 2017b/c), foi emitida a nova outorga do Sistema Cantareira, com valor de 33 m³/s, seguindo as regras de operação definidas nos itens a seguir.

5.3.1.3.2 Premissas para novas regras de operação

O relatório define para fins de operação uma série de premissas a serem consideradas nas regras de operação:

- À ANA é atribuída a definição e fiscalização das condições de operação dos reservatórios por agentes públicos e privados, de forma a proporcionar os usos múltiplos dos recursos hídricos na bacia hidrográfica
- Os diferentes setores usuários de recursos hídricos passam a ter isonomia de direito de acesso à água, com as exceções do consumo humano e dessedentação de animais, que são prioritários
- O DAEE estabelece as prioridades de usos dos recursos hídricos
- O Sistema Cantareira é responsável pelo abastecimento de uma grande porção do abastecimento de São Paulo e da região de Campinas, exercendo a função de captar e reservar águas de domínio da União e estaduais. Por isso, é importante estabelecer regras de operação que conciliem os diferentes interesses e atendam os diversos usos envolvidos
- Define-se o Sistema Cantareira como o conjunto de reservatórios: Jaguari-Jacareí, Cachoeira, Atibainha e Paiva Castro
- Os volumes úteis de cada reservatório estão apresentados no Quadro 5.45. O volume útil (VU) do Sistema Cantareira é considerado como a soma dos volumes úteis totais – 981,59 hm³

Quadro 5.45 – Cotas e volumes úteis dos reservatórios do Sistema Cantareira

Reservatório	Mínimo operacional		Máximo operacional		Volume útil
	Cota (m)	Vol (hm ³)	Cota (m)	Vol (hm ³)	Total (hm ³)
Jaguari-Jacareí	820,8	239,45	844	1.047,49	808,04
Cachoeira	811,72	46,92	821,88	116,57	69,65
Atibainha	781,88	199,2	786,72	295,46	96,26
Paiva Castro	743,8	25,32	745,61	32,93	7,61
Cantareira	-	510,89	-	1.492,45	981,56

Fonte: ANA; DAEE (2017b)

- Reconhecimento de que a maior parte das premissas para as regras de operação foram propostas com base na outorga de 2004, definida com base nos valores observados até então, onde o período crítico era o pior biênio observado, de 1953-1954. A partir da crise de 2014-2015 observou-se um comportamento excepcional, mesmo comparado ao biênio crítico anterior (1953-1954), que gerou o deplecionamento total do volume útil dos reservatórios, implicando a medida de ações emergenciais para captação de volumes abaixo das estruturas usuais de aproveitamentos.
- Destaca-se como premissa elementar considerar as lições aprendidas nesse evento, revelando uma visão crítica em relação à capacidade de antecipação às condições hidrológicas, que devem ser embutidas nas estruturas de engenharia que visam atender às demandas hídricas minimizando custos sociais e ambientais
- Um conceito fundamental na proposta de regras operacionais é identificar uma faixa de operação nos reservatórios, para a qual se associa uma vazão de retirada, com restrição crescente quanto menor o volume disponível. Esse sistema de gestão por faixas também atua como um sinal gradativo para o agravamento da situação, sugerindo medidas adicionais de gestão e controle de demanda.
- Outra premissa é a incorporação da sazonalidade como característica definidora de operação do sistema, admitindo vazões variáveis em relação ao período hidrológico, seco o úmido.
- Outro ponto importante é a capacidade de geração de vazões pela porção incremental das áreas a jusante dos reservatórios e sua importância nas captações a jusante. Isso permite a possibilidade de estabelecer vazões meta em pontos de controle, considerando uma complementação das vazões incrementais a partir de liberações de volumes pelas barragens
- A combinação dessas premissas deve ser realizada e consideradas, atentando para o fundamento dos usos múltiplos, com objetivo de proporcionar o apropriado equilíbrio entre a perspectiva de uso e a real possibilidade de aproveitamento de recursos da bacia
- Destaca-se, por fim, que as regras de operação elaboradas são consideradas para aplicação tendo como referências as condições de acumulação nos reservatórios no início de cada mês. Para as vazões de controle, observam-se limites para a $Q_{7,10}$, com variações de até 10%

5.3.1.3.3 Faixas de operação do Sistema Cantareira

São definidas como vazões mínimas instantâneas de defluência do Sistema Cantareira a jusante dos reservatórios as apresentadas no Quadro 5.46.

Quadro 5.46 – Vazões mínimas de defluência

Reservatório	Vazão mínima de defluência (m ³ /s)
Jaguari-Jacareí	0,25
Cachoeira e Atibainha	0,25
Paiva Castro	0,10
Sistema Cantareira	0,60

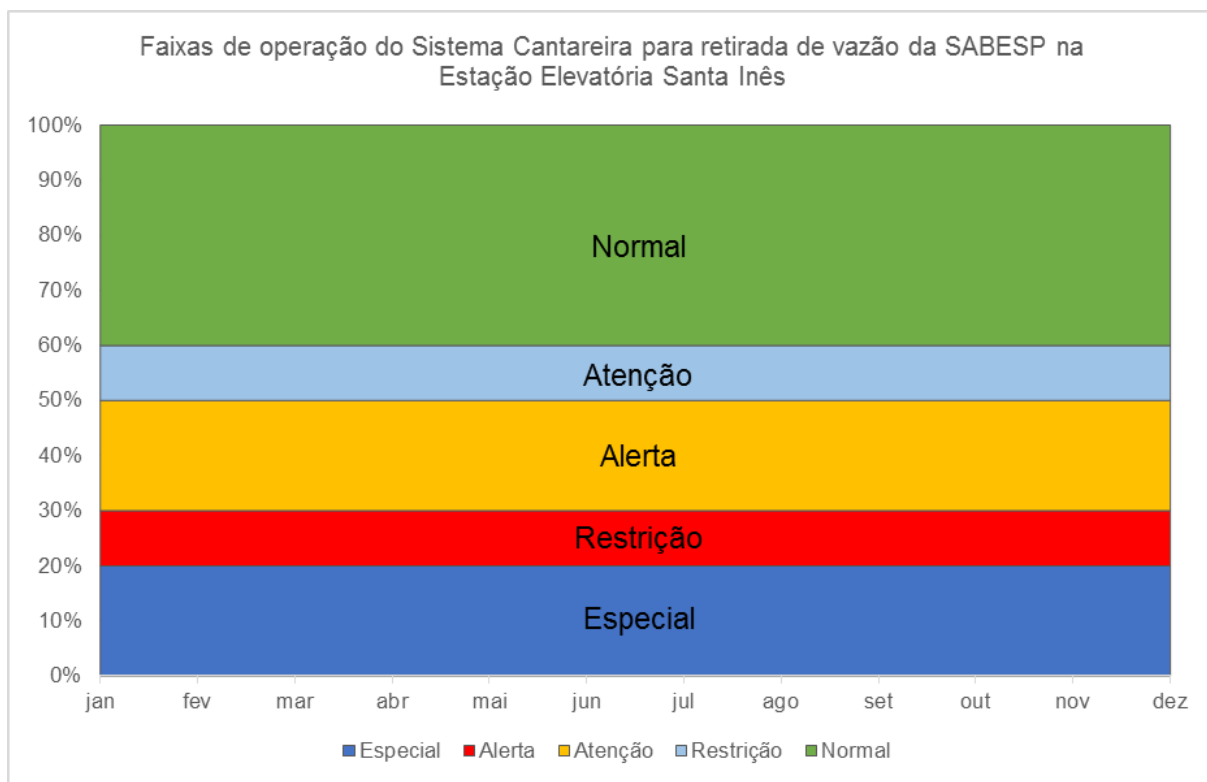
Fonte: ANA; DAEE (2017b)

Define-se dois períodos hidrológicos:

- Período Úmido - inicia-se em 1º de dezembro de um ano e finda em 31 de maio do ano seguinte;

- Período Seco - inicia-se em 1º de junho e finda em 30 de novembro do mesmo ano.

As faixas de operação propostas ficam definidas em cinco intervalos de percentuais de volume acumulado, relacionadas a determinadas regras de operação, que estão apresentados na Figura 5.55. A vazão captada pela SABESP na Elevatória Santa Inês fica sujeita a essas faixas de operação.



Fonte: ANA; DAEE (2017b)

Figura 5.55 – Esquemático do funcionamento do Sistema Cantareira

5.3.1.3.4 Regras para a SABESP

A SABESP estará sujeita a determinadas regras de operação baseadas nessas faixas de operação, sendo que a cada uma das faixas definidas, com exceção da 5, correspondem vazões máximas médias mensais de retirada pela SABESP, consideradas na Elevatória de Santa Inês, às margens do Rio Juqueri, apresentadas no Quadro 5.47

Quadro 5.47 – Vazões máximas médias mensais de retirada do Sistema Cantareira, consideradas na captação da SABESP na Estação Elevatória de Santa Inês, às margens do Rio Juqueri

Faixas de operação	Percentual acumulado nos reservatórios	Vazão máxima média mensal (m³/s)
Faixa 1 - Normal	$60\% \leq Vac$	33,0
Faixa 2 - Atenção	$40\% \leq Vac \leq 60\%$	31,0
Faixa 3 - Alerta	$30\% \leq Vac \leq 40\%$	27,0
Faixa 4 - Restrição	$20\% \leq Vac \leq 30\%$	23,0
Faixa 5 - Especial	$Vac \leq 20\%$	15,5

Fonte: ANA; DAEE (2017b)

Para as faixas 2, 3 e 4, as vazões bombeadas do reservatório de Jaguari, na bacia do Rio Paraíba do Sul, serão acrescidas às vazões máximas de retirada da SABESP.

Quando o sistema estiver operando na faixa 5, a definição e alocação das vazões do reservatório de Jaguari serão definidas pelos órgãos gestores para aumentar a segurança hídrica do sistema. O limite de retirada pela SABESP para a RMSP na Estação Elevatória de Santa Inês na faixa 5 poderá ser reduzido caso o volume observado em determinado mês seja inferior aos volumes definidos para o mês corresponde na curva guia apresentada no Quadro 5.48.

Quadro 5.48 – Curva-guia para operação do Sistema Cantareira na Faixa 5 (Especial)

Data		Volume (hm ³)
Início		196,3
31/jan	Ano 1	190,6
28/fev	Ano 1	165,0
31/mar	Ano 1	172,5
30/abr	Ano 1	175,4
31/mai	Ano 1	147,9
30/jun	Ano 1	117,2
31/jul	Ano 1	72,8
31/ago	Ano 1	28,6
30/set	Ano 1	-9,3
31/out	Ano 1	-65,5
30/nov	Ano 1	-103,4
31/dez	Ano 1	-112,1
31/jan	Ano 2	-129,1
28/fev	Ano 2	-69,6
31/mar	Ano 2	1,4
30/abr	Ano 2	1,5
31/mai	Ano 2	-17,1
30/jun	Ano 2	-27,8
31/jul	Ano 2	-54
31/ago	Ano 2	-99,4
30/set	Ano 2	-93,4
31/out	Ano 2	-96,9
30/nov	Ano 2	-87,7
31/dez	Ano 2	0

Fonte: ANA; DAEE (2017b)

Caso o sistema entre em um terceiro ano seguido de operação na Faixa 5, as regras para o limite de retirada serão definidas pelos órgãos gestores, e quando o Sistema Cantareira estiver operando na Faixa 1 (Normal), no período de 1º de outubro de um ano até 30 de abril do ano seguinte, a SABESP deverá operar o SC observando suas regras de controle de cheia.

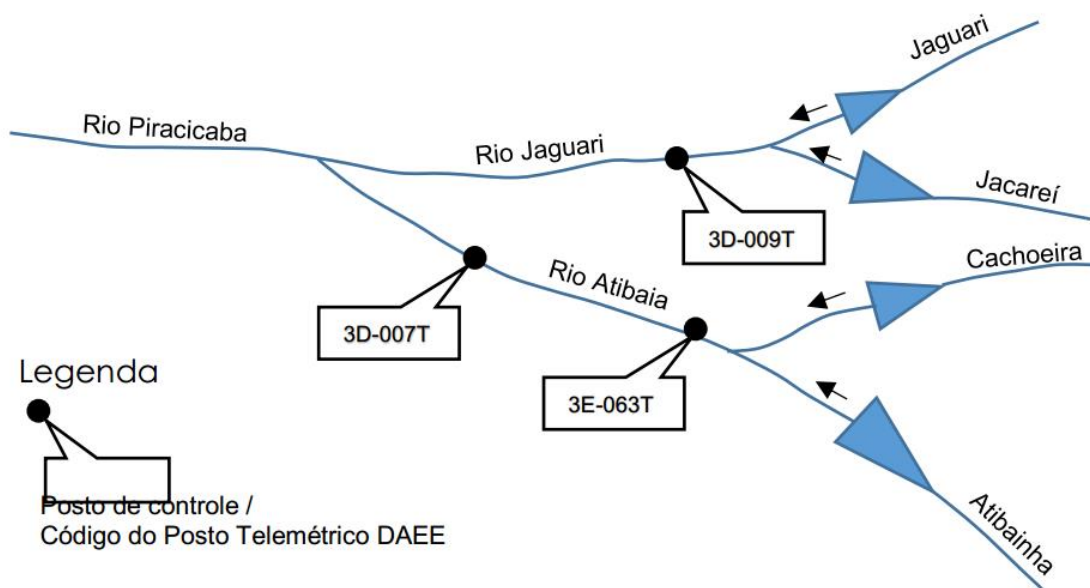
5.3.1.3.5 Regras para as Bacias PCJ

Em relação às Bacias PCJ, haverá regras particulares a serem contempladas para as vazões mínimas liberadas, observando não apenas as cinco faixas de operação, mas

também os períodos hidrológicos - úmido ou seco - definidos como premissa de sazonalidade. Além das vazões mínimas, serão respeitadas as vazões metas a serem perseguidas nos pontos de controle à jusante do Sistema Cantareira, estabelecidos como as estações fluviométricas:

- Captação de Valinhos (Código DAEE: 3D-007T / Código ANA: 62678150)
- Atibaia (Código DAEE: 3E-063T / Código ANA: 62669900)
- Buenópolis (Código DAEE: 3D-009T / Código ANA: 62605000)

Os pontos de controle estão localizados segundo o croqui apresentado na Figura 5.56.



Fonte: ANA; DAEE (2017b)

Figura 5.56 – Localização dos postos de controle

As informações dos pontos de controle estão apresentadas no Quadro 5.49.

Quadro 5.49 – Identificação dos pontos de controle

Postos de controle	Captação Valinhos	Aitbaia	Buenópolis
Postos telemétricos DAEE	3D-007T	3E-063T	3D-009T
Código ANA	62678150	62669900	62605000
Sub-bacia	Atibaia	Atibaia	Jaguari
Rio	Atibaia	Atibaia	Jaguari
Município	Valinhos	Atibaia	Morungaba
Longitude	-46,939167	-46,555833	-46,78
Latitude	-22,928333	-23,105278	-22,85

Fonte: ANA; DAEE (2017b)

Durante o período úmido a liberação das vazões será realizada pela SABESP até às 8h00 do dia seguinte ao recebimento de comunicado do DAEE, que deverá ser simultaneamente encaminhado aos Comitês PCJ, para atender às vazões metas nos pontos

de controle definidos, em complementação às vazões incrementais nas porções de bacia a jusante dos reservatórios, segundo os limites estabelecidos, apresentados no Quadro 5.50.

Quadro 5.50 – Vazões meta nos pontos de controle

Faixas	Q ₁₅ (m ³ /s)			Q _{média} (m ³ /s)		
	Úmida			Seca		
	3D-007T	3E-063T	3D-009T	3D-007T	3E-063T	3D-009T
1 e 2	12,0	3,0	2,5	10,0		
3 e 4	11,0	2,0	2,0	10,0		
5	10,0 ¹	-	2,0 ¹	10,0 ¹	-	2,0 ¹
Qualquer	10,0 ¹	2,0 ¹	2,0 ¹	10,0 ¹	2,0 ¹	2,0 ¹

¹ Vazão mínima média diária (Q_{min})

Fonte: ANA; DAEE (2017b)

Para os postos de Valinhos, Atibaia e Buenópolis, as vazões mínimas médias de 15 dias consecutivos serão respectivamente 12 m³/s, 3,0 m³/s e 2,5 m³/s para as faixas 1 e 2, e 11,0 m³/s, 2,0 m³/s e 2,0 m³/s, para as faixas 3 e 4, podendo sofrer variações momentâneas, desde que sempre respeitada a vazão mínima média diária de 10,0 m³/s, 2,0 m³/s e 2,0 m³/s, nos postos de Valinhos, Atibaia e Buenópolis, respectivamente.

Caso haja ocorrência de vazões mínimas médias diárias inferiores aos valores estabelecidos, decorrente de fatores externos excepcionais às regras de operação, deverá haver justificativa técnica à ANA e ao DAEE, comunicando os Comitês PCJ.

Durante o período seco, a vazão meta é uma vazão média, durante todo o período, de 10 m³/s no total para a bacia do Rio Piracicaba, o que equivale a um volume total de 158,1 hm³ liberados pelo Sistema Cantareira para as Bacias PCJ, a serem realizadas por meio de comunicado de representante indicado formalmente pelos Comitês PCJ dirigido ao DAEE, considerando:

- As condições hidrometeorológicas nas Bacias PCJ
- As vazões mínimas médias diárias de 10,0 m³/s, 2,0 m³/s e 2,0 m³/s, nos postos de Valinhos, Atibaia e Buenópolis, respectivamente
- A vazão média de 10,0 m³/s para o período seco

A liberação das vazões deverá ser realizada pela SABESP até às 8h00 do dia seguinte ao recebimento do comunicado do DAEE.

Para a Faixa 5 (Especial), a vazão meta é uma vazão mínima de 10 m³/s e 2 m³/s para os postos de Valinhos e Buenópolis, respectivamente, independente do período do ano.

Os volumes disponibilizados não utilizados ao final do período seco não serão transferidos para o ano seguinte, e podem ser utilizados pela SABESP mediante pagamento, conforme regra a ser definida pelos interessados.

A faixa de operação do Sistema Cantareira a ser considerada para fins de definição das vazões a serem praticadas será estabelecida mensalmente pela ANA/DAEE, até o último dia útil do mês anterior. O estabelecimento das faixas 4 e 5 de operação, como faixa a ser considerada para fins de definição das vazões a serem praticadas, poderá ocorrer a qualquer momento, à critério da ANA/DAEE.

5.3.1.4 Crise hídrica

No ano de 2014 os níveis do Sistema Cantareira atingiram baixas históricas. A partir de 2013 houve um regime anormalmente seco das chuvas na região, quando a entrada

de água no Sistema Equivalente foi a menor já registrada no sistema, que passou pela primeira vez durante um ano inteiro com entradas de água menores que as saídas.

Em abril de 2013 o volume de água disponível começa a cair, reduzindo de 900 hm³ em abril de 2013 ao volume morto, de 300 hm³, em 11 de julho de 2014. Em 7 de julho de 2014 a Resolução Conjunta ANA/DAEE n° 910, de 07 de julho de 2014 prorroga a outorga do sistema até outubro de 2015 e autoriza a retirada por bombeamento da primeira cota do volume morto, adicionando um total de 182,5 hm³ ao sistema. A diminuição dos volumes disponíveis no sistema continuou e em 17 de novembro de 2014 a SABESP obteve autorização para retirar uma segunda cota do volume morto, através da Resolução Conjunta ANA/DAEE N° 1672, de 17 de novembro de 2014, adicionando mais 105 hm³ (ANA; DAEE, 2014a).

Em 04 de fevereiro de 2015 o sistema atingiu sua baixa histórica, com 4,07% do volume operacional, totalizando aproximadamente 55 hm³ disponíveis. O volume morto continuou sendo utilizado até dezembro de 2015, quando as chuvas na região restauraram os volumes até valores acima do volume morto. Em março de 2016 a Resolução Conjunta ANA/DAEE n° 151, de 07 de março de 2016 revogou as autorizações para utilização do volume morto, justificando que em 29 de fevereiro de 2016 o sistema já totalizava um armazenamento de 23,4% do volume útil.

A partir dessa data, os volumes disponíveis seguiram aumentando atingindo a normalidade operacional.

5.3.2 Outras regularizações

Segundo Plano das Bacias PCJ 2010-2020, além do Sistema Cantareira, existem nas Bacias PCJ mais duas transposições, que influenciam na disponibilidade hídrica. A Bacia do Rio Jundiá recebe cerca de 1 m³/s, provenientes do Rio Atibaia, de tal forma a possibilitar a captação do município de Jundiá, e a Bacia do Rio Mogi-Guaçú, que não faz parte das Bacias PCJ, recebe 0,1 m³/s, provenientes do Rio Camanducaia, captadas pelo município de Serra Negra, que lança os efluentes na Bacia do Rio Mogi-Guaçú.

Ainda, segundo o Plano das Bacias PCJ 2004-2007, há uma captação no município de Campinas de aproximadamente 4.000 L/s no rio Atibaia, dos quais aproximadamente 50% são revertidos através de esgotamento para as bacias dos rios Capivari e Piracicaba (ribeirão do Quilombo), e nos municípios de Paulínia, Hortolândia e Monte Mor com reversão de até 900 L/s do rio Jaguari para as bacias dos rios Atibaia, Capivari e Piracicaba (ribeirão do Quilombo), através do sistema integrado de abastecimento destes município. Há também uma captação de 2 m³/s no Rio Corumbataí para abastecendo do município de Piracicaba.

Ainda, ressalta-se que há uma série de captções e lançamentos de menor vazão distribuídos entre os municípios da bacia, que se dão devido aos sistemas de saneamento, que possuem lançamentos difusos ao longo das Bacias PCJ. No Quadro 5.51 e na Figura 5.57 estão apresentados os somatórios das vazões de captação e lançamento para abastecimento nas Bacias PCJ, apresentando também o saldo dessas transposições.

Quadro 5.51 – Captções e lançamentos para abastecimento público nas Bacias PCJ

Bacia hidrográfica	Sub-bacia	Captções	Lançamentos	Balanço
Total Capivari	Capivari	-1,06	1,54	0,48
Total Jundiá	Jundiá	-3,79	1,92	-1,87
Total Piracicaba	Atibaia	-5,62	2,21	-3,41
	Camanducaia	-0,34	0,18	-0,16

Bacia hidrográfica	Sub-bacia	Captações	Lançamentos	Balanço
	Corumbataí	-2,81	0,47	-2,34
	Jaguari	-4,21	1,37	-2,85
	Piracicaba	-3,62	3,96	0,34
	<i>Total Piracicaba</i>	<i>-16,59</i>	<i>8,19</i>	<i>-8,40</i>
Total		-21,45	11,65	-9,80

Fonte: Elaboração Consórcio Profill-Rhama, Cadastro da Cobrança e CNARH

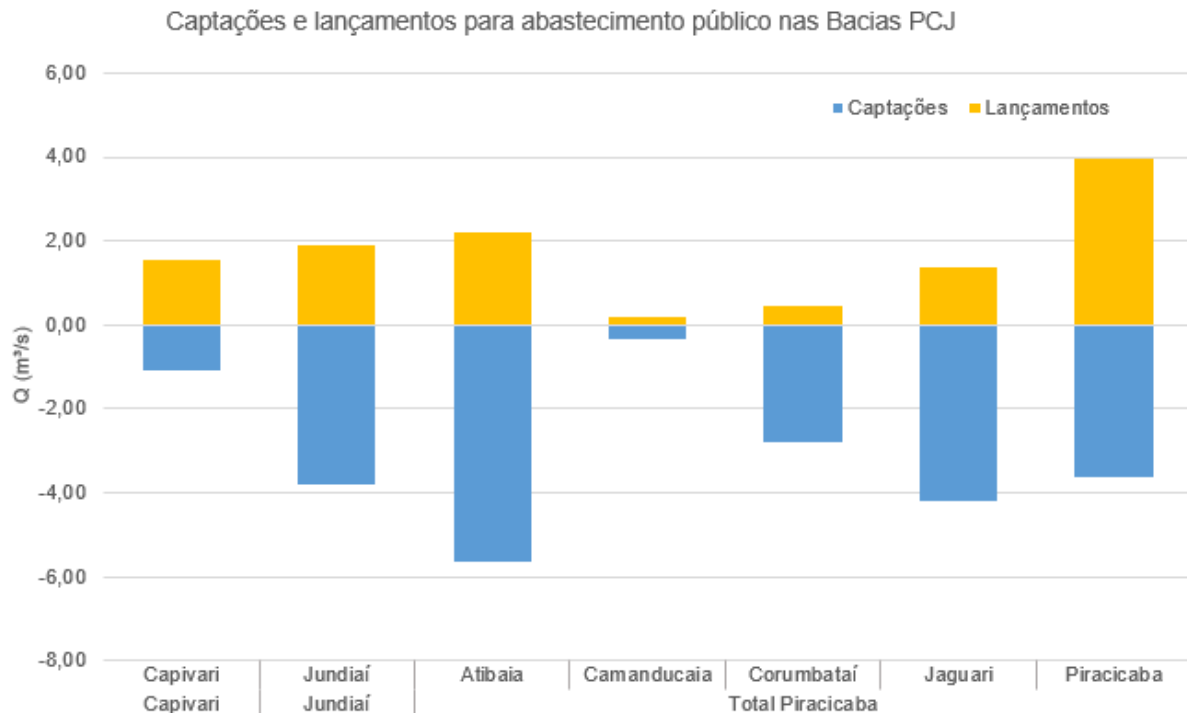


Figura 5.57 – Fluxos das transposições para o abastecimento público nas Bacias PCJ

Destaca-se o valor das captações na Sub-bacia do Atibaia, referente ao município de Campinas, mencionado no parágrafo anterior.

6 DEMANDAS POR RECURSOS HÍDRICOS

6.1 Demandas Consuntivas

6.1.1 Demanda para o Abastecimento

Visando a caracterização e quantificação das demandas para o abastecimento das Bacias PCJ, foram utilizados como subsídio os dados de SNIS (2017), ano base 2015, bem com os dados das captações revisadas e complementados nas atividades de campo e a estimativa da população projetada para o ano de 2016, de acordo com a metodologia descrita no item da socioeconomia. As informações do Atlas e do SNIS passaram validação, revisão e complementação nas atividades das visitas aos municípios e concessionárias de saneamento regionais, conforme mencionado no item 4, do Tomo I.

Foram calculadas as demandas “Potenciais” e as demandas “Reais”, de acordo com terminologia empregada por ANA (2014). As demandas Potenciais são associadas à estimativa da vazão requerida pela população residente em determinada região, neste caso as zonas e sub-bacias, sendo a média diária, por indivíduo, dos volumes utilizados para satisfazer os consumos domésticos, comercial, público e industrial. É uma informação importante para as projeções de demanda, para o dimensionamento de sistemas de água e de esgotos, e para o controle operacional (ANA, 2014). As demandas Reais são calculadas com base nas captações e na localização dessas captações, e dos Cadastros da Cobrança paulista, Cnarh e nas visitas aos municípios, que informaram o local e as vazões captadas para o abastecimento dos municípios.

A seguir são descritas as demandas potenciais, com base na população (item 6.1.1.1), e as demandas reais, com base nas captações efetivas, no item 6.1.1.2.

6.1.1.1 Demandas potenciais – Com base na população

A demanda Potencial *per capita* foi calculada com base no volume anual de água produzido (SNIS - AG006), em relação à população total atendida por abastecimento (SNIS - AG001). Tal *per capita* foi utilizado para a estimativa da demanda potencial urbana, considerando a população urbana atendida, calculada a partir do índice de atendimento urbano, (SNIS – IN023), revisado com os dados do campo, e da população urbana estimada para o ano de 2016.

A demanda da população urbana não atendida foi estimada considerando a vazão consumida *per capita* (SNIS - IN022) e a estimativa da população urbana não atendida. Tal *per capita* representa a vazão consumida pelas residências, sendo esta medida ou estimada. Tal volume foi utilizado devido ao fato de nele não estarem sendo incluídas as perdas do abastecimento.

Foram estimadas também as demandas potenciais para a população rural, tanto a atendida como a não atendida. Para a estimativa da demanda referente a população rural atendida, foi considerada a população rural atendida, a partir de um índice de atendimento rural estimado com base nos dados de SNIS (2017), e do *per capita* demandado pela população atendida. Já a demanda da população rural não atendida foi estimada com base no *per capita* de 125 L/hab.dia, com base em (FGV, 1998).

As demandas potenciais, por município, considerando os municípios que captam nas Bacias PCJ, são apresentadas no Quadro 6.1. As demandas potenciais espacializadas, nas zonas e sub-bacias foram obtidas pelos cruzamentos da população urbana e rural em cada área, com base nos setores censitários, por meio da metodologia apresentada no item 4.1.2.

Quadro 6.1- Demandas potenciais por município.

Município	População urbana atendida (hab)	População rural atendida (hab)	População urbana não atendida (hab)	População rural não atendida (hab)	Demanda per capita (L/hab.dia)	Consumo per capita (l/hab./dia) IN022	Demanda população urbana atendida (L/s)	Demanda população urbana não atendida (L/s)	Demanda população rural atendida (L/s)	Demanda população rural não atendida (L/s)	Demanda total (L/s)
Águas de São Pedro	2.951	0	0	0	595,78	419,50	20,35	0,00	0,00	0,00	20,35
Americana	223.493	1.026	0	0	310,76	222,40	803,85	0,00	3,69	0,00	807,54
Amparo	52.301	0	1.067	14.661	297,13	154,20	179,86	1,90	0,00	21,21	202,98
Analândia	3.655	24	0	934	156,56	111,10	6,62	0,00	0,04	1,35	8,02
Artur Nogueira	44.954	0	0	4.667	225,04	200,00	117,09	0,00	0,00	6,75	123,84
Atibaia	109.375	0	11.082	13.322	285,6	120,00	361,55	15,39	0,00	19,27	396,21
Bom Jesus dos Perdões	19.215	1.048	594	1.705	204,94	134,60	45,58	0,93	2,49	2,47	51,46
Bragança Paulista	139.742	0	8.133	9.079	200,74	139,20	324,67	13,10	0,00	13,14	350,91
Cabreúva	34.223	0	4.711	7.345	231,36	155	91,64	8,45	0,00	10,63	110,71
Camanducaia	15.146	0	916	5.829	257,05	179,80	45,06	1,91	0,00	8,43	55,40
Campinas	1.110.716	0	4.909	20.913	228,38	185,65	2.935,94	10,55	0,00	30,26	2.976,74
Campo Limpo Paulista	63.265	0	15.521	293	240,7	144,00	176,25	25,87	0,00	0,42	202,54
Capivari	48.791	0	0	2.598	226,64	160,90	127,99	0,00	0,00	3,76	131,74
Charqueada	14.725	1.026	0	479	270,06	164,90	46,03	0,00	3,21	0,69	49,93
Cordeirópolis	19.640	0	1.121	2.270	291,96	320,00	66,37	4,15	0,00	3,28	73,80
Corumbataí	2.121	1.796	0	7	212,74	177,30	5,22	0,00	4,42	0,01	9,65
Cosmópolis	61.653	2.840	0	1.736	273,13	288,70	194,90	0,00	8,98	2,51	206,39
Elias Fausto	13.000	0	306	3.266	194,44	152,50	29,26	0,54	0,00	4,73	34,52
Extrema	26.605	0	2.095	4.986	255,58	168,10	78,70	4,08	0,00	7,21	89,99
Holambra	9.640	0	0	3.680	308,81	207,00	34,46	0,00	0,00	5,32	39,78
Hortolândia	210.585	0	0	135	230,54	168,40	561,90	0,00	0,00	0,20	562,10
Indaiatuba	222.091	0	3.153	3.649	275,86	187,90	709,10	6,86	0,00	5,28	721,23
Ipeúna	5.974	0	0	925	255,99	170,04	17,70	0,00	0,00	1,34	19,04
Iracemópolis	21.754	0	0	534	108,09	100,00	27,22	0,00	0,00	0,77	27,99

**Primeira revisão do Plano das Bacias Hidrográficas dos Rios
Piracicaba, Capivari e Jundiá 2010 a 2020**

Município	População urbana atendida (hab)	População rural atendida (hab)	População urbana não atendida (hab)	População rural não atendida (hab)	Demanda per capita (L/hab.dia)	Consumo per capita (l/hab./dia) IN022	Demanda população urbana atendida (L/s)	Demanda população urbana não atendida (L/s)	Demanda população rural atendida (L/s)	Demanda população rural não atendida (L/s)	Demanda total (L/s)
Itapeva	4.987	0	0	4.512	231,22	162,20	13,35	0,00	0,00	6,53	19,87
Itatiba	94.269	2.762	0	14.655	237,44	149,50	259,07	0,00	7,59	21,20	287,86
Itirapina	9.701	0	2.246	1.635	331,12	240,20	37,18	6,24	0,00	2,37	45,79
Itupeva	41.345	0	4.594	7.660	237,65	180,50	113,72	9,60	0,00	11,08	134,40
Jaguariúna	48.724	0	0	2.489	322,36	168,30	181,79	0,00	0,00	3,60	185,39
Jarinu	16.869	0	4.377	6.280	259,7	166,10	50,70	8,41	0,00	9,09	68,20
Joanópolis	5.774	0	2.705	3.756	189,51	152,70	12,66	4,78	0,00	5,43	22,88
Jundiá	373.910	10.430	1.879	6.954	326,81	202,50	1.414,32	4,40	39,45	10,06	1.468,24
Limeira	277.766	0	0	10.294	208,27	171,00	669,56	0,00	0,00	14,89	684,46
Louveira	42.453	1.771	42	0	239,61	129,70	117,73	0,06	4,91	0,00	122,71
Mairiporã	51.256	0	28.334	11.894	217,55	102,80	129,06	33,71	0,00	17,21	179,98
Moji Mirim	82.935	0	0	5.442	324,5	169,10	311,49	0,00	0,00	7,87	319,36
Mombuca	2.720	172	0	416	204,25	169,10	6,43	0,00	0,41	0,60	7,44
Monte Alegre do Sul	4.306	2.132	0	1.085	204,44	167,30	10,19	0,00	5,04	1,57	16,80
Monte Mor	49.824	5.463	0	0	200,16	143,90	115,43	0,00	12,66	0,00	128,08
Morungaba	10.760	29	0	1.871	196,6	134,90	24,48	0,00	0,07	2,71	27,26
Nazaré Paulista	5.013	0	6.152	6.470	264,85	191,60	15,37	13,64	0,00	9,36	38,37
Nova Odessa	54.380	967	0	0	213,66	152,70	134,48	0,00	2,39	0,00	136,87
Paulínia	96.173	666	0	0	239,49	170,50	266,58	0,00	1,85	0,00	268,43
Pedra Bela	1.414	0	24	4.431	171,02	154,40	2,80	0,04	0,00	6,41	9,25
Pedreira	43.707	0	0	926	307,91	130,20	155,76	0,00	0,00	1,34	157,10
Pinhalzinho	6.922	840	0	6.304	187,72	133,70	15,04	0,00	1,83	9,12	25,98
Piracaia	14.201	0	7.348	4.182	235,49	150,60	38,71	12,81	0,00	6,05	57,56
Piracicaba	370.625	8.702	0	114	410,46	189,60	1.760,73	0,00	41,34	0,16	1.802,23
Rafard	7.757	0	0	1.033	282,53	220,00	25,37	0,00	0,00	1,49	26,86
Rio Claro	189.724	4.850	0	0	265,91	171,62	583,91	0,00	14,93	0,00	598,83

Município	População urbana atendida (hab)	População rural atendida (hab)	População urbana não atendida (hab)	População rural não atendida (hab)	Demanda per capita (L/hab.dia)	Consumo per capita (l/hab./dia) IN022	Demanda população urbana atendida (L/s)	Demanda população urbana não atendida (L/s)	Demanda população rural atendida (L/s)	Demanda população rural não atendida (L/s)	Demanda total (L/s)
Rio Das Pedras	30.599	0	0	1.954	297,91	172,20	105,51	0,00	0,00	2,83	108,33
Saltinho	6.328	1.254	6	0	150,41	128,80	11,02	0,01	2,18	0,00	13,21
Salto	110.179	0	0	1.046	287,83	180,20	367,05	0,00	0,00	1,51	368,56
Santa Bárbara D'oeste	183.525	0	0	1.825	370,99	157,10	788,03	0,00	0,00	2,64	790,67
Santa Gertrudes	23.936	0	0	431	198,14	149,10	54,89	0,00	0,00	0,62	55,52
Santa Maria Da Serra	5.151	0	0	699	202,21	164,90	12,06	0,00	0,00	1,01	13,07
Santo Antônio De Posse	19.437	411	601	1.525	233,72	216,70	52,58	1,51	1,11	2,21	57,40
São Pedro	27.855	5.305	0	0	353,23	142,10	113,88	0,00	21,69	0,00	135,57
Sumaré	263.992	0	0	3.246	261,68	141,80	799,55	0,00	0,00	4,70	804,25
Toledo	2.327	0	0	3.855	269,65	189,60	7,26	0,00	0,00	5,58	12,84
Tuiuti	3.160	0	0	3.136	436,64	127,67	15,97	0,00	0,00	4,54	20,51
Valinhos	106.958	0	5.867	5.964	286,5	194,00	354,67	13,17	0,00	8,63	376,47
Vargem	4.594	0	191	4.747	169,67	129,90	9,02	0,29	0,00	6,87	16,18
Várzea Paulista	106.591	0	8.767	90	185,3	122,30	228,60	12,41	0,00	0,13	241,14
Vinhedo	65.976	134	3.472	2.542	268,23	189,10	204,82	7,60	0,42	3,68	216,52

Fonte: Elaboração Consórcio Profill-Rhama

Os resultados mostraram que as demandas *per capita* nas Bacias PCJ variam entre 108 a 595 L/hab.dia, sendo que alguns municípios se destacam por apresentar *per capita*s superiores a 350 L/hab.dia, como: Águas de São Pedro (596 L/hab.dia), Tuiuti (437 L/hab.dia) e Piracicaba (410 L/hab.dia), Santa Bárbara d'Oeste (370 L/hab.dia) e São Pedro (353 L/hab.dia).

Analisando os dados das captações das Bacias PCJ, de acordo com as informações das visitas, nota-se que estes municípios captam vazões elevadas, considerando a população atendida por abastecimento, que geram demandas *per capita*s ainda mais elevadas. Por isso, com intuito de não subestimar a vazão demandada por estes municípios, estes valores elevados não foram desconsiderados.

Os resultados de COBRAPE (2010) também evidenciaram a elevada demanda para o município de Águas de São Pedro, que possui a atividade turística bastante marcante, com diversos pontos turísticos envolvendo recursos hídricos. Além destes fatores, as causas dos elevados *per capita*s podem estar associadas a erros de medição, elevados índices de perdas, população flutuante, entre outros. Ainda se tratando dos municípios com as maiores demandas *per capita*s, vale destacar as perdas bastante expressivas destes municípios, que variam de 60% a 30%, sendo as maiores perdas observadas nos municípios de São Pedro (60%), Tuiuti (53%) e Piracicaba (54%).

A demanda total para o abastecimento estimada para os municípios das Bacias PCJ é de 17,23 m³/s, considerando os municípios que possuem captação nas Bacias PCJ. Os resultados apresentados na Relatório de Situação (COMITÊ DAS BACIAS PCJ, 2016) para os municípios da UGRHI 5, apresentam o resultado bastante próximos, de 17,85 m³/s, considerando que a UGRHI 5 engloba somente os municípios paulistas com sede nas Bacias PCJ. Comparando aos resultados do Plano das Bacias PCJ 2010 a 2020 (COBRAPE, 2010), em que as demandas dos municípios somavam, aproximadamente, 19,06 m³/s, nota-se que os resultados das demandas urbanas foram reduzidos. Tais resultados podem ser explicados tanto pelas diferenças metodológicas empregadas, quanto pelas diferentes fontes de informação utilizadas. Cobrape (2010) utilizou como fonte de informação o cadastro da cobrança, com dados integrados da Cetesb e DAEE.

Destaca-se, conforme mencionado anteriormente, que estas demandas não estão relacionadas à localização das captações, mas sim, são associadas a distribuição populacional e ao volume produzido e estimado para o atendimento da população urbana e rural de água, sendo que a estimativa das demandas com base nas captações (demandas reais) será discutida no item 6.1.1.2.

As maiores demandas para o abastecimento nas Bacias PCJ ocorrem nos municípios que possuem também as maiores populações, conforme o esperado, sendo que os três maiores são Campinas, Piracicaba, e Jundiá, com a demanda de 2.976 L/s, e 1.802,23 L/s e 1468, 24 L/s, respectivamente. Da mesma forma, as menores demandas são observadas nos menores municípios, sendo Mombuca (7,44 L/s), Analândia (8,02 L/s) e Pedra Bela (9,25 L/s).

O Quadro 6.2 apresenta as demandas potenciais considerando as demandas da população urbana, atendida e não atendida, e da população rural, atendida e não atendida.

Quadro 6.2 – Demandas potenciais dos municípios que possuem captação nas Bacias PCJ.

Demandas potenciais dos municípios que captam nas Bacias PCJ	Demanda população Urbana atendida (m³/s)	Demanda população urbana não atendida (m³/s)	Demanda população rural atendida (m³/s)	Demanda população rural não atendida (m³/s)	Demanda total (m³/s)
Vazão total	16,51	0,21	0,18	0,33	17,23
Percentual	95,79%	1,24%	1,05%	1,92%	

Fonte: Elaboração Consórcio Profill-Rhama

Em relação as zonas e sub-bacias, tem-se os resultados das demandas para o abastecimento no Quadro 6.3. A Figura 6.1 ilustra os resultados das demandas para as sub-bacias, considerando a demanda total estimada para o abastecimento.

Quadro 6.3 – Demandas urbanas por zona e sub-bacias.

Sub-bacia	Zona	Demanda população urbana atendida (L/s)	Demanda população urbana não atendida (L/s)	Demanda população rural atendida (L/s)	Demanda população rural não atendida (L/s)	Demanda total (L/s)
Atibaia	Zona 09	450,00	42,84	2,49	30,97	526,29
	Zona 10	340,00	9,23	7,59	38,33	395,15
	Zona 11	540,00	19,24	0,04	2,75	562,03
	Zona 12	780,00	6,28	0,02	5,66	791,96
	Zona 13	320,00	0,66	3,44	7,31	331,41
Atibaia Total		2430,00	78,24	13,58	85,02	2.606,84
Camanducaia	Zona 05	200,00	1,77	6,73	33,81	242,31
	Zona 06	110,00	1,74	0,39	13,77	125,90
Camanducaia Total		310,00	3,51	7,12	47,58	368,21
Capivari	Zona 27	30,00	0,08	17,66	4,50	52,23
	Zona 28	240,00	4,09	5,27	9,75	259,10
	Zona 29	1.630,00	12,47	9,09	13,17	1.664,73
	Zona 30	170,00	1,39	0,83	4,37	176,59
	Zona 31	240,00	0,50	2,61	7,32	250,43
	Zona 32	0,00	0,00	2,52	0,69	3,21
Capivari Total		2.310,00	18,53	37,97	39,80	2.406,30
Corumbataí	Zona 17	110,00	0,03	9,85	0,80	120,68
	Zona 18	160,00	0,00	4,70	0,00	164,69
	Zona 19	20,00	0,75	2,25	2,18	25,19
	Zona 20	390,00	0,19	2,10	0,67	392,96
	Zona 21	190,00	0,00	7,04	0,78	197,82
Corumbataí Total		870,00	0,97	25,93	4,43	901,33
Jaguari	Zona 01	130,00	6,70	0,00	22,85	159,55
	Zona 02	40,00	7,34	0,00	12,14	59,47
	Zona 03	290,00	11,01	0,00	3,75	304,76
	Zona 04	60,00	0,26	0,20	15,03	75,50
	Zona 07	90,00	0,75	2,09	15,60	108,44
	Zona 08	580,00	0,01	9,13	8,11	597,25
	Zona 14	10,00	0,00	0,12	10,16	20,28
Jaguari Total		1.200,00	26,06	11,55	87,64	1.325,25

Sub-bacia	Zona	Demanda população urbana atendida (L/s)	Demanda população urbana não atendida (L/s)	Demanda população rural atendida (L/s)	Demanda população rural não atendida (L/s)	Demanda total (L/s)
Jundiá	Zona 33	30,00	12,41	0,00	2,88	45,29
	Zona 34	1.250,00	43,22	5,52	1,96	1.300,70
	Zona 35	560,00	3,28	14,05	8,14	585,47
	Zona 36	80,00	7,71	0,00	9,60	97,31
	Zona 37	850,00	13,59	0,00	9,87	873,46
Jundiá Total		2.770,00	80,21	19,57	32,46	2.902,24
Piracicaba	Zona 15	110,00	0,00	0,03	0,63	110,66
	Zona 16	70,00	0,00	0,43	2,19	72,62
	Zona 22	5.610,00	4,63	23,37	17,72	5.655,72
	Zona 23	20,00	0,00	2,18	0,08	22,26
	Zona 24	90,00	0,00	15,32	0,21	105,53
	Zona 25	70,00	0,00	9,26	0,00	79,27
	Zona 26	10,00	0,00	5,47	1,65	17,12
Piracicaba Total		5.980,00	4,64	56,06	22,48	6.063,19
Total Geral		15.870,00	212,16	171,78	319,41	16.573,36

Fonte: Elaboração Consórcio Profill-Rhama

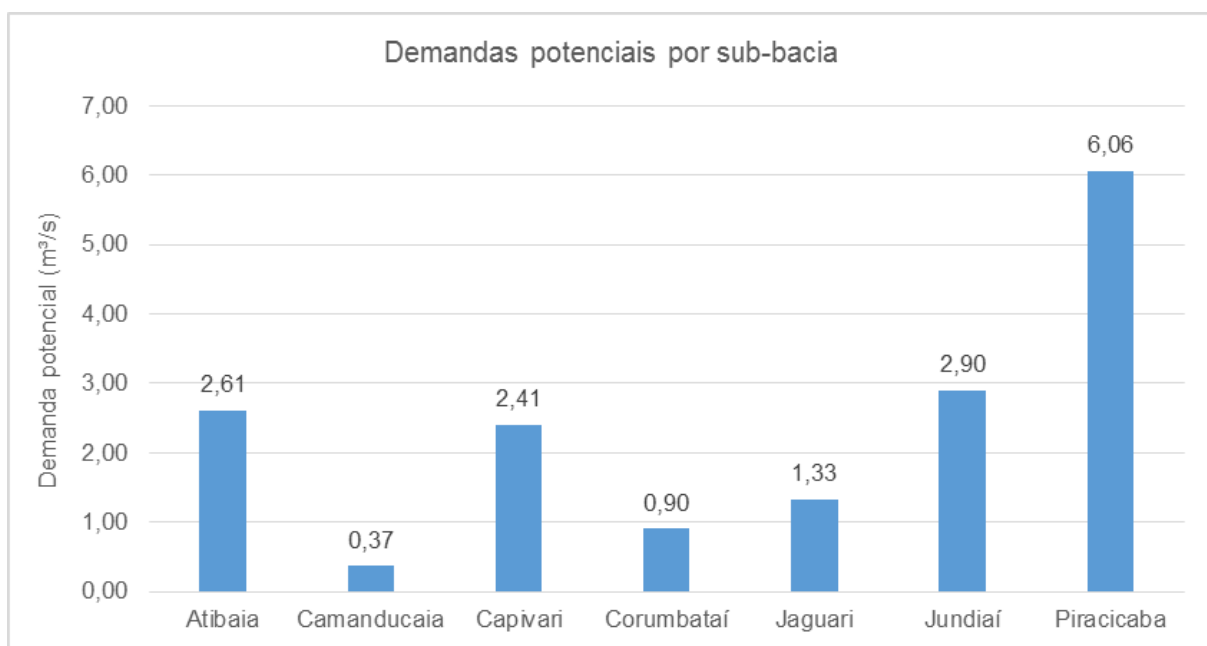


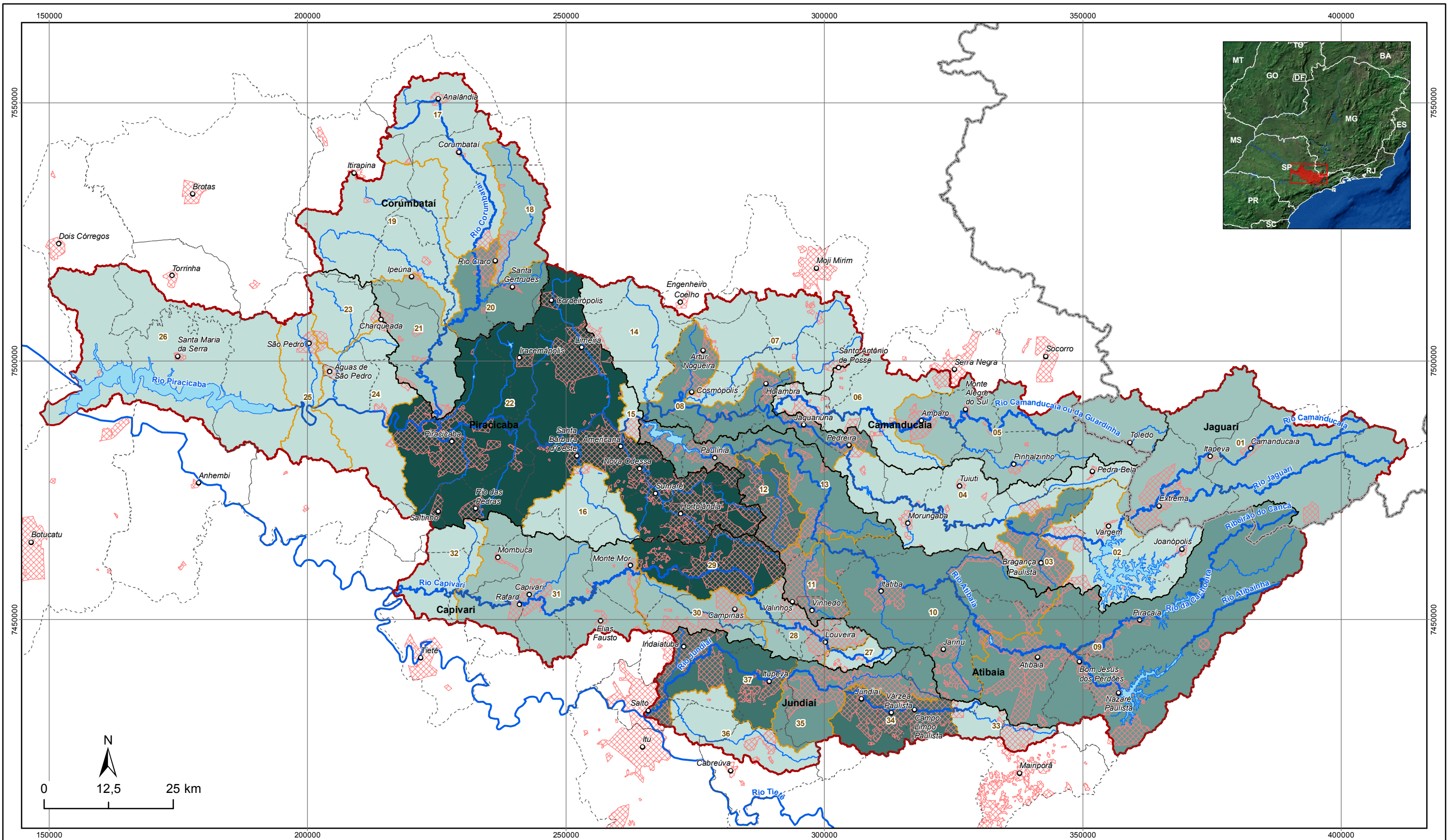
Figura 6.1 – Demandas potenciais por sub-bacia.

Os resultados mostram que as maiores demandas potenciais ocorrem na sub-bacia do Rio Piracicaba, Jundiá, Atibaia e Capivari, com vazões demandadas para o abastecimento urbano de 6,06 m³/s, 2,90 m³/s, 2,61 m³/s e 2,41 m³/s, respectivamente. Avaliando as zonas em que ocorrem as maiores demandas, nota-se que a zona 22, pertencente à sub-bacia do Rio Piracicaba, possui a maior demanda, de 5,65 m³/s. Esta zona se destaca pois concentra 31% da população urbana atendida com abastecimento de água das Bacias PCJ, sendo superior a 1,6 milhões de pessoas, com parcelas de 14 municípios, com destaque para os municípios de Piracicaba, Sumaré, Limeira e Hortolândia. A segunda zona com maior demanda (zona 29), de 1,66 m³/s concentra, aproximadamente, 500 mil

habitantes atendidos com abastecimento de água, com parcelas dos municípios de Monte Mor, Hortolândia e Campinas.

O Mapa 6.1 apresenta o resultado das demandas potenciais totais para o abastecimento nas zonas, bem como da mancha urbana localizada nas Bacias PCJ. Este resultado mostra a demanda distribuída em toda zona, assim como as áreas urbanas das Bacias PCJ, evidenciando que onde há maiores adensamentos urbanos, ocorrem também as maiores demandas. Já o Mapa 6.2 mostra a demanda potencial, que evidencia que as demandas para o abastecimento urbano são concentradas nas áreas urbanas, e não distribuídas em toda zona. Estes resultados foram obtidos com base no cruzamento das demandas municipais com os setores censitários urbanos.

Destaca-se, conforme mencionado anteriormente, que estas demandas não estão relacionadas à localização das captações, mas sim, associadas a distribuição populacional e no volume produzido para o atendimento do abastecimento de água, sendo que a estimativa as demandas com base nas captações discutido no item a seguir.



LEGENDA

- Sede municipal
- Hidrografia Principal
- Represas
- - - Limite Municipal
- ▭ Limite Estadual
- Limite de Zonas
- Sub-bacia
- Limite PCJ
- ▣ Setores censitários urbanos com densidade ≥ 50 hab/km²
- Demanda potencial total por zona (m³/s)**
- 3 - 150
- 151 - 300
- 301 - 750
- 751 - 1.500
- 1.501 - 5.656



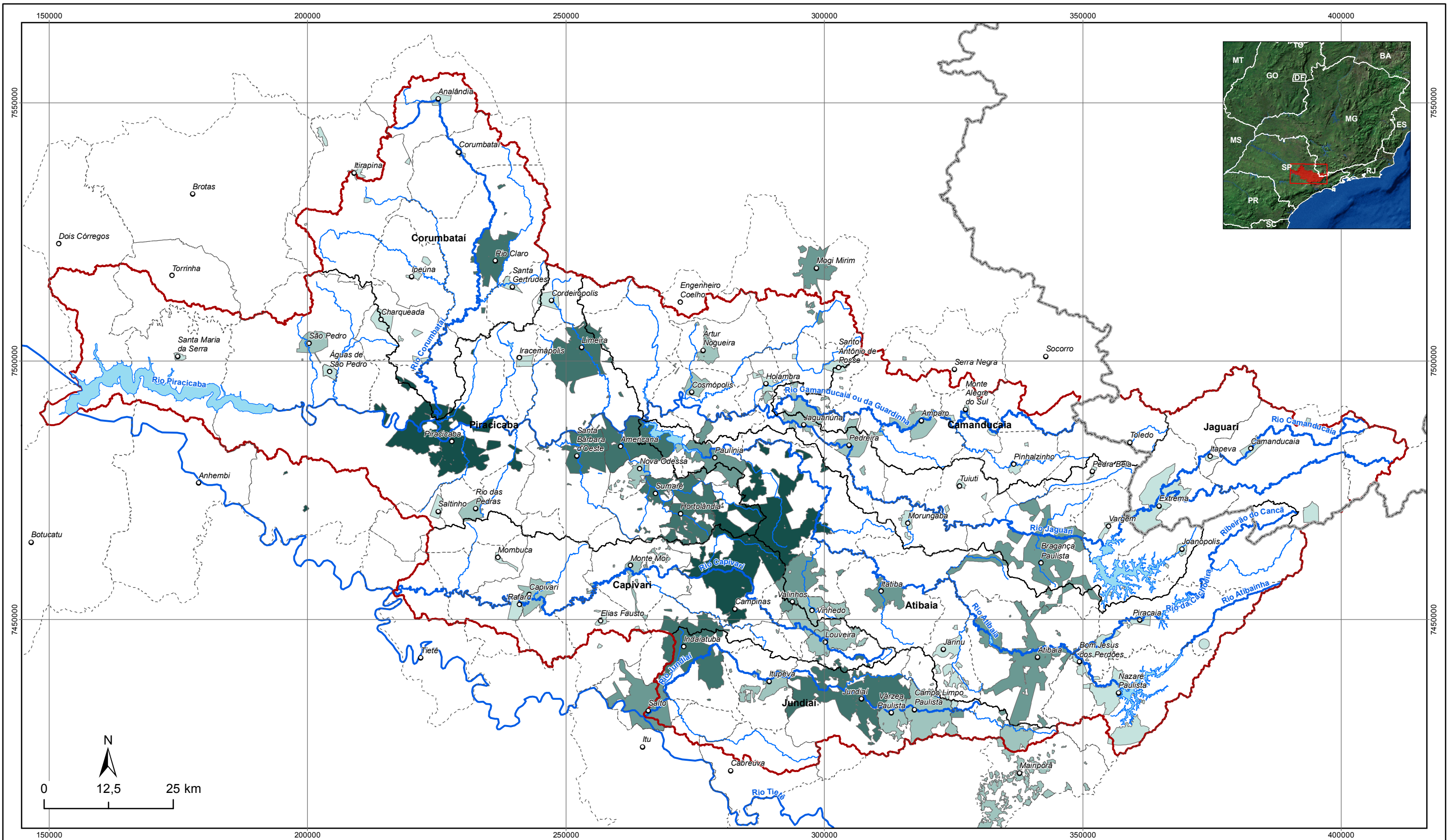
**DIAGNÓSTICO
PRIMEIRA REVISÃO DO PLANO DAS BACIAS HIDROGRÁFICAS
DOS RIOS PIRACICABA, CAPIVARI E JUNDIAÍ 2010 A 2020**



Sistema de Coordenadas UTM
Datum SIRGAS2000
Zona 23S
Escala: 1:725.000

Mapa 6.1: Demanda total estimada por zona

Fonte de dados:
- Sede municipal: IBGE, 2010
- Limite municipal: IBGE, 2010
- Limite estadual: IBGE, 2010
- Hidrografia: ANA, 2013
- Limite da bacia: Adaptado de ANA, 2013
- Demanda potencial: calculada com base no SNIS (2017) e na população estimada com base em IBGE



LEGENDA

- Sede municipal
 - ~ Hidrografia Principal
 - Represas
 - Limite Municipal
 - Limite Estadual
 - Sub-bacia
 - Limite PCJ
- | Demanda da população total atendida (L/s) - representada nos setores cens. urbanos com densidade ≥50 hab/km² | |
|--|---------------|
| | 3 - 100 |
| | 101 - 250 |
| | 251 - 500 |
| | 501 - 1.500 |
| | 1.501 - 3.000 |



**DIAGNÓSTICO
PRIMEIRA REVISÃO DO PLANO DAS BACIAS HIDROGRÁFICAS
DOS RIOS PIRACICABA, CAPIVARI E JUNDIAÍ 2010 A 2020**



Sistema de Coordenadas UTM
Datum SIRGAS2000
Zona 23S
Escala: 1:725.000

Mapa 6.2: Demandas da população urbana por município

Fonte de dados:
- Sede municipal: IBGE, 2010
- Limite municipal: IBGE, 2010
- Limite estadual: IBGE, 2010
- Hidrografia: ANA, 2013
- Limite da bacia: Adaptado de ANA, 2013
- Limite sub-bacia: Adaptado de ANA, 2013
- Demanda: CRHI, 2016
- Setores Censitários Urbanos: IBGE, 2010

6.1.1.2 Demandas reais – Captações

Visando a espacialização das captações e a quantificação das vazões captadas para o atendimento as demandas, bem como o cálculo e localização das demandas “reais”, que ocorrem, de fato, nos corpos hídricos e aquíferos, foram desconsideradas das análises os municípios que não possuem captação nas Bacias PCJ, sendo: Botucatu, Brotas, Dois Córregos, Engenheiro Coelho, Itu, Sapucaí - Mirim, Socorro e Torrinha. A metodologia e fonte de obtenção dos dados das captações para abastecimento foram detalhadas no item 4.1.1.2, sendo consideradas as captações obtidas nas atividades das visitas (2017) e nos Cadastros da Cobrança Paulista e CNARH, referentes ao ano de 2016.

No Quadro 6.5 são apresentadas as demandas reais com base nas captações, nas zonas e sub-bacias. No Quadro 6.5 e na Figura 6.2 são apresentadas as demandas potenciais, as demandas reais, com base nas captações superficiais e subterrâneas, e as captações apresentadas no Plano 2010-2020 (COBRAPE, 2010), que foi feito com base no Cadastro da Cobrança integrado com dados da Cetesb e DAEE, aliado aos dados do Cadastro para os municípios mineiros.

Quadro 6.4 – Demandas reais para o abastecimento urbano nas zonas.

Sub-bacia	Zona	Demandas reais – Captações (2017)		
		Superficiais	Subterrâneas	Total
		(m ³ /s)	(m ³ /s)	(m ³ /s)
Capivari	Zona 27	0,050	0,000	0,050
	Zona 28	0,582	0,051	0,633
	Zona 29	0,000	0,049	0,049
	Zona 30	0,302	0,009	0,311
	Zona 31	0,104	0,223	0,327
	Zona 32	0,028	0,004	0,032
	<i>Capivari Total</i>	<i>1,065</i>	<i>0,338</i>	<i>1,402</i>
Jundiá	Zona 33	0,057	0,002	0,059
	Zona 34	0,916	0,027	0,943
	Zona 35	1,490	0,026	1,516
	Zona 36	0,892	0,001	0,893
	Zona 37	0,436	0,032	0,468
	<i>Jundiá Total</i>	<i>3,792</i>	<i>0,087</i>	<i>3,879</i>
Atibaia	Zona 09	0,707	0,042	0,749
	Zona 10	1,018	0,067	1,085
	Zona 11	0,229	0,093	0,322
	Zona 12	0,000	0,079	0,079
	Zona 13	3,662	0,027	3,688
	<i>Atibaia Total</i>	<i>5,616</i>	<i>0,308</i>	<i>5,924</i>
Camanducaia	Zona 05	0,252	0,047	0,299
	Zona 06	0,086	0,019	0,104
	<i>Camanducaia Total</i>	<i>0,338</i>	<i>0,066</i>	<i>0,404</i>
Corumbataí	Zona 17	0,500	0,049	0,549
	Zona 18	0,246	0,005	0,251
	Zona 19	0,014	0,018	0,032
	Zona 20	0,043	0,023	0,066
	Zona 21	2,005	0,018	2,023
	<i>Corumbataí Total</i>	<i>2,808</i>	<i>0,113</i>	<i>2,921</i>
Jaguari	Zona 01	0,191	0,000	0,191
	Zona 02	0,463	0,007	0,470
	Zona 03	0,000	0,003	0,003
	Zona 04	0,064	0,018	0,082

Sub-bacia	Zona	Demandas reais – Captações (2017)		
		Superficiais	Subterrâneas	Total
		(m³/s)	(m³/s)	(m³/s)
	Zona 07	0,224	0,010	0,234
	Zona 08	3,272	0,039	3,312
	Zona 14	0,000	0,006	0,006
	<i>Jaguari Total</i>	<i>4,213</i>	<i>0,084</i>	<i>4,298</i>
Piracicaba	Zona 15	1,050	0,013	1,063
	Zona 16	0,830	0,005	0,835
	Zona 22	1,511	0,210	1,720
	Zona 23	0,000	0,005	0,005
	Zona 24	0,103	0,005	0,107
	Zona 25	0,127	0,024	0,151
	Zona 26	0,000	0,027	0,027
	<i>Piracicaba Total</i>	<i>3,620</i>	<i>0,289</i>	<i>3,909</i>
<i>Total bacia do Piracicaba</i>		<i>16,594</i>	<i>0,861</i>	<i>17,455</i>
Total		21,451	1,285	22,736

Fonte: Elaboração Consórcio Profill-Rhama.

Quadro 6.5 – Demanda para o abastecimento urbano nas sub-bacias, considerando as demandas (potenciais), as demandas reais (captações) e as demandas de Cobrape (2010).

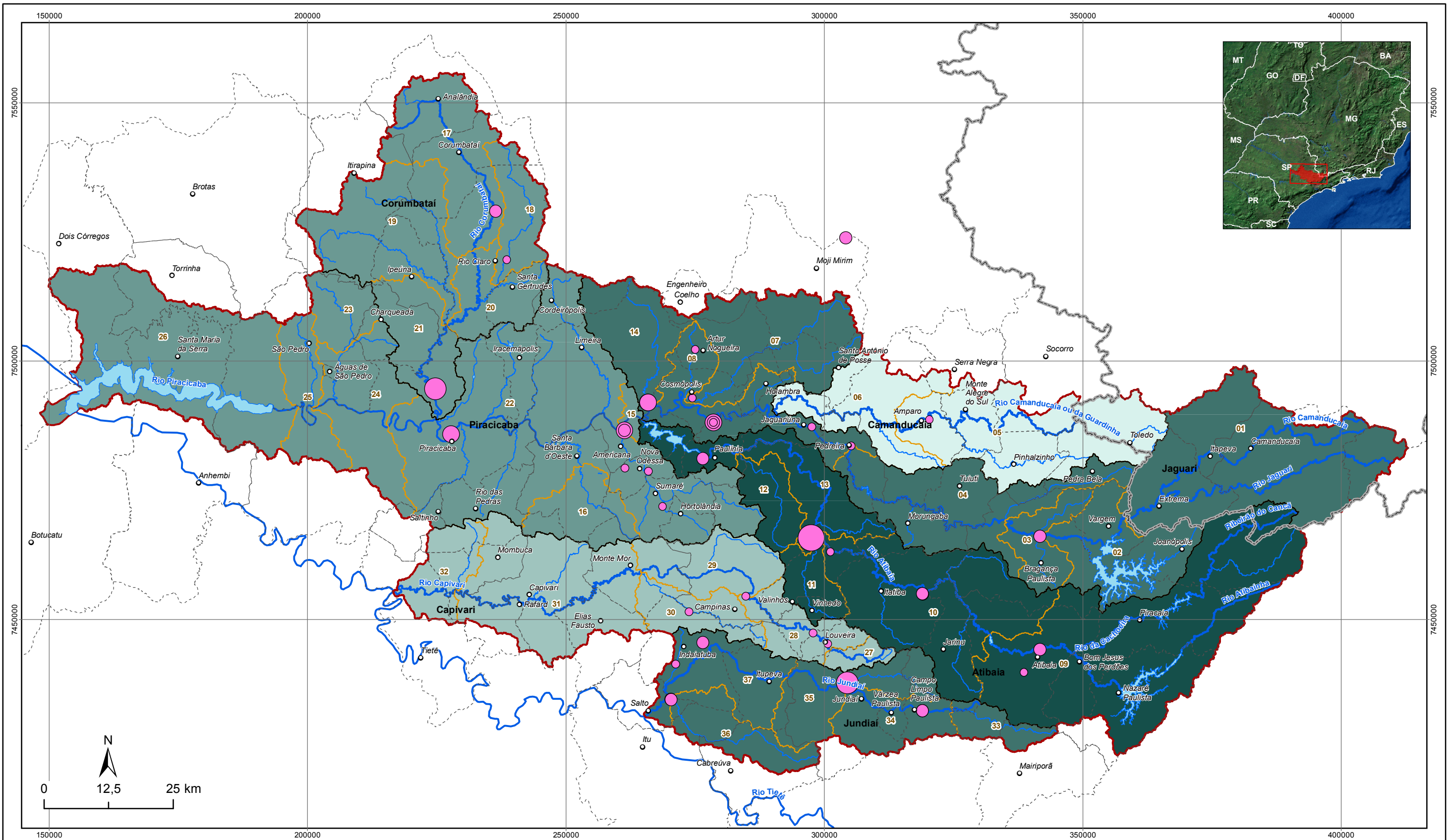
Bacia	Sub-bacia	Demanda potencial (m³/s)	Demanda Real – Captações (2017)			Captações (Cobrape, 2010)		
			Sup. (m³/s)	Subt. (m³/s)	Total (m³/s)	Sup. (m³/s)	Subt. (m³/s)	Total (m³/s)
Capivari	Capivari	2,41	1,06	0,34	1,40	0,82	0,3	1,12
Jundiá	Jundiá	2,9	3,79	0,09	3,88	3,29	0,01	3,3
Piracicaba	Atibaia	2,61	5,62	0,31	5,93	5,18	0,08	5,26
	Camanducaia	0,37	0,34	0,07	0,41	0,27	0,03	0,31
	Corumbataí	0,9	2,81	0,11	2,92	2,02	0,07	2,09
	Jaguari	1,33	4,21	0,08	4,29	2,9	0,04	2,94
	Piracicaba	6,06	3,62	0,29	3,91	3,95	0,09	4,04
	<i>Total Piracicaba</i>	<i>11,27</i>	<i>16,59</i>	<i>0,86</i>	<i>17,45</i>	<i>14,32</i>	<i>0,31</i>	<i>14,64</i>
Total		16,57	21,45	1,29	22,74	18,44	0,62	19,06

Fonte: Elaboração Consórcio Profill-Rhama.

Os resultados apresentados no Quadro 6.5 mostram que as demandas potenciais, com base na população presente nas áreas de análise (sub-bacias e zonas), discutidas no item 6.1.1.1 somam 16,57 m³/s, já as captações presentes nas Bacias PCJ, consideradas demandas “reais”, para atendimento as demandas, são superiores à estimativa da demanda, e somam 22,74 m³/s.

As demandas “reais” calculadas nesta revisão do Plano das Bacias PCJ 2010 a 2010 (21,45 m³/s, superficiais e 1,29 m³/s, subterrâneos), podem ser comparadas aos dados das captações de Cobrape (2010), que somavam 18,44 m³/s (superficiais) e (0,62 m³/s, subterrâneos), apontando que houve um aumento de 3,68 m³/s nas captações totais para o abastecimento.

O Mapa 6.3 apresenta as demandas reais, por sub-bacia, e as maiores captações observadas nas Bacias PCJ.



LEGENDA

○ Sede municipal	Demanda captada por sub-bacia (m³/s)	Principais captações superficiais
~ Hidrografia Principal	0,41	● 0,10 - 0,27
Represas	0,42 - 1,31	● 0,28 - 0,50
--- Limite Municipal	1,32 - 3,18	● 0,51 - 0,85
--- Limite Estadual	3,19 - 4,59	● 0,86 - 2,00
--- Limite de Zonas	4,60 - 5,83	● 2,01 - 3,14
--- Sub-bacia		
--- Limite PCJ		



**DIAGNÓSTICO
PRIMEIRA REVISÃO DO PLANO DAS BACIAS HIDROGRÁFICAS
DOS RIOS PIRACICABA, CAPIVARI E JUNDIAÍ 2010 A 2020**



Sistema de Coordenadas UTM
Datum SIRGAS2000
Zona 23S
Escala: 1:725.000

Mapa 6.3: Demandas para o abastecimento urbano "reais" por sub-bacia

Fonte de dados:
- Sede municipal: IBGE, 2010
- Limite municipal: IBGE, 2010
- Limite estadual: IBGE, 2010
- Hidrografia: ANA, 2013
- Limite da bacia: Adaptado de ANA, 2013
- Limite sub-bacia: Adaptado de ANA, 2013
- Demanda: ATLAS, 2010; CNARH e Cadastro Paulista

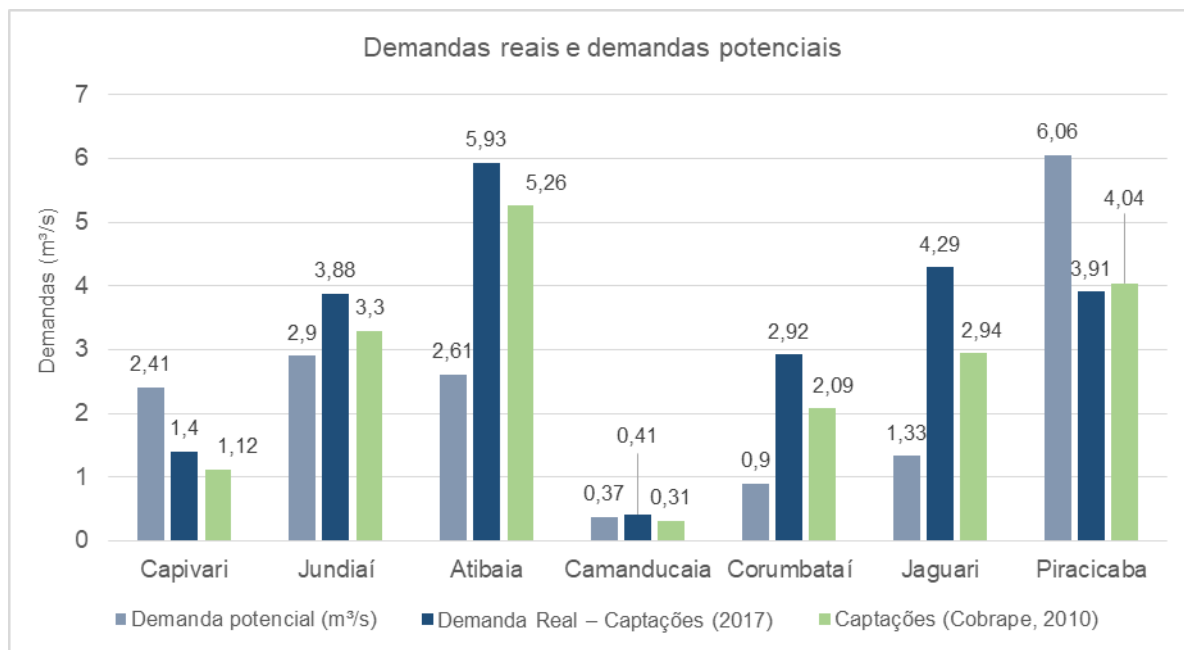


Figura 6.2 – Demandas reais e demandas potenciais.

Observando a Figura 6.2 nota-se diferenças entre as demandas potenciais e as demandas reais. Salienta-se que as demandas potenciais por sub-bacia são aproximações, que não dependem de onde a água está sendo captada, mas sim, correspondem a uma estimativa referente à população urbana atendida e as demandas *per capita* dos municípios com base nos dados do SNIS (2017). Já os dados das captações reais mostram, efetivamente, de onde a água está saindo para atender as demandas. As diferenças entre as demandas estimadas e as vazões captadas evidencia que a água utilizada para atender determinada população não sai, necessariamente, da bacia onde a população está contida. Pode-se citar o caso da transposição entre as Bacias PCJ e Alto Tietê, em que a demanda potencial de São Paulo é suprida pela água do Sistema Cantareira, localizado nas Bacias PCJ.

A Figura 6.2 evidencia as sub-bacias que podem ser consideradas “produtoras” de água, sendo Atibaia, Jaguari, Jundiá e Corumbataí, as quais captam uma vazão bastante superior à sua demanda potencial. A sub-bacia do rio Atibaia demanda 2,61 m³/s e capta 5,93, a sub-bacia do Rio Jaguari demanda 1,33 m³/s e capta 4,52 m³/s, a sub-bacia do Rio Jundiá demanda 2,9 m³/s e capta 3,88 m³/s, a sub-bacia do Rio Jaguari demanda 1,33 m³/s e capta 4,29 m³/s e a sub-bacia do Rio Corumbataí demanda 0,9 m³/s e capta 2,92 m³/s.

O contrário ocorre nas sub-bacias dos rios Piracicaba e Capivari, as quais demandam 6,06 m³/s e 2,41 m³/s, respectivamente, e captam valores inferiores, de 3,91 m³/s e 1,4 m³/s, respectivamente.

Tais resultados mostram que há transposição entre as sub-bacias para o atendimento das demandas. Destacam-se os principais casos em que ocorre esta situação:

- As demandas potenciais dos Campinas estão distribuídas entre as sub-bacias do Rio Piracicaba, Atibaia, Jaguari e Capivari, sendo que a maior captação do município (3,14 m³/s) está localizada na sub-bacia do Rio Atibaia e a maior demanda potencial (relacionada a população inserida no local) está na sub-bacia do Capivari, onde encontra-se a maior parte da população do município. Tal situação mostra que a água demandada “potencialmente” na sub-bacia do Capivari, sai, em grande parte da sub-bacia do Rio Atibaia;

- A captação do município de Jundiá localizada no Rio Atibaia de 448 L/s (média de 2015), possui outorga de 1200 L/s, evidenciando que parte da água que atende o município de Jundiá está no Rio Atibaia;
- A captação do município de Sumaré, de 502 L/s, está localizada no Rio Atibaia, sendo que o município localizado na sub-bacia do Rio Piracicaba onde está localizada a demanda potencial;
- O município de Limeira possui 94% da população urbana atendida na sub-bacia do Piracicaba, e as suas captações estão localizadas no Rio Jaguari (1700 L/s);
- O município de Hortolândia possui a sua demanda potencial localizada na bacia do Rio Piracicaba e o município de Monte Mor, na sub-bacia do Capivari, sendo que a água captada pelo sistema Boa Esperança e atende os municípios, em média 665 L/s, sai da Sub-bacia do Rio Jaguari (Sub-bacia do Jaguari);
- O município de Piracicaba possui a maior parte da demanda potencial na sub-bacia do Rio Piracicaba, no entanto, a sua maior captação, de 2000 L/s, está localizada na sub-bacia do Corumbataí;

Em termos das vazões consumidas, referente à parcela de água que não retorna para os corpos hídricos, foi aplicado um coeficiente de retorno de 0,8 (ONS, 2003), à vazão demandada para abastecimento urbano, que foi subtraída da vazão captada, em cada sub-bacia. Os resultados são apresentados no Quadro 6.6.

Quadro 6.6 – Demandas reais, potenciais e consumo.

Bacias	Sub-bacia	Demanda Potencial (m³/s)	Demanda Real (Captações) (m³/s)	Retorno (m³/s)	Consumo (m³/s)
Capivari	Capivari	2,41	1,40	1,93	-0,52
Jundiá	Jundiá	2,9	3,88	2,32	1,56
Piracicaba	Atibaia	2,61	5,93	2,09	3,84
	Camanducaia	0,37	0,41	0,30	0,11
	Corumbataí	0,9	2,92	0,72	2,20
	Jaguari	1,33	4,29	1,06	3,23
	Piracicaba	6,06	3,91	4,85	-0,94
Total Piracicaba		11,27	11,27	17,45	9,02
Total	Total Geral	16,57	22,74	13,26	9,49

Fonte: Elaboração Consórcio Profill-Rhama

Os resultados mostram que nas sub-bacias em que ocorrem demandas potenciais superiores às demandas reais, pode-se dizer que ocorre produção de água, devido aos 80% da água demandada que retorna na sub-bacia onde é demandada, e não naquela que foi captada, indicado pelo sinal negativo no consumo, o que ocorre nas sub-bacias dos rios Capivari e Piracicaba.

Nota-se que os maiores consumos de água ocorrem na sub-bacias dos Rios Atibaia e Jaguari, sendo que as vazões consumidas somam 3,84 m³/s e 3,23 m³/s, respectivamente.

6.1.2 Demanda Industrial

Segundo o Relatório de Situação dos Recursos Hídricos de 2015, elaborado pelo Comitê das Bacias Hidrográficas PCJ, as atividades industriais na região se distribui da seguinte forma: “destacam-se em Paulínia, o polo petroquímico composto pela Refinaria do Planalto; em Americana, Nova Odessa e Santa Bárbara d’Oeste, o parque têxtil; em Campinas e Hortolândia, o polo de alta tecnologia; em Piracicaba, indústrias sucroalcooleiras e do setor metal-mecânico; em Jundiaí, parque industrial com mais de 500 empresas atuando em variados setores; em Limeira, produção de folheado; em Rio Claro, indústrias sucroalcooleiras; em Santa Gertrudes e Cordeirópolis, polo cerâmico nacional”.

6.1.2.1 Demanda industrial nas bacias PCJ

Constam no banco de dados da cobrança paulista, 1460 (mil quatrocentos e sessenta) registros de captação de água subterrâneas e 215 (duzentos e quinze) registros de captação de água superficial, no que diz respeito aos usuários industriais. O volume anual outorgado para captação de água subterrânea é de aproximadamente 41,46 hm³ e para captação de água superficial 235,22 hm³, o que equivale a uma vazão média de 1.314,69 L/s para captações subterrâneas e 7.458,79 L/s para captações superficiais.

No entanto, apesar dos usuários serem classificados como industriais, a finalidade de uso da água captada nem sempre é destinada aos processos da indústria, sendo assim, também são verificadas aplicações para saneamento, mineração, combate a incêndios, lazer e paisagismo, envase, remediação e monitoramento, irrigação, transporte e dessedentação. As porcentagens verificadas para cada uma destas finalidades de uso são apresentadas nos gráficos da Figura 6.3 e da Figura 6.4.

Os números evidenciados no gráfico são referentes ao número de registros que apresentam determinada finalidade de uso, e a porcentagem destacada junto ao eixo das abcissas representa a relação entre o número de registros para cada finalidade de uso em relação ao total. Cabe ressaltar que um mesmo registro pode apresentar mais de uma finalidade de uso. Sendo assim, não foi possível estimar o volume de água destinado para cada finalidade de uso individualmente.

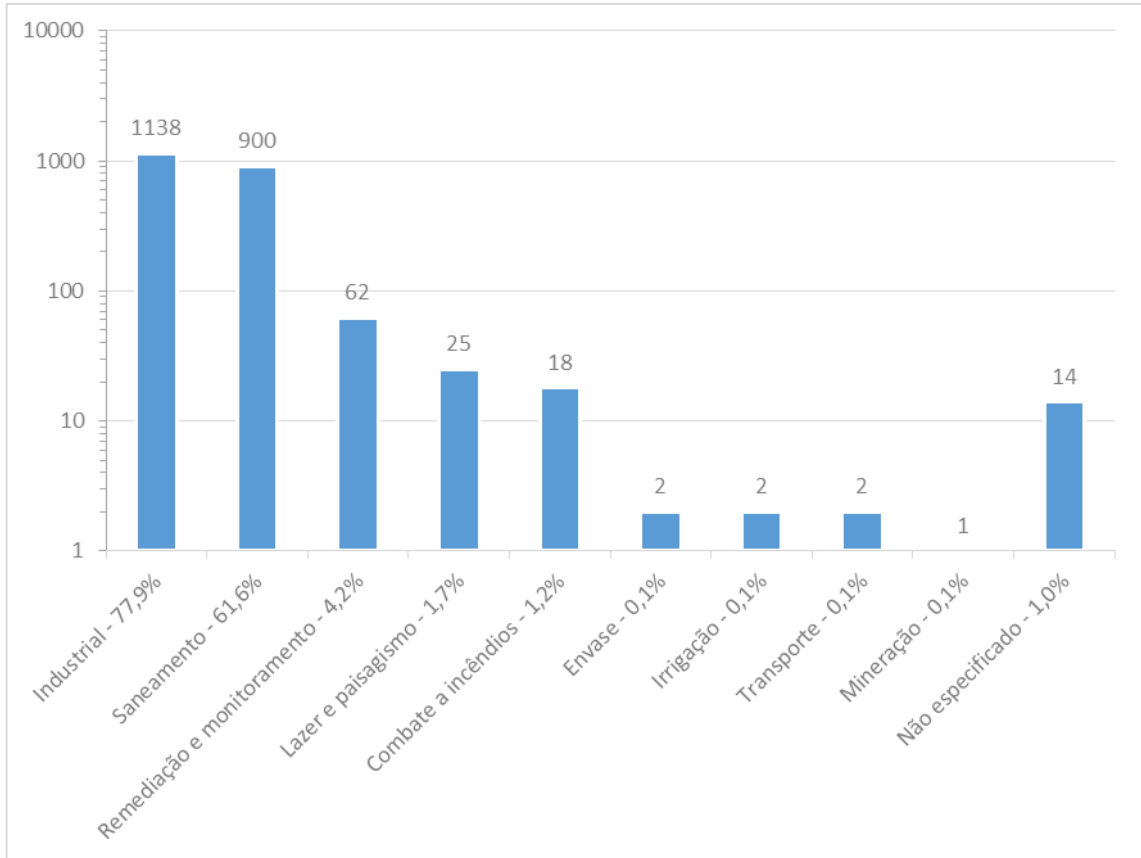


Figura 6.3 – Número de registros para as finalidades de uso verificadas no banco de dados de cobrança paulista para os usuários industriais cuja outorga se destina à captação subterrânea.

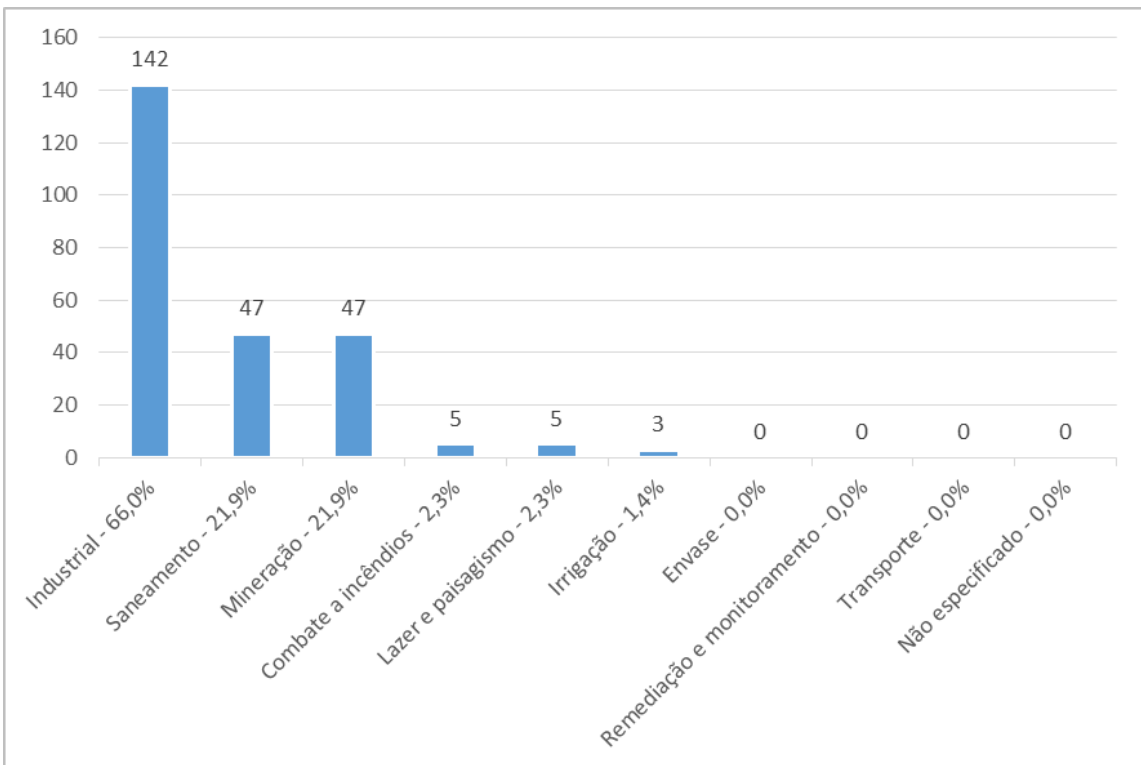


Figura 6.4 – Número de registros para as finalidades de uso verificadas no banco de dados de cobrança paulista para os usuários industriais cuja outorga se destina à captação superficial.

Os registros constantes no banco de outorgas do CNARH podem ser classificados conforme sua dominialidade, conforme sua posição territorial, conforme a fonte dos recursos (superficial ou subterrânea), conforme a finalidade de uso, e ainda conforme seu propósito (captação ou lançamento). Aqui trataremos apenas das captações para usos industriais.

O total de registros de outorga para captação de água para uso industrial no CNARH é de 62 (sessenta e dois), sendo 23 (vinte e três) de dominialidade federal e 39 (trinta e nove) de dominialidade estadual. Destas 39 (trinta e nove) outorgas de dominialidade estadual, 13 (treze) são de domínio do Estado de Minas Gerais e 26 (vinte e seis) são de domínio do Estado de São Paulo.

Do total de 62 (sessenta e duas) outorgas para captação de água para uso industrial, 30 (trinta) outorgas apresentam como fonte de recursos hídricos as águas superficiais, enquanto 32 (trinta e duas) apresentam como fonte de recursos hídricos as águas subterrâneas.

As 30 (trinta) outorgas para captação de águas superficiais para uso industrial são divididas em 23 (vinte e três) outorgas de domínio federal; 5 (cinco) de domínio do Estado de Minas Gerais e 2 (duas) de domínio do Estado de São Paulo.

Dentre as 23 (vinte e três) outorgas de dominialidade federal, 2 (duas) possuem o ponto de captação dentro dos limites do território de Minas Gerais e 21 (vinte e uma) possuem o ponto de captação dentro dos limites do território do estado de São Paulo.

O estado com maior número de outorgas para captação de água subterrânea para uso industrial junto ao CNARH foi São Paulo, com 24 (vinte e quatro) registros, enquanto o estado de Minas Gerais possui 8 (oito) outorgas para captação de água subterrânea junto ao CNARH.

O banco de dados do CNARH não explicita as finalidades de uso dos volumes de água outorgados, mas sim o setor de atuação das indústrias detentoras das outorgas, desta forma, a Figura 6.5 e a Figura 6.6 a seguir apresentam o volume anual de água outorgado para cada setor e sua expressividade em relação à soma de todos os setores, para as outorgas de captação subterrânea e para as outorgas de captação superficial, respectivamente.

Foram identificados registros de outorgas para as indústrias dos seguintes setores:

- Fabricação e montagem de veículos automotores, reboques e carrocerias: total de 16 registros, sendo 14 para captação de água subterrânea e 2 para captação de água superficial;
- Fabricação de produtos químicos: total de 9 registros, sendo 3 para captação de água subterrânea e 6 para captação de água superficial;
- Fabricação de celulose, papel e produtos de papel: total de 8 registros, sendo 2 para captação de água subterrânea e 6 para captação de água superficial;
- Fabricação de máquinas e equipamentos: total de 8 registros, todos 14 para captação de água subterrânea;
- Fabricação de produtos alimentícios e bebidas: total de 8 registros para captação de água superficial;
- Fabricação de produtos têxteis: total de 5 registros, sendo 1 para captação de água subterrânea e 4 para captação de água superficial;
- Fabricação de artigos de borracha e plástico: total de 3 registros, todos para captação de água subterrânea;
- Fabricação de material eletrônico e de aparelhos e equipamentos de comunicações: total de 1 registro para captação de água subterrânea;
- Metalurgia básica: total de 1 registro para captação de água superficial; e

- Fabricação de produtos de minerais não-metálicos: total de 1 registro para captação de água superficial.

Dos registros para captação de água superficial, dois não continham informação do setor de atuação da indústria detentora da outorga.

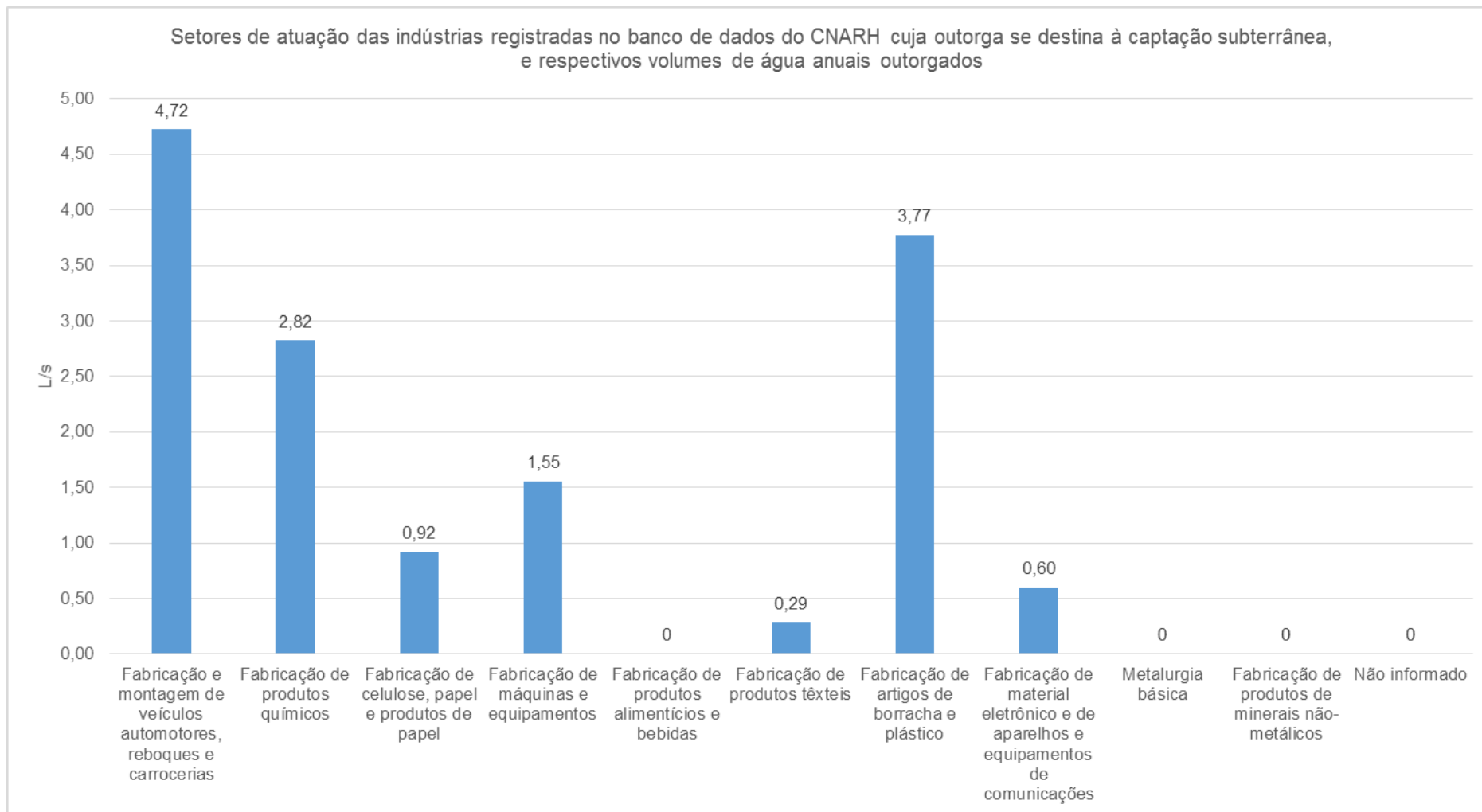


Figura 6.5 – Setores de atuação das indústrias registradas no banco de dados do CNARH cuja outorga se destina à captação subterrânea, e respectivos volumes de água anuais outorgados.

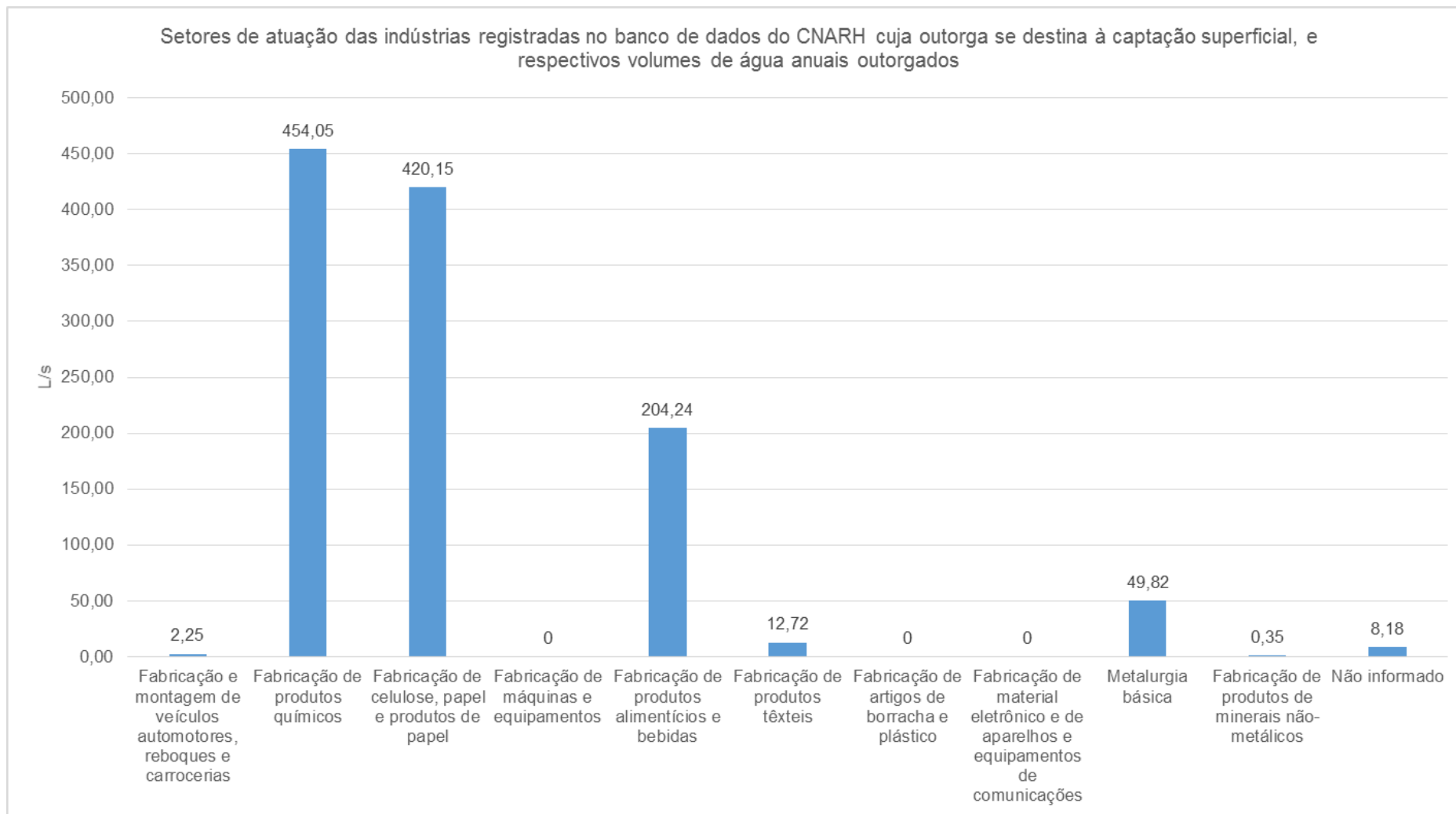


Figura 6.6 – Setores de atuação das indústrias registradas no banco de dados do CNARH cuja outorga se destina à captação superficial, e respectivos volumes de água anuais outorgados.

6.1.2.2 Demanda industrial nas bacias PCJ por zonas

Para melhor identificar as regiões das Bacias PCJ com maior demanda de recursos hídricos para fins industriais, realizou-se uma análise das outorgas constantes nos bancos de cobrança paulista e do CNARH de forma que, por meio da geolocalização dos pontos outorgados, foi possível correlacionar com as zonas e sub-bacias pré-definidas.

O Quadro 6.7 apresenta, para cada uma das 37 zonas, a quantidade de outorgas para captação ativas nos bancos de dados supracitados e os respectivos volumes anuais outorgados para captação de água para fins industriais.

Quadro 6.7 – Outorgas constantes nos bancos de cobrança paulista e do CNARH para captação subterrânea e superficial somadas, por zona.

Sub-bacia	Zona	Banco de cobrança paulista		Banco de cobrança do CNARH		Volume outorgado total para captação (L/s)
		Nº de outorgas ativas para captação	Volume anual outorgado (L/s)	Nº de outorgas ativas para captação	Volume anual outorgado (L/s)	
Capivari	Zona 27	4	0,63	0	0,00	0,63
	Zona 28	128	136,35	0	0,00	136,35
	Zona 29	68	52,96	0	0,00	52,96
	Zona 30	2	1,27	0	0,00	1,27
	Zona 31	63	710,30	0	0,00	710,30
	Zona 32	1	1,90	0	0,00	1,90
Total Capivari		266	903,41	0	0,00	903,41
Jundiá	Zona 33	3	4,44	0	0,00	4,44
	Zona 34	60	320,59	0	0,00	320,59
	Zona 35	81	139,84	0	0,00	139,84
	Zona 36	37	37,10	0	0,00	37,10
	Zona 37	75	78,01	0	0,00	78,01
Total Jundiá		256	579,97	0	0,00	579,97
Atibaia	Zona 09	65	82,45	0	0,00	82,45
	Zona 10	75	137,30	23	34,25	171,23
	Zona 11	32	92,91	0	0,00	92,91
	Zona 12	31	10,15	0	0,00	10,15
	Zona 13	84	2.578,32	4	159,82	2.738,14
	Atibaia	287	2.901,13	27	194,06	3.094,88
Camanducaia	Zona 05	22	70,40	4	29,49	99,89
	Zona 06	28	130,01	1	32,34	162,35
	Camanducaia	50	200,41	5	61,83	262,24
Corumbataí	Zona 17	26	77,69	0	0,00	77,69
	Zona 18	21	40,91	0	0,00	40,91
	Zona 19	10	6,66	0	0,00	6,66
	Zona 20	40	51,69	0	0,00	51,69
	Zona 21	21	296,80	0	0,00	296,80
	Corumbataí	118	473,74	0	0,00	473,74
Jaguari	Zona 01	0	0,00	26	33,61	33,61
	Zona 02	9	10,46	0	0,00	10,46
	Zona 03	19	91,01	0	0,00	91,01
	Zona 04	13	11,73	0	0,00	11,73
	Zona 07	16	501,33	0	0,00	501,33
	Zona 08	53	271,12	6	861,24	1.132,36

Sub-bacia	Zona	Banco de cobrança paulista		Banco de cobrança do CNARH		Volume outorgado total para captação (L/s)
		Nº de outorgas ativas para captação	Volume anual outorgado (L/s)	Nº de outorgas ativas para captação	Volume anual outorgado (L/s)	
	Zona 14	13	50,10	0	0,00	50,10
	Jaguari	123	935,76	32	894,85	1.830,61
Piracicaba	Zona 15	15	1.134,58	3	18,39	1.152,65
	Zona 16	10	68,18	0	0,00	68,18
	Zona 22	458	1.431,06	9	486,43	1.917,49
	Zona 23	3	12,37	0	0,00	12,37
	Zona 24	9	22,51	0	0,00	22,51
	Zona 25	3	22,83	0	0,00	22,83
	Zona 26	9	35,83	0	0,00	35,83
	<i>Piracicaba</i>	507	2.727,36	12	504,82	3.231,86
<i>Total Piracicaba</i>		1085	7.238,39	76	1.655,57	8.893,33
Total		1.607	8.721,78	76	1.655,57	10.376,71

O Quadro 6.8 apresenta, para cada sub-bacia, a quantidade de outorgas para captação ativas nos bancos de dados paulista e do CNARH e os respectivos volumes anuais outorgados para captação de água para uso industrial.

Quadro 6.8 – Outorgas constantes nos bancos de cobrança paulista e do CNARH para captação subterrânea e superficial, por sub-bacia.

Bacia Hidrográfica	Sub-bacia	Banco de cobrança paulista		Banco de cobrança do CNARH		Volume outorgado total para captação (L/s)
		Nº de outorgas ativas para captação	Volume anual outorgado (L/s)	Nº de outorgas ativas para captação	Volume anual outorgado (L/s)	
Total Capivari	<i>Capivari</i>	266	903,73	0	0	903,41
Total Jundiá	<i>Jundiá</i>	256	580,29	0	0	579,97
Total Piracicaba	Atibaia	287	2.901,13	27	193,75	3.094,88
	Camanducaia	50	200,41	5	61,83	262,24
	Corumbataí	118	473,43	0	0	473,74
	Jaguari	123	935,76	32	894,85	1.830,61
	Piracicaba	507	2.727,36	12	504,82	3.231,86
	<i>Total Piracicaba</i>	1085	7.238,08	76	1.655,25	8.893,33
Total		1.607	8.722,10	76	1.655,25	10.376,71

Os dados constantes no Quadro 6.7 e no Quadro 6.8 são apresentados na forma de gráficos para uma melhor visualização e análise.

A Figura 6.7 e a Figura 6.9 apresentadas na sequência ilustram a proporção entre o número de outorgas para captação subterrânea e para captação superficial, somando-se os registros constantes no banco de cobranças paulista e do CNARH, para cada uma das zonas e sub-bacias das Bacias PCJ.

A Figura 6.8 e a Figura 6.10 ilustram a proporção entre os volumes outorgados para captação subterrânea e para captação superficial, somando-se os registros constantes no banco de cobranças paulista e do CNARH, para cada uma das zonas e sub-bacias das Bacias PCJ.

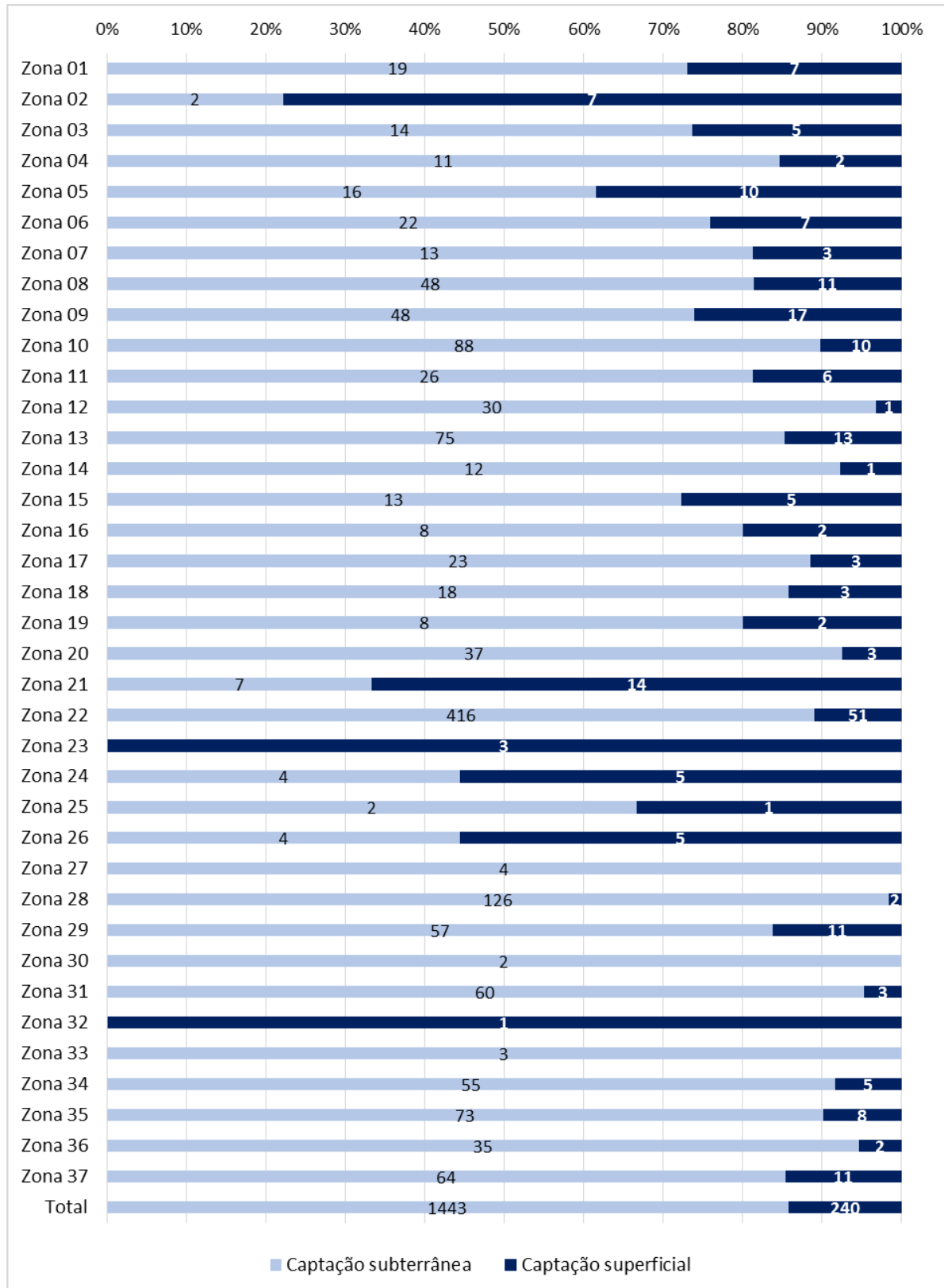


Figura 6.7 - Proporção entre o número de outorgas para captação subterrânea e para captação superficial, por zona.

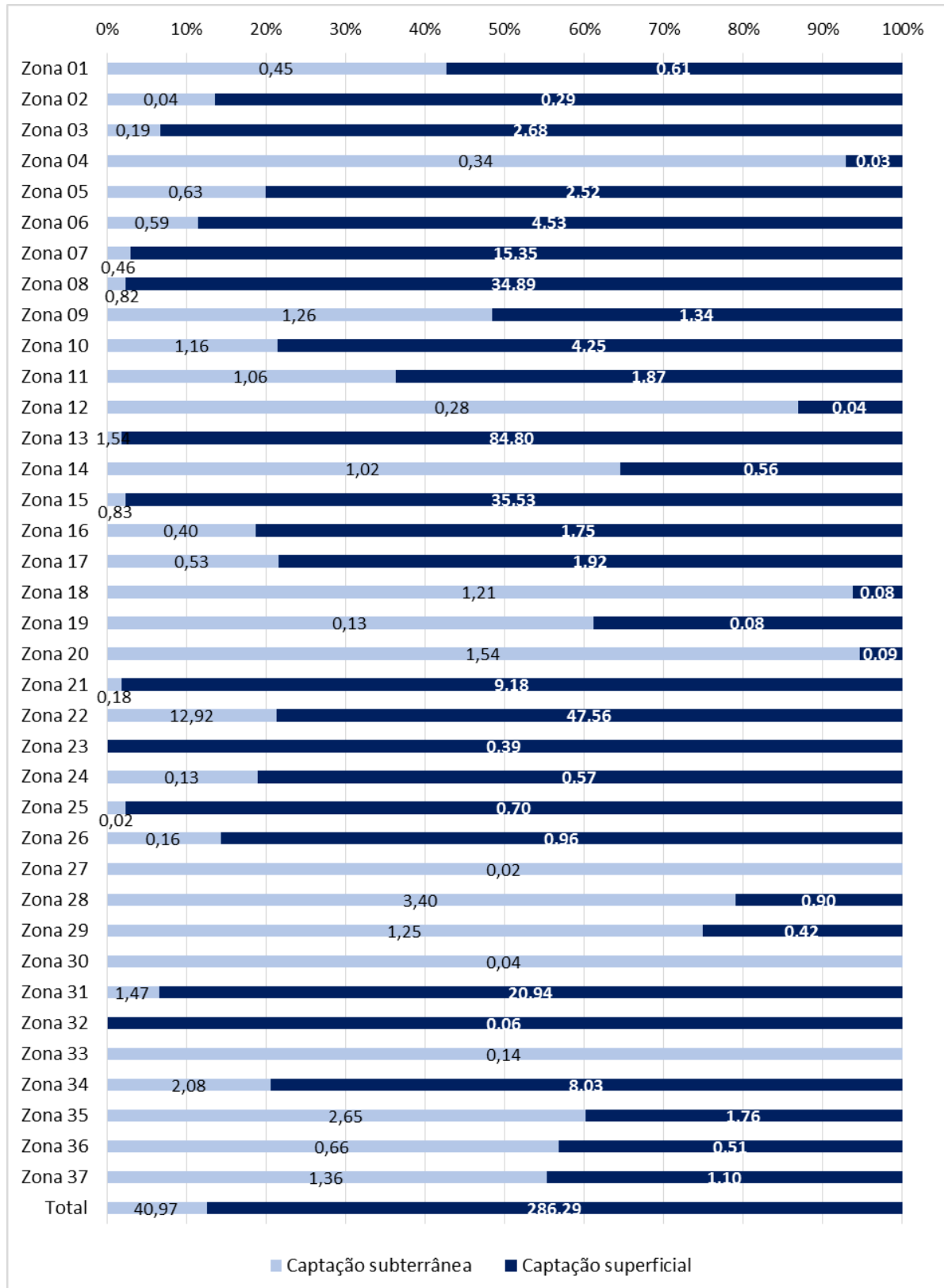


Figura 6.8 - Proporção entre os volumes outorgados (hm³/ano) para captação subterrânea e para captação superficial, por zona.

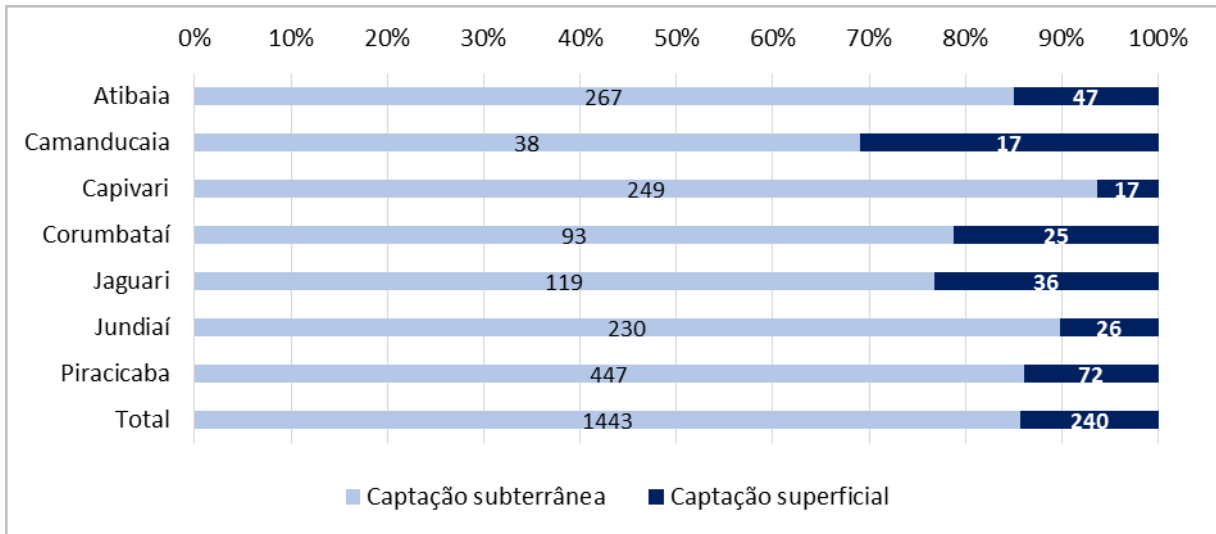


Figura 6.9 - Proporção entre o número de outorgas para captação subterrânea e para captação superficial por sub-bacia.

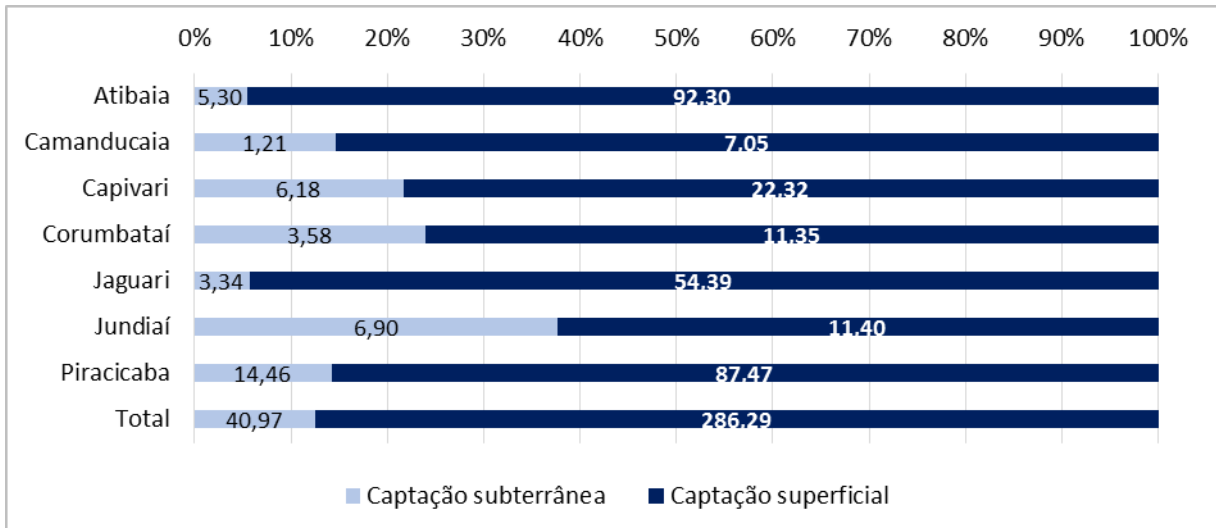


Figura 6.10 - Proporção entre os volumes outorgados (hm³/ano) para captação subterrânea e para captação superficial, por sub-bacia.

Como é possível observar na Figura 6.8 e na Figura 6.10, embora o número de outorgas para captação subterrânea corresponda à 86% dos registros nos bancos de cobrança paulista e do CNARH, quando analisados conjuntamente, o volume outorgado para captação superficial é notadamente maior, correspondendo a 87% do total outorgado.

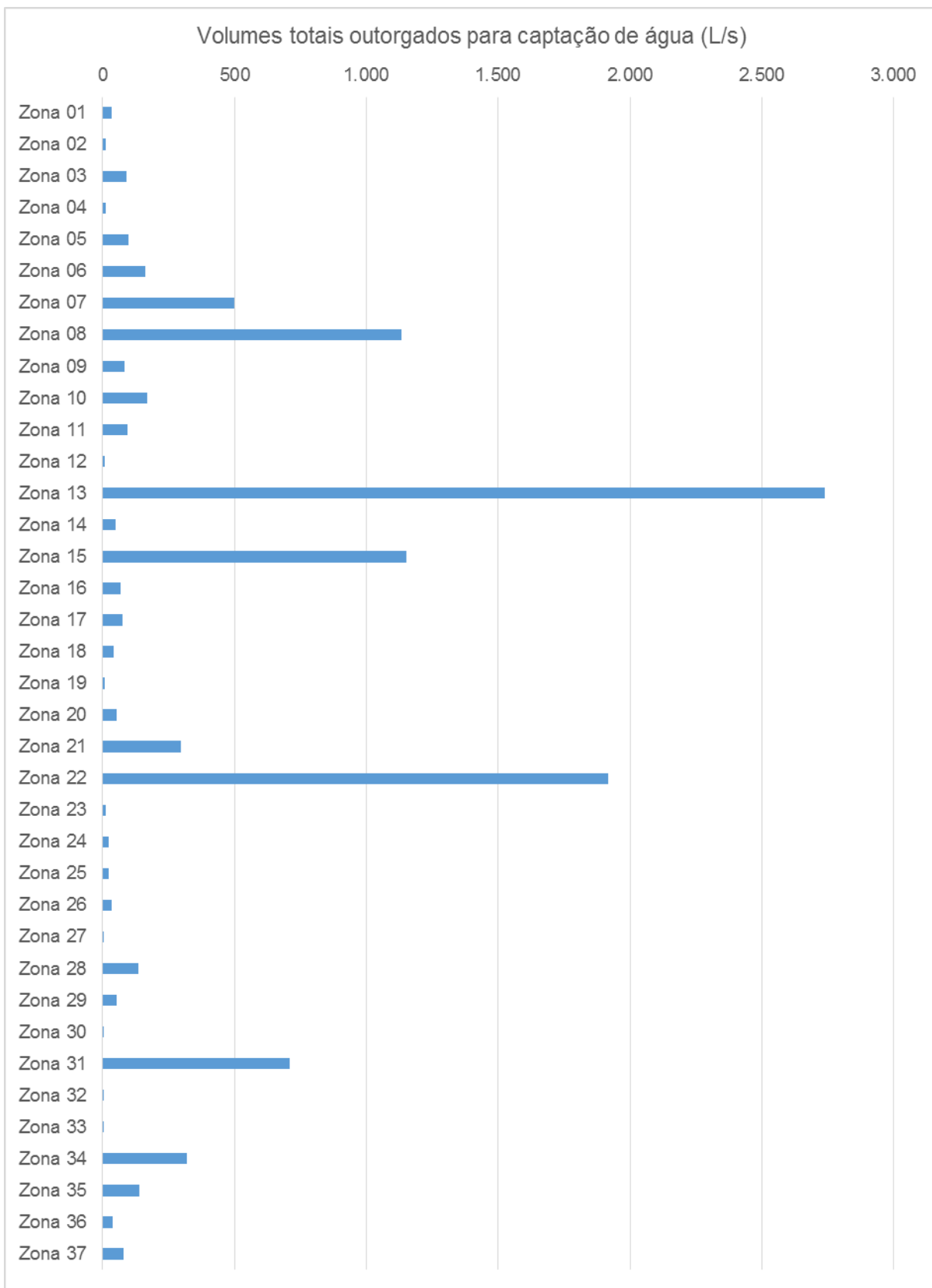


Figura 6.11 - Volumes anuais totais outorgados para captação de água, por zona.

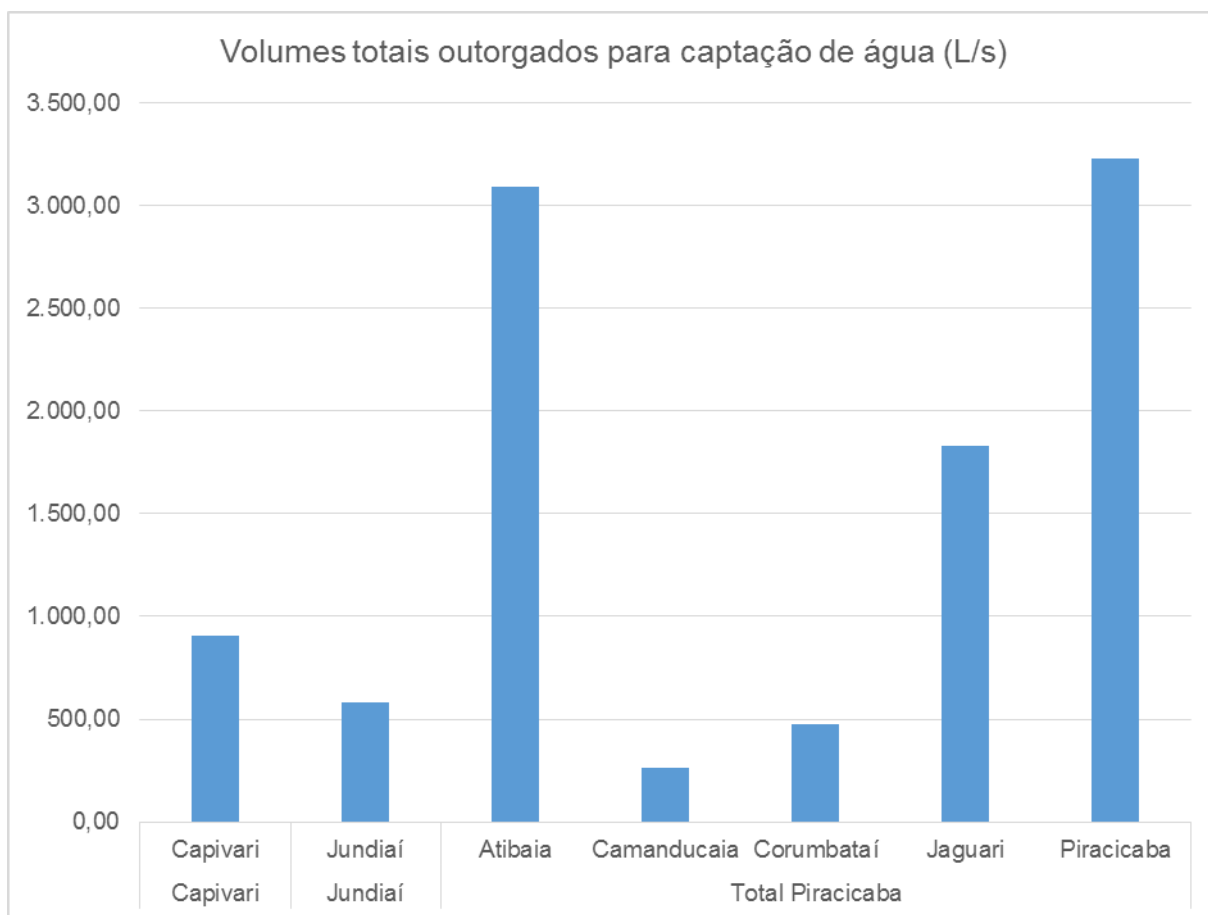


Figura 6.12 - Volumes anuais totais outorgados para captação de água, por sub-bacia.

O Quadro 6.9 apresenta a síntese das demandas hídricas para uso industrial por zona e por sub-bacia.

Quadro 6.9 - Síntese das demandas industriais por zona e por sub-bacias.

Sub-bacia	Zona	Volumes totais outorgados para captação de água (L/s)
Capivari	Zona 27	0,63
	Zona 28	136,35
	Zona 29	52,96
	Zona 30	1,27
	Zona 31	710,30
	Zona 32	1,90
Total Capivari		903,41
Jundiá	Zona 33	4,44
	Zona 34	320,59
	Zona 35	139,84
	Zona 36	37,10
	Zona 37	78,01
Total Jundiá		579,97
Atibaia	Zona 09	82,45
	Zona 10	171,23

Sub-bacia	Zona	Volumes totais outorgados para captação de água (L/s)
	Zona 11	92,91
	Zona 12	10,15
	Zona 13	2.738,14
	<i>Atibaia</i>	<i>3.094,88</i>
Camanducaia	Zona 05	99,89
	Zona 06	162,35
	<i>Camanducaia</i>	<i>262,24</i>
Corumbataí	Zona 17	77,69
	Zona 18	40,91
	Zona 19	6,66
	Zona 20	51,69
	Zona 21	296,80
	<i>Corumbataí</i>	<i>473,74</i>
Jaguari	Zona 01	33,61
	Zona 02	10,46
	Zona 03	91,01
	Zona 04	11,73
	Zona 07	501,33
	Zona 08	1.132,36
	Zona 14	50,10
	<i>Jaguari</i>	<i>1.830,61</i>
Piracicaba	Zona 15	1.152,65
	Zona 16	68,18
	Zona 22	1.917,49
	Zona 23	12,37
	Zona 24	22,51
	Zona 25	22,83
	Zona 26	35,83
	<i>Piracicaba</i>	<i>3.231,86</i>
<i>Total Piracicaba</i>		<i>8.893,33</i>
Total		10.376,71

Conforme ilustrado na Figura 6.12 e no Quadro 6.9, as sub-bacias com maior demanda de água para uso industrial são, em ordem decrescente, a sub-bacia do Rio Piracicaba (8.893,33 L/s), a sub-bacia do Rio Atibaia (3.094,88 L/s), e a sub-bacia do Rio Jaguari (1.830,61 L/s). Estas quatro zonas juntas detêm aproximadamente 79% do volume total de água outorgado para uso industrial nas Bacias PCJ.

Como é possível observar na Figura 6.11 e no Quadro 6.9, as zonas com maior demanda de água para uso industrial são, em ordem decrescente, a zona 13 (2.738,14 L/s), a zona 22 (1.917,49 L/s), a zona 15 (1.152,65 L/s) e a zona 08 (1.132,36 L/s). Estas quatro zonas juntas detêm aproximadamente 67% do volume total de água outorgado para uso industrial nas Bacias PCJ.

A zona 13, detentora de 26% do volume outorgado para captação de água, tem como principal curso d'água o Rio Atibaia, e abrange parte dos municípios de Americana, Nova Odessa, Paulínia, Jaguariúna e Campinas.

A zona 22, detentora de 18% do volume outorgado para captação de água, tem como principal curso d'água o Rio Piracicaba, e abrange parte dos municípios de Piracicaba,

Limeira, Rio das Pedras, Iracemápolis, Cordeirópolis, Santa Bárbara d'Oeste, Americana, Sumaré e Saltinho.

A zona 15, detentora de 11% do volume outorgado para captação de água, tem como principal curso d'água o Rio Piracicaba, e abrange parte dos municípios de Limeira e Americana.

A zona 08, detentora de 11% do volume outorgado para captação de água, tem como principal curso d'água o Rio Jaguari, e abrange parte dos municípios de Cosmópolis, Artur Nogueira, Holambra, Paulínia, Jaguariúna, Pedreira, Campinas e Limeira.

As zonas supracitadas localizam-se na Região Administrativa de Campinas (RA Campinas), a qual faz parte do chamado "corredor asiático", que consolida uma estrutura industrial diversificada.

Na área do "corredor asiático" há forte crescimento da cadeia industrial automotiva, registrado pela expansão do segmento de material de transporte. É observada também grande expansão da indústria farmacêutica e da produção de eletrodomésticos, máquinas para escritório e equipamentos de informática, material eletrônico e equipamentos de comunicação. Também tem relevância nesta região os ramos industriais de máquinas e equipamentos, materiais elétricos, produtos de plástico e aço e a chamada linha branca (SEADE, 2013).

Nesse sentido, os municípios desta região que mais se destacam em termos de desenvolvimento industrial são: Jundiá, Hortolândia, Louveira, Sumaré, Indaiatuba, Piracicaba, Vinhedo, Atibaia, Itupeva, Santa Bárbara d'Oeste, Rio Claro e Botucatu.

Para analisar as demandas para usos industriais é preciso atentar para as outorgas de lançamento de efluentes, tanto em corpos d'água quanto na aplicação em solo, por meio de fossas ou sumidouros. Esta vazão de retorno pode ser utilizada pelos usos mais a jusante e, portanto, deve ser considerada.

Quadro 6.10 - Outorgas constantes nos bancos de cobrança paulista e do CNARH para lançamento de efluentes, por zona.

Sub-bacia	Zona	Banco de cobrança paulista		Banco de cobrança do CNARH		Volume total outorgado para lançamentos (L/s)
		Nº de outorgas ativas para lançamentos	Volume outorgado (L/s)	Nº de outorgas ativas para lançamentos	Volume outorgado (L/s)	
Capivari	Zona 27	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	Zona 28	16,00	40,18	0,00	0,00	40,18
	Zona 29	11,00	6,82	0,00	0,00	6,82
	Zona 30	1,00	0,35	0,00	0,00	0,35
	Zona 31	6,00	557,30	0,00	0,00	557,30
	Zona 32	1,00	1,81	0,00	0,00	1,81
<i>Capivari total</i>		<i>35,00</i>	<i>606,45</i>	<i>0,00</i>	<i>0,00</i>	<i>606,45</i>
Jundiá	Zona 33	1,00	0,10	0,00	0,00	0,10
	Zona 34	6,00	149,77	0,00	0,00	149,77
	Zona 35	5,00	5,90	0,00	0,00	5,90
	Zona 36	4,00	20,55	0,00	0,00	20,55
	Zona 37	15,00	24,70	0,00	0,00	24,70
<i>Jundiá Total</i>		<i>31,00</i>	<i>201,01</i>	<i>0,00</i>	<i>0,00</i>	<i>201,01</i>
Atibaia	Zona 09	11,00	47,28	0,00	0,00	47,28
	Zona 10	13,00	99,35	5,00	32,15	131,50
	Zona 11	3,00	56,48	0,00	0,00	56,48

Sub-bacia	Zona	Banco de cobrança paulista		Banco de cobrança do CNARH		Volume total outorgado para lançamentos (L/s)
		Nº de outorgas ativas para lançamentos	Volume outorgado (L/s)	Nº de outorgas ativas para lançamentos	Volume outorgado (L/s)	
	Zona 12	8,00	103,85	0,00	0,00	103,85
	Zona 13	20,00	2.166,83	5,00	313,64	2.480,47
Atibaia total		55,00	2.473,78	10,00	345,80	2.819,57
Camanducaia	Zona 05	6,00	7,52	4,00	28,67	36,18
	Zona 06	5,00	95,35	1,00	27,78	123,13
Camanducaia Total		11,00	102,87	5,00	56,44	159,31
Corumbataí	Zona 17	1,00	0,10	0,00	0,00	0,10
	Zona 18	3,00	6,60	0,00	0,00	6,60
	Zona 19	3,00	2,51	0,00	0,00	2,51
	Zona 20	2,00	3,04	0,00	0,00	3,04
	Zona 21	13,00	188,99	0,00	0,00	188,99
Corumbataí Total		22,00	201,23	0,00	0,00	201,23
Jaguari	Zona 01	0,00	0,00	17,00	13,22	13,22
	Zona 02	4,00	6,22	0,00	0,00	6,22
	Zona 03	4,00	57,33	0,00	0,00	57,33
	Zona 04	4,00	1,65	0,00	0,00	1,65
	Zona 07	1,00	0,63	0,00	0,00	0,63
	Zona 08	9,00	198,28	4,00	292,94	491,22
	Zona 14	1,00	17,82	0,00	0,00	17,82
Jaguari Total		23,00	281,93	21,00	306,16	588,09
Piracicaba	Zona 15	2,00	33,61	1,00	8,82	42,43
	Zona 16	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	Zona 22	38,00	1.403,00	5,00	277,97	1.680,97
	Zona 23	1,00	3,81	0,00	0,00	3,81
	Zona 24	4,00	14,81	0,00	0,00	14,81
	Zona 25	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	Zona 26	2,00	28,73	0,00	0,00	28,73
Piracicaba Total		47,00	1.483,95	6,00	286,78	1.770,74
Total		224,00	5.351,22	42,00	995,18	6.346,40

Quadro 6.11 - Outorgas constantes nos bancos de cobrança paulista e do CNARH para lançamento de efluentes, por sub-bacia.

Bacia Hidrográfica	Sub-bacia	Banco de cobrança paulista		Banco de cobrança do CNARH		Volume total outorgado para lançamentos (L/s)
		Nº de outorgas ativas para lançamentos	Volume outorgado (L/s)	Nº de outorgas ativas para lançamentos	Volume outorgado (L/s)	
Total Capivari	Capivari	35	606,45	0	0,00	606,45
Total Jundiá	Jundiá	31	201,01	0	0,00	201,01
Total Piracicaba	Atibaia	55	2.473,78	10	345,80	2.819,57
	Camanducaia	11	102,87	5	56,44	159,31
	Corumbataí	22	201,23	0	0,00	201,23
	Jaguari	23	281,93	21	306,16	588,09
	Piracicaba	47	1.483,95	6	286,78	1.770,74
	Total Piracicaba		158	4.543,76	42	995,18
Total		224	5.351,22	42	995,18	6.346,40

Na Figura 6.13 e Figura 6.14 estão apresentadas as vazões de lançamento cadastradas no cadastro paulista e no CNARH.

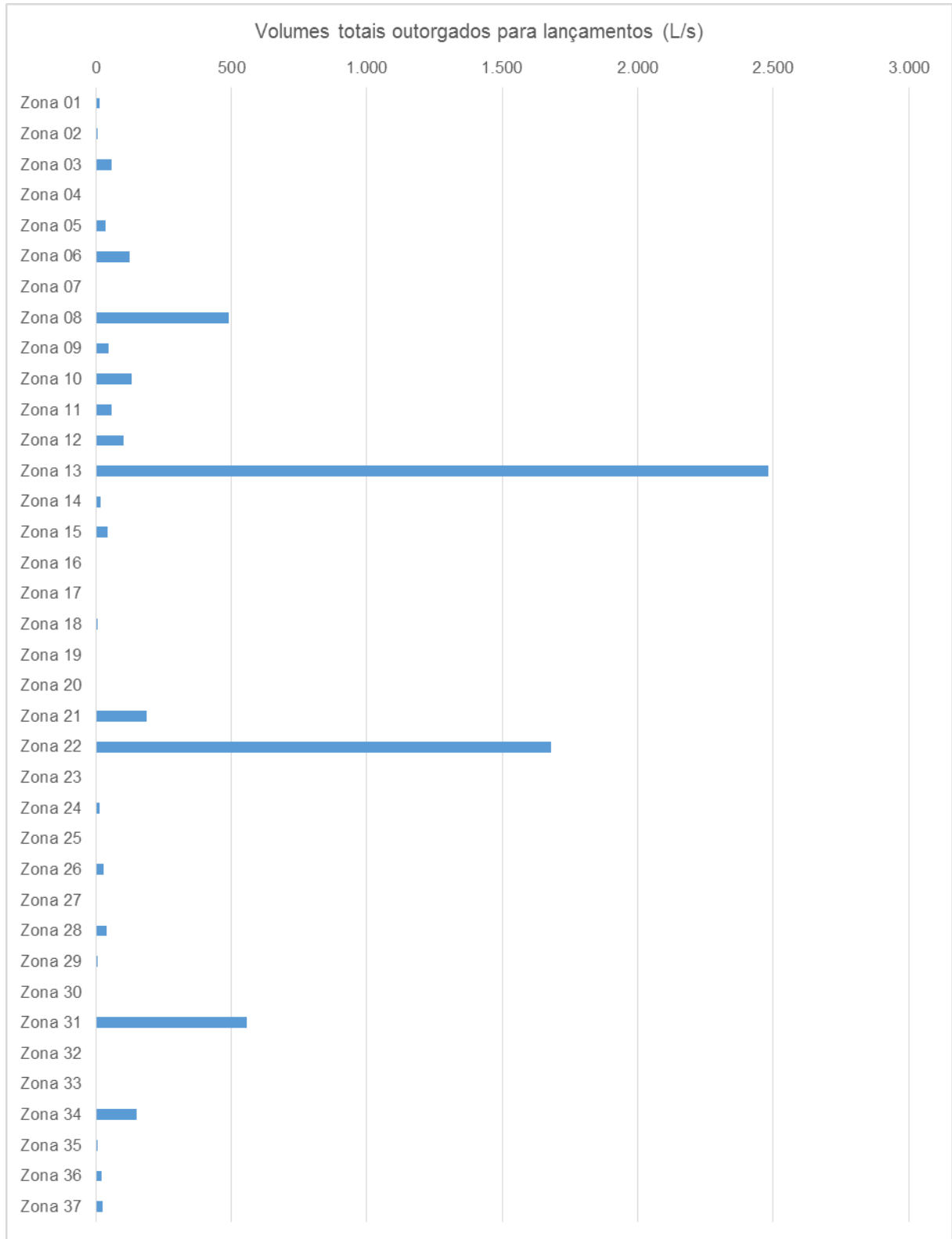


Figura 6.13 - Volumes anuais totais outorgados para lançamento, por zona.

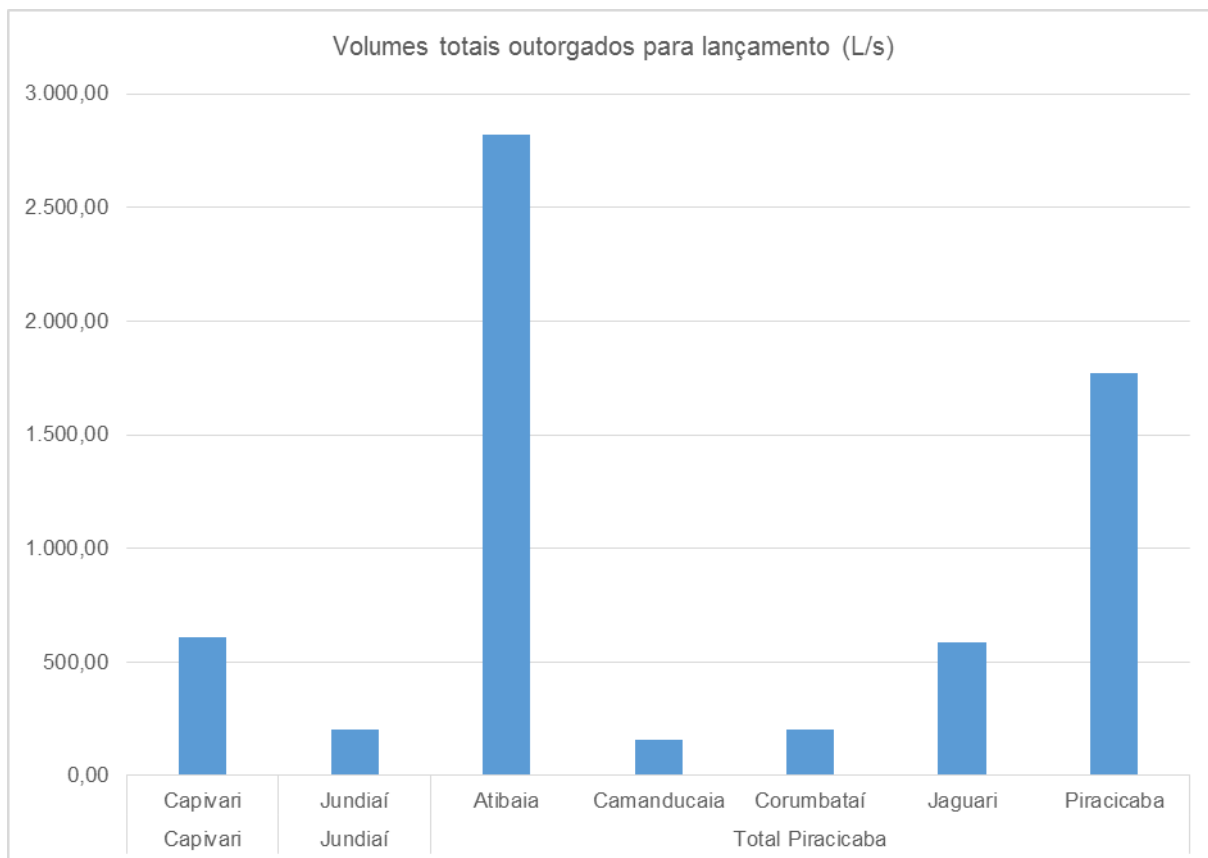


Figura 6.14 - Volumes anuais totais outorgados para lançamento, por sub-bacia.

Para fins de balanço hídrico, deve-se atentar para o fato de que nem sempre os lançamentos são realizados nas mesmas zonas ou sub-bacias onde foram realizadas as captações. Por fim, o Quadro 6.12 e na Figura 6.15 está apresentado o balanço hídrico industrial nas Bacias PCJ, calculado a partir das captações e lançamentos cadastrados.

Quadro 6.12 – Balanço hídrico industrial

Bacia Hidrográfica	Sub-bacia	Volumes totais outorgados para captação de água (L/s)	Volume total outorgado para lançamentos (L/s)	Balanço das captações e lançamentos (L/s)
Capivari	Capivari	903,41	-606,45	296,96
Jundiá	Jundiá	579,97	-201,01	378,96
Total Piracicaba	Atibaia	3.094,88	-2.819,57	275,30
	Camanducaia	262,24	-159,31	102,93
	Corumbataí	473,74	-201,23	272,51
	Jaguari	1.830,61	-588,09	1.242,52
	Piracicaba	3.231,86	-1.770,74	1.461,12
	<i>Total Piracicaba</i>		8.893,33	-5.538,94
Total		10.376,71	-6.346,40	4.030,31

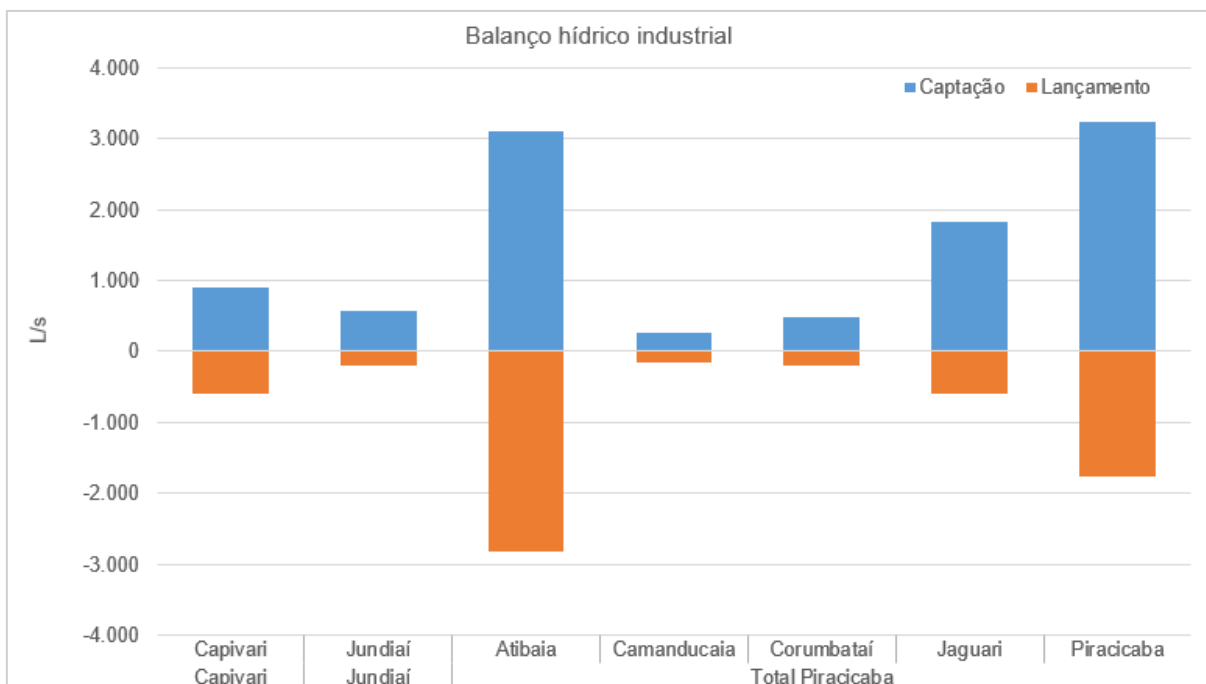


Figura 6.15 - Balanço hídrico industrial

6.1.3 Demanda de Irrigação

6.1.3.1 Estimativa da demanda

As estimativas para as demandas de irrigação nas Bacias PCJ foram realizadas baseadas principalmente no estudo da Agência Nacional de Águas “Uso da Água na Agricultura Irrigada” (ANA, 2017) e no Memorial Descritivo da Estimativa de Demanda de Irrigação Contida no Documento “Plano Nacional de Recursos Hídricos – Documento Base de Referência, Minuta” NOTA TÉCNICA ANA 007 / SPR / 2003 – (ANA, 2003 *apud* MMA, 2010). O primeiro mapeou as áreas irrigadas de todos os municípios brasileiros em 2015, e o segundo realizou um levantamento nos estados para obter estimativas de consumo hídrico unitário para irrigação. A partir das áreas irrigadas nos municípios foi feito o recorte espacial para extrair apenas as áreas irrigadas dentro da área das Bacias PCJ, considerando uma distribuição uniforme, e a essa área obtida é aplicado o coeficiente de consumo unitário. As áreas, coeficientes utilizados e demandas captadas resultantes estão apresentadas no Quadro 6.13.

Quadro 6.13 – Coeficientes utilizados, área irrigada e demanda captada estimada para irrigação por município

Município	Estado	Coeficiente de demanda unitária ¹ (l/s.km)	Área irrigada ² (km ²)	Demanda (m ³ /s)
Águas de São Pedro	SP	0,25	0,00	0,00
Americana	SP	0,25	1,04	0,03
Amparo	SP	0,25	0,04	0,00
Analândia	SP	0,25	2,63	0,07
Anhembi	SP	0,25	2,59	0,06
Artur nogueira	SP	0,25	5,18	0,13
Atibaia	SP	0,25	25,36	0,63
Bom Jesus dos Perdões	SP	0,25	0,87	0,02

Município	Estado	Coefficiente de demanda unitária¹ (l/s.km)	Área irrigada² (km²)	Demanda (m³/s)
Botucatu	SP	0,25	2,16	0,05
Bragança Paulista	SP	0,25	13,92	0,35
Brotas	SP	0,25	0,03	0,00
Cabreúva	SP	0,25	1,69	0,04
Camanducaia	MG	0,3	0,83	0,02
Campinas	SP	0,25	16,11	0,40
Campo Limpo Paulista	SP	0,25	0,24	0,01
Capivari	SP	0,25	8,08	0,20
Charqueada	SP	0,25	1,41	0,04
Cordeirópolis	SP	0,25	16,96	0,42
Corumbataí	SP	0,25	3,65	0,09
Cosmópolis	SP	0,25	1,01	0,03
Dois Córregos	SP	0,25	5,04	0,13
Elias Fausto	SP	0,25	6,76	0,17
Engenheiro Coelho	SP	0,25	1,52	0,04
Extrema	MG	0,3	1,82	0,05
Holambra	SP	0,25	8,68	0,22
Hortolândia	SP	0,25	0,13	0,00
Indaiatuba	SP	0,25	8,20	0,21
Ipeúna	SP	0,25	0,67	0,02
Iracemópolis	SP	0,25	3,72	0,09
Itapeva	MG	0,3	1,33	0,04
Itatiba	SP	0,25	9,87	0,25
Itirapina	SP	0,25	8,41	0,21
Itu	SP	0,25	0,14	0,00
Itupeva	SP	0,25	4,35	0,11
Jaguariúna	SP	0,25	4,59	0,11
Jarinu	SP	0,25	8,75	0,22
Joanópolis	SP	0,25	0,63	0,02
Jundiá	SP	0,25	8,57	0,21
Limeira	SP	0,25	15,46	0,39
Louveira	SP	0,25	0,84	0,02
Mairiporã	SP	0,25	0,01	0,00
Moji Mirim	SP	0,25	7,36	0,18
Mombuca	SP	0,25	3,15	0,08
Monte Alegre do Sul	SP	0,25	2,68	0,07
Monte Mor	SP	0,25	8,21	0,21
Morungaba	SP	0,25	1,35	0,03
Nazaré Paulista	SP	0,25	1,22	0,03
nova Odessa	SP	0,25	0,31	0,01
Paulínia	SP	0,25	3,85	0,10
Pedra Bela	SP	0,25	3,07	0,08
Pedreira	SP	0,25	1,32	0,03
Pinhalzinho	SP	0,25	2,06	0,05
Piracaia	SP	0,25	2,68	0,07
Piracicaba	SP	0,25	18,02	0,45
Rafard	SP	0,25	0,03	0,00
Rio Claro	SP	0,25	1,00	0,02

Município	Estado	Coefficiente de demanda unitária ¹ (l/s.km)	Área irrigada ² (km ²)	Demanda (m ³ /s)
Rio das Pedras	SP	0,25	7,21	0,18
Saltinho	SP	0,25	0,63	0,02
Salto	SP	0,25	0,53	0,01
Santa Bárbara d'Oeste	SP	0,25	3,98	0,10
Santa Gertrudes	SP	0,25	7,45	0,19
Santa Maria da Serra	SP	0,25	2,03	0,05
Santo Antônio de Posse	SP	0,25	7,76	0,19
São Pedro	SP	0,25	0,24	0,01
Sapucaí-Mirim	MG	0,3	0,28	0,01
Serra Negra	SP	0,25	0,40	0,01
Socorro	SP	0,25	1,26	0,03
Sumaré	SP	0,25	4,41	0,11
Tietê	SP	0,25	0,79	0,02
Toledo	MG	0,3	1,96	0,06
Torrinha	SP	0,25	2,43	0,06
Tuiuti	SP	0,25	5,35	0,13
Valinhos	SP	0,25	6,55	0,16
Vargem	SP	0,25	1,95	0,05
Várzea Paulista	SP	0,25	0,03	0,00
Vinhedo	SP	0,25	0,88	0,02
Total Geral	-	-	315,76	7,93

¹ Retirado de NOTA TÉCNICA ANA 007 / SPR / 2003 – (ANA, 2003 *apud* MMA, 2010)

² Retirado de Uso da Água na Agricultura Irrigada (ANA, 2017)

A área irrigada total estimada nas Bacias PCJ a partir do estudo da ANA foi de 315,75 km², que gera uma demanda de 7,93 m³/s, a partir dos coeficientes de demanda unitária. Destacam-se os municípios de Atibaia, Campinas, Cordeirópolis e Piracicaba como os de maior demanda.

Na Figura 6.16 estão apresentadas as demandas por município.

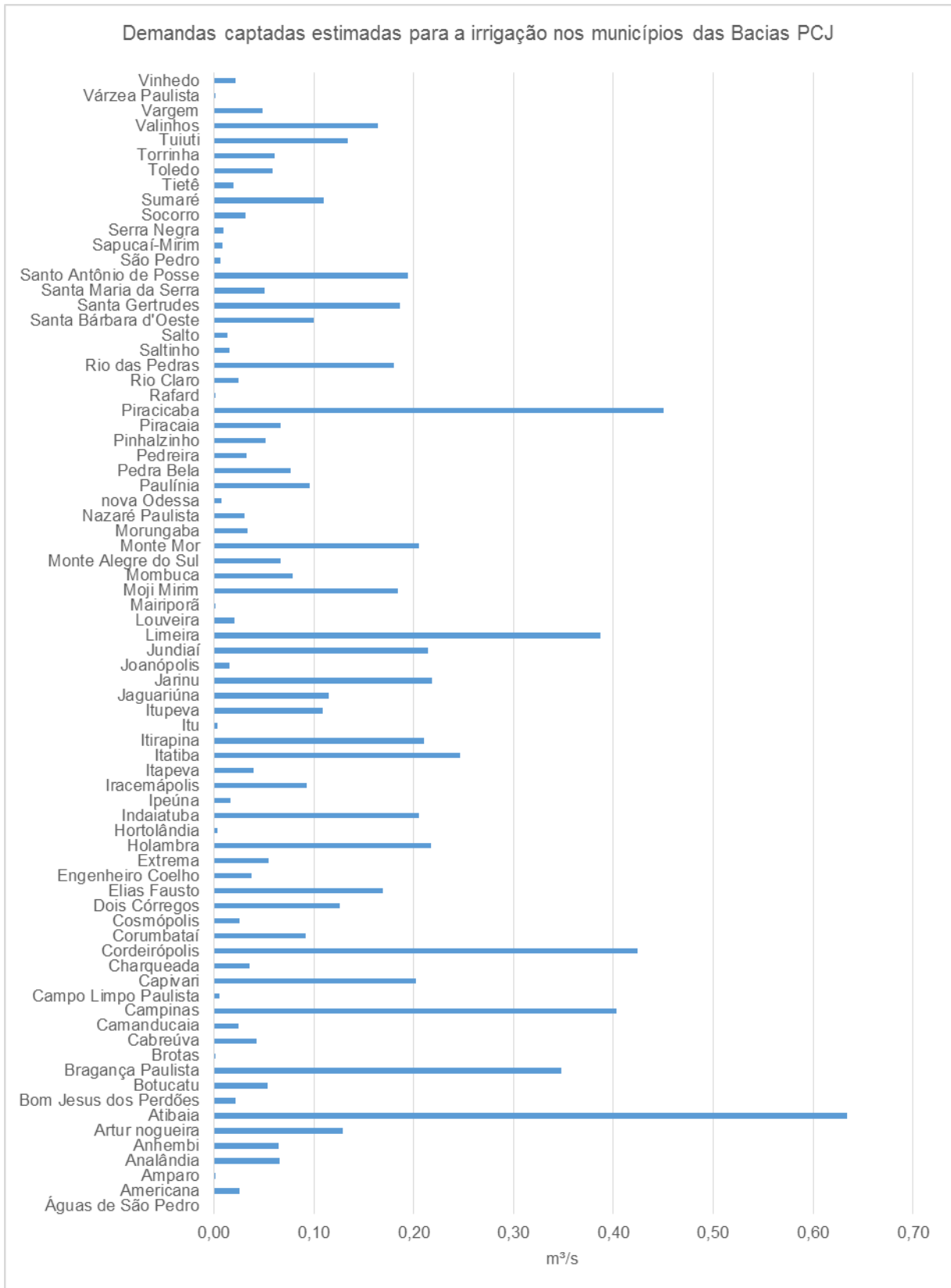


Figura 6.16 - Demanda captada estimada para irrigação por município

A partir dos recortes entre municípios e zonas é possível obter as áreas irrigadas por zonas e sub-bacias, e estimar as demandas por zona. As áreas e demandas estão apresentadas no Quadro 6.14, e as demandas por zona na Figura 6.17.

Quadro 6.14 – Área irrigada e demanda captada estimada para irrigação por zona e sub-bacias

Sub-Bacia	Zona	Área irrigada (km ²)	Demanda (m ³ /s)
Capivari	Zona 27	1,19	0,03
	Zona 28	3,85	0,10
	Zona 29	6,46	0,16
	Zona 30	5,24	0,13
	Zona 31	20,36	0,51
	Zona 32	3,92	0,10
	<i>Capivari total</i>	<i>41,02</i>	<i>1,03</i>
Jundiá	Zona 33	3,39	0,08
	Zona 34	2,78	0,07
	Zona 35	7,17	0,18
	Zona 36	2,88	0,07
	Zona 37	8,09	0,20
	<i>Jundiá total</i>	<i>24,31</i>	<i>0,61</i>
Atibaia	Zona 09	22,41	0,56
	Zona 10	27,66	0,69
	Zona 11	4,20	0,11
	Zona 12	3,17	0,08
	Zona 13	8,00	0,20
	<i>Atibaia total</i>	<i>65,44</i>	<i>1,64</i>
Camanducaia	Zona 05	9,57	0,24
	Zona 06	4,84	0,12
	<i>Camanducaia total</i>	<i>14,41</i>	<i>0,36</i>
Corumbataí	Zona 17	5,85	0,15
	Zona 18	0,80	0,02
	Zona 19	8,98	0,22
	Zona 20	8,26	0,21
	Zona 21	3,17	0,08
	<i>Corumbataí total</i>	<i>27,07</i>	<i>0,68</i>
Jaguari	Zona 01	4,36	0,13
	Zona 02	4,75	0,12
	Zona 03	4,53	0,11
	Zona 04	11,89	0,30
	Zona 07	21,00	0,52
	Zona 08	11,72	0,29
	Zona 14	12,57	0,31
	<i>Jaguari total</i>	<i>70,81</i>	<i>1,79</i>
Piracicaba	Zona 15	0,68	0,02
	Zona 16	4,48	0,11
	Zona 22	44,52	1,11
	Zona 23	0,45	0,01
	Zona 24	4,47	0,11
	Zona 25	1,65	0,04
	Zona 26	16,44	0,41
<i>Piracicaba total</i>	<i>72,70</i>	<i>1,82</i>	
Total Bacia do Piracicaba		250,42	6,28
Total Geral		315,76	7,92

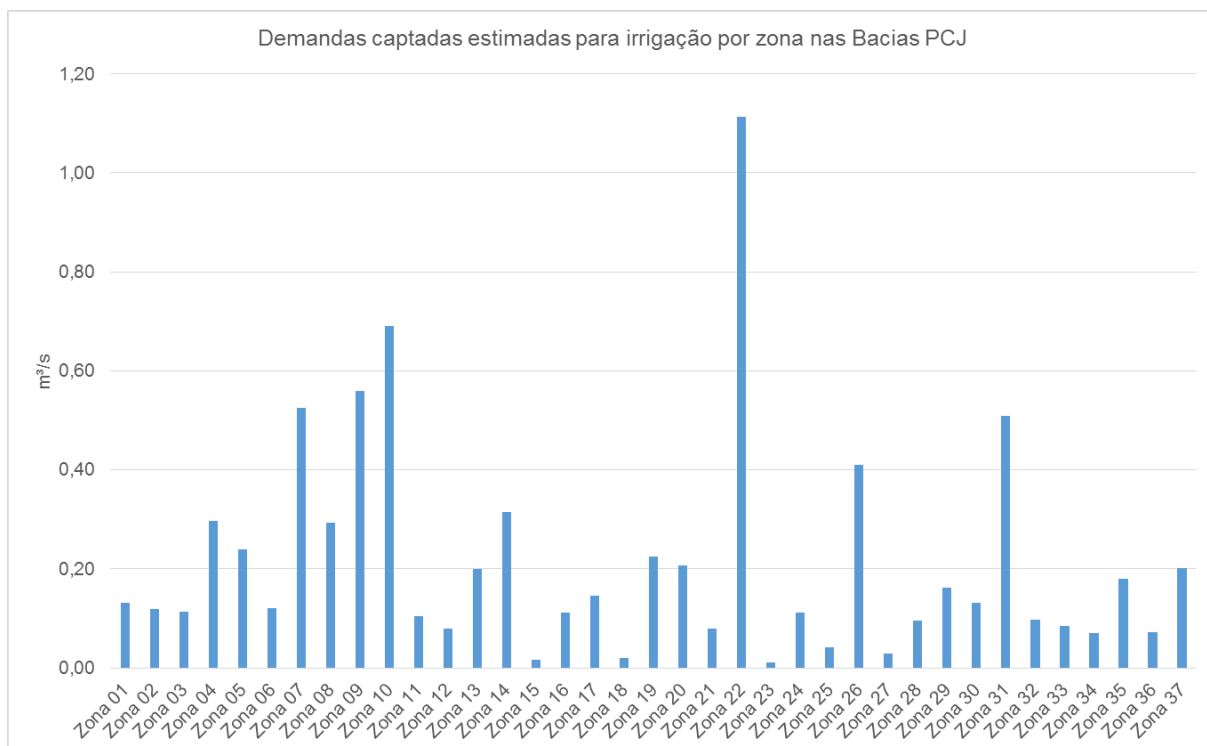


Figura 6.17 - Demanda captada estimada para irrigação por zonas

Os valores de área e demanda obtidos por zona foram agrupados para as sub-bacias e apresentados no Quadro 6.15 e na Figura 6.18.

Quadro 6.15 – Área irrigada e demanda captada estimada para irrigação por sub-bacias

Bacia hidrográfica	Sub-Bacia	Área irrigada (km ²)	Demanda (m ³ /s)
Capivari	<i>Capivari total</i>	41,02	1,03
Jundiá	<i>Jundiá total</i>	24,31	0,61
Piracicaba	Atibaia	65,44	1,64
	Camanducaia	14,41	0,36
	Corumbataí	27,07	0,68
	Jaguari	70,81	1,79
	Piracicaba	72,70	1,82
	<i>Total Piracicaba</i>	250,42	6,28
Total PCJ		315,76	7,92

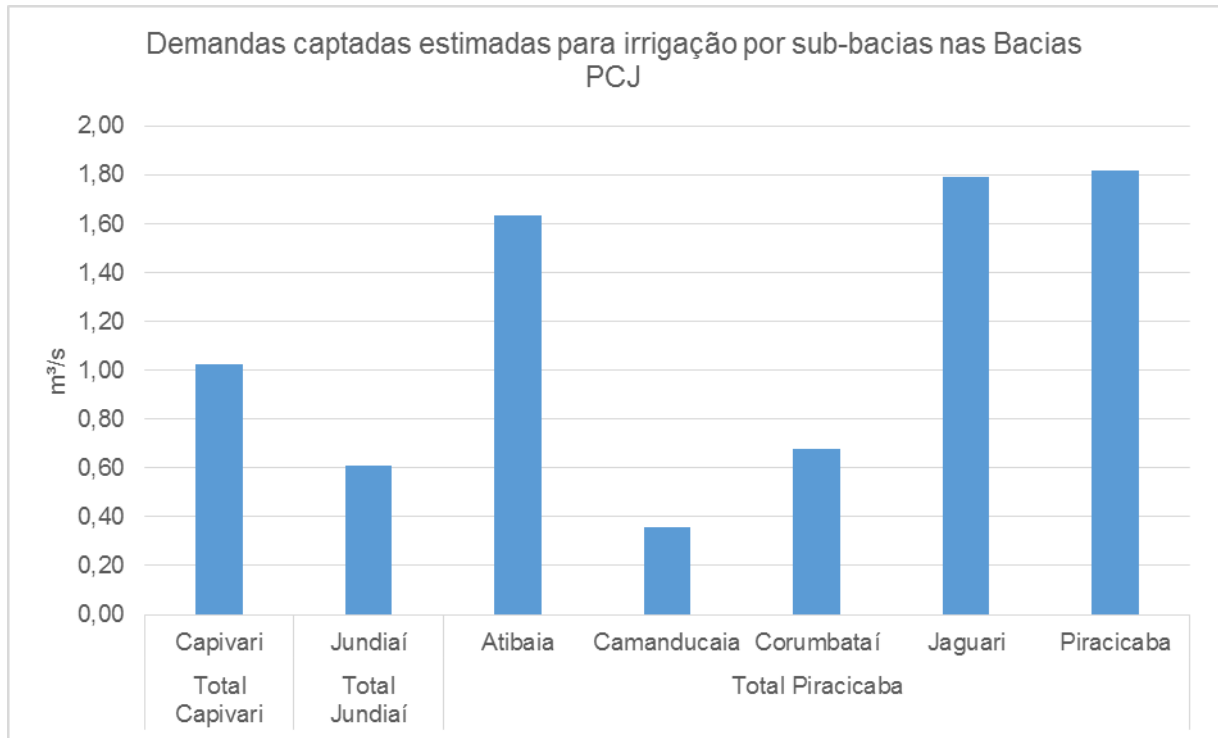


Figura 6.18 - Demanda captada estimada para irrigação por sub-bacias

As sub-bacias com maior demanda irrigada são as do Piracicaba, Jaguari e Atibaia, com demandas irrigadas de 1,82 m³/s, 1,79 m³/s e 1,64 m³/s, respectivamente.

6.1.3.2 Comparação com outras fontes de dados

Os valores obtidos serão comparados com outras fontes de dados para análise da robustez dos resultados.

Serão analisadas as seguintes fontes alternativas:

- Relatório de Situação 2002-2003 (IRRIGART, 2004)
- Relatório de Situação 2004-2006 (IRRIGART, 2007)
- Cadastro de Irrigantes das Bacias PCJ (HIPLAN, 2004)
- Plano das Bacias PCJ 2010-2020 (COBRAPE, 2010).
- Cadastros de outorga da ANA, DAEE e IGAM
- Atos Declaratórios dos usuários do meio rural (DAEE, 2015)

Seguem apresentados no Quadro 6.16 e na Figura 6.19 os resultados para as demandas de irrigação apresentadas nos outros estudos das Bacias PCJ, os relatórios de situação para os anos de 2002-2003 (IRRIGART, 2004) e 2004-2006 (IRRIGART, 2007), o Cadastro de Irrigantes das Bacias PCJ (HIPLAN, 2004) e o Plano das Bacias PCJ 2010-2020 (COBRAPE, 2010).

Quadro 6.16 – Demandas de uso da água para irrigação nos estudos anteriores das Bacias PCJ

Bacia hidrográfica/ Sub-bacia	Demanda captadas para irrigação (m ³ /s)				
	Relatório de Situação das Bacias PCJ 2002-2003 (2004)	Cadastro de Irrigantes das Bacias PCJ* (2004)	Relatório de Situação das Bacias PCJ 2004-2006 (2007)	Plano das Bacias PCJ 2010-2020 (2011)	Revisão do Plano PCJ (coef. ANA) (2017)
Capivari	2,23	1,07	0,67	1,67	1,03
Jundiá	0,83	0,57	0,87	0,75	0,61
Atibaia	1,38	1,72	1,58	1,05	1,64
Camanducaia	0,49	0,64	0,55	0,43	0,36
Corumbataí	0,60	0,90	0,81	0,38	0,68
Jaguari	1,13	0,64	0,86	1,43	1,79
Piracicaba	1,46	2,89	1,67	0,98	1,82
<i>Total Piracicaba</i>	<i>5,05</i>	<i>6,79</i>	<i>5,47</i>	<i>4,27</i>	<i>6,28</i>
Total	8,11	8,43	7,01	6,69	7,92

*Demandas para irrigação + aquicultura

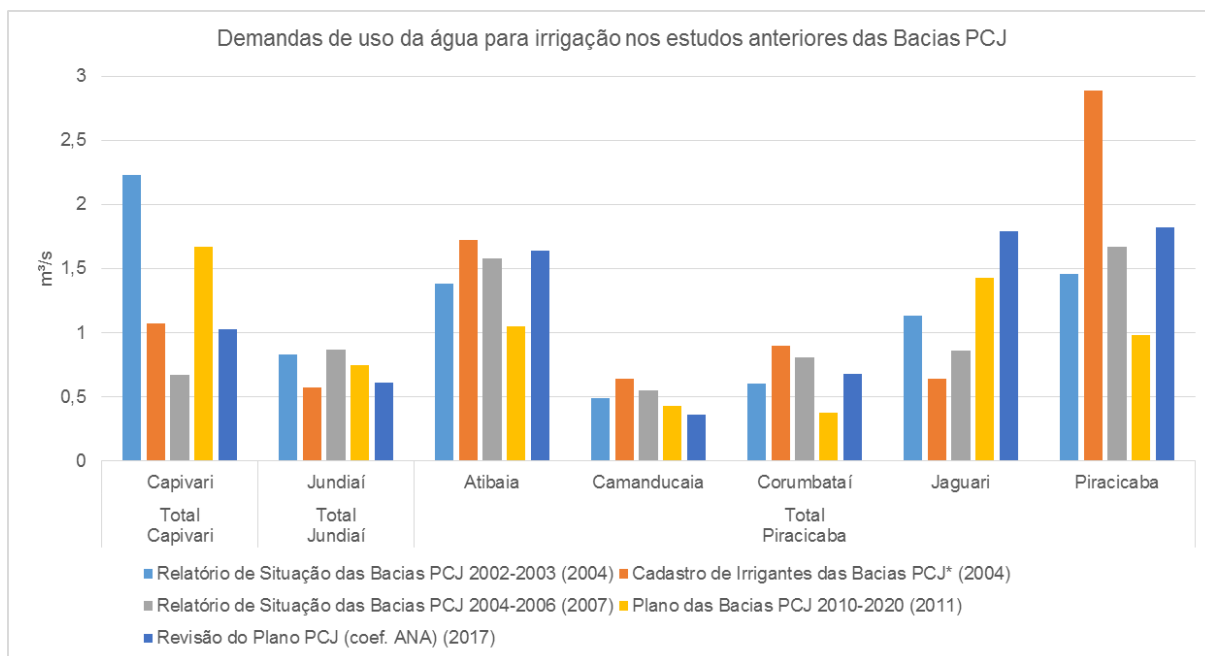


Figura 6.19 – Demandas estimadas nos diferentes estudos anteriores

Os valores estimados para este plano foram bem próximos das estimativas de estimativas anteriores, chegando a uma vazão captada média total de 7,92 m³/s para toda a região, comparados com os 6,69 m³/s obtidos no plano anterior, 7,01 obtidos no Relatório de Situação 2004-2006 e 8,11 do Relatório de Situação 2002-2003.

Destaca-se que o Cadastro de Irrigantes das Bacias PCJ (2004) apresentou na verdade um apanhado de estudos já existentes para estimar a demanda de aquicultura e irrigação, utilizando como base o Plano de Bacias de 2000/2003. Considerando a inclusão da aquicultura nessas demandas, deve-se analisar com cautela esses valores. O próprio cadastro apenas levantou em detalhes informações sobre duas sub-bacias, do Atibaia e Jaguari, indicando um consumo de 2,782 m³/s para essas sub-bacias.

6.1.3.3 Comparação com as vazões outorgadas

Além dos estudos anteriores, foram levantadas informações dos cadastros de outorga da ANA, do DAEE e do IGAM, apresentadas no Quadro 6.17.

Quadro 6.17 – Vazões de irrigação estimadas e outorgadas pela ANA, DAEE e IGAM

Bacia/sub-bacia	Zona	Vazões outorgadas (m ³ /s)				Vazões estimadas (m ³ /s)
		ANA	DAEE	IGAM	Total	
Capivari	Zona 27	0,000	0,001	0,000	0,001	0,030
	Zona 28	0,000	0,027	0,000	0,027	0,096
	Zona 29	0,000	0,028	0,000	0,028	0,162
	Zona 30	0,000	0,020	0,000	0,020	0,131
	Zona 31	0,000	0,050	0,000	0,050	0,509
	Zona 32	0,000	0,000	0,000	0,000	0,098
Capivari Total		0,000	0,126	0,000	0,126	1,026
Jundiá	Zona 33	0,000	0,004	0,000	0,004	0,085
	Zona 34	0,000	0,008	0,000	0,008	0,070
	Zona 35	0,000	0,048	0,000	0,048	0,179
	Zona 36	0,000	0,002	0,000	0,002	0,072
	Zona 37	0,000	0,014	0,000	0,014	0,202
Jundiá Total		0,000	0,076	0,000	0,076	0,608
Atibaia	Zona 09	0,000	0,207	0,000	0,207	0,560
	Zona 10	0,001	0,166	0,000	0,167	0,691
	Zona 11	0,000	0,007	0,000	0,007	0,105
	Zona 12	0,000	0,009	0,000	0,009	0,079
	Zona 13	0,000	0,023	0,000	0,023	0,200
Atibaia Total		0,001	0,412	0,000	0,413	1,636
Camanducaia	Zona 05	0,043	0,122	0,000	0,165	0,239
	Zona 06	0,000	0,060	0,000	0,060	0,121
Camanducaia Total		0,043	0,182	0,000	0,225	0,360
Corumbataí	Zona 17	0,000	0,090	0,000	0,090	0,146
	Zona 18	0,000	0,042	0,000	0,042	0,020
	Zona 19	0,000	0,078	0,000	0,078	0,225
	Zona 20	0,000	0,010	0,000	0,010	0,206
	Zona 21	0,000	0,011	0,000	0,011	0,079
Corumbataí Total		0,000	0,231	0,000	0,231	0,677
Jaguari	Zona 01	0,000	0,000	0,006	0,006	0,131
	Zona 02	0,000	0,012	0,000	0,012	0,119
	Zona 03	0,000	0,162	0,000	0,162	0,113
	Zona 04	0,000	0,027	0,000	0,027	0,297
	Zona 07	0,000	0,276	0,000	0,276	0,525
	Zona 08	0,000	0,127	0,000	0,127	0,293
	Zona 14	0,000	0,063	0,000	0,063	0,314
Jaguari Total		0,000	0,667	0,006	0,673	1,792
Piracicaba	Zona 15	0,000	0,001	0,000	0,001	0,017
	Zona 16	0,000	0,003	0,000	0,003	0,112
	Zona 22	0,071	0,305	0,000	0,376	1,113
	Zona 23	0,000	0,003	0,000	0,003	0,011
	Zona 24	0,000	0,011	0,000	0,011	0,112
	Zona 25	0,000	0,021	0,000	0,021	0,041

Bacia/sub-bacia	Zona	Vazões outorgadas (m³/s)				Vazões estimadas (m³/s)
		ANA	DAEE	IGAM	Total	
	Zona 26	0,003	0,059	0,000	0,062	0,411
Piracicaba Total		0,074	0,403	0,000	0,477	1,817
Total bacia do Piracicaba		0,118	1,895	0,006	2,019	6,282
Total PCJ		0,118	2,097	0,006	2,221	7,916

Também foram levantadas informações disponíveis nos Atos Declaratórios para Cadastro de Usos de Recursos Hídricos Superficiais e Subterrâneos para Usuários Rurais, uma ferramenta do DAEE definida na Portaria DAEE Nº 1800/2013, Ret-Ratificada no DOE de 07/03/2015, onde os usuários podem registrar seus usos rurais.

A seguir são apresentadas as vazões declaradas nos atos declaratórios, vazões outorgadas pelos órgãos gestores e vazões estimadas na revisão do plano, no Quadro 6.18 e Quadro 6.19.

Quadro 6.18 – Vazões declaradas nos atos declaratórios, outorgadas pelos órgãos gestores, e estimadas por esse estudo, por zona, para as Bacias PCJ

Bacia/sub-bacia	Zona	Demandas para irrigação (m³/s)		
		Atos declaratórios	Outorga	Vazões estimadas
Capivari	Zona 27	0,000	0,001	0,030
	Zona 28	0,001	0,027	0,096
	Zona 29	0,266	0,028	0,162
	Zona 30	0,296	0,020	0,131
	Zona 31	0,489	0,050	0,509
	Zona 32	0,000	0,000	0,098
Capivari Total		1,052	0,126	1,026
Jundiá	Zona 33	0,005	0,004	0,085
	Zona 34	0,000	0,008	0,070
	Zona 35	0,009	0,048	0,179
	Zona 36	0,000	0,002	0,072
	Zona 37	0,008	0,014	0,202
Jundiá Total		0,022	0,076	0,608
Atibaia	Zona 09	0,280	0,207	0,560
	Zona 10	3,056	0,167	0,691
	Zona 11	0,000	0,007	0,105
	Zona 12	0,003	0,009	0,079
	Zona 13	0,140	0,023	0,200
Atibaia Total		3,479	0,413	1,636
Camanducaia	Zona 05	0,279	0,165	0,239
	Zona 06	0,012	0,060	0,121
Camanducaia Total		0,291	0,225	0,360
Corumbataí	Zona 17	0,001	0,090	0,146
	Zona 18	0,000	0,042	0,020
	Zona 19	0,000	0,078	0,225
	Zona 20	0,000	0,010	0,206
	Zona 21	0,000	0,011	0,079
Corumbataí Total		0,001	0,231	0,677
Jaguari	Zona 01	0,000	0,006	0,131
	Zona 02	0,004	0,012	0,119

Bacia/sub-bacia	Zona	Demandas para irrigação (m³/s)		
		Atos declaratórios	Outorga	Vazões estimadas
	Zona 03	0,167	0,162	0,113
	Zona 04	0,490	0,027	0,297
	Zona 07	0,016	0,276	0,525
	Zona 08	1,485	0,127	0,293
	Zona 14	0,005	0,063	0,314
Jaguari Total		2,167	0,673	1,792
Piracicaba	Zona 15	0,000	0,001	0,017
	Zona 16	0,256	0,003	0,112
	Zona 22	0,052	0,376	1,113
	Zona 23	0,000	0,003	0,011
	Zona 24	0,000	0,011	0,112
	Zona 25	0,000	0,021	0,041
	Zona 26	0,000	0,062	0,411
Piracicaba Total		0,308	0,477	1,817
Total bacia do Piracicaba		6,246	2,019	6,282
Total Geral - Bacias PCJ		7,320	2,221	7,916

Quadro 6.19 – Vazões declaradas nos atos declaratórios, outorgadas pelos órgãos gestores, e estimadas por esse estudo, por bacia, para as Bacias PCJ

Bacia hidrográfica	Sub-bacia	Demandas para irrigação (m³/s)		
		Atos declaratórios	Outorga	Vazões estimadas
Capivari	Capivari	1,052	0,126	1,026
Jundiá	Jundiá	0,022	0,076	0,608
Total Piracicaba	Atibaia	3,479	0,413	1,636
	Camanducaia	0,291	0,225	0,360
	Corumbataí	0,001	0,231	0,677
	Jaguari	2,167	0,673	1,792
	Piracicaba	0,308	0,477	1,817
	<i>Total Piracicaba</i>		<i>6,246</i>	<i>2,019</i>
Total		7,320	2,221	7,916

Ressalta-se que os Atos Declaratórios são dados declarados dos usuários, passíveis de inconsistências. Além disso, diversos pontos do cadastro constavam como pertencentes a um município mas apresentavam coordenadas de outros, casos em que se considerou o dado da coordenada. Também não considera a região de Minas Gerais. Segundo o DAEE (2015), especificamente para as Bacias PCJ, devem ser incluídas as captações em rios de domínio federal. Logo, as captações nos rios federais também devem constar nos atos.

As informações apresentadas no Quadro 6.19 estão apresentadas de forma gráfica na Figura 6.20.

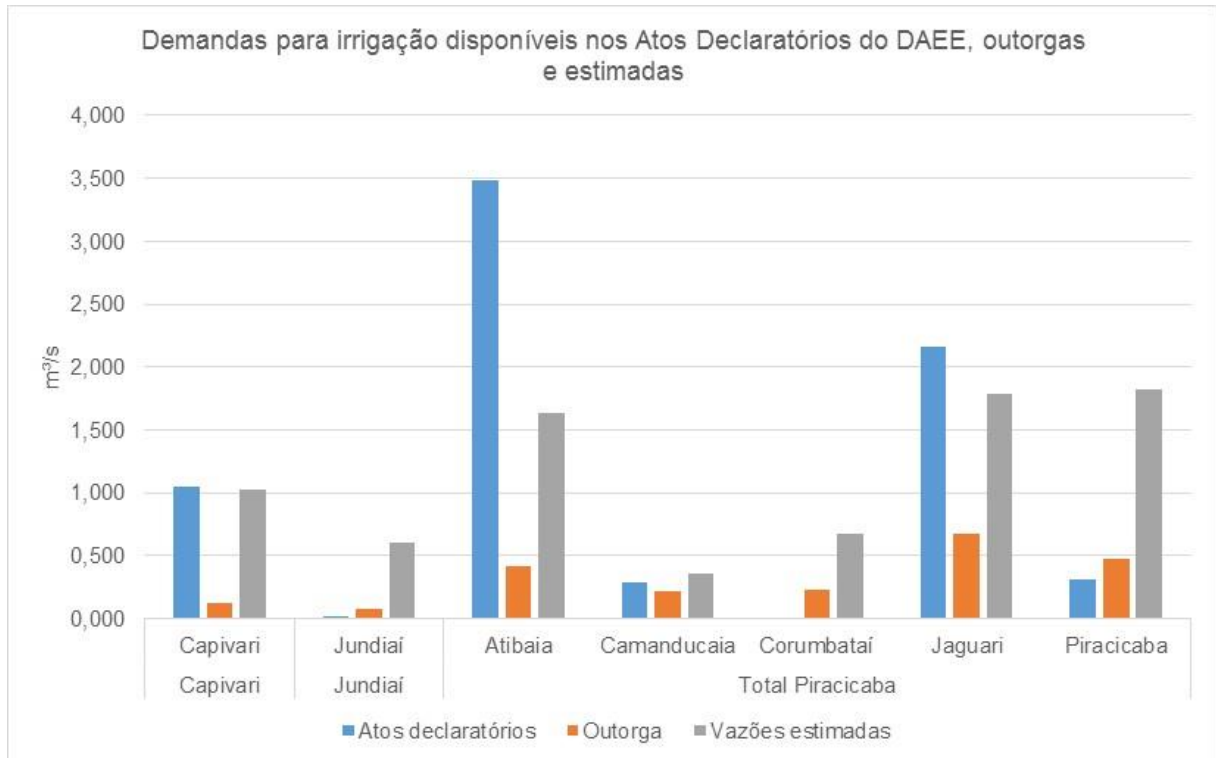


Figura 6.20 – Demandas conforme os cadastros e a estimativa da revisão do plano

Considerando as vazões estimadas e as declaradas, constata-se que os valores totais estão bastante próximos, com uma diferença total para a área de estudo de 0,596 m³/s, ou aproximadamente 7,5% da vazão estimada. Uma diferença maior se dá entre as sub-bacias, como por exemplo na do Piracicaba, com vazões estimadas de 1,817 m³/s e declaradas de 0,308 m³/s, ou na bacia do Jundiá, com 0,023 m³/s declarados contra 0,608 m³/s estimados. As sub-bacias do Jaguari e do Atibaia continuam sendo as mais demandantes de acordo com as duas informações, embora as posições se invertam entre a maior e segunda maior demanda.

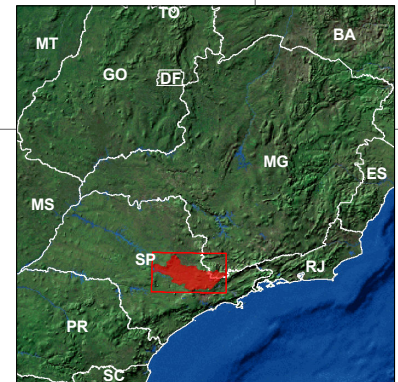
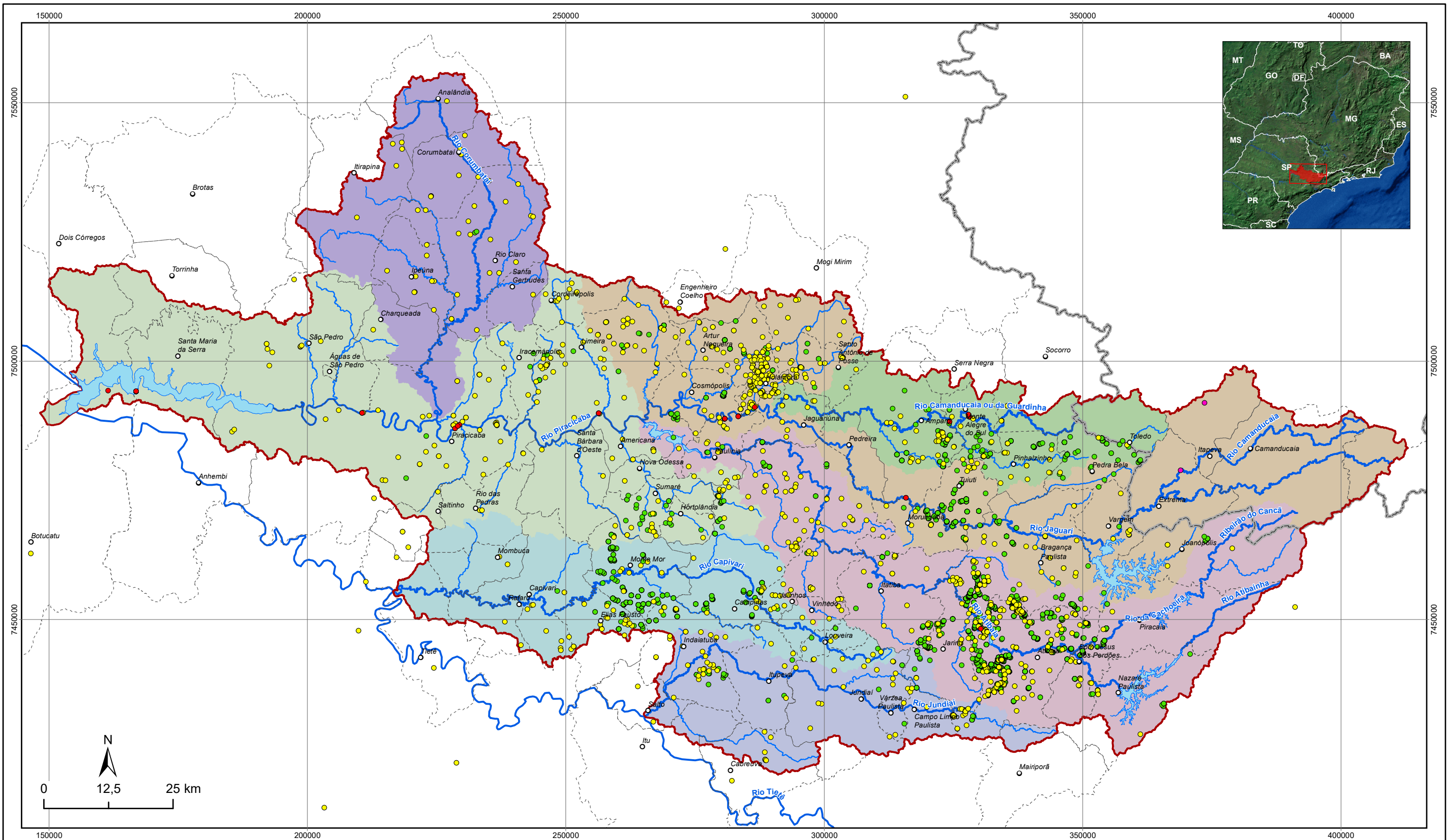
Para as outorgas, no entanto, observa-se que existe uma discrepância grande entre as vazões outorgadas e as declaradas ou estimadas, sendo as estimadas 569% das outorgadas.

Isso pode se dar por diferentes motivos. É possível que um grande número de usuários estejam irregulares, se cadastrando nos atos declaratórios mas não requisitando outorga, ou que a maior parte dos usuários se enquadre nos usos que a legislação paulista caracteriza como isentos de outorga, a saber:

- Extrações de águas subterrâneas com volumes inferiores a 15 m³/dia
- Derivações ou captações de águas superficiais, bem como os lançamentos de efluentes em cursos d'água superficiais, com volumes inferiores a 25 m³/dia
- Derivações ou captações feitas em acumulações de água em tanque escavado em várzea, com volumes inferiores a 15 m³/dia.
- Aquelas em tanques decorrentes de escavação em várzea, se nessas acumulações houver derivações ou captações
- Aquelas formadas por barramentos, com volume total armazenado de até três mil metros cúbicos.

Para uma análise espacial dos diferentes cadastros e demandas estimadas, no Mapa 6.4 está apresentada a distribuição espacial dos usuários registrados nos cadastros de outorga e atos declaratórios.

Em seguida, no Mapa 6.5 está apresentada uma comparação das demandas segundo as três fontes analisadas, por zona, e as demandas estimadas por sub-bacia.



LEGENDA

- Sede municipal
- Outorga para irrigação (IGAM)
- Outorga para irrigação (ANA)
- Outorga para irrigação (DAEE)
- Atos Declaratórios para o meio rural (DAEE)
- Hidrografia Principal
- Limite Municipal
- Limite Estadual
- ⬮ Limite da Bacia PCJ
- Sub-Bacia**
- Atibaia
- Camanducaia
- Capivari
- Corumbataí
- Jaguari
- Jundiá
- Piracicaba



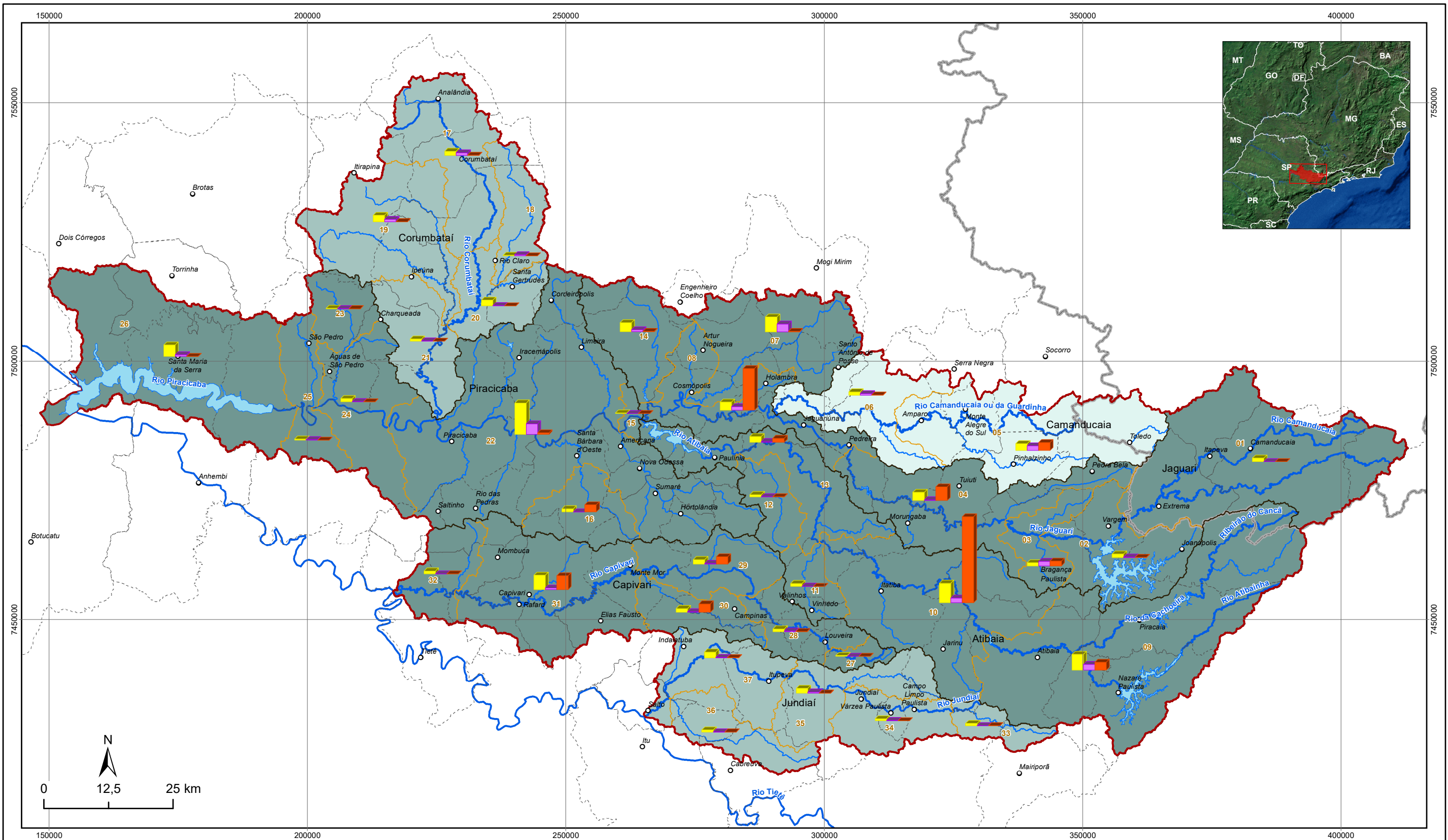
**DIAGNÓSTICO
PRIMEIRA REVISÃO DO PLANO DAS BACIAS HIDROGRÁFICAS
DOS RIOS PIRACICABA, CAPIVARI E JUNDIAÍ 2010 A 2020**



Sistema de Coordenadas UTM
Datum SIRGAS2000
Zona 23S
Escala: 1:725.000

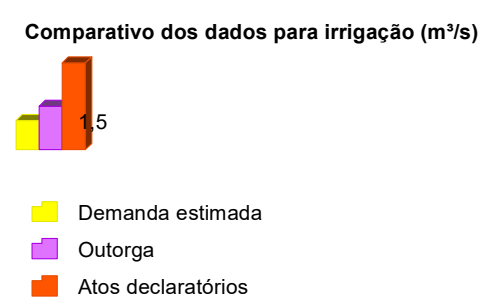
Mapa 6.4 - Outorgas e atos declaratórios para o meio rural destinados à irrigação

Fonte de dados:
 - Sede municipal: IBGE, 2010
 - Limite municipal: IBGE, 2010
 - Limite estadual: IBGE, 2010
 - Hidrografia: ANA, 2013
 - Limite da bacia: Adaptado de ANA, 2013
 - Limite sub-bacia: Adaptado de ANA, 2013
 - Outorgas: DAEE, 2017; ANA, 2016; IGAM, 2015
 - Atos declaratórios para o meio rural: DAEE, 2015



LEGENDA

- Sede municipal
- Hidrografia Principal
- Limite Municipal
- ▭ Limite Estadual
- ▭ Limite Zona
- ▭ Sub-Bacia
- ▭ Limite da Bacia PCJ



Demanda estimada para irrigação por sub-bacia (m³/s)

0,35 - 0,50
0,51 - 0,75
0,76 - 2,00
2,01 - 2,93



**DIAGNÓSTICO
PRIMEIRA REVISÃO DO PLANO DAS BACIAS HIDROGRÁFICAS
DOS RIOS PIRACICABA, CAPIVARI E JUNDIAÍ 2010 A 2020**



Sistema de Coordenadas UTM
Datum SIRGAS2000
Zona 23S
Escala: 1:725.000

Mapa 6.5 – Demandas para irrigação por sub-bacia e comparativo das demandas com o total outorgado e os atos declaratórios do DAEE

Fonte de dados:
 - Sede municipal: BGE, 2010
 - Limite municipal: BGE, 2010
 - Limite estadual: BGE, 2010
 - Hidrografia: ANA, 2013
 - Limite da bacia: Adaptado de ANA, 2013
 - Limite sub-bacia: Adaptado de ANA, 2013
 - Outorgas: DAEE, 2017; ANA, 2016; IZAM, 2015
 - Ato declaratório para o meio rural: DAEE, 2015
 - Demanda estimada: Profill, 2017

6.1.4 Demanda da Criação Animal

A demanda hídrica relacionada a criação animal, especificamente a dessedentação animal, foi calculada com base nas informações constantes na Pesquisa Pecuária Municipal – PPM (2015), disponíveis no Sistema IBGE de Recuperação Automática – SIDRA. Os rebanhos considerados foram: bovinos, bubalinos, equinos, caprinos, ovinos, suínos e galináceos, utilizando, para os dois últimos listados, os valores efetivos totais das espécies. Desde o ano de 2013, o questionário não investiga os efetivos de asininos, coelhos e muares e, por essa razão, esses rebanhos não foram considerados.

Realizaram-se análises referentes às demandas hídricas de forma que as mesmas fossem distribuídas por municípios, zonas e sub-bacias. Para tal, realizou-se a espacialização dos rebanhos nas áreas rurais, definidas conforme setor Censitário de 2010, para aqueles municípios que possuem esta classe. Os municípios de Campo Limpo Paulista, Hortolândia, Joanópolis, Piracaia e Várzea Paulista não possuem área rural e, então, a distribuição foi feita levando em consideração a área total do município. Do total de 76 municípios da bacia, apenas Águas de São Pedro não possui dados de rebanhos no IBGE e, por essa razão, não foi considerado. Para os municípios com área rural externa às Bacias PCJ e/ou em mais de uma zona e/ou sub-bacia, os rebanhos foram distribuídos proporcionalmente à porção da área rural do município localizada na Bacias PCJ e/ou em cada zona/sub-bacia em relação à área total rural.

Após a distribuição dos rebanhos, procedeu-se o cálculo da demanda hídrica da dessedentação animal nas Bacias PCJ. Para isso, com exceção dos galináceos, foi utilizado o parâmetro BEDA (Bovino Equivalente para Demanda de Água) desenvolvido pelo Plano de Aproveitamento Integrado dos Recursos Hídricos do Nordeste do Brasil – PLIRHINE (SUDENE, 1980). Os valores de BEDA e galináceos internos à bacia, por município, estão dispostos no Quadro 6.20. O BEDA é estimado pela seguinte equação:

$$BEDA = BOV + EQUI + \frac{(OV+CAP)}{5} + \frac{SUI}{4} \quad \text{Equação 6.1}$$

Sendo,

BOV – bovinos e bubalinos, cabeça;

EQUI – equídeos (equinos, asininos e muares), cabeça;

OV/CAP – ovinos e caprinos, cabeça; e

SUI – suínos, cabeça.

Quadro 6.20 – BEDA e galináceos internos às Bacias PCJ, por município.

Município	BEDA	Galináceos
AMERICANA	1.402	0
AMPARO	25.872	7.774.954
ANALÂNDIA	6.956	64.109
ANHEMBI	3.590	5.581
ARTUR NOGUEIRA	5.324	80.036
ATIBAIA	15.996	100.000
BOM JESUS DOS PERDÕES	3.470	1.000
BOTUCATU	2.072	27.057
BRAGANÇA PAULISTA	38.110	520.000
BROTAS	19	412
CABREÚVA	3.578	1.276.571
CAMANDUCAIA	16.563	12.280

Município	BEDA	Galináceos
CAMPINAS	25.623	40.000
CAMPO LIMPO PAULISTA	381	1.220
CAPIVARI	10.096	630.000
CHARQUEADA	4.605	312.680
CORDEIRÓPOLIS	1.703	89.000
CORUMBATAÍ	12.038	802.522
COSMÓPOLIS	1.525	0
DOIS CÓRREGOS	4.941	90.770
ELIAS FAUSTO	6.011	134.321
ENGENHEIRO COELHO	2.036	36.520
EXTREMA	13.370	13.000
HOLAMBRA	3.768	2.710.000
HORTOLÂNDIA	0	0
INDAIATUBA	10.026	90.160
IPEÚNA	10.468	344.100
IRACEMÁPOLIS	166	980
ITAPEVA	10.685	4.200
ITATIBA	19.947	580.000
ITIRAPINA	11.224	421.185
ITU	7.420	46.085
ITUPEVA	8.867	7.262
JAGUARIÚNA	5.618	310.000
JARINU	5.515	15.932
JOANÓPOLIS	23.138	6.500
JUNDIAÍ	4.541	87.652
LIMEIRA	15.615	32.471
LOUVEIRA	1.225	298.000
MAIRIPORÃ	0	0
MOJI MIRIM	8.721	1.851.291
MOMBUCA	3.365	950.000
MONTE ALEGRE DO SUL	5.146	855.000
MONTE MOR	11.050	54.000
MORUNGABA	5.699	1.311.000
NAZARÉ PAULISTA	6.732	68.018
NOVA ODESSA	3.381	1.032
PAULÍNIA	773	0
PEDRA BELA	9.399	50.000
PEDREIRA	9.054	408.000
PINHALZINHO	13.982	1.500.000
PIRACAIA	22.582	200.000
PIRACICABA	38.687	3.263.253
RAFARD	3.867	374.565
RIO CLARO	19.562	942.094
RIO DAS PEDRAS	2.304	158.669
SALTINHO	1.470	125.159

Município	BEDA	Galináceos
SALTO	1.141	16.786
SANTA BÁRBARA D'OESTE	1.950	0
SANTA GERTRUDES	496	458
SANTA MARIA DA SERRA	10.839	355.880
SANTO ANTÔNIO DE POSSE	13.025	750.000
SÃO PEDRO	31.243	3.207.066
SAPUCAÍ-MIRIM	2.798	2.739
SERRA NEGRA	951	60.625
SOCORRO	13.275	748.351
SUMARÉ	2.750	1.407.000
TIETÊ	7.129	324.873
TOLEDO	7.512	6.300
TORRINHA	7.539	279.152
TUIUTI	16.302	1.050.000
VALINHOS	1.851	250.000
VARGEM	14.593	1.100
VÁRZEA PAULISTA	199	62.450
VINHEDO	2.066	800.000
TOTAL	644.935	38.401.420

Fonte: PROFILL/RHAMA

Para a determinação da demanda hídrica, multiplicou-se o valor de BEDA pelo consumo de 50 L/BEDA/ dia. Foi adicionado a este valor o consumo correspondente à criação de aves, assumindo-se o coeficiente igual a 0,4 L/ave/dia, conforme utilizado por ANA (2007). Considerou-se a vazão de retorno como 20% da vazão de retirada e a vazão consumida foi obtida pela diferença entre a vazão de retirada e a vazão de retorno. As vazões retiradas (demandas), consumidas e retornadas para o segmento de criação animal por município, zona e sub-bacia estão dispostas nos Quadro 6.21, Quadro 6.22, e Quadro 6.23, respectivamente.

Quadro 6.21 – Vazões retiradas, retornadas e consumidas pela criação animal (em m³/s), por município.

Município	Vazões – Dessedentação Animal		
	Retirada (m ³ /s)	Retornada (m ³ /s)	Consumida (m ³ /s)
AMERICANA	0,0008	0,0002	0,0006
AMPARO	0,0510	0,0102	0,0408
ANALÂNDIA	0,0043	0,0009	0,0035
ANHEMBI	0,0021	0,0004	0,0017
ARTUR NOGUEIRA	0,0035	0,0007	0,0028
ATIBAIA	0,0097	0,0019	0,0078
BOM JESUS DOS PERDÕES	0,0020	0,0004	0,0016
BOTUCATU	0,0013	0,0003	0,0011
BRAGANÇA PAULISTA	0,0245	0,0049	0,0196
BROTAS	0,0000	0,0000	0,0000
CABREÚVA	0,0080	0,0016	0,0064
CAMANDUCAIA	0,0096	0,0019	0,0077
CAMPINAS	0,0150	0,0030	0,0120

Município	Vazões – Dessedentação Animal		
	Retirada (m³/s)	Retornada (m³/s)	Consumida (m³/s)
CAMPO LIMPO PAULISTA	0,0002	0,0000	0,0002
CAPIVARI	0,0088	0,0018	0,0070
CHARQUEADA	0,0041	0,0008	0,0033
CORDEIRÓPOLIS	0,0014	0,0003	0,0011
CORUMBATAÍ	0,0107	0,0021	0,0085
COSMÓPOLIS	0,0009	0,0002	0,0007
DOIS CÔRREGOS	0,0033	0,0007	0,0026
ELIAS FAUSTO	0,0041	0,0008	0,0033
ENGENHEIRO COELHO	0,0013	0,0003	0,0011
EXTREMA	0,0078	0,0016	0,0062
HOLAMBRA	0,0147	0,0029	0,0118
HORTOLÂNDIA	0,0000	0,0000	0,0000
INDAIATUBA	0,0062	0,0012	0,0050
IPEÚNA	0,0077	0,0015	0,0061
IRACEMÁPOLIS	0,0001	0,0000	0,0001
ITAPEVA	0,0062	0,0012	0,0050
ITATIBA	0,0142	0,0028	0,0114
ITIRAPINA	0,0084	0,0017	0,0068
ITU	0,0045	0,0009	0,0036
ITUPEVA	0,0052	0,0010	0,0041
JAGUARIÚNA	0,0047	0,0009	0,0037
JARINU	0,0033	0,0007	0,0026
JOANÓPOLIS	0,0134	0,0027	0,0107
JUNDIAÍ	0,0030	0,0006	0,0024
LIMEIRA	0,0092	0,0018	0,0073
LOUVEIRA	0,0021	0,0004	0,0017
MAIRIPORÃ	0,0000	0,0000	0,0000
MOJI MIRIM	0,0136	0,0027	0,0109
MOMBUCA	0,0063	0,0013	0,0051
MONTE ALEGRE DO SUL	0,0069	0,0014	0,0055
MONTE MOR	0,0066	0,0013	0,0053
MORUNGABA	0,0094	0,0019	0,0075
NAZARÉ PAULISTA	0,0042	0,0008	0,0034
NOVA ODESSA	0,0020	0,0004	0,0016
PAULÍNIA	0,0004	0,0001	0,0004
PEDRA BELA	0,0057	0,0011	0,0045
PEDREIRA	0,0071	0,0014	0,0057
PINHALZINHO	0,0150	0,0030	0,0120
PIRACAIÁ	0,0140	0,0028	0,0112
PIRACICABA	0,0375	0,0075	0,0300
RAFARD	0,0040	0,0008	0,0032
RIO CLARO	0,0157	0,0031	0,0125
RIO DAS PEDRAS	0,0021	0,0004	0,0017
SALTINHO	0,0014	0,0003	0,0011

Município	Vazões – Dessedentação Animal		
	Retirada (m³/s)	Retornada (m³/s)	Consumida (m³/s)
SALTO	0,0007	0,0001	0,0006
SANTA BÁRBARA D'OESTE	0,0011	0,0002	0,0009
SANTA GERTRUDES	0,0003	0,0001	0,0002
SANTA MARIA DA SERRA	0,0079	0,0016	0,0063
SANTO ANTÔNIO DE POSSE	0,0110	0,0022	0,0088
SÃO PEDRO	0,0329	0,0066	0,0263
SAPUCAÍ-MIRIM	0,0016	0,0003	0,0013
SERRA NEGRA	0,0008	0,0002	0,0007
SOCORRO	0,0111	0,0022	0,0089
SUMARÉ	0,0081	0,0016	0,0065
TIETÊ	0,0056	0,0011	0,0045
TOLEDO	0,0044	0,0009	0,0035
TORRINHA	0,0057	0,0011	0,0045
TUIUTI	0,0143	0,0029	0,0114
VALINHOS	0,0022	0,0004	0,0018
VARGEM	0,0085	0,0017	0,0068
VÁRZEA PAULISTA	0,0004	0,0001	0,0003
VINHEDO	0,0049	0,0010	0,0039
TOTAL	0,5510	0,1102	0,4408

Elaboração: PROFILL/RHAMA

Quadro 6.22 – Vazões retiradas, retornadas e consumidas pela criação animal (em m³/s), por zona.

Sub-bacia	Zona	Vazões – Dessedentação Animal		
		Retirada (m³/s)	Retornada (m³/s)	Consumida (m³/s)
Atibaia	Zona 09	0,0337	0,0067	0,0270
	Zona 10	0,0304	0,0061	0,0243
	Zona 11	0,0010	0,0002	0,0008
	Zona 12	0,0015	0,0003	0,0012
	Zona 13	0,0086	0,0017	0,0069
Camanducaia	Zona 05	0,0504	0,0101	0,0403
	Zona 06	0,0379	0,0076	0,0303
Capivari	Zona 27	0,0007	0,0001	0,0006
	Zona 28	0,0090	0,0018	0,0072
	Zona 29	0,0018	0,0004	0,0014
	Zona 30	0,0067	0,0013	0,0053
	Zona 31	0,0228	0,0046	0,0183
	Zona 32	0,0097	0,0019	0,0077
Corumbataí	Zona 17	0,0156	0,0031	0,0125
	Zona 18	0,0066	0,0013	0,0053
	Zona 19	0,0188	0,0038	0,0150
	Zona 20	0,0038	0,0008	0,0030
	Zona 21	0,0097	0,0019	0,0078
Jaguari	Zona 01	0,0251	0,0050	0,0201
	Zona 02	0,0146	0,0029	0,0117

Sub-bacia	Zona	Vazões – Dessedentação Animal		
		Retirada (m ³ /s)	Retornada (m ³ /s)	Consumida (m ³ /s)
	Zona 03	0,0077	0,0015	0,0062
	Zona 04	0,0501	0,0100	0,0401
	Zona 07	0,0312	0,0062	0,0250
	Zona 08	0,0134	0,0027	0,0107
	Zona 14	0,0061	0,0012	0,0048
Jundiá	Zona 33	0,0017	0,0003	0,0014
	Zona 34	0,0014	0,0003	0,0011
	Zona 35	0,0036	0,0007	0,0029
	Zona 36	0,0130	0,0026	0,0104
	Zona 37	0,0055	0,0011	0,0044
Piracicaba	Zona 15	0,0001	0,0000	0,0001
	Zona 16	0,0060	0,0012	0,0048
	Zona 22	0,0275	0,0055	0,0220
	Zona 23	0,0086	0,0017	0,0069
	Zona 24	0,0182	0,0036	0,0146
	Zona 25	0,0114	0,0023	0,0091
	Zona 26	0,0370	0,0074	0,0296
TOTAL		0,5510	0,1102	0,4408

Elaboração: PROFILL/RHAMA

 Quadro 6.23 – Vazões retiradas, retornadas e consumidas pela criação animal (em m³/s), por sub-bacia.

Sub-bacia	Vazões – Dessedentação Animal		
	Retirada (m ³ /s)	Retornada (m ³ /s)	Consumida (m ³ /s)
Atibaia	0,0751	0,0150	0,0601
Camanducaia	0,0883	0,0177	0,0706
Capivari	0,0507	0,0101	0,0405
Corumbataí	0,0545	0,0109	0,0436
Jaguari	0,1482	0,0296	0,1186
Jundiá	0,0253	0,0051	0,0203
Piracicaba	0,1089	0,0218	0,0871
TOTAL	0,5510	0,1102	0,4408

Elaboração: PROFILL/RHAMA

Jaguari e Piracicaba são as sub-bacias que demandam maior volume de água pra criação animal – em torno de 13.000.000 L/dia ou 0,15m³/s e 10.000.000 L/dia ou 0,12 m³/s, respectivamente. A distribuição da vazão consumida de água para criação animal entre as sub-bacias das Bacias PCJ está disposta na Figura 6.21. Dentre as zonas, as Zonas 04 e 05 são as que se destacam com maiores valores – em torno de 4.330.000 L/dia ou 0,05 m³/s (Figura 6.22).

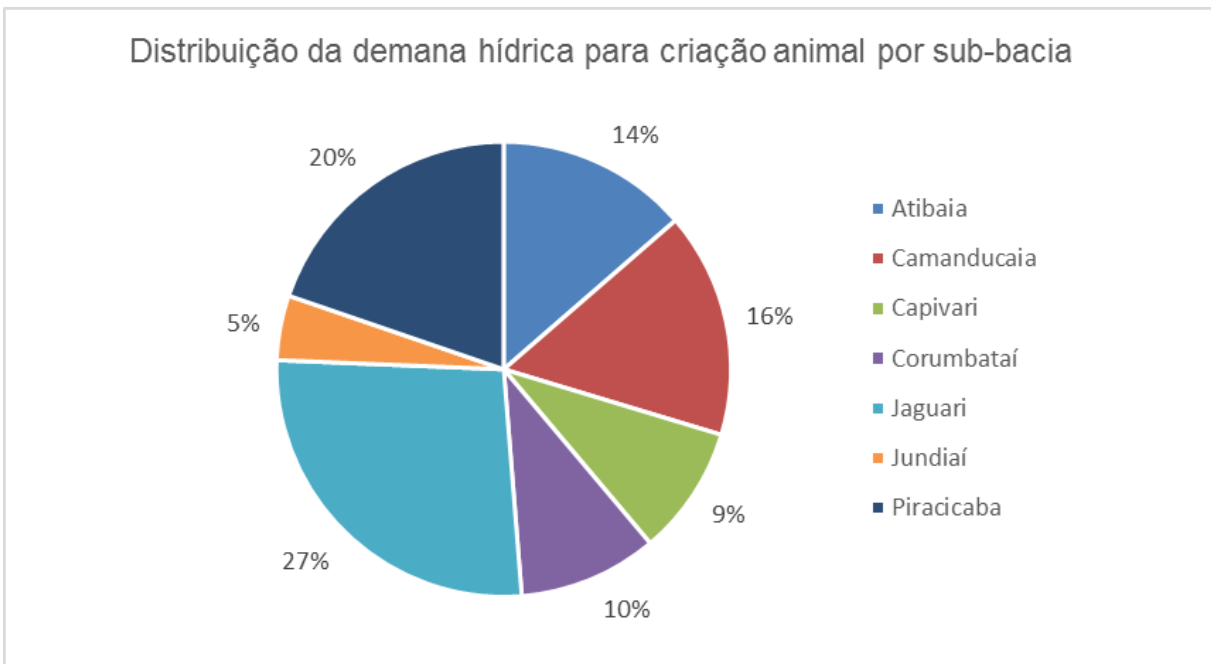


Figura 6.21 – Distribuição de demanda hídrica para criação animal, por sub-bacia.



Figura 6.22 – Distribuição da demanda hídrica para criação animal, por zona.

6.1.5 Análise integrada de demandas – Usos Consuntivos

Este item visa apresentar um panorama comparativo do quadro de demandas por água para o conjunto das Bacias PCJ. São apresentadas as demandas totais, em termos de retirada, para os seguintes setores:

- Abastecimento urbano,
- Industrial,
- Irrigação, e
- Criação Animal.

Os valores, em m³/s, estão indicados no quadro a seguir, compilando as informações apresentadas nos itens anteriores deste mesmo capítulo.

Percebe-se uma demanda total da ordem de 42,7 m³/s, com 53% concentrados no Abastecimento Urbano. Este índice de participação do abastecimento urbano pode passar dos 75% em bacias como o Jundiá e o Corumbataí.

A participação do setor industrial é de 24% no conjunto de bacias, com destaque para o Atibaia e o Capivari, com 28% e 29%. A irrigação é responsável por 21% das demandas, com maior concentração no Camanducaia (40%). A Criação Animal tem pequeno destaque, com 7% da demanda, apenas na bacia do Camanducaia.

Os valores de participação percentual por setor, por zona e sub-bacia, são encontrados abaixo. Finalmente apresenta-se um gráfico tipo pizza para cada sub-bacia e para o conjunto das Bacias PCJ.

Quadro 6.24 – Análise integrada de vazões retiradas em cada setor (em m³/s), por zona e sub-bacia.

Bacia/Sub-bacia	Zona	Demandas (m ³ /s)				
		Abasteciment o urbano	Industrial	Irrigação	Criação animal	Total
Capivari	Zona 27	0,050	0,001	0,030	0,001	0,082
	Zona 28	0,633	0,136	0,096	0,009	0,874
	Zona 29	0,049	0,053	0,162	0,002	0,266
	Zona 30	0,311	0,001	0,131	0,007	0,450
	Zona 31	0,327	0,710	0,509	0,023	1,569
	Zona 32	0,032	0,002	0,098	0,010	0,142
Capivari Total		1,402	0,903	1,026	0,051	3,382
Jundiá	Zona 33	0,059	0,004	0,085	0,002	0,150
	Zona 34	0,943	0,321	0,070	0,001	1,335
	Zona 35	1,516	0,140	0,179	0,004	1,839
	Zona 36	0,893	0,037	0,072	0,013	1,015
	Zona 37	0,468	0,078	0,202	0,006	0,754
Jundiá Total		3,879	0,580	0,608	0,025	5,092
Atibaia	Zona 09	0,749	0,082	0,560	0,034	1,425
	Zona 10	1,085	0,171	0,691	0,030	1,977
	Zona 11	0,322	0,093	0,105	0,001	0,521
	Zona 12	0,079	0,010	0,079	0,002	0,170
	Zona 13	3,688	2,738	0,200	0,009	6,635
Atibaia Total		5,924	3,095	1,636	0,075	10,730
Camanducaia	Zona 05	0,299	0,100	0,239	0,050	0,688
	Zona 06	0,104	0,162	0,121	0,038	0,425
Camanducaia Total		0,404	0,262	0,360	0,088	1,114
Corumbataí	Zona 17	0,549	0,078	0,146	0,016	0,789
	Zona 18	0,251	0,041	0,020	0,007	0,319
	Zona 19	0,032	0,007	0,225	0,019	0,283
	Zona 20	0,066	0,052	0,206	0,004	0,328
	Zona 21	2,023	0,297	0,079	0,010	2,409
Corumbataí Total		2,921	0,474	0,677	0,055	4,127
Jaguari	Zona 01	0,191	0,034	0,131	0,025	0,381
	Zona 02	0,470	0,010	0,119	0,015	0,614
	Zona 03	0,003	0,091	0,113	0,008	0,215
	Zona 04	0,082	0,012	0,297	0,050	0,441
	Zona 07	0,234	0,501	0,525	0,031	1,291
	Zona 08	3,312	1,132	0,293	0,013	4,750
	Zona 14	0,006	0,050	0,314	0,006	0,376
Jaguari Total		4,298	1,831	1,792	0,148	8,069
Piracicaba	Zona 15	1,063	1,153	0,017	0,000	2,233
	Zona 16	0,835	0,068	0,112	0,006	1,021
	Zona 22	1,720	1,917	1,113	0,028	4,778
	Zona 23	0,005	0,012	0,011	0,009	0,037
	Zona 24	0,107	0,023	0,112	0,018	0,260
	Zona 25	0,151	0,023	0,041	0,011	0,226
	Zona 26	0,027	0,036	0,411	0,037	0,511
Piracicaba Total		3,909	3,232	1,817	0,109	9,067
Total bacia do Piracicaba		17,455	8,893	6,282	0,475	33,105
Total Geral - Bacias PCJ		22,736	10,377	7,916	0,551	41,580

Quadro 6.25 – Participação setorial nas demandas totais (em %), por zone e sub-bacia.

Bacia/Sub-bacia	Zona	Demandas (m³/s)			
		Abastecimento urbano	Industrial	Irrigação	Criação animal
Capivari	Zona 27	61,19%	1,22%	36,36%	1,22%
	Zona 28	72,41%	15,56%	11,00%	1,03%
	Zona 29	18,45%	19,96%	60,84%	0,75%
	Zona 30	69,11%	0,22%	29,11%	1,56%
	Zona 31	20,84%	45,25%	32,44%	1,47%
	Zona 32	22,52%	1,41%	69,04%	7,04%
Capivari Total		41,46%	26,70%	30,33%	1,51%
Jundiá	Zona 33	39,39%	2,67%	56,60%	1,34%
	Zona 34	70,66%	24,05%	5,21%	0,07%
	Zona 35	82,43%	7,61%	9,75%	0,22%
	Zona 36	87,99%	3,65%	7,08%	1,28%
	Zona 37	62,04%	10,34%	26,82%	0,80%
Jundiá Total		76,18%	11,39%	11,94%	0,49%
Atibaia	Zona 09	52,55%	5,75%	39,31%	2,39%
	Zona 10	54,87%	8,65%	34,97%	1,52%
	Zona 11	61,80%	17,85%	20,16%	0,19%
	Zona 12	46,38%	5,87%	46,57%	1,17%
	Zona 13	55,58%	41,27%	3,01%	0,14%
Atibaia Total		55,21%	28,84%	15,25%	0,70%
Camanducaia	Zona 05	43,45%	14,53%	34,76%	7,27%
	Zona 06	24,47%	38,12%	28,47%	8,94%
Camanducaia Total		36,26%	23,51%	32,33%	7,90%
Corumbataí	Zona 17	69,57%	9,88%	18,52%	2,03%
	Zona 18	78,66%	12,85%	6,29%	2,19%
	Zona 19	11,32%	2,48%	79,48%	6,72%
	Zona 20	20,09%	15,83%	62,86%	1,22%
	Zona 21	83,96%	12,33%	3,29%	0,42%
Corumbataí Total		70,78%	11,49%	16,40%	1,33%
Jaguari	Zona 01	50,16%	8,93%	34,34%	6,57%
	Zona 02	76,58%	1,63%	19,35%	2,44%
	Zona 03	1,39%	42,29%	52,59%	3,72%
	Zona 04	18,58%	2,72%	67,37%	11,33%
	Zona 07	18,13%	38,81%	40,66%	2,40%
	Zona 08	69,73%	23,83%	6,17%	0,27%
	Zona 14	1,59%	13,29%	83,53%	1,59%
Jaguari Total		53,26%	22,69%	22,21%	1,83%
Piracicaba	Zona 15	47,60%	51,63%	0,76%	0,00%
	Zona 16	81,78%	6,66%	10,97%	0,59%
	Zona 22	36,00%	40,12%	23,29%	0,59%
	Zona 23	13,40%	32,16%	30,32%	24,12%
	Zona 24	41,18%	8,85%	43,05%	6,93%
	Zona 25	66,76%	10,17%	18,21%	4,86%
Piracicaba Total		43,11%	35,64%	20,04%	1,20%
Total bacia do Piracicaba		52,73%	26,86%	18,98%	1,43%
Total Geral - Bacias PCJ		54,68%	24,96%	19,04%	1,33%

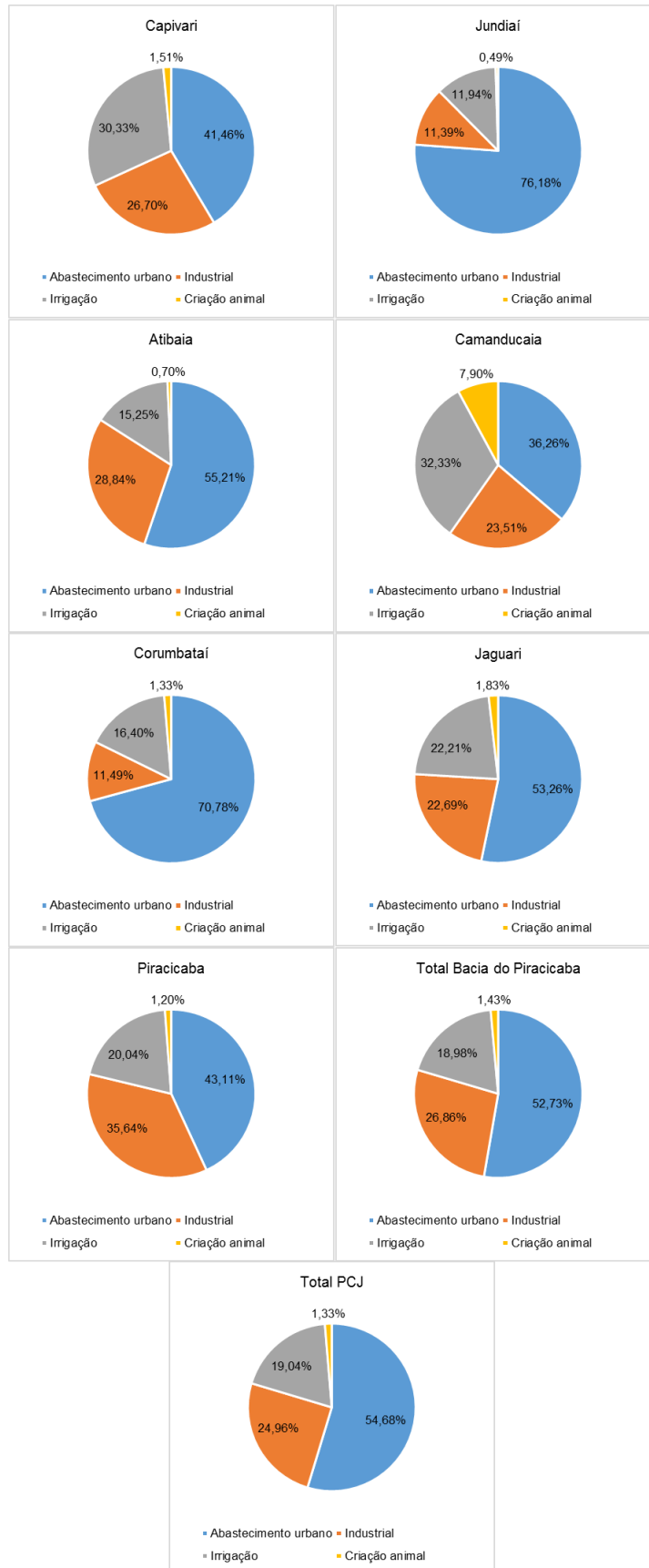


Figura 6.23 – Distribuição das demandas hídricas setoriais, em cada sub-bacia e no conjunto das Bacias PCJ.

Realização:



Agência das Bacias PCJ



Comitês PCJ

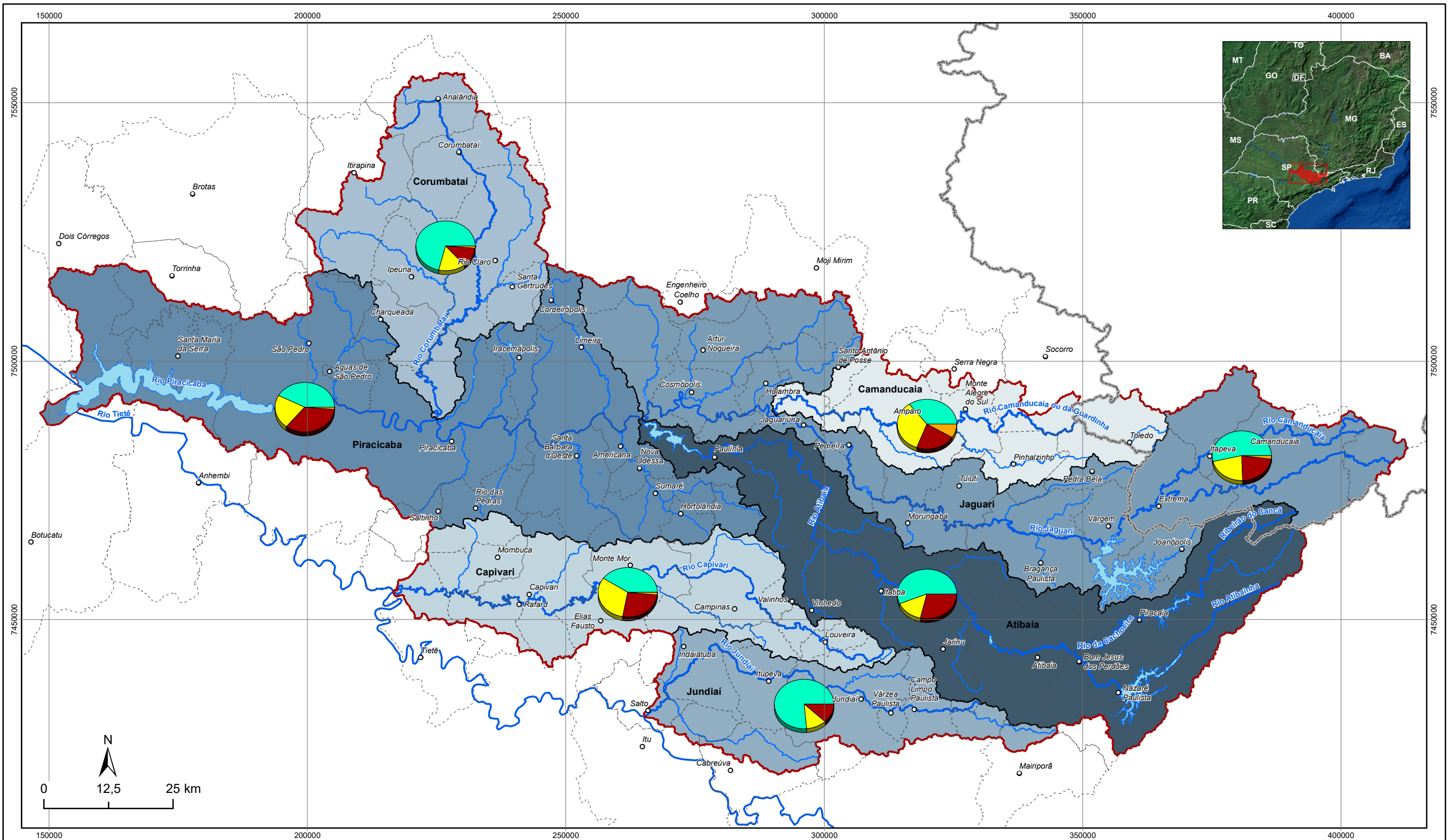
**Primeira revisão do Plano das Bacias
Hidrográficas dos Rios Piracicaba,
Capivari e Jundiá 2010 a 2020**

O Mapa 6.6 e Mapa 6.7 apresenta as demandas superficiais e subterrâneas, por sub-bacia, por setor.

Execução Técnica:



**Relatório Final
Revisão 05 - 04/2018**



LEGENDA

- | | | |
|---|--|--|
| <ul style="list-style-type: none"> ○ Sede municipal — Hidrografia Principal — Represas - - - Limite Municipal ▭ Limite Estadual ⊞ Sub-bacia ⊞ Limite PCJ | <p>Demanda superficial total por sub-bacia (m³/s)</p> <ul style="list-style-type: none"> 1,11 3,38 4,13 5,09 8,07 9,07 10,73 | <p>Demanda superficial por setor (m³/s)</p> <ul style="list-style-type: none"> Abastecimento público Irrigação média Indústria Pecuária |
|---|--|--|



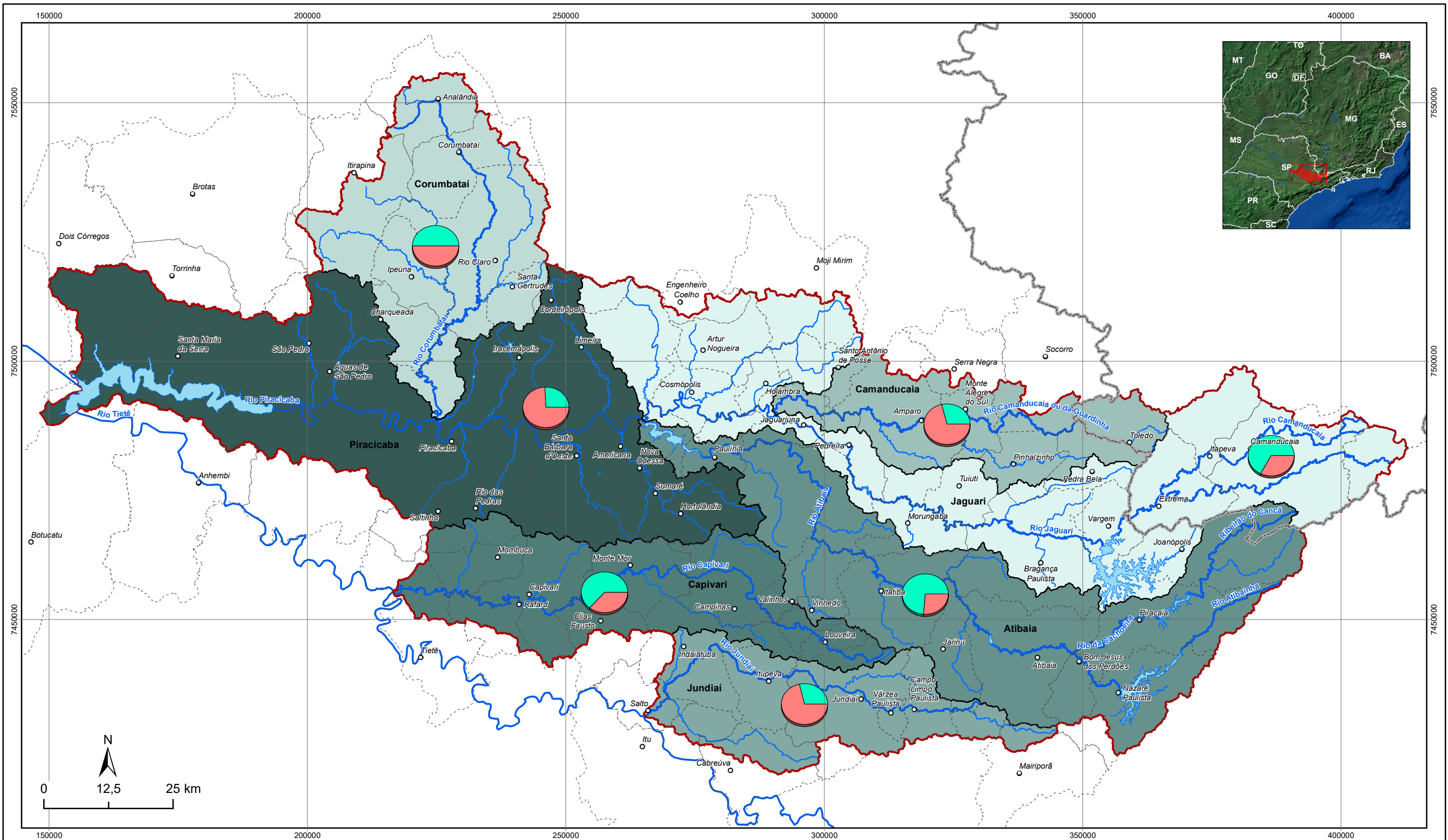
**DIAGNÓSTICO
PRIMEIRA REVISÃO DO PLANO DAS BACIAS HIDROGRÁFICAS
DOS RIOS PIRACICABA, CAPIVARI E JUNDIAÍ 2010 A 2020**



Sistema de Coordenadas UTM
Datum SIRGAS2000
Zona 23S
Escala: 1:725.000

Mapa 6.6: Demanda superficial, por setor e total, por sub-bacia

Fonte de dados:
 - Sede municipal: IBGE, 2010
 - Limite municipal: IBGE, 2010
 - Limite estadual: IBGE, 2010
 - Hidrografia: ANA, 2013
 - Limite da bacia: Adaptado de ANA, 2013
 - Limite sub-bacia: Adaptado de ANA, 2013
 - Demanda Industrial: Cadastro da cobrança, Irrigação: Perfil/Rhama, Abastecimento: Atlas, validado em campo, Pecuária: Pesquisa Pecuária Municipal (BGE, 2015) e PROFILL/RHAMA



LEGENDA

- Sede municipal
 - Hidrografia Principal
 - Represas
 - - - Limite Municipal
 - - - Limite Estadual
 - - - Sub-bacia
 - - - Limite PCJ
- | | |
|---|---|
| Demanda subterrânea por setor (m³/s) | Demanda subterrânea total por sub-bacia (m³/s) |
| Abastecimento público | 0,12 |
| Indústria | 0,22 |
| | 0,24 |
| | 0,31 |
| | 0,42 |
| | 0,54 |
| | 0,62 |



**DIAGNÓSTICO
PRIMEIRA REVISÃO DO PLANO DAS BACIAS HIDROGRÁFICAS
DOS RIOS PIRACICABA, CAPIVARI E JUNDIAÍ 2010 A 2020**



Sistema de Coordenadas UTM
Datum SIRGAS2000
Zona 23S
Escala: 1:725.000

Mapa 6.7: Demanda subterrânea, por setor e total, por sub-bacia




Fonte de dados:
- Sede municipal: IBGE, 2010
- Limite municipal: IBGE, 2010
- Limite estadual: IBGE, 2010
- Hidrografia: ANA, 2013
- Limite da bacia: Adaptado de ANA, 2013
- Limite sub-bacia: Adaptado de ANA, 2013
- Demanda Industrial: Cadastro da cobrança; Abastecimento: Atlas, validado em campo.

6.2 Demandas Não Consuntivas

6.2.1 Navegação

Na região abrangida pelas Bacias PCJ a atividade de navegação não é considerada como um uso muito expressivo. Alguns municípios das Bacias PCJ estão na rota da hidrovia Tietê – Paraná, no entanto esta encontra-se em área externa às Bacias.

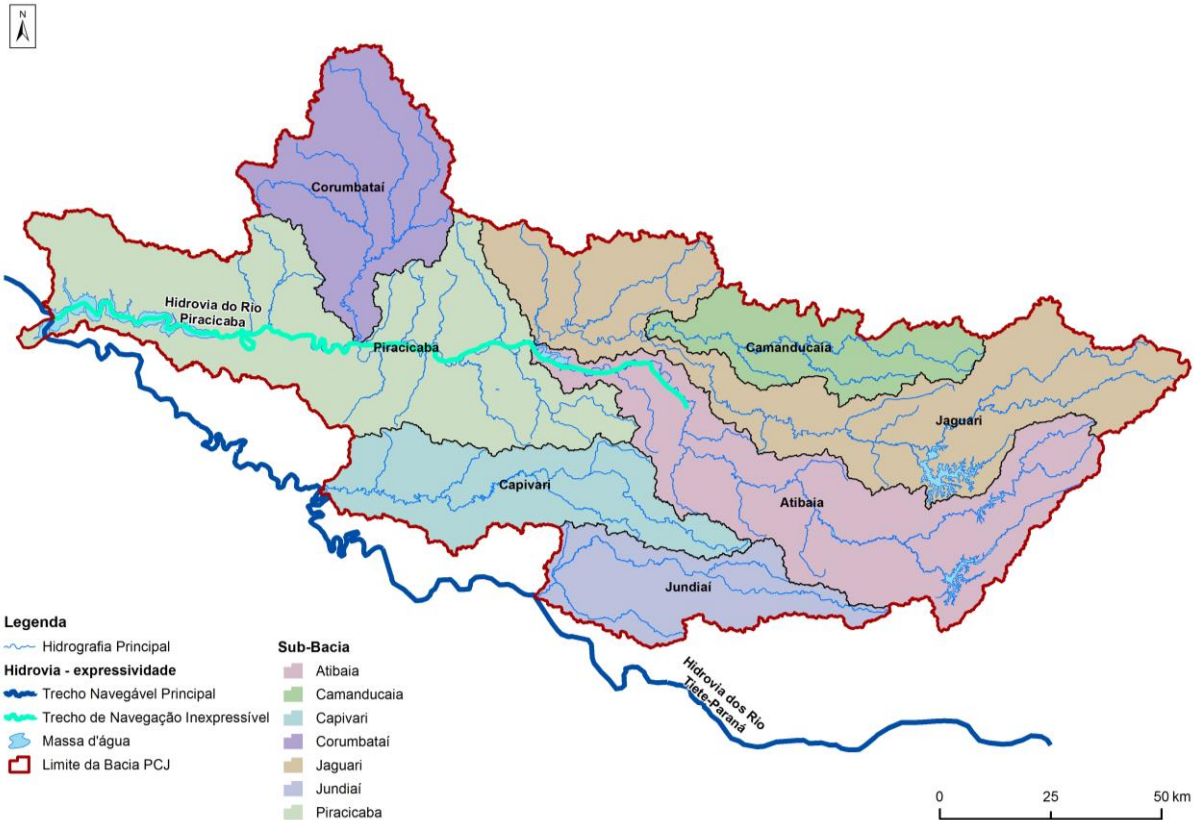
Para ampliação e modernização da Hidrovia Tietê-Paraná, iniciou-se o processo de licenciamento da barragem de Santa Maria da Serra, parte do Programa de Modernização da Hidrovia Tietê-Paraná, a qual, se for implantada, permitirá a navegação em um trecho de 45 km pelo rio Piracicaba, do município de Santa Maria da Serra até o distrito de Ártemis, possibilitando assim a integração da Hidrovia Tietê-Paraná à ferrovia no município de Piracicaba/SP. Desta forma, quando da implantação deste projeto, espera-se que a navegação se torne mais expressiva nas Bacias PCJ, reduzindo assim o transporte rodoviário nas estradas adjacentes ao rio Piracicaba, haja vista que, segundo o EIA/RIMA do Aproveitamento Múltiplo Santa Maria da Serra, um navio com comboio duplo como os que navegam no rio Tietê, tem capacidade para transportar 6 mil toneladas de carga, equivalente a capacidade de carga de 172 carretas bi-trem graneleiras (Figura 6.24).

Modal			
Capacidade de Carga	1 Comboio Duplo Tietê (4 chatas e empurrador)	2,9 Comboios Hopper	172 Carretas Bi-Trem Graneleiras
	6 mil toneladas	86 vagões x 70 t	172 carretas x 35 t
Comprimento Total	150 metros	1,7 quilômetros	3,5 quilômetros (26 km em movimento)

Fonte: Adaptado de Departamento Hidroviário – DH (2012).

Figura 6.24 – Unidades equivalentes de capacidade de carga. Fonte: Relatório de Impacto Ambiental do Aproveitamento Múltiplo Santa Maria da Serra.

Atualmente, de acordo com dados da Agência Nacional de Transportes Aquaviários (ANTAQ, 2010), a navegação no rio Piracicaba é existente, porém inexpressível (Figura 6.25).



Fonte: Camada de Hidrovias - Base de dados do PNL 2010

Figura 6.25 – Hidrovias nas imediações das Bacias PCJ e expressividade

De acordo com o RIMA do Aproveitamento Múltiplo Santa Maria da Serra, estima-se que com a ampliação da hidrovia Tietê – Paraná, a carga transportada pelo rio Piracicaba possa chegar a aproximadamente 2,5 mil toneladas no ano de 2025 e 4 mil toneladas em 2045 (Quadro 6.26).

Quadro 6.26 - Projeção de carga transportada pela Hidrovia Tietê – Paraná.

Ano	Projeção de Cargas (1000 t/ano)	
	Sem Extensão	Com Extensão
2016	8.211,4	9.119,1
2025	10.124,2	12.626,7
2035	12.337,6	15.266,9
2045	14.756,2	18.777,6

Fonte: Relatório de Impacto Ambiental do Aproveitamento Múltiplo Santa Maria da Serra.

A ampliação da hidrovia Tietê – Paraná prevê que sejam abrangidas as zonas 24, 25 e 26 das Bacias PCJ, correspondente ao trecho do rio Piracicaba que vai do município de Santa Maria da Serra até o distrito de Ártemis no município de Piracicaba.

A questão do aproveitamento múltiplo de Santa Maria da Serra tem vários entraves técnicos, e uma série de interrogações, conforme pode-se verificar no disposto no Parecer Técnico, emitido em 21/01/14, do Grupo de Atuação Especial de Defesa do Meio Ambiente (GAEMA), do Ministério Público do Estado de São Paulo, para subsídio ao Inquérito Civil nº 14.1096.0000001/2012-8.

Em 21 de janeiro de 2014 o Ministério Público encaminhou à CETESB o ofício 52/2014, recomendando a não aprovação do EIA-RIMA do empreendimento “Aproveitamento Múltiplo de Santa Maria da Serra”, enquanto não fossem sanadas todas as omissões, deficiências e incongruências do EIA-RIMA.

Este Parecer Técnico consolida algumas das preocupações levantadas pela sociedade civil, em manifestações orais e representações juntadas no Inquérito Civil nº 01/12, as quais foram aprofundadas através das leituras de documentos técnicos, do estudo de impacto ambiental, reportagens jornalísticas, reunião com técnicos e participação em reuniões, seminários técnicos e audiências públicas, onde o empreendedor apresentou suas considerações sobre o EIA-RIMA do empreendimento.

Um dos principais pontos levantados pela população e instituições ligadas à preservação do meio ambiente diz respeito aos impactos no Bairro do Tanquã, o qual é também conhecido por “mini pantanal” ou “pantanal paulista”, haja vista que apresenta grande biodiversidade e consiste em área de reprodução de diversas espécies de aves, conforme exposto pela ONG Centro de Estudos Ornitológicos (CEO). Estudos do CEO indicaram que existem 16 (dezesseis) espécies de aves na região do Tanquã que constam na lista de espécies ameaçadas de extinção, bem como 17 (dezessete) espécies de aves migratórias, sendo 4 (quatro) provenientes do hemisfério sul e 13 provenientes do hemisfério norte (treze).

Além disso, ressaltou-se aspectos habitacionais, dado que, no caso da construção da referida barragem, parte da população será desalojada e, ademais, uma das questões que preocupam os moradores do Tanquã diz respeito aos problemas que serão causados devido aos impactos na atividade pesqueira, devido a alteração de habitat, fonte de renda para esta comunidade. Para isso, o empreendedor cita a Curva do Samambaia como uma área similar, com as mesmas características ecológicas.

No entanto, ainda segundo o Parecer Técnico do GAEMA de 21/01/2014, dados da CETESB de 2013, indicam que o Índice de Coleta e Tratabilidade de Esgotos da População Urbana do Município de São Pedro é categorizado como “péssimo”, sendo o corpo receptor destes efluentes, o Ribeirão Samambaia, localizado imediatamente a montante da Curva do Samambaia. De forma que considerou-se incompatível conceber esta localidade como pólo turístico e compensação da área de pesca do Tanquã.

Além disso, é destacado no Parecer Técnico do GAEMA de 21/01/2014, a ausência de correlação entre impactos e programas ambientais, insuficiência de recursos financeiros para garantir ações nos programas ambientais e a não consideração da existência de impactos ambientais sinérgicos.

6.2.2 Turismo, recreação e Lazer

Em relação aos usos da água para turismo, recreação e lazer, destacam-se as atividades relacionadas as belezas naturais das Bacias PCJ, possuindo um grande número de cachoeiras e corredeiras que se configuram como atrativos turísticos e possibilitam a prática de esportes aquáticos como rafting, rappel, canoagem, boia-cross, etc.

Nos lagos da região, principalmente aqueles formados pela instalação de barragens, também são praticados esportes aquáticos como o wakeboard, windsurf, stand up paddle, e passeios com jet-ski, dentre outros (Figura 6.26).

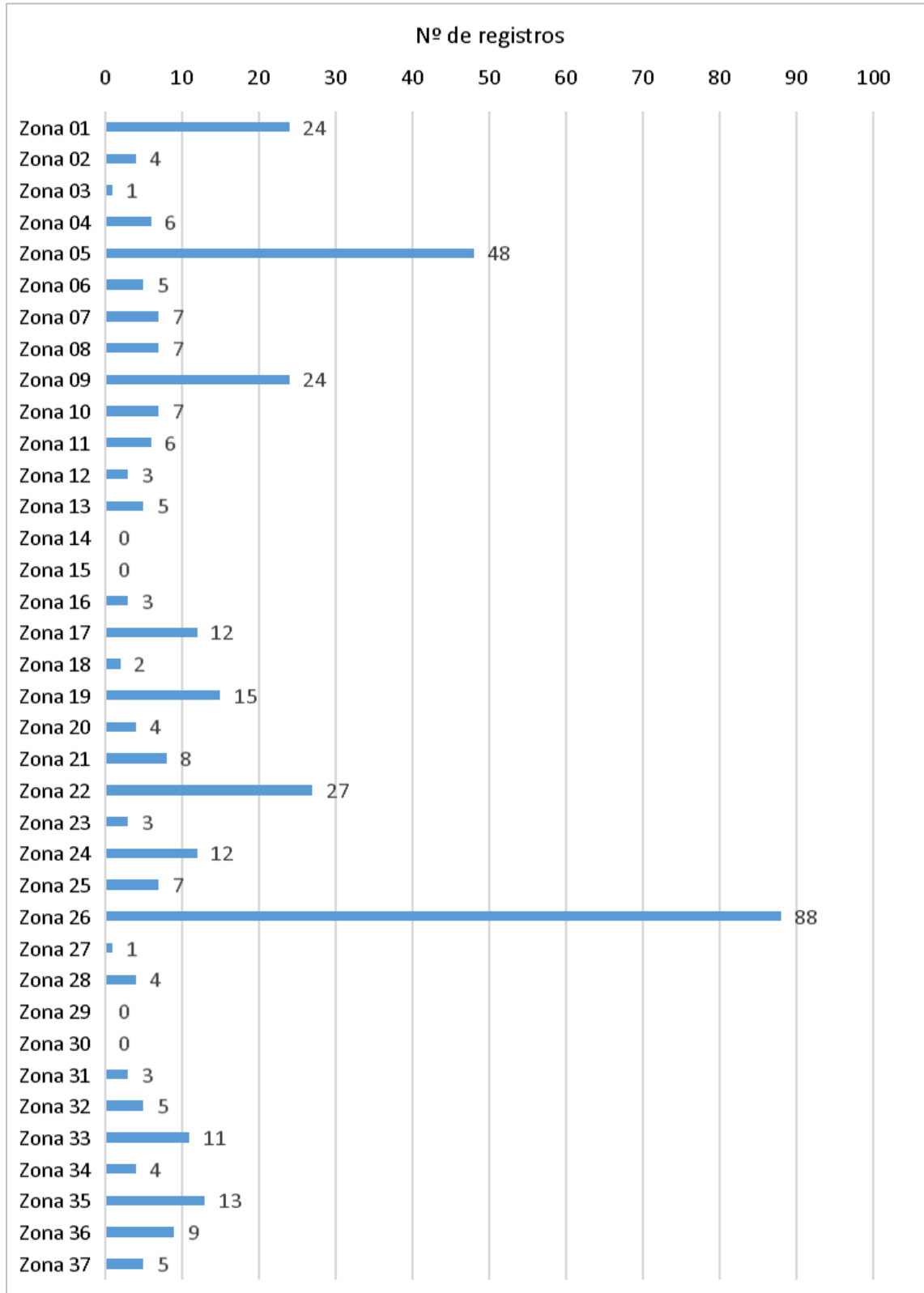


Figura 6.26 – Número de registros de usos não consuntivos da água relacionados às atividades de turismo, recreação e lazer por zonas, nas Bacias PCJ.

As atividades de turismo, recreação e lazer envolvendo usos não consuntivos da água se destacam nas Bacias PCJ nas zonas 26, 05, 22, 01 e 09

Cabe ressaltar que as informações referentes às atividades de turismo, recreação e lazer relacionadas a usos não consuntivos da água, foram obtidas por meio de pesquisa em diversas páginas da Internet no mês de dezembro de 2016, como páginas de agências turísticas, locais de camping e colônia de férias com atividades aquáticas, páginas especializadas em turismo em cachoeiras, páginas oficiais das prefeituras dos municípios abrangidos pelas Bacias PCJ, etc., e, portanto, se configuram em estimativas, podendo haver discrepâncias em comparação com a realidade da bacia, de forma que para um levantamento mais preciso, é necessário um trabalho de campo minucioso.

6.2.3 Pesca

As atividades de pesca nas Bacias PCJ acontecem principalmente em estabelecimentos conhecidos como pesqueiros, os quais são propriedades onde existe um ou mais corpos d'água no seu interior, geralmente lagos ou açudes, de forma que é efetuada uma cobrança para a realização da atividade de pesca. A maioria dos estabelecimentos funciona na modalidade pesque e pague, de forma que a cobrança é feita de acordo com o peso dos pescados, outros trabalham com a modalidade pague e pesque, onde é preciso pagar apenas uma taxa para entrar no estabelecimento e não são cobradas taxas adicionais pela quantidade de pescados. Alguns estabelecimentos atuam exclusivamente com foco na pesca esportiva, com a modalidade pesque e solte.

Além dos pesqueiros, também é verificada a atividade de pesca ao longo dos cursos d'água da bacia, e também nos lagos formados pelos reservatórios das barragens. Cabe ressaltar que em alguns cursos d'água em áreas urbanas a pesca é proibida, além de a qualidade da água estar abaixo dos padrões necessários para a realização desta atividade, porém, nem sempre isto é necessário para impedir a atividade dos pescadores.

A atividade de pesca se destaca nas Bacias PCJ nas zonas 22, 26, 05, 09, 33 e 01 (Figura 6.27).

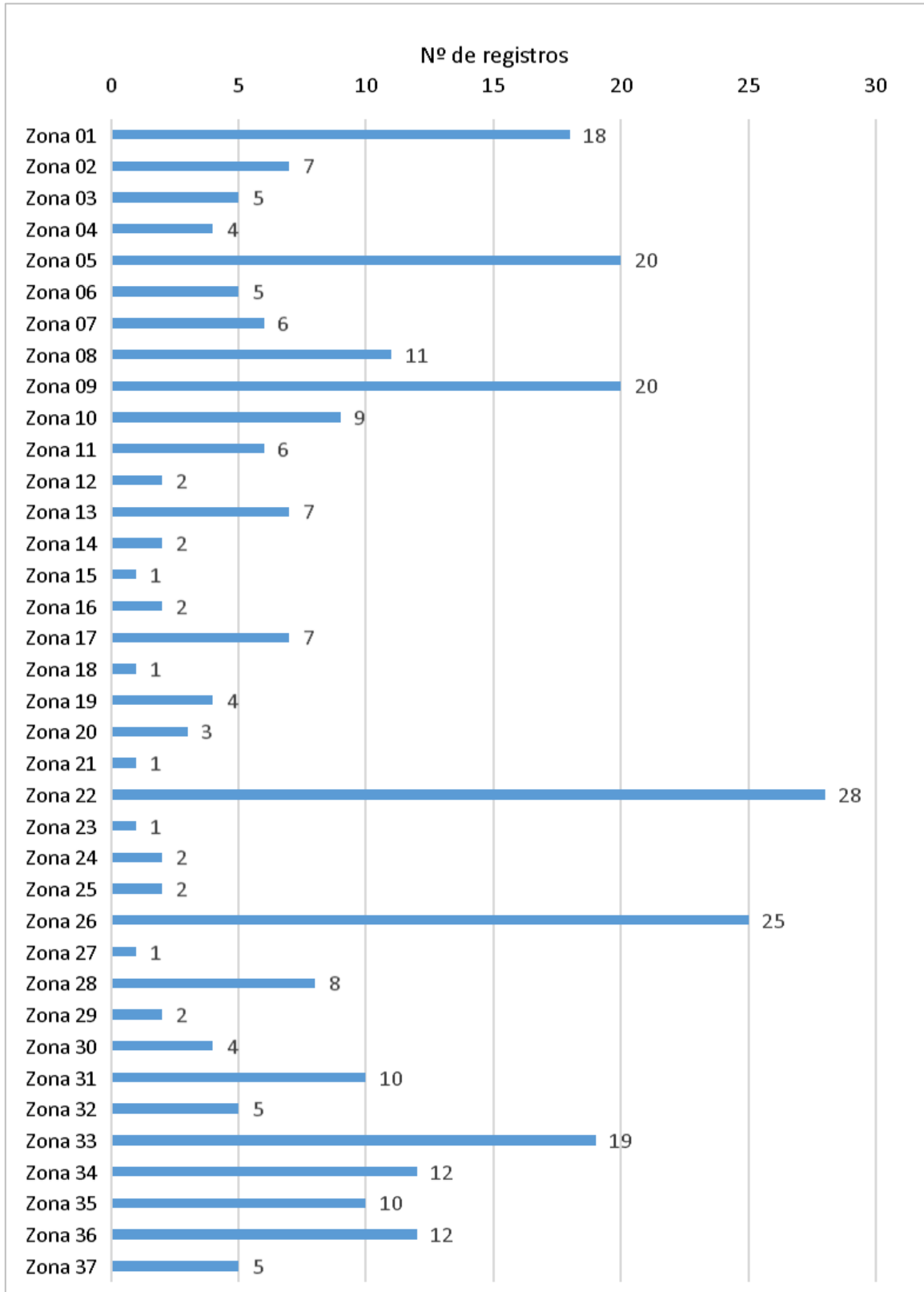


Figura 6.27 – Número de registros de usos não consuntivos da água relacionados à atividade de pesca por zonas, nas Bacias PCJ.

Cabe ressaltar que não foram obtidos dados para a pesca profissional continental, sob responsabilidade do Instituto de Pesca do Ministério da Agricultura.

A pesca profissional continental desenvolvida nos rios e represas do estado de São Paulo e em diversas regiões no Brasil caracteriza-se por não apresentar pontos fixos de desembarque, pois o pescador tem vida quase nômade, deslocando-se sempre à procura de locais mais produtivos. O comércio em pequena escala é realizado pelo próprio pescador, diretamente ao consumidor final, mas a maior parte da produção é vendida para intermediários, que abastecem peixarias e entrepostos de venda, para finalmente chegar ao consumidor, o que encarece sobremaneira o pescado comercializado (VERMULM JR. et al., 2002 *apud* MARUYAMA, 2007).

Além disso, as informações referentes à atividade de pesca foram obtidas por meio de pesquisa em diversas páginas da Internet no mês de dezembro de 2016, como páginas especializadas em locais de pesca, páginas oficiais das prefeituras dos municípios abrangidos pelas Bacias PCJ, etc., e, portanto, se configuram em estimativas, podendo haver discrepâncias em comparação com a realidade da bacia, de forma que para um levantamento mais preciso, é necessário um trabalho de campo minucioso.

6.2.4 Aquicultura

Os dados de captação de água para uso na aquicultura foram obtidos através dos bancos de outorgas da ANA, do IGAM e do DAEE. No banco de dados da ANA, os registros foram filtrados pela finalidade principal de uso “aquicultura”, no banco de dados do IGAM, os registros também foram filtrados pela finalidade de uso “aquicultura” e no banco de dados do DAEE os registros foram filtrados pelo tipo de usuário “aquicultor”. A partir destas análises foi possível observar uma maior importância da atividade da aquicultura nas zonas 22, 05, 09 e 04 (Figura 6.28).

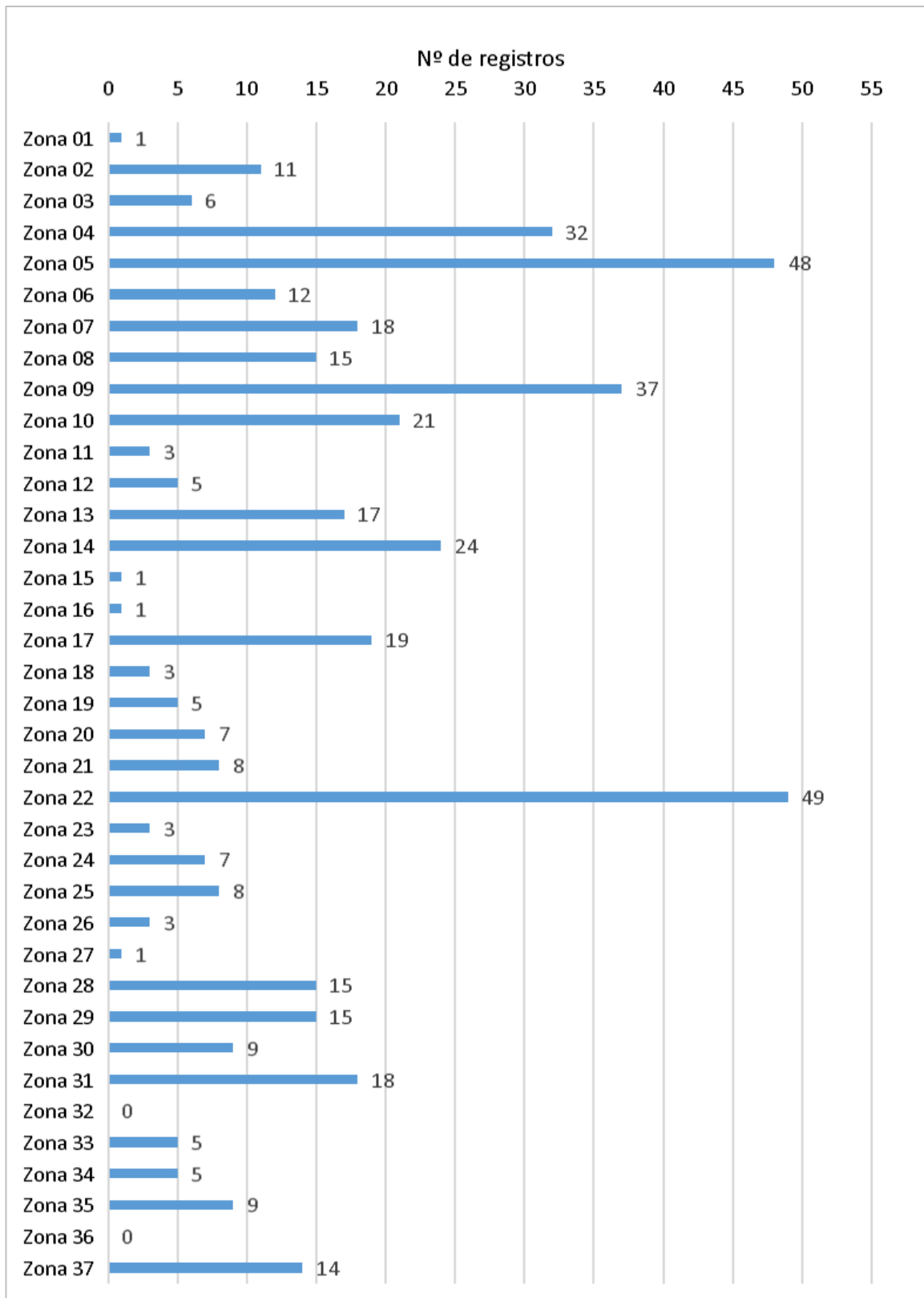


Figura 6.28 – Número de registros de usos não consuntivos da água relacionados à aquicultura por zonas, nas Bacias PCJ.

6.2.5 Aproveitamentos Hidrelétricos

Nas Bacias PCJ, atualmente se encontram ativas nove pequenas centrais hidrelétricas (PCH¹) e quatro centrais geradora hidrelétrica (CGH), totalizando uma potência instalada de 59,3 MW. Embora o barramento da UHE Barra Bonita seja no rio Tietê (fora das Bacias PCJ), o reservatório da usina inunda uma área de 118,5 km² na Bacia do Rio Piracicaba o que equivale a 47 % da área total de seu espelho d'água (252,6 km²).

O Quadro 6.27 apresenta as principais características dos aproveitamentos hidrelétricos em operação localizados nas Bacias PCJ. Devido ao tamanho reduzido das PCHs, algumas não possuem reservatórios, sendo operadas a fio d'água. A localização desses empreendimentos pode ser visualizada na Figura 6.29.

Quadro 6.27 – Aproveitamento hidrelétricos em operação nas Bacias PCJ

Tipo	Nome	Curso d'água	Município	Potência Instalada (kW)	Área do Reservatório (km ²) ¹	Volume Máximo	Vazão de Defluência (m ³ /s)
UHE	Barra Bonita	Rio Tietê	Barra Bonita/SP e Igarauçu do Tietê/SP	140.760 ²	118,5	3.135,41	23,5
PCH	Americana	Rio Atibaia	Americana/SP	30.000	9,3	0,11	-
PCH	Jaguari	Rio Jaguari	Pedreira/SP e Campinas/SP	11.800	0,4	-	65,1
PCH	Salto Grande	Rio Atibaia	Campinas/SP e Itatiba/SP	4.550	-	-	5
PCH	Luiz Queirós	Rio Piracicaba	Piracicaba/SP	2.880	-	-	-
PCH	Macaco Branco	Rio Jaguari	Campinas/SP e Pedreira/SP	2.363	-	-	-
PCH	Corumbataí	Rio Corumbataí	Rio Claro/SP	1.700	-	-	20
PCH	Ribeirão do Pinhal	Ribeirão do Pinhal	Limeira/SP e Cosmópolis/SP	1.200	0,5	-	20
PCH	Feixos	Rio Camanducaia	Amparo/SP	1.150	-	-	10,4
PCH	Mirante (Antiga Boyes)	Rio Piracicaba	Piracicaba/SP	1.120	-	-	-
CGH	Eng. Bernardo Figueiredo	Rio Jaguari	Pedreira/SP	1.000	-	-	-
CGH	Santa Tereza	Rio Camanducaia	Amparo/SP e Pedreira/SP	588	-	-	28
CGH	Ester (Cachoeira)	Ribeirão Pirapitingui	Cosmópolis/SP	581	1,2	-	-
CGH	Museu da Água	Rio Piracicaba	Piracicaba/SP	386	-	-	-

Fonte: SIGEL/ANEEL (2017).

¹ Calculado a partir da classificação do uso do solo.

² Potência gerada fora das Bacias PCJ.

¹ Pequena Central Hidrelétrica é toda usina cuja capacidade instalada é superior a 3 MW e inferior a 30 MW e cuja área ocupada pelo reservatório é inferior a 13 km² (Resolução ANEEL n° 673/2015).

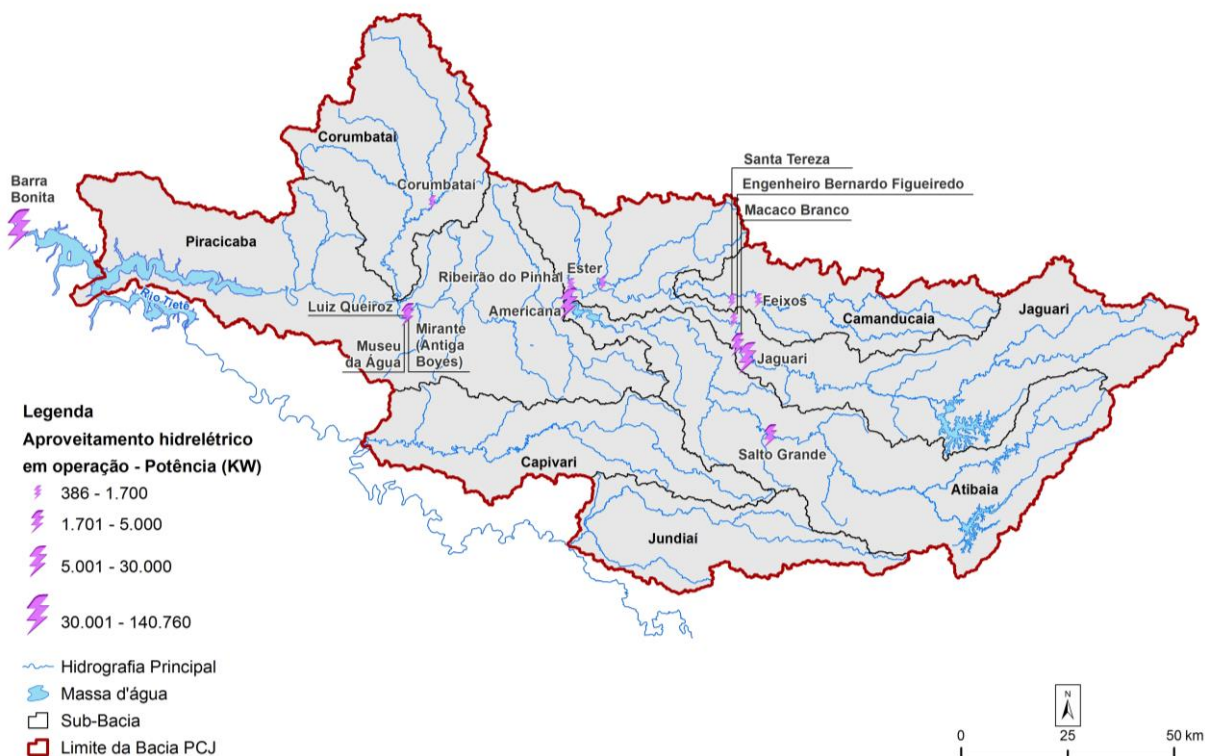


Figura 6.29 – Localização dos aproveitamentos hidrelétricos em operação nas Bacias PCJ.

A PCH Mirante, localizada no rio Piracicaba, foi revitalizada e reinaugurada em maio de 2015, após dez anos desativada. A capacidade de geração é de 1.120 kW e a pretensão é abastecer toda a estrutura do novo empreendimento do Mirante Shopping em Piracicaba/SP, a partir de 2017, e cerca de quatro mil famílias.

O Quadro 6.28 apresenta os aproveitamentos hidrelétricos desativados nas bacias PCJ, são elas: PCH Atibaia, PCH Cariobinha e PCH Geraldo Tosta.

Quadro 6.28 - Aproveitamento hidrelétricos desativados nas Bacias PCJ

Tipo	Nome	Curso d'água	Município	Potência Instalada (kW)	Área do Reservatório (km ²) ¹
PCH	Atibaia (Usina)	Rio Atibaia	Atibaia/SP	2.000	1,05
PCH	Cariobinha	Ribeirão Quilombo	Americana/SP	1.301	-
PCH	Dr. Geraldo Tosta	Rio Jaguarí	Bragança Paulista/SP	840	-

Fonte: SIGEL/ANEEL (2017) e Plano das Bacias PCJ 2010-2020.

¹ Calculado a partir da classificação do uso do solo.

Conforme o Despacho nº 1.959/2012, são declaradas extintas as usinas hidrelétricas com capacidade instalada menor ou igual a 1.000 kW que estiverem desativadas. Sendo assim, por meio da Resolução Autorizativa nº 3.922, de 19 de fevereiro de 2013, foi extinta a outorga de concessão da PCH Dr. Geraldo Tosta, localizada em Bragança Paulista/SP, outorgada pelo Decreto nº 89.776/1984, à Empresa Elétrica Bragantina S.A (Processo ANEEL nº 00000.701261/1983-88). Em 2015, a Câmara Municipal de Bragança Paulista, aprovou por unanimidade a moção 12/2015, que solicita ao Executivo estudos visando a transformação da Usina Hidrelétrica Dr. Geraldo Tosta em Centro de Turismo Ecológico, Lazer e Aprendizagem Ambiental a fim de facilitar o acesso da população ao conhecimento de aspectos relativos à operacionalização e ao funcionamento da usina e à

produção de energia elétrica, além de melhoras na manutenção, segurança e embelezamento da usina.

Com relação à PCH Cariobinha, em 1997, a Companhia Paulista de Força e Luz (CPFL) recebeu concessão para implantar e explorar a PCH, pelo prazo de 30 anos, conforme o Decreto s/ nº de 19 de novembro de 1997. Entretanto, a PCH Cariobinha permaneceu desativada desde 1996, de forma que no ano de 2011 a CPFL solicitou a sua desativação e sua consequente retirada do Contrato de Concessão nº 15/1997, por meio do Despacho nº 1.776, de 5 de julho de 2016, uma vez que foi caracterizada a inviabilidade econômica da reativação da Usina (Processo ANEEL nº 48500.000129/2008-79).

Por fim, a PCH Atibaia, desativada após a construção do Sistema Cantareira, vem sendo foco de estudos nos quais observa-se a divergência de opiniões relacionadas à ocorrência das enchentes no município de Atibaia/SP e à reativação da PCH, principalmente envolvendo a Comissão dos Moradores Atingidos pelas Enchentes em Atibaia, o Poder Público e os empresários responsáveis pela reativação da PCH.

O Quadro 6.29 apresenta os aproveitamentos hidrelétricos em estudo nas Bacias PCJ. Encontram-se em estudo 13 aproveitamentos hidrelétricos (04 PCHs e 09 CGHs) com uma potência adicional de 37,3 MW o que representa um incremento de 62% na potência atualmente instalada (59,3 MW).

Quadro 6.29 - Aproveitamento hidrelétricos em estudo nas Bacias PCJ

Tipo	Nome	Curso d'água	Município	Potência Instalada (kW)	Estágio
PCH	do Tombo	Rio Jaguari	Camanducaia	13.730	DRI - PCH
PCH	Camanducaia	Rio Jaguari	Camanducaia	3.620	PB com Aceite
PCH	Quilombo	Rio Jaguari	Camanducaia	3.320	Eixo Disponível
PCH	Itapeva	Rio Jaguari	Extrema	3.060	PB com Aceite
CGH	Quilombo I	Rio Jundiá	Itupeva	2.500	PB com Aceite
CGH	Extrema	Rio Jaguari	Extrema	2.390	Eixo Disponível
CGH	Bom Jardim	Rio Jaguari	Camanducaia	1.780	Eixo Disponível
CGH	Monte Verde	Rio Jaguari	Camanducaia	1.550	Eixo Disponível
CGH	Juncal	Rio Jaguari	Camanducaia	1.550	Eixo Disponível
CGH	Frades II	Ribeirão do Pinhal	Limeira/SP e Cosmópolis/SP	1.200	Eixo Disponível
CGH	Monte Serrat	Rio Jundiá	Itupeva	1.200	PB com Aceite
CGH	Funil	Camanducaia	Amparo	900	Eixo Disponível
CGH	Frades I	Ribeirão do Pinhal	Limeira/SP	500	Eixo Disponível

Fonte: SIGEL/ANEEL (2017).

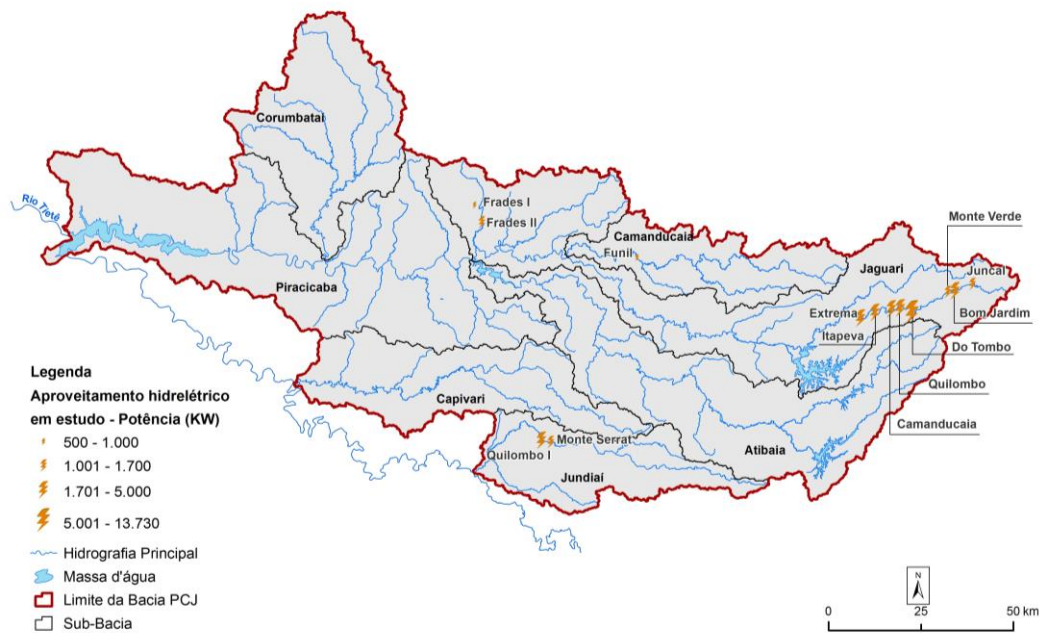


Figura 6.30 - Localização dos aproveitamentos hidrelétricos em estudo nas Bacias PCJ.

Cabe ressaltar que está prevista a desativação da PCH Macaco Branco e da PCH Feixos, haja vista que as mesmas serão atingidas pelas construções das Barragens Pedreira e Duas Pontes, respectivamente, que farão parte do Sistema Produtor Regional do PCJ. Os novos reservatórios estão em fase de licenciamento e serão construídos pelo Departamento de Água e Energia Elétrica do Estado de São Paulo (DAEE) a jusante do Sistema Cantareira e têm por objetivo criar uma reserva hídrica estratégica e garantir a disponibilidade hídrica para cerca de 20 municípios inseridos nas Bacias PCJ.

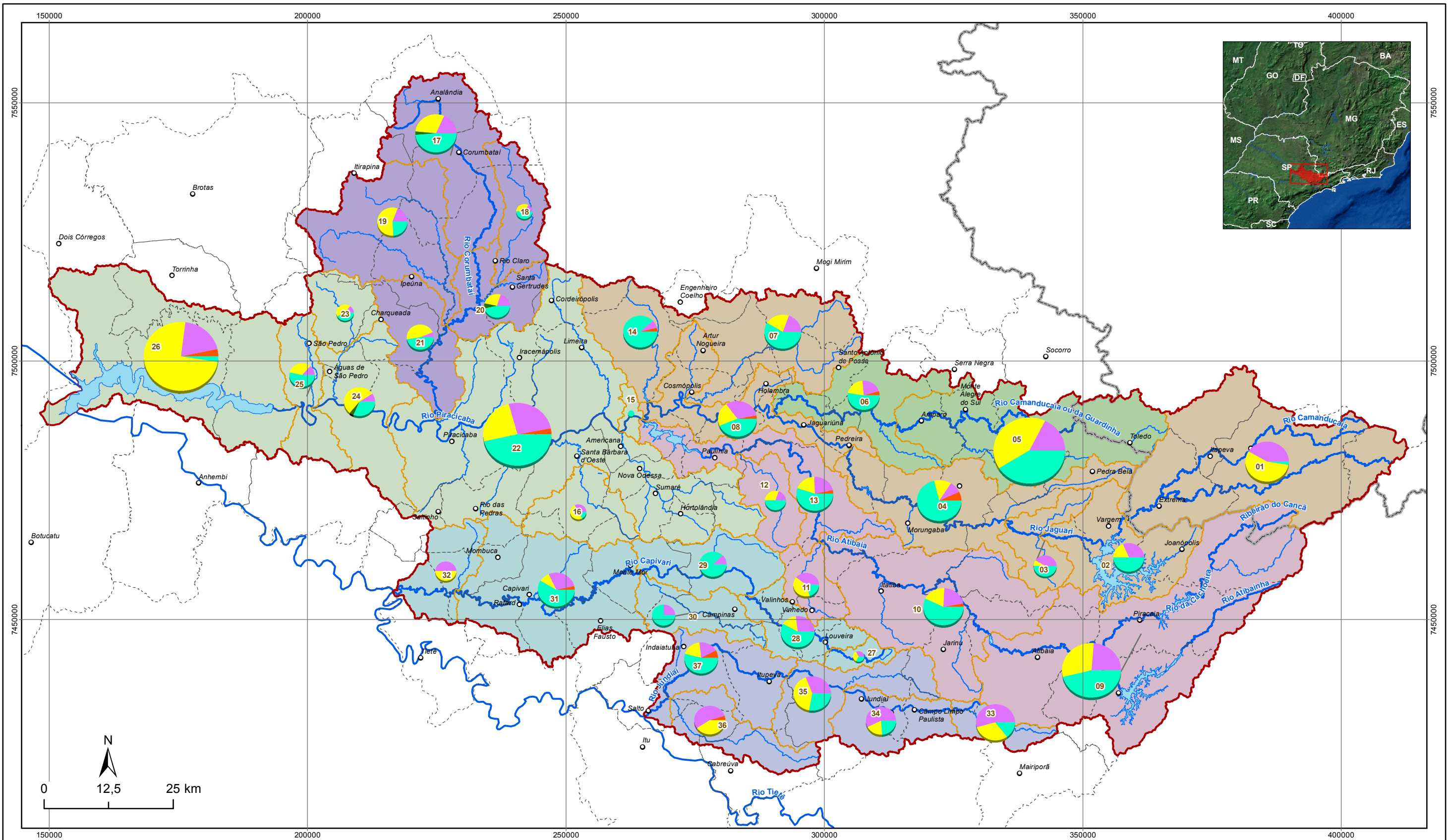
De acordo com o projeto do DAEE, o reservatório de Pedreira ocupará uma área de 2,1 km² no rio Jaguari e vai permitir uma vazão regularizada de 9,6 m³/s. O reservatório Duas Pontes, no rio Camanducaia, deverá ocupar uma área de 4,6 km² e vai permitir uma vazão regularizada de 9,8 m³/s.

Segundo o Estudo de Impacto Ambiental e o Relatório de Impacto Ambiental (EIA/RIMA) das Barragens Pedreira e Duas Pontes, estudos de potencial energético indicaram que a Barragem Pedreira apresenta condições para a implantação de uma PCH com capacidade de 5,2 MW de potência instalada, e no caso da Barragem Duas Pontes, com potência instalada de 3,2 MW. A conclusão das obras destas barragens está prevista para 2019.

Além disso, está em fase de licenciamento a Barragem Santa Maria da Serra no rio Piracicaba, que tem como objetivo ampliar a hidrovía Tietê-Paraná. Com a barragem, o rio Piracicaba terá 45 km navegáveis entre Santa Maria da Serra e o Distrito de Ártemis. Conforme o EIA/RIMA do Aproveitamento Múltiplo Santa Maria da Serra, a barragem, caso seja implantada, poderá gerar cerca de 11 MW.

6.2.6 Compilação dos usos não consuntivos

Os usos não consuntivos contabilizados e apresentados nos itens 6.2.1 a 6.2.5 foram compilados e apresentados na forma de um mapa com a distribuição dos tipos de usos consuntivos em cada uma das 37 zonas das bacias, para uma visão mais geral de como os recursos hídricos são utilizados ao longo das Bacias PCJ. O Mapa 6.8 apresenta essa distribuição.



LEGENDA

- | | | |
|-------------------------|------------------|--|
| ○ Sede municipal | Sub-Bacia | Nº de usos não consuntivos por zona |
| ~ Hidrografia Principal | Atibaia | |
| ~ Represas | Camanducaia | ■ Geração de Energia |
| - - - Limite Municipal | Capivari | ■ Pesca |
| ▭ Limite Estadual | Corumbataí | ■ Lazer/Recreação |
| ~ Limite de Zonas | Jaguari | ■ Navegação |
| ~ Limite PCJ | Jundiá | ■ Aquicultura/Captação |
| | Piracicaba | |



**DIAGNÓSTICO
PRIMEIRA REVISÃO DO PLANO DAS BACIAS HIDROGRÁFICAS
DOS RIOS PIRACICABA, CAPIVARI E JUNDIAÍ 2010 A 2020**



Sistema de Coordenadas UTM
Datum SIRGAS2000
Zona 23S
Escala: 1:725.000

Mapa 6.8 – Usos não consuntivos dos recursos hídricos nas Bacias PCJ

Fonte de dados:
- Sede municipal: IBGE, 2010
- Limite municipal: IBGE, 2010
- Limite estadual: IBGE, 2010
- Hidrografia: ANA, 2013
- Limite da bacia: Adaptado de ANA, 2013
- Limite sub-bacia: Adaptado de ANA, 2013
- Usos não-consuntivos: Profil/Rhama, 2016

7 BALANÇO: DEMANDA *VERSUS* DISPONIBILIDADE

7.1 Balanço Hídrico Superficial

7.1.1 Balanço hídrico geral

O balanço hídrico superficial do sistema tem como objetivo analisar o grau de comprometimento hídrico dos mananciais superficiais, através de um balanço entre as entradas e as saídas do sistema, tendo como base as demandas calculadas para abastecimento público, indústria, irrigação e para criação animal. Essas demandas são extraídas das disponibilidades hídricas, e inseridas novamente como vazões de retorno. O saldo hídrico restante das demandas retiradas é denominado disponibilidade hídrica bruta, e o saldo hídrico restante ao reconsiderar as vazões de retorno é denominado disponibilidade hídrica líquida. O balanço foi realizado considerando as disponibilidades calculadas neste Plano.

A metodologia para o cálculo das demandas hídricas já foi demonstrada nos itens correspondentes, assim como para o cálculo das disponibilidades. Para as vazões de retorno, considerou-se os coeficientes de 0,3 para as demandas de irrigação e 0,7 para as demandas de indústria, sendo que para o consumo animal as demandas consumidas foram apresentadas no item correspondente.

Para as vazões de retorno das demandas de abastecimento, considerou-se os dados de lançamento do Cadastro da Cobrança e do CNARH, que possuem dados pontuais de lançamento das vazões de retorno, o que consiste em uma informação mais detalhada. Isso é de especial importância, visto que existem diversas transposições interbacias nas Bacias PCJ com o intuito de abastecer municípios de diferentes sub-bacias. Para as demandas de irrigação, utilizou-se os valores médios dos consumos.

As demandas e disponibilidades de cada zona foram calculadas isoladamente, depois somadas conforme a topologia das Bacias PCJ, incluindo o incremento de cada zona na disponibilidade e demanda, conforme se segue de montante para jusante nas bacias.

As zonas 01, 02 e 09 estão localizadas a montante do Sistema Cantareira, sendo a 01 totalmente a montante, e a 02 e a 09 comportam os reservatórios dentro de sua área. Para essas, foi realizado um ajuste, visto que as disponibilidades hídricas destas zonas não contribuem para o resto das bacias, visto que são armazenadas nos reservatórios. Para a Zona 01, sua contribuição e suas demandas no balanço global acumulado do sistema foram desconsideradas, sendo analisado apenas seu balanço individual.

Para as zonas 02 e 09, foi ponderada a parcela de sua área a montante e a jusante do Sistema Cantareira, contribuindo para o restante do sistema apenas aquelas a jusante, tanto para a disponibilidade quanto para as demandas. Foi ainda adicionada à disponibilidade a vazão defluente mínima dos reservatórios, conforme apresentado no item de disponibilidade.

Devido a isso essas zonas são apresentadas duas vezes nos quadros, uma vez para a análise do seu balanço individual, é outra considerando a influência do Sistema Cantareira, para o balanço hídrico global.

Os balanços estão apresentados no Quadro 7.1 e Quadro 7.2.

Quadro 7.2 – Demandas, vazões de retorno, vazões consumidas totais e balanço hídrico superficial das Bacias PCJ

Bacia hidrográfica	Sub-bacia	Zona	Área (km²)	Total (m³/s)			Percentual de comprometimento hídrico		Saldo hídrico (m³/s)
				Demanda	Retorno	Consumo	Demanda / Disponibilidade	Consumo / Disponibilidade	
Piracicaba	Camanducaia	Zona 05	690,75	0,62	0,18	0,44	22,9%	16,4%	2,27
		Zona 06	349,24	0,39	0,29	0,10	28,4%	7,5%	1,27
		Zona 06 + 05	1.039,99	1,01	0,46	0,55	24,8%	13,4%	3,53
	Camanducaia Total		1.039,99	1,01	0,46	0,55	24,8%	13,4%	3,53
	Jaguari	Zona 01	991,87	0,37	0,21	0,15	9,1%	3,8%	3,85
		Zona 01*	0,00	0,00	0,00	0,00	-	-	-
		Zona 02	394,46	0,61	0,07	0,53	38,0%	33,5%	1,06
		Zona 02*	149,89	0,23	0,03	0,20	29,1%	25,6%	0,59
		Zona 02 + 01	1.386,33	0,23	0,03	0,20	29,1%	25,6%	0,59
		Zona 03	166,87	0,21	0,72	-0,51	30,6%	-76,0%	1,19
		Zona 03 + 02 + 01	1.553,20	0,44	0,75	-0,31	29,8%	-21,1%	1,78
		Zona 04	573,02	0,41	0,14	0,27	17,8%	11,8%	2,04
		Zona 04 + 03 + 02 + 01	2.126,22	0,85	0,88	-0,04	22,4%	-0,9%	3,82
		Zona 07	495,57	1,27	0,56	0,70	63,3%	35,2%	1,30
		Zona 08	380,13	4,68	1,49	3,20	305,1%	208,3%	-1,66
		Zona 08 + 07 + (Camanducaia) + (04 + 03 + 02 + 01)	4.041,91	7,81	3,40	4,41	68,5%	38,7%	6,98
		Zona 14	302,03	0,34	0,11	0,23	27,7%	18,9%	0,99
		Zona 14 + 08 + 07 + (Camanducaia) + (04 + 03 + 02 + 01)	4.343,94	8,15	3,50	4,64	64,6%	36,8%	7,97
	Jaguari Total		3.303,96	7,14	3,04	4,10	83,6%	48,0%	4,44
	Atibaia	Zona 09	1.355,37	1,34	0,54	0,81	24,6%	14,8%	4,65
		Zona 09*	637,02	0,63	0,25	0,38	22,4%	13,4%	2,44
		Zona 10	793,66	1,87	0,66	1,21	58,6%	37,8%	1,99
		Zona 10 + 09	2.149,03	2,51	0,92	1,59	28,9%	18,3%	7,07
		Zona 11	126,24	0,39	0,53	-0,14	77,5%	-26,5%	0,64
		Zona 12	154,52	0,08	0,77	-0,69	13,3%	-110,5%	1,31
		Zona 13	386,33	6,56	2,35	4,21	421,4%	270,3%	-2,65
		Zona 13 + 12 + 11 + (10 + 09)	2.816,12	9,54	4,57	4,97	84,1%	43,8%	6,38
	Atibaia total		2.816,12	9,54	4,57	4,97	109,6%	57,1%	3,74
	Corumbataí	Zona 17	469,89	0,72	0,20	0,53	53,3%	38,9%	0,83
		Zona 18	196,49	0,28	0,16	0,12	48,6%	20,4%	0,45
		Zona 19	538,86	0,26	0,07	0,19	16,7%	12,0%	1,37
		Zona 20	224,31	0,26	0,25	0,01	39,6%	1,6%	0,64
		Zona 20 + 18 + 17	890,69	1,26	0,60	0,65	48,8%	25,4%	1,92
		Zona 21	289,91	2,39	0,26	2,12	284,9%	253,4%	-1,28
	Zona 21 + (20 + 18 + 17) + 19	1.719,46	3,90	0,94	2,96	78,6%	59,7%	2,00	
	Corumbataí Total		1.719,46	3,90	0,94	2,96	78,6%	59,7%	2,00
	Piracicaba	Zona 15	33,61	2,19	0,80	1,40	2014,9%	1283,8%	-1,29
		Zona 15 + (Jaguari) + (Atibaia)	7.193,67	18,87	8,41	10,47	108,8%	60,3%	6,89
		Zona 16	217,41	1,00	0,08	0,93	142,5%	131,8%	-0,22
		Zona 22	1.701,95	4,16	5,22	-1,06	75,5%	-19,3%	6,58
		Zona 22 + 16 + (Corumbataí) + 15 + (Jaguari) + (Atibaia)	10.832,49	27,94	14,64	13,29	97,9%	46,6%	15,24
		Zona 23	159,39	0,03	0,02	0,01	6,3%	2,4%	0,50
		Zona 24	388,63	0,25	0,11	0,14	19,9%	11,5%	1,11
		Zona 24 + 23 + 22 + 16 + (Corumbataí) + 15 + (Jaguari) + (Atibaia)	11.380,51	28,22	14,77	13,45	93,1%	44,4%	16,86
		Zona 25	219,85	0,20	0,09	0,11	28,3%	15,4%	0,60
		Zona 25 + 24 + 23 + 22 + 16 + (Corumbataí) + 15 + (Jaguari) + (Atibaia)	11.600,36	29,43	15,14	14,29	94,9%	46,1%	16,74
	Zona 26	1.054,63	0,48	0,16	0,32	14,0%	9,4%	3,09	
Zona 26 + 25 + 24 + 23 + 22 + 16 + (Corumbataí) + 15 + (Jaguari) + (Atibaia)	12.654,99	29,91	15,30	14,61	86,8%	42,4%	19,83		
Piracicaba Total		3.775,47	8,32	6,47	1,85	68,0%	15,1%	10,38	
Bacia do Piracicaba Total			12.654,99	29,91	15,48	14,43	93,2%	45,0%	17,66
Capivari	Capivari	Zona 27	53,24	0,08	0,02	0,06	127,3%	102,3%	0,00
		Zona 28	186,54	0,72	0,30	0,41	322,2%	185,3%	-0,19
		Zona 28 + 27	239,78	0,80	0,32	0,48	278,9%	166,8%	-0,19
		Zona 29	269,33	0,18	0,78	-0,60	55,2%	-187,4%	0,92
		Zona 29 + 28 + 27	509,11	0,97	1,10	-0,12	160,6%	-20,6%	0,73
		Zona 30	187,76	0,44	0,05	0,39	196,8%	175,6%	-0,17
		Zona 31	673,71	1,30	1,17	0,13	162,0%	15,7%	0,68
		Zona 31 + 30 + (29 + 28 + 27)	1.370,58	2,71	2,32	0,39	166,2%	24,1%	1,24
		Zona 32	197,76	0,14	0,03	0,11	58,6%	44,7%	0,13
		Zona 32 + 31 + 30 + (29 + 28 + 27)	1.568,34	2,85	2,35	0,50	152,7%	26,7%	1,37
Bacia do Capivari total		1.568,34	2,85	2,35	0,50	152,7%	26,7%	1,37	
Jundiá	Jundiá	Zona 33	105,99	0,14	0,05	0,10	67,0%	45,0%	0,12
		Zona 34	218,44	1,24	0,72	0,52	280,5%	116,7%	-0,07
		Zona 34 + 33	324,43	1,38	0,77	0,61	210,7%	93,3%	0,04
		Zona 35	295,86	1,73	1,07	0,66	288,5%	109,4%	-0,06
		Zona 35 + 34 + 33	620,29	3,11	1,85	1,27	247,8%	101,0%	-0,01
		Zona 36	219,45	0,99	0,08	0,91	223,4%	205,8%	-0,47
		Zona 37	314,71	0,68	0,44	0,24	106,5%	38,2%	0,39
Zona 37 + 36 + (35 + 34 + 33)	1.154,45	4,79	2,36	2,43	204,7%	103,8%	-0,09		
Bacia do Jundiá Total		1.154,45	4,79	2,36	2,43	204,7%	103,8%	-0,09	
Total			15.377,78	37,55	20,19	17,36	103,5%	47,8%	18,94

Os valores de demandas, retornos e consumos estão agrupados por sub-bacias e apresentados no Quadro 7.3, Quadro 7.4 e Quadro 7.5.

Quadro 7.3 – Demandas hídricas por sub-bacias

Bacia hidrográfica	Sub-bacia	Disponibilidade Hídrica (m³/s)	Demandas Hídricas (m³/s)				
		Q7,10	Abast Público	Indústria	Irrigação	Pecuária	Total
Total Capivari	Capivari	1,87	1,07	0,71	1,03	0,05	2,85
Total Jundiá	Jundiá	2,34	3,79	0,36	0,61	0,03	4,79
Total Piracicaba	Atibaia	8,71	5,24	2,90	1,34	0,06	9,54
	Camanducaia	4,08	0,34	0,22	0,36	0,09	1,01
	Corumbataí	4,97	2,81	0,36	0,68	0,06	3,90
	Jaguari	8,54	3,74	1,70	1,59	0,11	7,14
	Piracicaba	12,23	3,62	2,77	1,82	0,11	8,32
	<i>Total Piracicaba</i>		<i>32,09</i>	<i>15,74</i>	<i>7,96</i>	<i>5,78</i>	<i>0,42</i>
Total PCJ		36,29	20,60	9,03	7,41	0,50	37,55

Quadro 7.4 – Vazões de lançamento por sub-bacias

Bacia hidrográfica	Sub-bacia	Disponibilidade Hídrica (m³/s)	Retorno (m³/s)				
		Q7,10	Abast Público	Indústria	Irrigação	Pecuária	Total
Total Capivari	Capivari	1,87	1,54	0,50	0,31	0,01	2,35
Total Jundiá	Jundiá	2,34	1,92	0,25	0,18	0,01	2,36
Total Piracicaba	Atibaia	8,71	2,12	2,03	0,40	0,01	4,57
	Camanducaia	4,08	0,18	0,16	0,11	0,02	0,46
	Corumbataí	4,97	0,47	0,25	0,20	0,01	0,94
	Jaguari	8,54	1,35	1,19	0,48	0,02	3,04
	Piracicaba	12,23	3,96	1,94	0,55	0,02	6,47
	<i>Total Piracicaba</i>		<i>32,09</i>	<i>8,09</i>	<i>5,57</i>	<i>1,73</i>	<i>0,08</i>
Total PCJ		36,29	11,55	6,32	2,22	0,10	20,19

Quadro 7.5 – Vazões consumidas por sub-bacias

Bacia hidrográfica	Sub-bacia	Disponibilidade Hídrica (m³/s)	Consumos Hídricos (m³/s)				
		Q7,10	Abast Público	Indústria	Irrigação	Pecuária	Total
Total Capivari	Capivari	1,87	-0,47	0,21	0,72	0,04	0,50
Total Jundiá	Jundiá	2,34	1,87	0,11	0,43	0,02	2,43
Total Piracicaba	Atibaia	8,71	3,12	0,87	0,94	0,05	4,97
	Camanducaia	4,08	0,16	0,07	0,25	0,07	0,55
	Corumbataí	4,97	2,34	0,11	0,47	0,05	2,96
	Jaguari	8,54	2,38	0,51	1,11	0,09	4,10
	Piracicaba	12,23	-0,34	0,83	1,27	0,09	1,85
	<i>Total Piracicaba</i>		<i>32,09</i>	<i>7,65</i>	<i>2,39</i>	<i>4,05</i>	<i>0,34</i>
Total PCJ		36,29	9,05	2,71	5,19	0,40	17,36

Na Figura 7.1 e Figura 7.2 estão apresentadas as vazões captadas e de retorno por tipo de uso nas sub-bacias das Bacias PCJ. Em seguida, na Figura 7.3 estão apresentadas as vazões captadas (vazão total, correspondendo a soma do retorno e do consumo) e suas parcelas que retornam e que são consumidas, e na Figura 7.4 estão

apresentadas as vazões captadas e emitidas em cada sub-bacia, em diferentes eixos para visualização dos fluxos de captação e retorno nas Bacias PCJ.

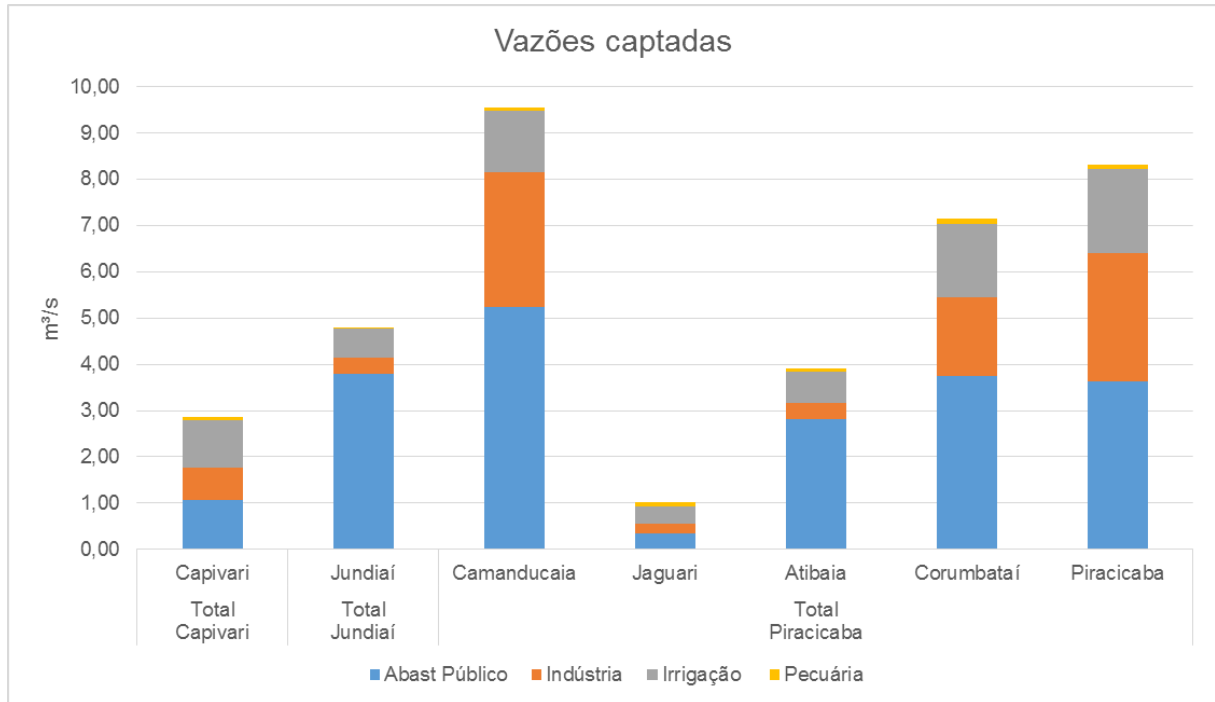


Figura 7.1 – Vazões captadas nas sub-bacias das Bacias PCJ

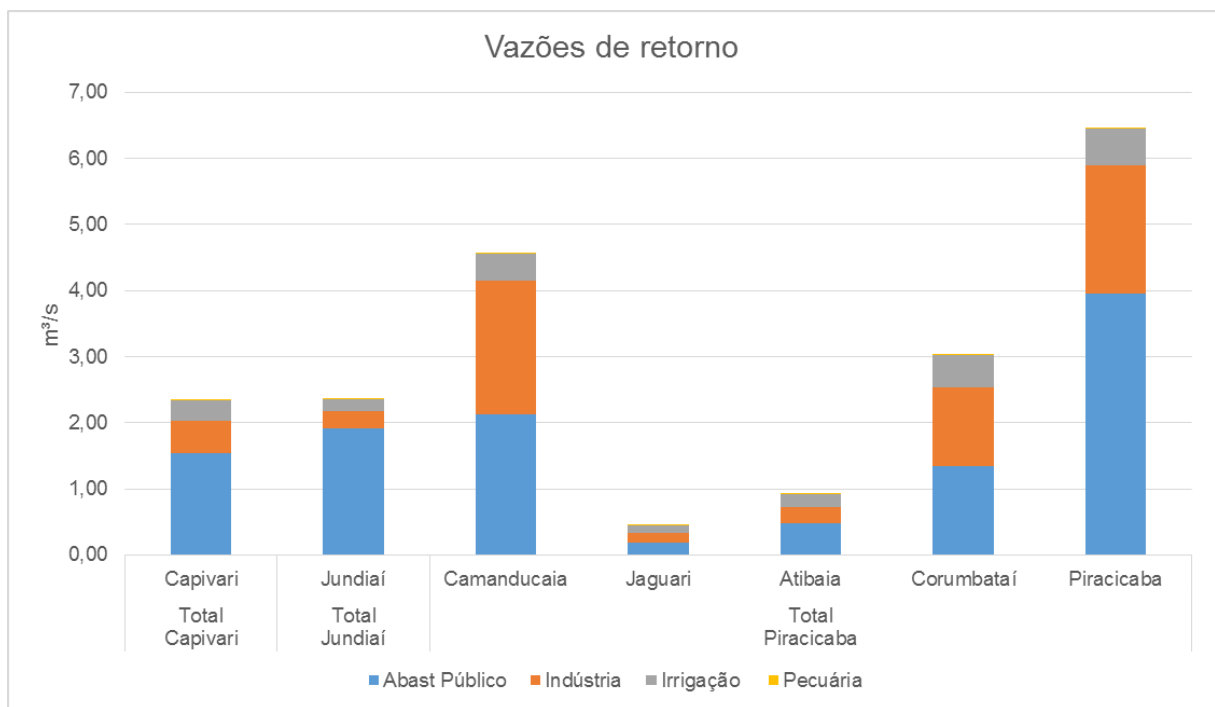


Figura 7.2 - Vazões de retorno nas sub-bacias das Bacias PCJ

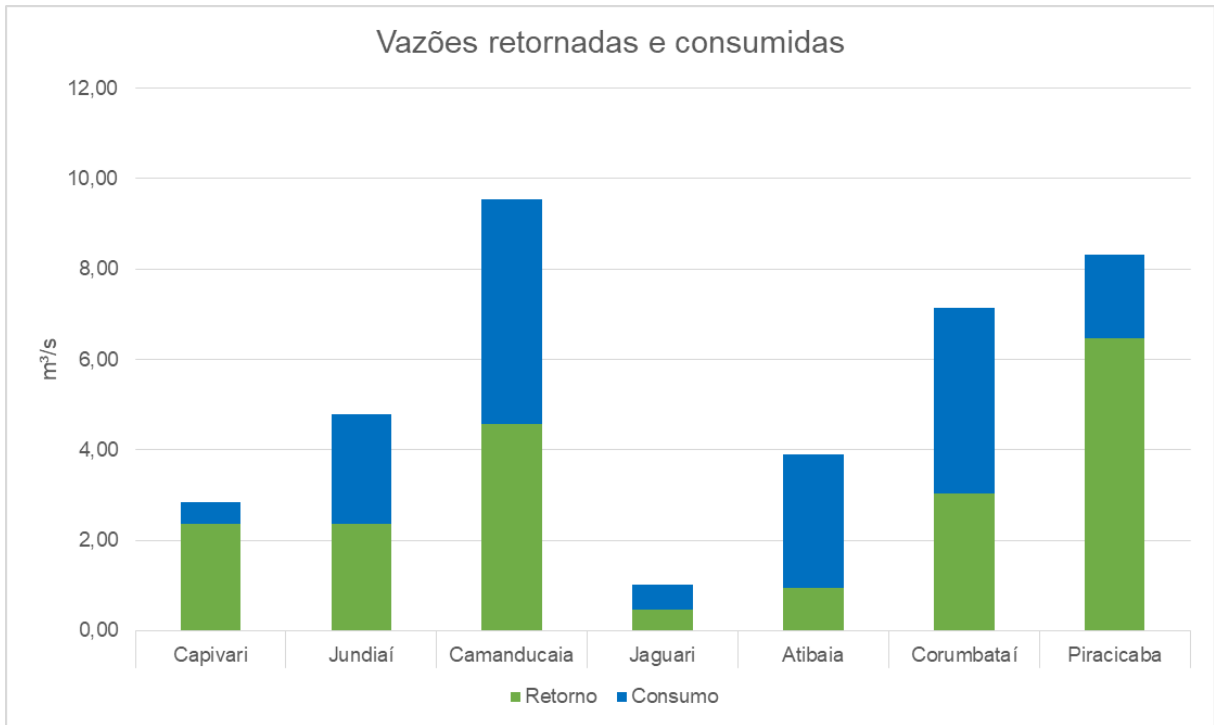


Figura 7.3 – Parcela das vazões captadas que retornam e que são consumidas nas Bacias PCJ

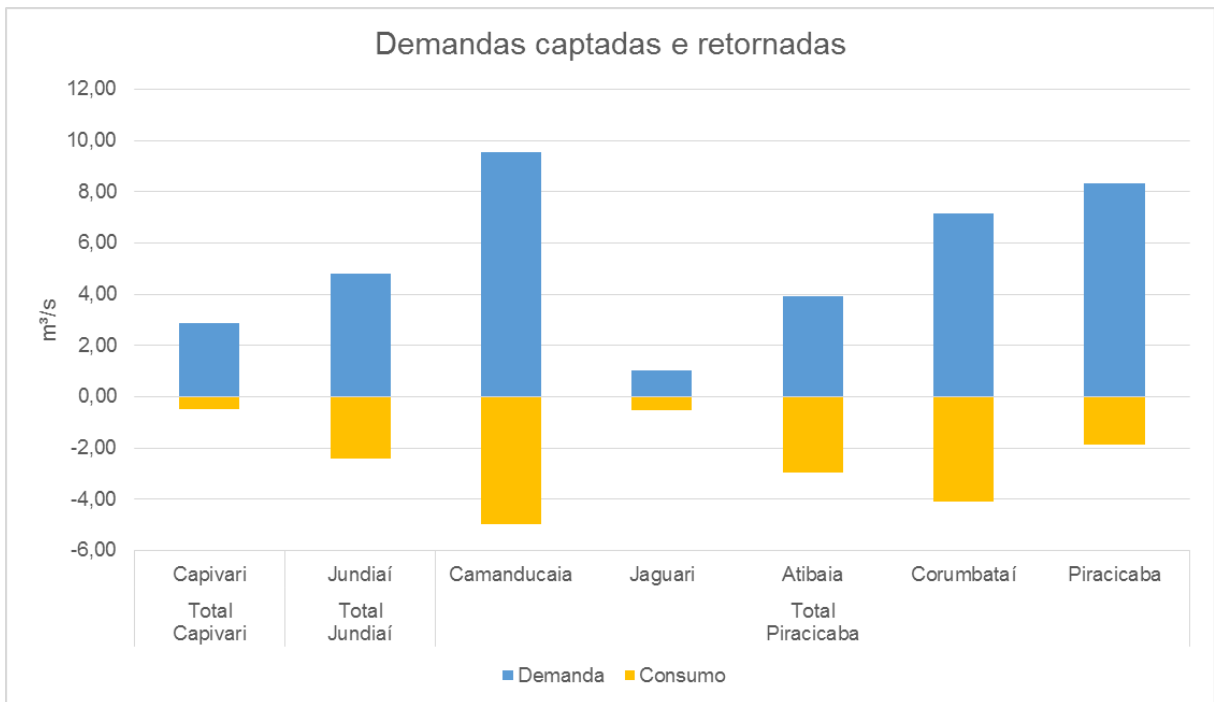


Figura 7.4 – Vazões captadas e retornadas nas Bacias PCJ

7.1.2 Balanço hídrico acumulado

O balanço hídrico se dá pela análise das disponibilidades e demandas acumuladas em cada zona, visto que as zonas transmitem seus superávits para jusante.

A Figura 7.5 apresenta a topologia das Bacias PCJ. O balanço apresentado no Quadro 7.2 apresentou tanto o balanço isolado em cada zona quanto o acumulado, baseado na estrutura apresentada na figura a seguir.

Após a Figura 7.5 estão apresentados, no Quadro 7.6 e na Figura 7.6, os percentuais de comprometimento hídrico das zonas, obtidos do saldo de cada zona acumulado para as zonas de jusante. Os percentuais de comprometimento são calculados em relação à demanda (toda vazão que é retirada) e ao consumo (vazão retirada menos retornada).

Algumas zonas possuem disponibilidades negativas, que representam zonas que possuem aporte de água maior do que a retirada, terminando com saldos positivos de água. Como o balanço mede o grau de comprometimento, um saldo positivo é igual a um grau de comprometimento negativo.

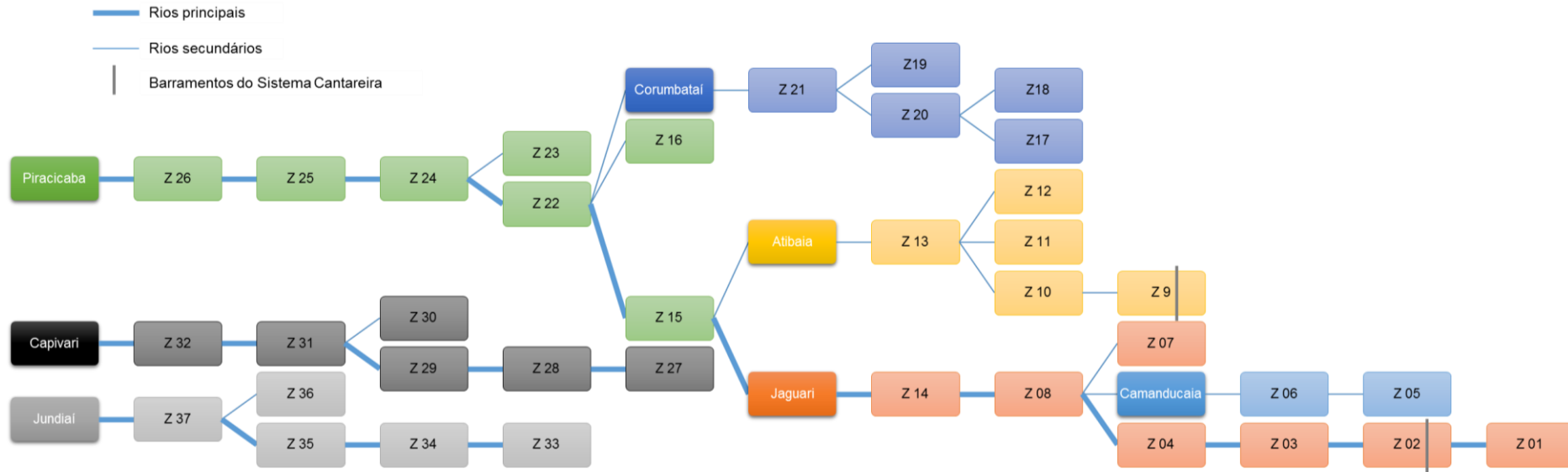


Figura 7.5 – Topologia das zonas e sub-bacias das Bacias PCJ

Quadro 7.6 – Balanço hídrico líquido das zonas acumuladas

Bacia hidrográfica	Sub-bacia	Zona	Percentual de comprometimento hídrico	
			Demanda / Disp.	Consumo / Disp.
Piracicaba	Camanducaia	Zona 05	22,9%	16,4%
		Zona 06	28,4%	7,5%
		Zona 06 + 05	24,8%	13,4%
		<u>Camanducaia Total</u>	<u>24,8%</u>	<u>13,4%</u>
	Jaguari	Zona 01	9,1%	3,8%
		Zona 01*	-	-
		Zona 02	38,0%	33,5%
		Zona 02*	29,1%	25,6%
		Zona 02 + 01	29,1%	25,6%
		Zona 03	30,6%	-76,0%
		Zona 03 + 02 + 01	29,8%	-21,1%
		Zona 04	17,8%	11,8%
		Zona 04 + 03 + 02 + 01	22,4%	-0,9%
		Zona 07	63,3%	35,2%
		Zona 08	305,1%	208,3%
		Zona 08 + 07 + (Camanducaia) + (04 + 03 + 02 + 01)	68,5%	38,7%
		Zona 14	27,7%	18,9%
		Zona 14 + 08 + 07 + (Camanducaia) + (04 + 03 + 02 + 01)	64,6%	36,8%
		<u>Jaguari Total</u>	<u>83,6%</u>	<u>48,0%</u>
	Atibaia	Zona 09	24,6%	14,8%
		Zona 09*	22,4%	13,4%
		Zona 10	58,6%	37,8%
		Zona 10 + 09	28,9%	18,3%
		Zona 11	77,5%	-26,5%
		Zona 12	13,3%	-110,5%
		Zona 13	421,4%	270,3%
		Zona 13 + 12 + 11 + (10 + 09)	84,1%	43,8%
	<u>Atibaia total</u>	<u>109,6%</u>	<u>57,1%</u>	
	Corumbataí	Zona 17	53,3%	38,9%
		Zona 18	48,6%	20,4%
		Zona 19	16,7%	12,0%
		Zona 20	39,6%	1,6%
		Zona 20 + 18 + 17	48,8%	25,4%
Zona 21		284,9%	253,4%	
Zona 21 + (20 + 18 + 17) + 19		78,6%	59,7%	
<u>Corumbataí Total</u>		<u>78,6%</u>	<u>59,7%</u>	
Piracicaba	Zona 15	2014,9%	1283,8%	
	Zona 15 + (Jaguari) + (Atibaia)	108,8%	60,3%	
	Zona 16	142,5%	131,8%	
	Zona 22	75,5%	-19,3%	
	Zona 22 + 16 + (Corumbataí) + 15 + (Jaguari) + (Atibaia)	97,9%	46,6%	
	Zona 23	6,3%	2,4%	

Bacia hidrográfica	Sub-bacia	Zona	Percentual de comprometimento hídrico	
			Demanda / Disp.	Consumo / Disp.
		Zona 24	19,9%	11,5%
		Zona 24 + 23 + 22 + 16 + (Corumbataí) + 15 + (Jaguari) + (Atibaia)	93,1%	44,4%
		Zona 25	28,3%	15,4%
		Zona 25 + 24 + 23 + 22 + 16 + (Corumbataí) + 15 + (Jaguari) + (Atibaia)	94,9%	46,1%
		Zona 26	14,0%	9,4%
		Zona 26 + 25 + 24 + 23 + 22 + 16 + (Corumbataí) + 15 + (Jaguari) + (Atibaia)	86,8%	42,4%
		<u>Piracicaba Total</u>	<u>68,0%</u>	<u>15,1%</u>
<u>Bacia do Piracicaba Total</u>			<u>93,2%</u>	<u>45,0%</u>
Capivari	Capivari	Zona 27	127,3%	102,3%
		Zona 28	322,2%	185,3%
		Zona 28 + 27	278,9%	166,8%
		Zona 29	55,2%	-187,4%
		Zona 29 + 28 + 27	160,6%	-20,6%
		Zona 30	196,8%	175,6%
		Zona 31	162,0%	15,7%
		Zona 31 + 30 + (29 + 28 + 27)	166,2%	24,1%
		Zona 32	58,6%	44,7%
		Zona 32 + 31 + 30 + (29 + 28 + 27)	152,7%	26,7%
<u>Capivari total</u>			<u>152,7%</u>	<u>26,7%</u>
Jundiá	Jundiá	Zona 33	67,0%	45,0%
		Zona 34	280,5%	116,7%
		Zona 34 + 33	210,7%	93,3%
		Zona 35	288,5%	109,4%
		Zona 35 + 34 + 33	247,8%	101,0%
		Zona 36	223,4%	205,8%
		Zona 37	106,5%	38,2%
		Zona 37 + 36 + (35 + 34 + 33)	204,7%	103,8%
<u>Jundiá Total</u>			<u>204,7%</u>	<u>103,8%</u>
<u>Total</u>			<u>103,5%</u>	<u>47,8%</u>

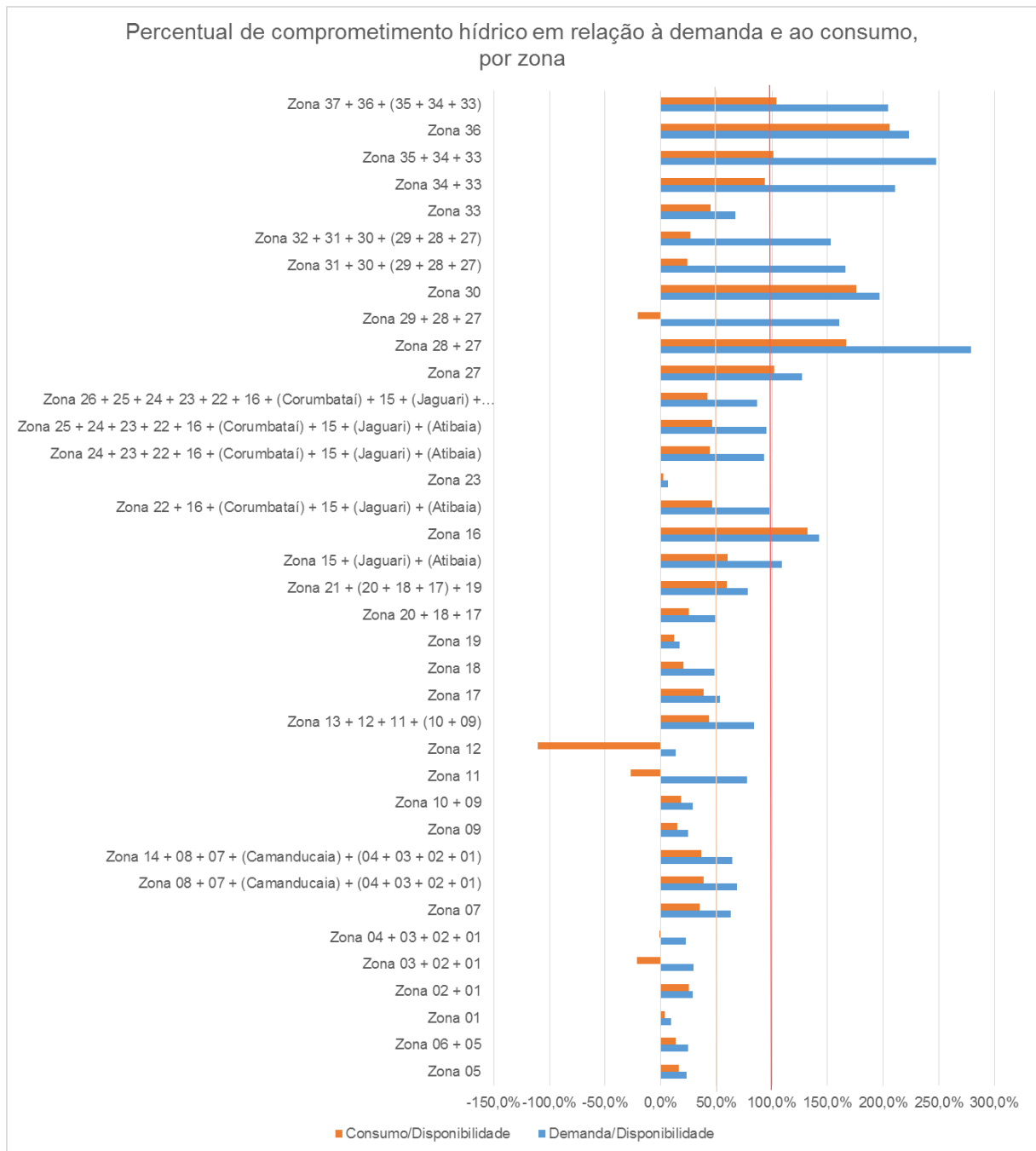


Figura 7.6 – Balanço hídrico líquido acumulado por zonas

Em relação ao consumo, ao acumular os excedentes hídricos de cada zona para a zona de jusante, observa-se que sete dentre as 37 zonas possuem uma situação de estresse hídrico, com mais de 100% da disponibilidade consumida. Além destas, três outras apresentam mais de 50% de sua disponibilidade comprometida, estando o restante dos níveis de comprometimento abaixo desse limiar. As zonas 03 (+02+01), 11, 12 e 29 (+28+27) apresentam um balanço negativo porque possuem um aporte de água (proveniente de lançamentos) maior do que suas saídas, ficando com um excedente hídrico.

Em relação à demanda, 12 zonas apresentam demanda maior que 100% da disponibilidade, e mais 11 possuem mais de 50% de sua disponibilidade comprometida, em relação à vazão captada.

Por fim, no Quadro 7.10 estão apresentados os comprometimentos hídricos acumulados por bacias e sub-bacias.

Quadro 7.7 – Percentual de comprometimento hídrico das sub-bacias

Bacia hidrográfica	Sub-bacia	Percentual de comprometimento hídrico	
		Demanda / Disponibilidade	Consumo / Disponibilidade
Capivari	Total Capivari	152,67%	26,74%
Jundiá	Total Jundiá	204,68%	103,80%
Piracicaba	Atibaia	109,58%	57,10%
	Camanducaia	24,75%	13,40%
	Corumbataí	78,56%	59,65%
	Jaguari	83,61%	47,99%
	Piracicaba	68,04%	15,14%
	<i>Total Piracicaba</i>	93,22%	44,97%
Total PCJ		103,46%	47,82%

Contata-se que a bacia em situação mais crítica é a do Jundiá, com mais de 100% da disponibilidade comprometida tanto em relação à captação quanto ao consumo. A sub-bacia do Corumbataí também está bastante comprometida, com mais de 50% de comprometimento.

Em relação à demanda, as bacias do Capivari e Jundiá, e a sub-bacia do Atibaia possuem alta criticidade, com as demandas do Jundiá chegando a mais de 200% da disponibilidade. Todas as outras sub-bacias, à exceção da do Camanducaia, possuem ainda demandas que superam 50% da disponibilidade.

7.1.3 Saldo hídrico

Uma forma alternativa de apresentar o balanço hídrico é através dos saldos hídricos, calculados subtraindo da disponibilidade as captações, e adicionando os lançamentos, obtendo o valor de vazão remanescente em cada zona e sub-bacia. No Quadro 7.8 e na Figura 7.7 está apresentado o saldo hídrico nas zonas acumuladas.

Quadro 7.8 – Saldo hídrico por zonas

Bacia hidrográfica	Sub-bacia	Zona	Saldo hídrico (m³/s)
Total Piracicaba	Camanducaia	Zona 05	2,27
		Zona 06 + 05	3,53
		<u>Camanducaia Total</u>	<u>3,53</u>
	Jaguari	Zona 01	3,85
		Zona 02 + 01	0,59
		Zona 03 + 02 + 01	1,78
		Zona 04 + 03 + 02 + 01	3,82
		Zona 07	1,30
		Zona 08 + 07 + (Camanducaia) + (04 + 03 + 02 + 01)	6,98
		Zona 14 + 08 + 07 + (Camanducaia) + (04 + 03 + 02 + 01)	7,97
		<u>Jaquari Total</u>	<u>4,44</u>
	Atibaia	Zona 09	4,65
		Zona 10 + 09	7,07
		Zona 11	0,64
		Zona 12	1,31
		Zona 13 + 12 + 11 + (10 + 09)	6,38
		<u>Atibaia total</u>	<u>3,74</u>
	Corumbataí	Zona 17	0,83
		Zona 18	0,45
		Zona 19	1,37
		Zona 20 + 18 + 17	1,92
		Zona 21 + (20 + 18 + 17) + 19	2,00
		<u>Corumbataí Total</u>	<u>2,00</u>
	Piracicaba	Zona 15 + (Jaguari) + (Atibaia)	6,89
		Zona 16	-0,22
		Zona 22 + 16 + (Corumbataí) + 15 + (Jaguari) + (Atibaia)	15,24
		Zona 23	0,50
		Zona 24 + 23 + 22 + 16 + (Corumbataí) + 15 + (Jaguari) + (Atibaia)	16,86
		Zona 25 + 24 + 23 + 22 + 16 + (Corumbataí) + 15 + (Jaguari) + (Atibaia)	16,74
		Zona 26 + 25 + 24 + 23 + 22 + 16 + (Corumbataí) + 15 + (Jaguari) + (Atibaia)	19,83
<u>Piracicaba Total</u>		<u>10,38</u>	
<u>Bacia do Piracicaba Total</u>			<u>17,66</u>
Total Capivari	Capivari	Zona 27	0,00
		Zona 28 + 27	-0,19
		Zona 29 + 28 + 27	0,73
		Zona 30	-0,17
		Zona 31 + 30 + (29 + 28 + 27)	1,24
		Zona 32 + 31 + 30 + (29 + 28 + 27)	1,37
	<u>Capivari total</u>	<u>1,37</u>	
Total Jundiá	Jundiá	Zona 33	0,12
		Zona 34 + 33	0,04
		Zona 35 + 34 + 33	-0,01

Bacia hidrográfica	Sub-bacia	Zona	Saldo hídrico (m³/s)
		Zona 36	-0,47
		Zona 37 + 36 + (35 + 34 + 33)	-0,09
		Jundiá Total	-0,09
		Total	18,94

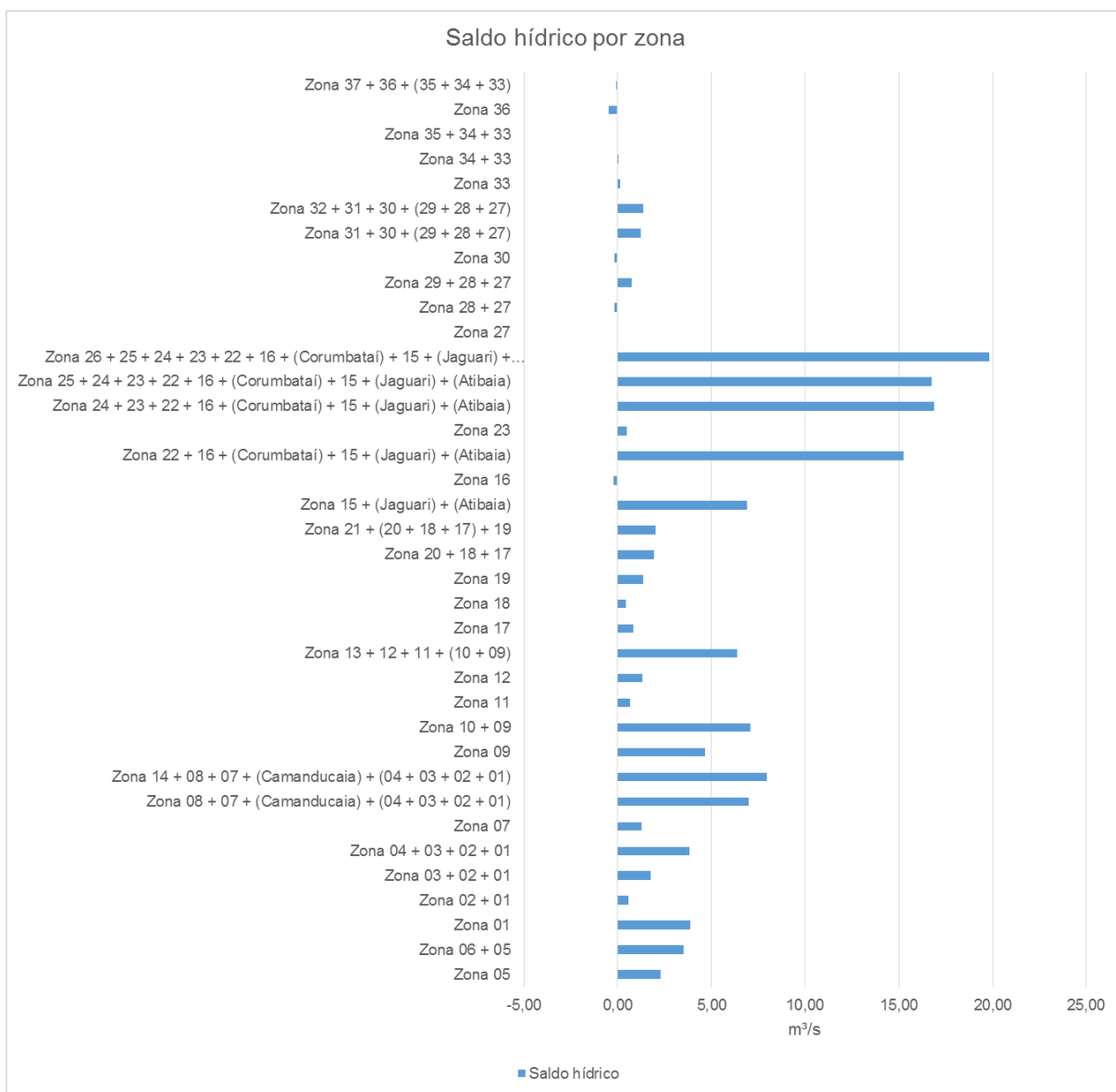


Figura 7.7 – Saldo hídrico por zonas acumuladas

Por fim, agrupado por sub-bacias e bacias hidrográficas, está apresentado no Quadro 7.9 e na Figura 7.8 o saldo hídrico.

Quadro 7.9 – Saldo hídrico por sub-bacias

Bacia hidrográfica	Sub-bacia	Saldo hídrico (m ³ /s)
Total Capivari	Capivari	1,37
Total Jundiá	Jundiá	-0,09
Total Piracicaba	Atibaia	3,53
	Camanducaia	4,44
	Corumbataí	3,74
	Jaguari	2,00
	Piracicaba	10,38
	<i>Bacia do Piracicaba</i>	17,66
Total PCJ		18,94

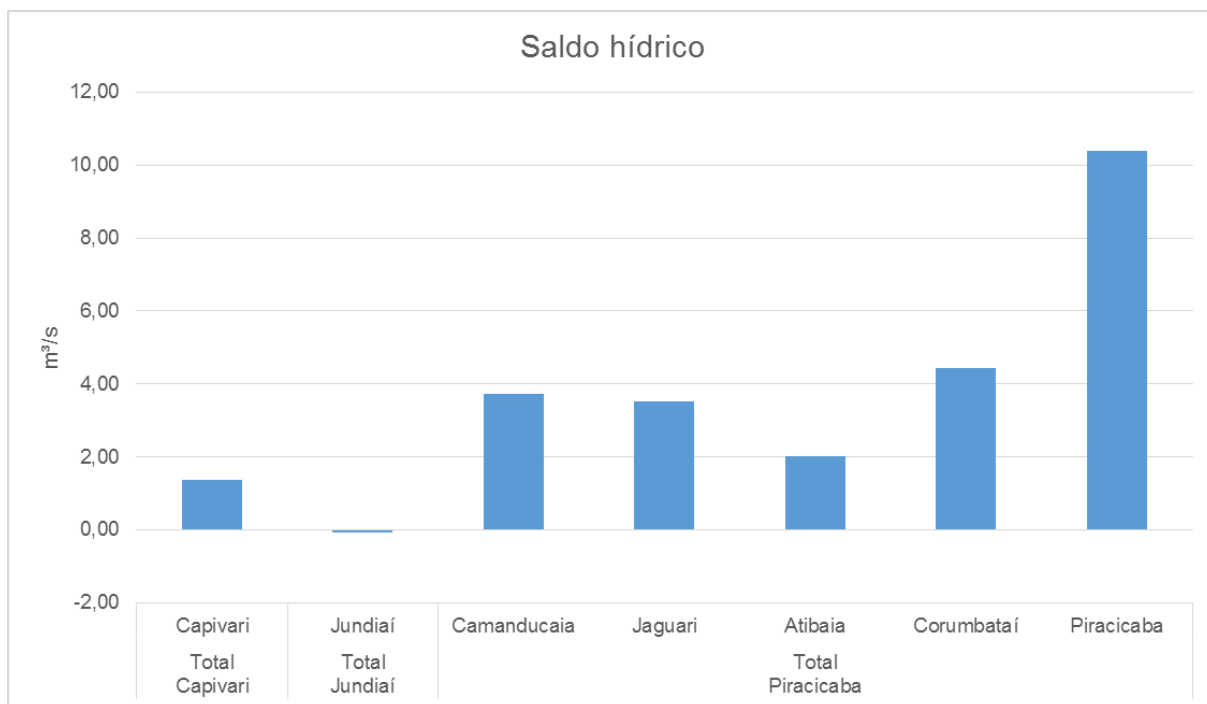


Figura 7.8 – Saldo hídrico por sub-bacia

Observa-se que, conforme apresentado no item 7.1.2, a bacia do Jundiá encontra-se com um déficit hídrico, para a condição de Q_{7,10}, com uma demanda maior que a disponibilidade, resultando em um saldo negativo. Em relação às outras, a bacia do Capivari é a que possui o menor saldo, seguida pelo do Atibaia. Ressalta-se que esses são valores absolutos de vazão remanescente, e não representam o percentual comprometido, que foi apresentado no item 7.1.2.

Por fim, na Figura 7.9 está apresentado o saldo hídrico em comparação com a disponibilidade hídrica, para observar o grau de comprometimento de cada sub-bacia em relação à sua disponibilidade.

A coluna de traz representa a disponibilidade, com a porção amarela representando 50% da $Q_{7,10}$, que é a vazão de referência para criticidade no Estado de São Paulo. As colunas azul e verde representam a demanda e o consumo.

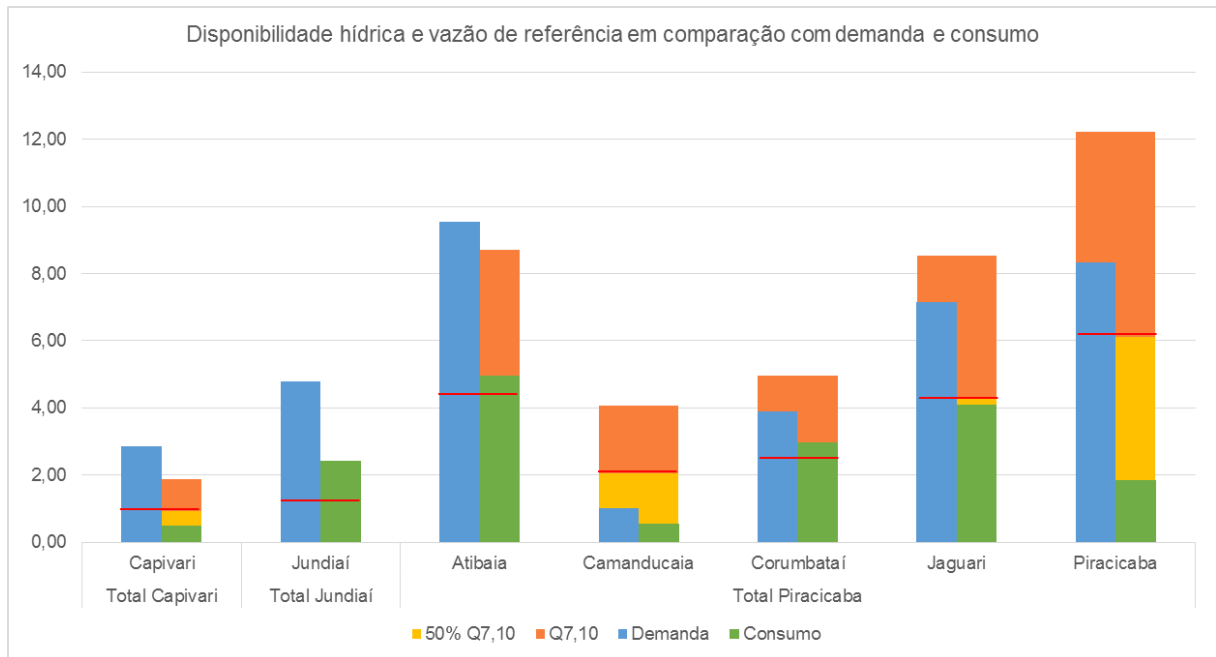
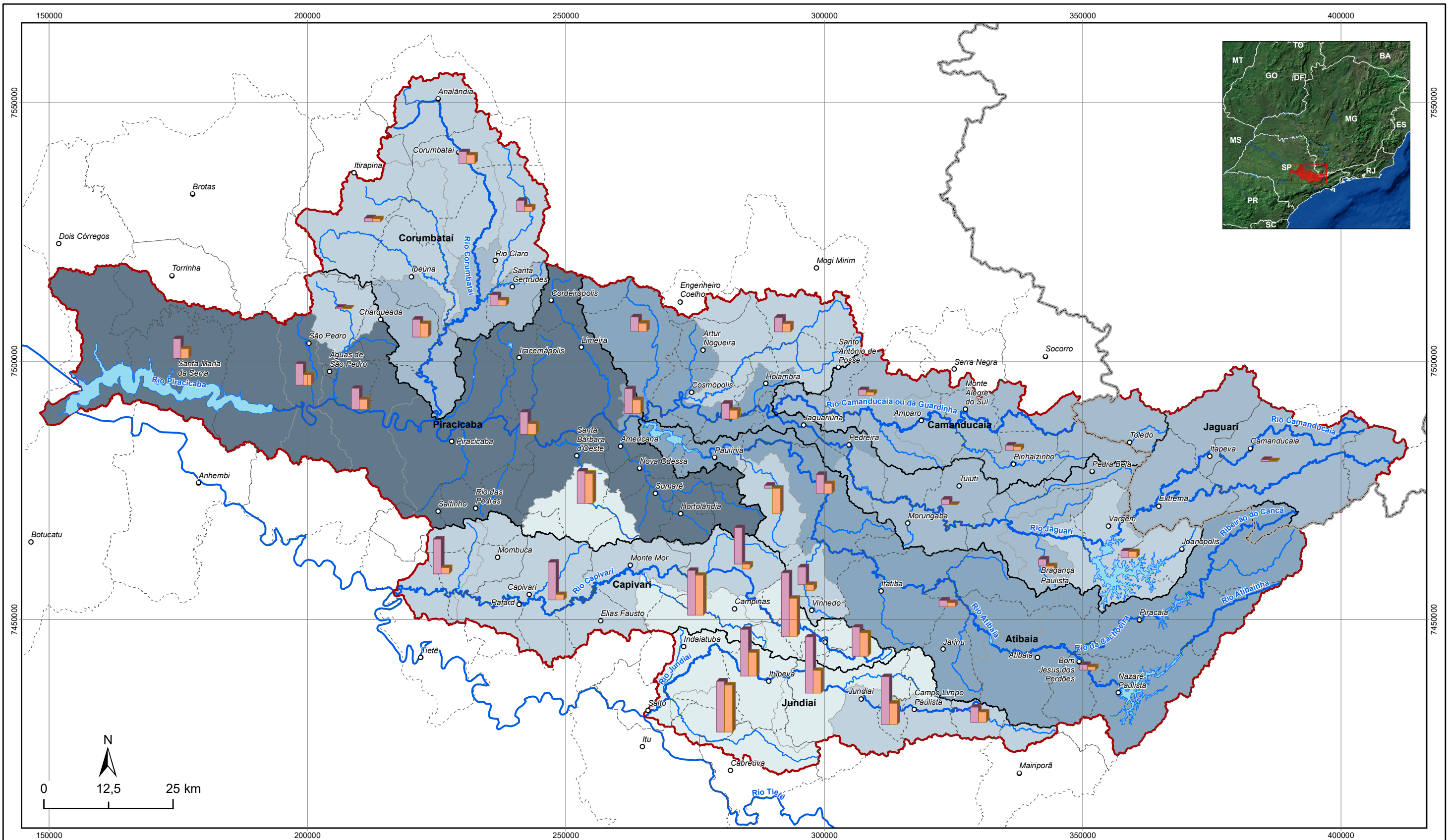


Figura 7.9 – Saldo hídrico por sub-bacia comparado com as disponibilidades hídricas

Nessa figura pode ser observado que as bacias com maior grau de comprometimento em relação a sua disponibilidade são a do Jundiá, a do Atibaia, do Corumbataí e do Jaguari.

Por fim, no Mapa 7.1 está apresentado o balanço hídrico para as Bacias PCJ.



LEGENDA

<ul style="list-style-type: none"> ○ Sede municipal — Hidrografia Principal — Represas - - - Limite Municipal ▭ Limite Estadual ▭ Limite de Zonas ⊂ Sub-bacia ⊂ Limite PCJ 	<p>Balanco hídrico por zona</p> <p>1,4</p> <p>Demanda/Disponibilidade (%)</p> <p>Consumo/Disponibilidade (%)</p>	<p>Saldo Hídrico por zona (m³/s)</p> <ul style="list-style-type: none"> □ -0,5 - 0,0 □ 0,1 - 1,5 □ 1,6 - 4,0 □ 4,1 - 8,0 □ 8,1 - 19,8
--	---	---



**DIAGNÓSTICO
PRIMEIRA REVISÃO DO PLANO DAS BACIAS HIDROGRÁFICAS
DOS RIOS PIRACICABA, CAPIVARI E JUNDIAÍ 2010 A 2020**



Sistema de Coordenadas UTM
Datum SIRGAS2000
Zona 23S
Escala: 1:725.000

Mapa 7.1: Balanco Hídrico

Fonte de dados:
- Sede municipal: IBGE, 2010
- Limite municipal: IBGE, 2010
- Limite estadual: IBGE, 2010
- Hidrografia: ANA, 2013
- Limite da bacia: Adaptado de ANA, 2013
- Limite sub-bacia: Adaptado de ANA, 2013
- Balanco, Disponibilidade e Demanda: Profil/Rhama, 2017

7.2 Balanço Hídrico Subterrâneo

O objetivo deste capítulo é o de apresentar um balanço hídrico relacionando as entradas de água no sistema e as respectivas saídas. O sistema no caso diz respeito ao conjunto de unidades aquíferos presentes na bacia. A razão entre ambos os vetores é fundamental para se avaliar o atual estado de stress da bacia e de suas sub-unidades quanto ao uso de suas águas subterrâneas. É com base nestas informações que os atores intervenientes na gestão poderão refinar as políticas públicas e preparar a gestão dos recursos hídricos da bacia.

As principais demandas de água subterrânea na Bacia da PCJ estão relacionadas a poços para abastecimento doméstico, seja nas sedes urbanas das principais cidades, como também em meio rural junto das principais bem-feitorias rurais. O abastecimento a indústrias e estabelecimentos comerciais a partir de fontes subterrâneas tem aumentado exponencialmente, apesar das restrições aquíferas da região, conforme avaliado na descrição do arcabouço hidrogeológico.

Uma dificuldade que, todavia, persiste diz respeito às informações existentes sobre demandas de água subterrânea. As extrações acontecem por intermédio de poços tubulares, ou seja, intervenções de caráter pontual, que em casos não são registradas pelo sistema. Lamentavelmente, se perde valiosa informação, e ainda com reflexos danosos no momento de pensar e implementar a gestão das águas subterrâneas.

De acordo com os cadastros consultados (cadastro de outorga, cadastros de vazões declaratórias e vazões estimadas), as demandas totais para as Bacias PCJ conforme uso e tipo de fonte encontram-se no Quadro 7.10. Devido ao fato das vazões de irrigação e criação animal terem sido estimadas, não há parcela subterrânea para as mesmas.

Quadro 7.10 – Demandas totais para as Bacias PCJ

Usos/Fontes	Captações superficiais		Captações subterrâneas		Total	
	(m ³ /s)	(%)	(m ³ /s)	(%)	(m ³ /s)	(%)
Abastecimento	21,45	70,27%	1,16	47,20%	22,61	68,55%
Indústria	9,08	29,73%	1,30	52,80%	10,38	31,45%
Total	30,53	92,55%	2,46	7,45%	32,99	100%

Percebe-se que o total das demandas subterrâneas perfaz 7,45% do total das demandas de abastecimento e indústria. Deste total, quase 74,2% se destina ao abastecimento urbano, e 52,8% se destinam a atender demandas industriais. Em se tratando de uma bacia com aptidão industrial, este fato demonstra a importância das águas subterrâneas na PCJ.

Os dados do Relatório de Situação de 2015, tendo como base valores determinados para o ano base de 2014 fornece os seguintes números:

Demanda Total (m ³ /s)	43,67
Demanda superficial total (m ³ /s)	40,82
Demandas subterrâneas (m ³ /s)	2,85
Demandas urbanas totais (m ³ /s)	34,01
Demandas industriais (m ³ /s)	7,37

A Figura 7.10 ilustra as regiões com maior densidade de poços por área.

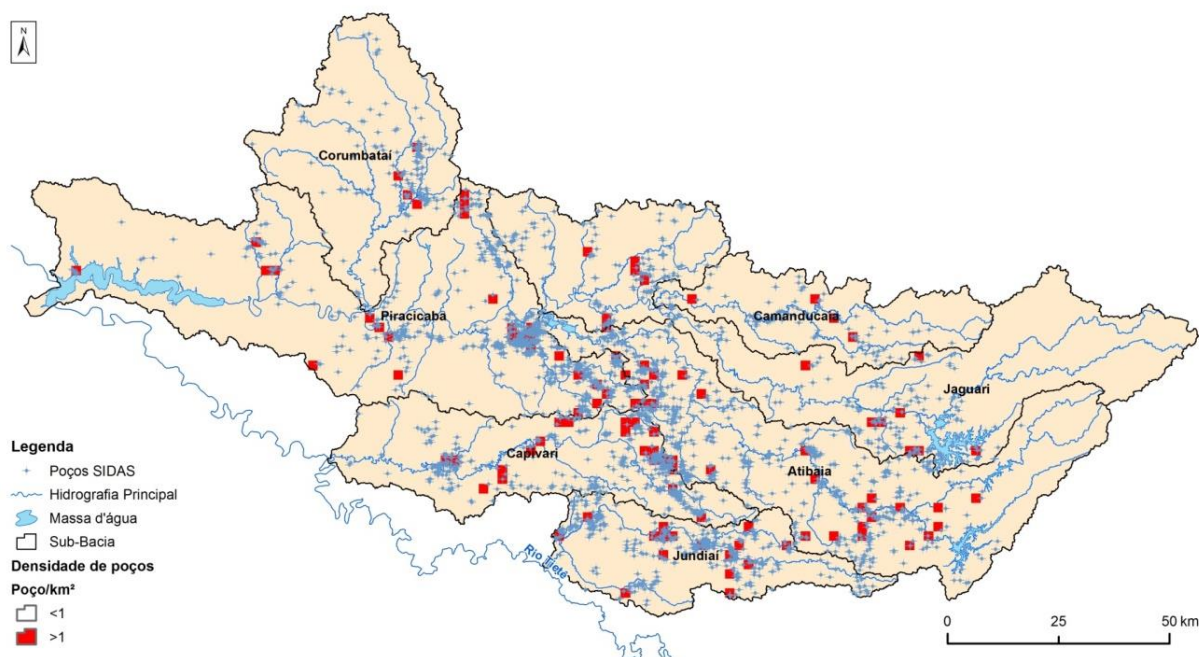


Figura 7.10 - Densidade de poços tubulares na PCJ (extraído e modificado de Águas Subterrâneas no Estado de São Paulo, 2013).

A discretização das demandas totais subterrâneas para as sub-bacias da PCJ pode ser observada no Quadro 7.11, do qual se destaca:

- Sub-bacia Piracicaba, Capivari e Atibaia com os maiores valores de demandas subterrâneas totais;
- Sub-bacia do Capivari com altas demandas subterrâneas em todos os usos;
- Sub-bacia Capivari com as maiores demandas para abastecimento;
- Sub-bacia do Piracicaba com as maiores demandas para indústria;

Quadro 7.11 - Demandas parciais de água subterrânea na PCJ

Bacia hidrográfica	Sub-bacia	Demanda subterrânea (m ³ /s)		
		Abast Público	Indústria	Total
Total Capivari	Capivari	0,34	0,20	0,54
Total Jundiá	Jundiá	0,09	0,22	0,31
Total Piracicaba	Camanducaia	0,07	0,17	0,24
	Jaguari	0,08	0,04	0,12
	Atibaia	0,31	0,11	0,42
	Corumbataí	0,11	0,11	0,22
	Piracicaba	0,16	0,46	0,62
	<i>Total Piracicaba</i>	<i>0,73</i>	<i>0,88</i>	<i>1,61</i>
Total PCJ		1,16	1,30	2,46

A Figura 7.11 fornece a imagem das demandas de água totais conforme as fontes.

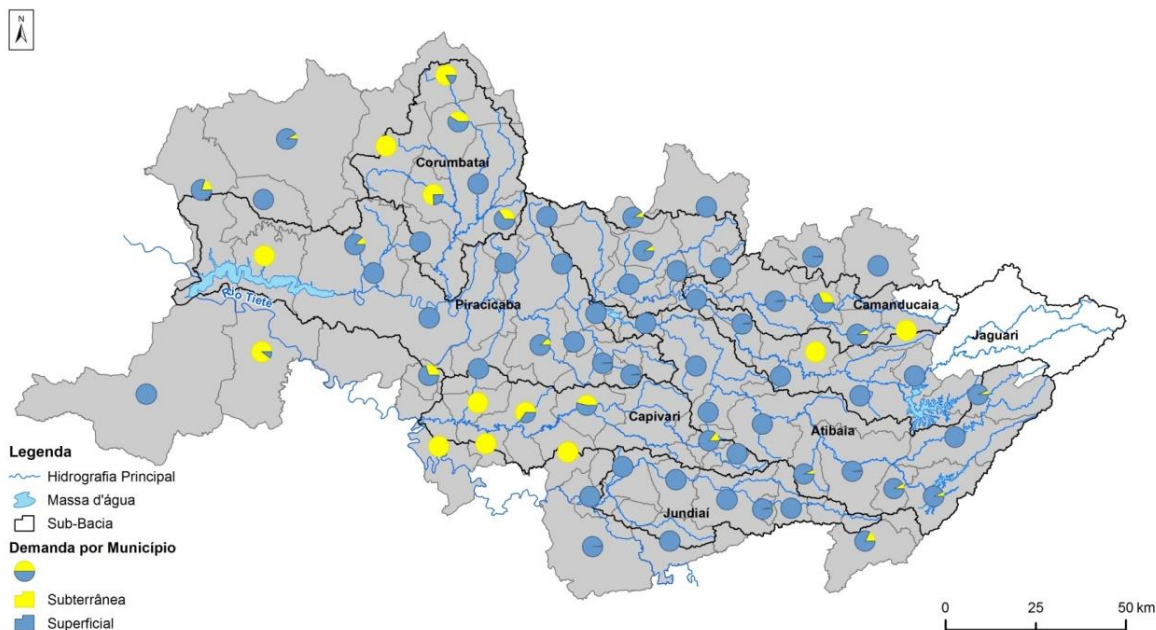


Figura 7.11 - Distribuição das demandas municipais conforme as fontes (extraído e modificado de Águas Subterrâneas no Estado de São Paulo, 2013).

A partir das estimações das demandas por sub-bacia, pode-se gerar o balanço entre estas e as reservas exploráveis (lembrando que as mesmas foram estimadas através de 03 metodologias distintas). Neste sentido o Quadro 7.12 abaixo, através de um balanço hídrico relaciona as entradas (disponibilidades) e saídas (demandas) em suas sub-bacias.

Quadro 7.12 - Balanço entre reservas exploráveis e demandas totais atuais

Sub-bacia/Reservas	Reservas exploráveis (m ³ /s)			Demandas (m ³ /s)	Balanços subterrâneos (%)		
	Expl-1	Expl-2	Expl-3		RE/D-1	RE/D-2	RE/D-3
Atibaia	2,68	3,96	5,68	0,42	15,81%	10,70%	7,46%
Camanducaia	1,05	1,8	2,04	0,24	22,55%	13,16%	11,61%
Corumbataí	1,72	4,52	2,49	0,22	12,52%	4,76%	8,65%
Jaguari	3,24	4,56	6,67	0,12	3,66%	2,60%	1,78%
Piracicaba	3,26	8,18	6,12	0,62	18,97%	7,56%	10,11%
Total Piracicaba	11,96	16,74	18,51	1,61	13,49%	9,64%	8,71%
Total Capivari	1,19	0,7	0,94	0,54	45,04%	76,57%	57,02%
Total Jundiá	0,76	4,15	1,17	0,31	40,59%	7,43%	26,37%
Total PCJ	13,9	27,87	25,1	2,46	17,68%	8,82%	9,79%

Obs: Expl-(1,2,3): Reservas Exploráveis segundas diferentes metodologias (ver capítulo de disponibilidades subterrâneas); RE/D-(1,2,3): Balanços entre as 03 diferentes reservas exploráveis e as demandas.

O Quadro acima permite afirmar que:

- Tomando-se em conta as demandas subterrâneas atuais para as bacias e os valores médios de vazões exploráveis (baseados na metodologia 3), a relação das extrações atuais/reservas exploráveis é baixa, alcançando cerca de 9,79%;

- As sub-bacias de Capivari e Jundiá apresentaram os maiores índices de comprometimento;
- Já as sub-bacias Jaguari, Corumbataí e Piracicaba são as que apresentam os índices de maior conforto hídrico;

É muito provável que os dados de demandas estejam subestimados, notadamente nas áreas de conurbação e expansão urbana, no eixo Jundiá-Campinas-Sumaré-Americana, além de Piracicaba, Limeira e Rio Claro. Somando-se, as vazões declaradas nas bases de dados nem sempre conferem com a realidade atual de exploração. Outro aspecto a ser observado são as prováveis vazões de empreendimentos imobiliários (prédios de apartamentos, loteamentos, chácaras, etc.), que nem sempre estão contabilizadas nas bases de dados existentes. O Quadro 7.13 ilustra esta situação.

Invariavelmente, os aquíferos mais intensamente utilizados são o Tubarão e o Cristalino (Pré-Cambriano), além do diabásio. O aquífero Guarani, não obstante sua comparativamente elevada disponibilidade é considerado pouco utilizado quer como aquífero livre, quer como confinado, e isto é evidenciado pela inexistência de cidades maiores em sua extensão. A região entre Indaiatuba e Capivari apresenta crescente demanda por água subterrânea, decorrente do crescimento populacional e econômico. A procura por este recurso intensificou-se nas duas últimas décadas passando a constituir fator condicionante (ou limitante) para o desenvolvimento econômico e bem-estar social.

A região de Indaiatuba apresenta crescente demanda por água subterrânea, decorrente do crescimento populacional, da expansão industrial, constatada pela instalação de novas unidades, e da ampliação do mercado imobiliário com seus inúmeros loteamentos urbanos e chácaras de lazer. Indaiatuba e Monte Mor, inseridos na Região Metropolitana de Campinas, apresentaram uma das maiores taxas de crescimento populacional no período de 1991/2000 da UGRHI 5, estimulando o processo de urbanização. Salto, com aproximadamente 100.000 habitantes, tem também se tornado um núcleo urbano expressivo na porção sul da UGRHI 5, influenciado pelo crescimento econômico no eixo entre a Região Metropolitana de Campinas e Sorocaba.

Quadro 7.13 – Demandas subterrâneas para os aquíferos dos municípios contemplados pelo projeto ARCTUB, 2014

Aquífero/Município	Capivari (m ³ /s)	Indaiatuba (m ³ /s)	Monte Mor (m ³ /s)	Salto (m ³ /s)	Total (m ³ /s)
Cristalino	0,00	1,57	0,01	0,42	1,99
Tubarão	4,26	2,67	4,40	1,19	12,53
Tubarão/Cristalino	0,00	1,07	0,03	0,44	1,55
Tubarão/Diabásio	0,15	0,03	0,04	0,00	0,22
Sem informação	0,04	0,45	0,28	0,03	0,81
Total	4,45	5,79	4,76	2,09	17,09

A contabilização total para estes 04 municípios resultou em demandas exploradas subterrâneas da ordem de 17m³/s, ou seja, significa confirmar a presença de fator de clandestinidade expressivo nas captações de água subterrânea. Além do mais se destaca o quão importantes são os estudos de detalhe hidrogeológico.

Em função do diagnóstico realizado para a revisão do plano da Bacia PCJ, fica claro que as águas subterrâneas já têm, e terão cada vez mais, um papel preponderante no equilíbrio das tensões entre disponibilidade e demandas. A localização da bacia coincide com importantes eixos de crescimento econômico, com crescentes demandas de abastecimento, irrigação e indústria. Ressalta-se principalmente o setor industrial nas Bacias PCJ, que, em comparação com as demais bacias do Estado de SP ou MG, desponta possuindo expressivo vigor, indutor de desenvolvimento regional/nacional e responsável por grandes demandas de

água. Esta característica, aliada a um arcabouço hidrogeológico de potencial apenas razoável, torna-a vulnerável do ponto de vista das quantidades e qualidades.

A crise ocorrida em 2014 revelou, contudo, a importância destes mananciais para atendimento de demandas, mesmo que em caráter suplementar. Como existe a possibilidade de que, com a crise hídrica, usuários tenham migrado para esta fonte de abastecimento, convém um olhar mais cuidadoso para a questão.

De forma geral, pelas intensas demandas em suas áreas de extensão, os aquíferos Tubarão e Cristalino) devem receber maior atenção em termos de balanços quantitativos (demandas x disponibilidade), vulnerabilidade e risco à poluição e conservação/recuperação. O aquífero Guarani deve sofrer intensa ação de preservação, notadamente em áreas de recarga nos locais de afloramento. Invariavelmente, estudos básicos, por unidade aquífera, e estudos específicos nas áreas mais críticas, devem ser implementados como medidas prioritárias. Como exemplo cita-se o estudo ARCTUB desenvolvido para uma área ao sul da bacia, no qual, através de levantamento de campo em escala 1:50.000 constatou-se valores demandas de água subterrânea muito maiores que os estimados pelos bancos de dados oficiais. Estudos com este foco e escala devem ser replicados em todas as porções da bacia.

De qualquer maneira, pode-se observar que, mesmo com demandas potencialmente menores do que a realidade, quando se contabiliza o efeito da transposição do Sistema Cantareira sobre a disponibilidade de água das Bacias PCJ, o que se percebe é uma situação num patamar de severo comprometimento da oferta. Quando considerados apenas os usuários localizados nas Bacias PCJ, fica também evidenciada uma situação de comprometimento expressivo da oferta de água (mesmo que com vazões de demanda provavelmente subestimadas).

Este cenário também aponta para a necessidade de estudos hidrogeológicos que sirvam de base para a identificação de áreas críticas que necessitem de instrumentos e ações visando a proteção das águas subterrâneas de forma a garantir seu uso pelas gerações futuras. Neste sentido, a Resolução CRH nº 52, de 15/04/05 é um instrumento que deve ser utilizado para a proteção das águas subterrâneas, pois, permite a implantação de Áreas de Restrição e Controle em áreas críticas que evidenciem efeitos negativos da exploração e contaminação da água subterrânea. Esta resolução propõe um procedimento para a identificação de Áreas de Restrição e Controle.

Destaca-se que a revisão do Plano das Bacias PCJ 2010 a 2020 será acompanhada de um caderno temático específico para as águas subterrâneas. O referido caderno temático deve ser interpretado como um ordenamento de diretrizes prioritárias para a gestão de águas subterrâneas sob a ótica integrada na bacia e, que, além do mais, virá acompanhado das referidas ferramentas executivas. Ou seja, o conteúdo das diretrizes será convertido em termos de referência e documentos executivos prontos para implementação.

Deste conjunto de diretrizes destaca-se a necessidade das Bacias PCJ contar com uma rede de monitoramento de qualidade e quantidade de água subterrânea, em complementação à atual rede operada pela CETESB e DAEE. Apenas o monitoramento destas variáveis torna possível auferir a eficiência das demais ações de gestão e exercícios de modelagem que venham a ser realizados. A inclusão de estudos isotópicos, ainda que não explicitamente indicados na lista de diretrizes do caderno temático, torna-se imperativa. Além de fornecer insumos na interpretação da dinâmica das águas subterrâneas rasas e profundas (especialmente nos casos do SAG e do Tubarão), traz potencial de aplicação enorme na quantificação de recargas e no rastreamento da origem das águas (especificamente respondendo a questões importantes sobre a magnitude das descargas subterrâneas na manutenção das vazões de regularização do sistema Cantareira).

7.3 Balanço Hídrico Integrado

O balanço hídrico integrado se propõe a apresentar uma síntese do balanço hídrico superficial e subterrâneo, apresentando um compilado dos dados de disponibilidade e demanda apresentados nos capítulos 5, 6 e 7.

No Quadro 7.14 está apresentado esse balanço, com os dados de disponibilidade superficial e subterrânea, demandas superficiais e subterrâneas por tipologia de uso, vazões de retorno superficiais e o saldo hídrico remanescente, após consideradas as captações e os retornos.

Ressalta-se que para a água subterrânea, não há vazões de retorno, visto que não seria possível retornar vazões através de emissões para os corpos hídricos subterrâneos, e que esse processo se dá pela recarga de aquíferos, já considerado no balanço hídrico subterrâneo. Por isso, nesse caso, o saldo hídrico se dá pela disponibilidade subtraída das demandas subterrâneas.

Quadro 7.14 – Balanço hídrico integrado

Bacia hidrográfica	Sub-bacia	Disponibilidade Hídrica (m³/s)			Demandas Hídricas (m³/s)									Retorno (m³/s)		Saldo hídrico (m³/s)			
		Sup.	Subt.	Total	Superficial					Subterrânea			Total	Sup.	Subt.	Superficial		Subterrâneo	
					Abast Público	Irrigação	Indústria	Pecuária	Total	Abast Público	Indústria	Total				Abs.	%	Abs.	%
Total Capivari	Capivari	1,87	0,94	2,81	1,07	0,71	1,03	0,05	2,85	0,34	0,20	0,54	3,39	2,40	-	1,37	27%	0,40	57,02%
Total Jundiaí	Jundiaí	2,34	1,17	3,51	3,79	0,36	0,61	0,03	4,79	0,09	0,22	0,31	5,09	2,52	-	-0,09	104%	0,86	26,37%
Total Piracicaba	Camanducaia	4,08	2,04	6,12	0,34	0,22	0,36	0,09	1,01	0,07	0,17	0,24	1,25	0,53	-	3,53	13%	1,80	11,61%
	Jaguari	8,54	6,67	15,21	3,74	1,70	1,59	0,11	7,14	0,08	0,04	0,12	7,26	3,42	-	4,44	48%	6,55	1,78%
	Atibaia	8,71	5,68	14,39	5,24	2,90	1,34	0,06	9,54	0,31	0,11	0,42	9,97	4,73	-	3,73	57%	5,26	7,46%
	Corumbataí	4,97	2,49	7,46	2,81	0,36	0,68	0,06	3,90	0,11	0,11	0,22	4,12	0,92	-	2,00	60%	2,27	8,65%
	Piracicaba	12,23	6,12	18,35	3,62	2,77	1,82	0,11	8,32	0,16	0,46	0,62	8,94	6,85	-	10,38	15%	5,50	10,11%
	Total Piracicaba		32,09	18,51	50,60	15,74	7,96	5,78	0,42	29,91	0,73	0,88	1,61	31,52	16,45	-	17,66	45%	16,90
Total PCJ		36,29	25,09	61,38	20,60	9,03	7,41	0,50	37,55	1,16	1,30	2,46	40,01	21,36	-	18,94	48%	22,63	9,79%

8 QUALIDADE DAS ÁGUAS

8.1 Qualidade das águas superficiais

O estudo relativo à qualidade das águas superficiais nas Bacias PCJ foi realizado com base nos dados de monitoramento de qualidade da água da CETESB (obtidos a partir do Sistema de Informação InfoÁGUAS) e do IGAM (obtidos a partir do Sistema de Informações sobre Recursos Hídricos – InfoHidro). O estudo inicia com a caracterização da rede de monitoramento da qualidade da água e segue com a apresentação da metodologia e dos principais resultados referente à condição atual da qualidade da água nas Bacias PCJ, incluindo os indicadores de qualidade da água, curvas de permanência dos parâmetros nas classes equivalentes da Resolução CONAMA nº 357/2005 e análise da violação dos parâmetros em relação ao Enquadramento vigente. Em termos de indicadores de qualidade da água, foram estudados e analisados aqueles propostos pela Resolução CRHi 146/2012, tanto em nível de ponto como de sub-bacia.

Como subsídio às análises, foram consultadas referências metodológicas publicadas pelos órgãos ambientais dos Estados de São Paulo e Minas Gerais. Para tanto, observou-se as principais conclusões dos seguintes relatórios:

- Relatórios de Qualidade das Águas Interiores no Estado de São Paulo, anos 2015, 2014, 2013 e 2012; (CETESB, 2016a; 2015; 2014; 2013);
- Relatório de Monitoramento das Águas Superficiais de Minas Gerais 2015 (IGAM, 2016);
- Relatório da Situação dos Recursos Hídricos das Bacias PCJ – Ano base 2015 (COMITÊ DAS BACIAS PCJ, 2016);
- Relatório de Gestão das Bacias PCJ 2015 (AGÊNCIAS DAS BACIAS PCJ, 2015).

8.1.1 Caracterização da rede de monitoramento

Em São Paulo, a operação da rede de monitoramento da CETESB iniciou em 1974. Atualmente, a porção paulista das Bacias PCJ, em função do seu alto grau de industrialização, concentra o maior número de pontos de monitoramento da qualidade das águas superficiais, totalizando 94 pontos (87 da Rede Básica, 5 de Balneabilidade de Rios/Reservatórios e 2 de Monitoramento Automático), o que representa 20% dos pontos de monitoramento do Estado. O Quadro 8.3 apresenta um detalhamento dos 94 pontos existentes na porção paulista das Bacias PCJ.

As campanhas de amostragem da Rede Básica da CETESB são bimestrais, com um total anual de 6 campanhas. Já, as campanhas de amostragem da Rede de Balneabilidade são semanal/mensal e da Rede Automática são horárias. A CETESB faz a determinação de cerca de 60 variáveis de qualidade da água (físicas, químicas, hidrobiológicas, microbiológicas e ecotoxicológicas) consideradas mais representativas. Essas variáveis são determinadas em, pelo menos, 70% da rede básica. Em função da necessidade de estudos específicos de qualidade de água em determinados trechos de rios ou reservatórios, com vistas a diagnósticos mais detalhados, outras variáveis podem ser determinadas, tanto em função do uso e ocupação do solo na bacia hidrográfica contribuinte, tipologia industrial, quanto pela ocorrência de algum evento excepcional.

No estado de Minas Gerais, o monitoramento da qualidade das águas superficiais vem sendo realizado pelo IGAM desde 1997, no entanto, na porção mineira das Bacias PCJ (sub-bacias do Rio Jaguari e Camanducaia) o monitoramento teve início em 2011. São nove (09) os pontos monitorados pelo IGAM nas Bacias PCJ conforme pode ser observado no Quadro 8.2.

As campanhas de amostragem do IGAM são trimestrais para a maioria das estações de monitoramento, com um total anual de 4 campanhas. Nas campanhas completas, realizadas em janeiro/fevereiro/março e em julho/agosto/setembro, classificadas climatologicamente como períodos de chuva e estiagem, respectivamente, são analisados 51 parâmetros comuns ao conjunto de pontos de amostragem. Nas campanhas intermediárias, realizadas nos meses abril/maio/junho e outubro/novembro/dezembro, considerados períodos de transição, são analisados 19 parâmetros genéricos em todos os pontos, além daqueles característicos das fontes poluidoras que contribuem para a área de drenagem da estação de coleta. Em alguns pontos de monitoramento são analisados ainda os parâmetros nitrogênio orgânico, densidade de cianobactérias, cianotoxinas, ensaios de toxicidade crônica e macroinvertebrados bentônicos, sendo que para este último a frequência é anual.

O Quadro 8.1 apresenta as principais variáveis monitoradas em comum nos dois Estados das Bacias PCJ.

Quadro 8.1 – Principais variáveis em comum à Minas Gerais e São Paulo.

Grupo	Principais Varáveis
Físicos	Condutividade Elétrica, Sólido Dissolvido Total, Sólido Total, Temperatura da Água, Temperatura do Ar, Turbidez
Químicos	Alumínio Dissolvido, Bário Total, Cádmio Total, Chumbo Total, Cloreto Total, Cobre Dissolvido, Cromo Total, DBO (5, 20), Ferro Dissolvido, Fósforo Total, Manganês Total, Mercúrio Total, Níquel Total, Nitrogênio Amoniacal, Nitrogênio-Nitrato, Nitrogênio-Nitrito, Oxigênio Dissolvido, pH, Potássio, Sódio, Subst. Tensoativas, Zinco Total
Hidrobiológicos	Clorofila-a e Feofitina-a
Microbiológicos	Coliformes Termotolerantes/ <i>Escherichia coli</i>
Ecotoxicológicos	Ensaio de Toxicidade Crônica

Obs.: As variáveis Oxigênio Dissolvido, Temperatura, pH, Condutividade Elétrica e Turbidez são medidas com frequência horária em estações de monitoramento automático da CETESB.

Tanto em Minas Gerais como em São Paulo, o parâmetro *Escherichia coli* passou a ser avaliado em contrapartida aos Coliformes Termotolerantes. Esse fato se deve a estudos atuais que vem mostrando a espécie *Escherichia coli* como sendo a única indicadora inequívoca de contaminação fecal, humana ou animal, uma vez que foram identificadas algumas poucas espécies de Coliformes Termotolerantes habitando ambientes naturais apresentando, portanto, limitações como indicadores de contaminação fecal. Em Minas Gerais essa alteração foi realizada em 2013, e em São Paulo em 2012.

O Mapa 8.1 apresenta a localização geográfica dos pontos de amostragem da qualidade da água superficial nas Bacias PCJ.

Quadro 8.2 - Descrição dos pontos de monitoramento da qualidade de água na parte mineira das Bacias PCJ.

Rio	Estação	Rede	Descrição	Município	Latitude	Longitude
Rio Jaguari	PJ001	R.B	Rio Jaguari, a jusante da cidade de Extrema.	Extrema	-22,8809	-46,3913
Rio Camanducaia (Jaguari)	PJ003	R.B	Rio Camanducaia, na sub-bacia do rio Jaguari, próximo a sua nascente, na localidade de Monte Azul.	Camanducaia	-22,7055	-45,9373
Rio Camanducaia (Jaguari)	PJ006	R.B	Rio Camanducaia, na sub-bacia do rio Jaguari, a jusante da cidade de Camanducaia.	Camanducaia	-22,7632	-46,1520
Rio Camanducaia (Jaguari)	PJ009	R.B	Rio Camanducaia, na sub-bacia do rio Jaguari, a jusante da cidade de Itapeva.	Itapeva	-22,7633	-46,2265
Rio Camanducaia ou da Guardinha	PJ012	R.B	Rio Camanducaia ou da Guardinha, a jusante da confluência com o córrego Tamanduá.	Toledo	-22,7069	-46,4573
Rio Camanducaia ou da Guardinha	PJ015	R.B	Rio Camanducaia ou da Guardinha, a montante da cidade de Toledo.	Toledo	-22,7547	-46,3651
Rio Camanducaia ou da Guardinha	PJ018	R.B	Rio Camanducaia ou da Guardinha, a jusante da cidade de Toledo.	Toledo	-22,7428	-46,3919
Rio Jaguari	PJ021	R.B	Rio Jaguari, a jusante da confluência com o ribeirão Poncianos no Distrito Monte Verde.	Camanducaia	-22,8315	-46,1234
Rio Jaguari	PJ024	R.B	Rio Jaguari, a montante da confluência com o rio Camanducaia.	Extrema	-22,8403	-46,3087

Fonte: IGAM (2016)

Quadro 8.3 - Descrição dos pontos de monitoramento da qualidade de água na parte paulista das Bacias PCJ.

Rio	Estação	Rótulo	Rede	Descrição	Município	Latitude	Longitude
Rio Atibaia	ATIB02010	1	R.B.	Junto à captação do município de Atibaia.	Atibaia	-23,1033	-46,5450
	ATIB02030	2	R.B.	Na captação de Itatiba. Rua Fioravante Piovani.	Itatiba	-22,9697	-46,8467
	ATIB02035	3	R.B.	Na captação de Valinhos.	Valinhos	-22,9286	-46,9392
	ATIB02065	4	R.B.	Na captação de Campinas, na divisa entre os municípios de Campinas e Valinhos.	Campinas	-22,9050	-46,9739
	ATIB02300	5	R.B.	No canal de captação da Rhodia, em Paulínia.	Paulínia	-22,7519	-47,1056
	ATIB02605	6	R.B.	Ponte da Rodovia SP-332 que liga Campinas a Cosmópolis.	Paulínia	-22,7453	-47,1597
	ATIB02800	7	R.B.	Na captação de Sumaré, perto do Mini-Pantanal de Paulínia.	Paulínia	-22,7614	-47,1733
	ATIB02900	8	R.B.	Ponte de Salto Grande, a jusante do Reservatório da CPFL.	Americana	-22,6983	-47,2908
Rio Atibainha	BAIN02950	9	R.B.	Ponte sobre o Rio Atibainha na estrada que liga a Rod. D. Pedro a Piracaia.	Bom Jesus dos Perdões	-23,1133	-46,4792
Reservatório do Rio Cachoeira	CACH00500	10	R.B.	No meio do corpo central, cerca de 3,5 km da barragem.	Piracaia	-23,0336	-46,2900
	CACH00902	11	Baln.	Na praia da Tulipa.	Piracaia	-23,0561	-46,3189
	CAXO02800	12	R.B.	Ponte sobre o Rio Cachoeira na estrada que liga a Rod. D. Pedro I a Piracaia.	Bom Jesus dos Perdões	-23,0953	-46,4419

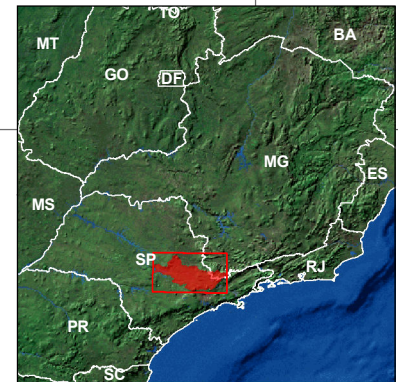
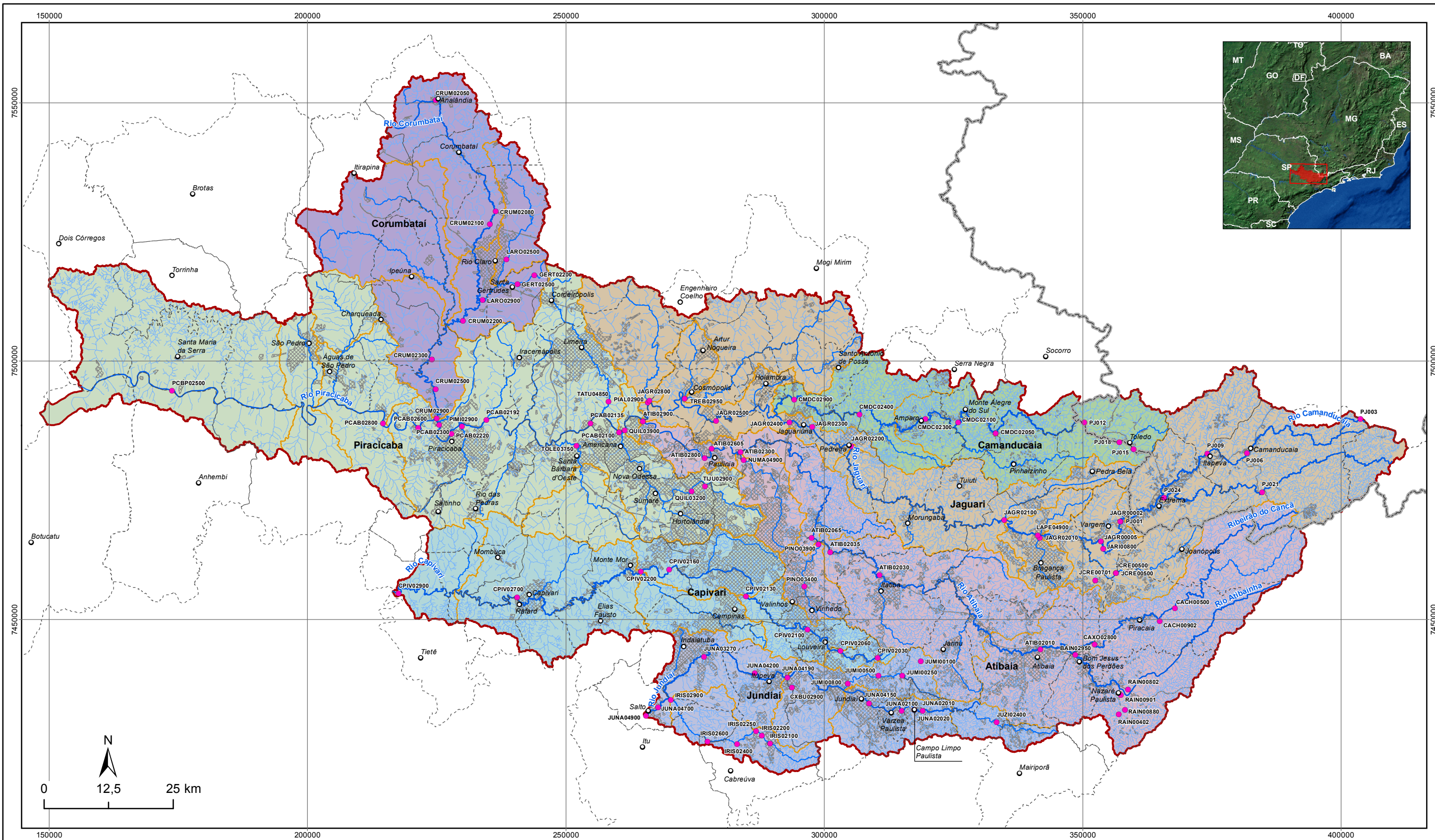
Rio	Estação	Rótulo	Rede	Descrição	Município	Latitude	Longitude
Rio Camanduacaia	CMDC02050	13	R.B.	Ponte no Distrito de Mostardas, em Amparo.	Monte Alegre do Sul	-22,7244	-46,6244
	CMDC02100	14	R.B.	Ponte no Bairro Ponte Preta no acesso à Osato, em Monte A. do Sul.	Monte Alegre do Sul	-22,7047	-46,6950
	CMDC02300	15	R.B.	Ponte na estrada de acesso ao bairro Climáticas da Bocaina, Km 136,8 da Rod. das Estâncias, a montante da captação de Amparo.	Amparo	-22,7025	-46,7494
	CMDC02400	16	R.B.	Ponte a jusante do Córrego do Mosquito na SP-107, Rodovia que liga Pedreira a Santo Antônio da Posse.	Amparo	-22,6892	-46,8808
	CMDC02900	17	R.B.	Ponte na rodovia SP-340 no trecho que liga Campinas à Mogi-Mirim.	Jaguariúna	-22,6617	-47,0031
Rio Capivari	CPIV02030	18	R.B.	Ponte na Estrada SP-360 Jundiá/Itatiba, no bairro do Mato-dentro.	Jundiá	-23,1150	-46,8525
	CPIV02060	19	R.B.	Ponte próxima à Granja Dina, em Louveira.	Louveira	-23,1017	-46,9222
	CPIV02100	20	R.B.	No condomínio São Joaquim, em Vinhedo.	Vinhedo	-23,0636	-46,9842
	CPIV02130	21	R.B.	Na captação de Campinas-ETA Capivari na Rod. dos Bandeirantes.	Campinas	-23,0061	-47,1000
	CPIV02160	22	R.B.	Na estrada de terra que liga Campinas a Monte Mor.	Campinas	-22,9550	-47,2436
	CPIV02200	23	R.B.	Ponte na estrada que liga Monte Mor a Fazenda Rio Acima.	Monte Mor	-22,9594	-47,2975
	CPIV02700	24	R.B.	Ponte na Represa da Usina São Paulo.	Rafard	-22,9994	-47,5311
	CPIV02900	25	R.B.	Ponte no canal, próximo à foz do Rio Tietê.	Tietê	-22,9892	-47,7547
Rio Corumbataí	CRUM02050	26	R.B.	Na régua do DAEE 4D-023R, em Analândia.	Analândia	-22,1292	-47,6681
	CRUM02080	27	R.B.	Na captação da ETA II de Rio Claro.	Rio Claro	-22,3247	-47,5589
	CRUM02100	28	R.B.	Ponte na Rodovia São Pedro/Araras, próximo ao Distrito industrial de Rio Claro.	Rio Claro	-22,3469	-47,5700
	CRUM02200	29	R.B.	Ponte na Estr. Assistência/Paraisolândia, em Rio Claro.	Rio Claro	-22,5150	-47,6239
	CRUM02300	30	R.B.	No Bairro Recreio, Usina Tamandupá, em Charqueada, junto a DAEE 4D-021.	Charqueada	-22,5814	-47,6836
	CRUM02500	31	R.B.	Na captação da SEMAE de Piracicaba.	Piracicaba	-22,6336	-47,6828
	CRUM02900	32	R.B.	Na foz do Rio Piracicaba.	Piracicaba	-22,6844	-47,6769
Ribeirão do Caxambu	CXBU02900	33	R.B.	Na captação de Itupeva.	Itupeva	-23,1642	-47,0150
Córrego Santa Gertrudes	GERT02200	34	R.B.	Na estrada da Fazenda Goiapá, em Santa Gertrudes.	Santa Gertrudes	-22,4375	-47,4886
	GERT02500	35	R.B.	Na captação de Santa Gertrudes.	Santa Gertrudes	-22,4528	-47,5200
Rio Pirai	IRIS02100	36	R.B.	Na captação de Cabreúva, no Bairro do Jacaré.	Cabreúva	-23,2619	-47,0578
	IRIS02200	37	R.B.	Ponte na Rodovia Marechal Rondon, em frente à indústria Crown Cork.	Cabreúva	-23,2478	-47,0733
	IRIS02250	38	R.B.	Estrada de terra, antes da indústria BIC.	Cabreúva	-23,2400	-47,0836
	IRIS02400	39	R.B.	Estrada sentido Faz. Santana, após aproximadamente 500m do trevo.	Cabreúva	-23,2622	-47,1203
	IRIS02600	40	R.B.	Rodovia Marechal Rondon, altura do km 91 nos fundos da Olaria Tijolar.	Cabreúva	-23,2564	-47,1761
	IRIS02900	41	R.B.	Na barragem de captação dos municípios de Salto e Indaiatuba.	Indaiatuba	-23,1831	-47,2439

Primeira revisão do Plano das Bacias Hidrográficas dos Rios Piracicaba, Capivari e Jundiá 2010 a 2020

Rio	Estação	Rótulo	Rede	Descrição	Município	Latitude	Longitude
Rio Jaguari	JAGR00002	42	R.B.	Ponte sobre o Rio Jaguari, no Km 2.	Vargem	-22,8814	-46,3911
	JAGR00005	43	R.B.	Ponte na SP-381 (Fernão Dias), a jusante do reserv. da SABESP.	Bragança Paulista	-22,9150	-46,4281
	JAGR02010	44	R.B.	Na captação da SABESP de Bragança Paulista, no bairro Curitibaanos.	Bragança Paulista	-22,9083	-46,5436
	JAGR02100	45	R.B.	Ponte na rodovia SP- 95 no trecho que liga Bragança Paulista/Amparo (Km 9).	Bragança Paulista	-22,8775	-46,6072
	JAGR02200	46	R.B.	Ponte Pênsil, na captação de Pedreira.	Pedreira	-22,7467	-46,8978
	JAGR02300	47	R.B.	Na captação de Jaguariúna - DAE.	Jaguariúna	-22,7122	-46,9714
	JAGR02400	48	R.B.	Na ponte da rodovia SP-340.	Jaguariúna	-22,7042	-47,0142
	JAGR02500	49	R.B.	Na ponte da rodovia SP-332, próximo às captações de Paulínia e Hortolândia.	Paulínia	-22,6989	-47,1519
	JAGR02800	50	R.B.	Na captação de Limeira.	Limeira	-22,6622	-47,2778
ReservatóRio Jaguari	JARI00800	51	R.B.	No corpo central do Res. Jaguari, em frente a ilha.	Bragança Paulista	-22,9278	-46,4242
	JCRE00500	52	R.B.	No corpo central, junto a sonda EQAH.	Vargem	-22,9711	-46,4008
	JCRE00500	53	M.Aut.	EF-27. No corpo central, junto a sonda EQAH.	Vargem	-22,9711	-46,4008
	JCRE00701	54	Baln.	No pier da Marina Confiança, no Reserv. Jacaréi-Jaguari.	Bragança Paulista	-22,9831	-46,4397
Ribeirão Jundiá-Mirim	JUMI00100	55	R.B.	No bairro Pitangal, em Jarinu.	Jarinu	-23,1217	-46,7708
	JUMI00250	56	R.B.	Ponte na Estrada Jundiá/Jarinu, em frente ao Condomínio Campo Verde.	Jundiá	-23,1464	-46,8061
	JUMI00500	57	R.B.	Ponte a jusante da Cereser.	Jundiá	-23,1453	-46,8511
	JUMI00800	58	R.B.	Na captação de Jundiá.	Jundiá	-23,1583	-46,9094
Rio Jundiá	JUNA02010	59	R.B.	Na captação de Campo Limpo Paulista.	Campo Limpo Paulista	-23,2083	-46,7686
	JUNA02020	60	R.B.	Ponte na Av. Aderbal da Costa Madeira, 50m a jusante do lançamento da Krupp (Ind. Siderúrgica).	Campo Limpo Paulista	-23,2061	-46,7839
	JUNA02100	61	R.B.	Estrada da Várzea, número 3001.	Campo Limpo Paulista	-23,2081	-46,8083
	JUNA03270	62	R.B.	Na ponte de concreto, logo após a estrada de ferro, no distrito de Itaiçi, em Indaiatuba.	Indaiatuba	-23,1083	-47,1803
	JUNA04150	63	R.B.	Na Passarela em frente à Vulcabrás - Av. Antônio Frederico Ozana nº 1440.	Jundiá	-23,1978	-46,8664
	JUNA04190	64	R.B.	Ponte de acesso à Akso Nobel, em Itupeva.	Itupeva	-23,1469	-47,0228
	JUNA04200	65	R.B.	Ponte sobre o Rio Jundiá, na estrada do Bairro Monte Serrat.	Itupeva	-23,1383	-47,0847
	JUNA04700	66	R.B.	Ponte no Jardim das Nações, em Salto.	Salto	-23,1950	-47,2686
JUNA04900	67	R.B.	Na área urbana de Salto. Ponte na Praça Álvaro Guião, próximo à foz com o Rio Tietê.	Salto	-23,2100	-47,2911	
Rio Jundiázinho	JUZI02400	68	R.B.	Ponte na Estr. Mun. José Cintra, no bairro Portão.	Atibaia	-23,2294	-46,6289
Ribeirão Lavapés	LAPE04900	69	R.B.	Na Foz com o Rio Jaguari.	Bragança Paulista	-22,9033	-46,5472

Rio	Estação	Rótulo	Rede	Descrição	Município	Latitude	Longitude
Rio Claro	LARO02500	70	R.B.	Na captação ETA I Rio Caro, próximo do Horto Florestal.	Rio Claro	-22,4092	-47,5403
	LARO02900	71	R.B.	Ponte próxima à foz do Rio Claro com o Rio Corumbataí, no distrito de Assistência.	Rio Claro	-22,4794	-47,5864
Ribeirão Anhumas	NUMA04900	72	R.B.	Próximo à foz no Rio Atibaia .Ponte antes da entrada da Rhodia, saindo de Paulínia.	Paulínia	-22,7656	-47,1000
Rio Piracicaba	PCAB02100	73	R.B.	Junto à captação de água de Americana, na localidade de Carioba.	Americana	-22,7108	-47,3228
	PCAB02135	74	R.B.	Na ponte de concreto da estrada Americana-Limeira, na divisa de Limeira e Sta. Bárbara d'Oeste.	Limeira	-22,6975	-47,3872
	PCAB02192	75	R.B.	Ponte a 50 m do Km 135,3 da estrada que liga Piracicaba a Limeira, próximo à Usina Monte Alegre.	Piracicaba	-22,6889	-47,5828
	PCAB02220	76	R.B.	Margem esquerda, 2,5 Km a jusante da foz do Rib. Piracicamirim, na captação de Piracicaba.	Piracicaba	-22,7122	-47,6494
	PCAB02300	77	R.B.	Na ponte do Caixão.	Piracicaba	-22,6956	-47,6719
	PCAB02600	78	M.Aut.	EF-06. No Sítio Paudalinho, na estrada dos Marins, S/N, em Piracicaba.	Piracicaba	-22,7003	-47,7117
	PCAB02800	79	R.B.	Em frente à fonte sulfurosa, junto ao posto 4D-07 do DAEE, na localidade de Artemis.	Piracicaba	-22,6919	-47,7775
Braço do Rio Piracicaba	PCBP02500	80	R.B.	Ponte na rodovia SP-191, no trecho que liga Santa Maria da Serra a São Manuel.	Santa Maria da Serra	-22,6289	-48,1742
Ribeirão do Pinhal	PIAL02900	81	R.B.	No canal do Rib. Pinhal na Captação Águas de Limeira.	Limeira	-22,6597	-47,2758
Ribeirão Piracicamirim	PIMI02900	82	R.B.	Na foz com o Rio Piracicaba.	Piracicaba	-22,6992	-47,6294
Ribeirão Pinheiros	PINO03400	83	R.B.	Ponte na R. Agostinho Ramos, a jusante da ETE Vinhedo (SANESAVI).	Valinhos	-22,9886	-46,9886
	PINO03900	84	R.B.	Ponte na Marginal paralela à Rod. Dom Pedro, alt. do Km 122,5 (sentido Campinas). Próximo à foz no Rio Atibaia.	Valinhos	-22,9147	-46,9608
Ribeirão Quilombo	QUIL03200	85	R.B.	Ponte na estrada que liga a Via Anhanguera a Paulínia.	Sumaré	-22,8186	-47,1986
	QUIL03900	86	R.B.	Na foz com o Rio Piracicaba. Na ETE de Americana, no bairro Carioba.	Americana	-22,7144	-47,3339
Represa do Rio Atibainha	RAIN00402	87	Baln.	Praia da Utinga, em Nazaré Paulista.	Nazaré Paulista	-23,2175	-46,3978
	RAIN00802	88	Baln.	Na rampa de barco próxima do Hotel Varanda do Lago (em frente ao bar).	Nazaré Paulista	-23,1747	-46,3803
	RAIN00880	89	R.B.	Em frente as obras de colocação das bombas para captação da reserva estratégica, antes da Ensacadeira. Em frente ao muro da estrada que liga Nazaré-Guarulhos.	Nazaré Paulista	-23,2097	-46,3861
	RAIN00901	90	Baln.	Praia do Lavapés, em Nazaré Paulista.	Nazaré Paulista	-23,1842	-46,3931
Ribeirão Tatu	TATU04850	91	R.B.	Ponte 2 Km a montante da foz do Rio Piracicaba.	Limeira	-22,6600	-47,3525
Ribeirão Tijuco Preto	TIJU02900	92	R.B.	Próximo à sua foz.	Sumaré	-22,8108	-47,1733
Ribeirão dos Toledos	TOLE03750	93	R.B.	Ponte próxima da Rua Rafard, Bairro São Joaquim.	Santa Bárbara d'Oeste	-22,7358	-47,4144
Ribeirão Três Barras	TREB02950	94	R.B.	Na foz do Rib. Três Barras com o Rio Pirapitingui.	Cosmópolis	-22,6575	-47,2094

Fonte: CETESB (2016)



LEGENDA

- | | | | | | | | |
|------------------|--------------------------------------|-------------------------|----------------------|---------------------|-------------------|---------------------|----------------|
| ○ Sede municipal | ● Monitoramento da Qualidade da Água | ~ Hidrografia Principal | --- Limite Municipal | --- Limite Estadual | ▨ Área urbanizada | --- Limite de Zonas | --- Limite PCJ |
| | | | | Sub-Bacia | | | |
| | | | | ■ Atibaia | ■ Camanducaia | ■ Capivari | ■ Corumbataí |
| | | | | ■ Jaguarí | ■ Jundiá | ■ Piracicaba | |



**DIAGNÓSTICO
PRIMEIRA REVISÃO DO PLANO DAS BACIAS HIDROGRÁFICAS
DOS RIOS PIRACICABA, CAPIVARI E JUNDIAÍ 2010 A 2020**



Sistema de Coordenadas UTM
Datum SIRGAS2000
Zona 23S
Escala: 1:725.000

Mapa 8.1- Localização dos pontos de monitoramento de qualidade da água das Bacias PCJ

Fonte de dados:
- Sede municipal: IBGE, 2010
- Limite municipal: IBGE, 2010
- Limite estadual: IBGE, 2010
- Hidrografia: ANA, 2013
- Limite da bacia: Agência Bacias PCJ
- Limite sub-bacia: Agência Bacias PCJ
- Pontos de monitoramento: CETESB/GAM
- Área urbanizada: Elaborado por Profill/Rhama, 2016, com base em EMPLASA (2015) e Hparc (2015)

Considerando todos os pontos, as Bacias PCJ concentram 103 pontos de monitoramento da qualidade das águas superficiais, fornecendo uma densidade total de 6,70 pontos por 1.000 km² (Quadro 8.4).

Quadro 8.4 - Número de estações por rede de amostragem, responsável e densidade de pontos de monitoramento da qualidade da água por sub-bacia.

Sub-bacia	CETESB			IGAM	Total	Densidade (ponto/1000 km ²)
	Rede Baln.	Rede M.Aut.	Rede Básica	Rede Básica.		
Atibaia	4	-	15	-	19	6,75
Camanducaia	-	-	5	3	8	7,69
Corumbataí	-	-	11	-	11	6,40
Jaguari	1	1	14	6	22	6,66
Piracicaba	-	1	13	-	14	3,71
<i>Total Piracicaba</i>	5	2	62	9	78	6,16
Capivari	-	-	8	-	8	5,10
Jundiá	-	-	21	-	21	18,19
Total Geral	5	2	87	9	103	6,70

Elaboração: Profill Engenharia (2017).

As sub-bacias dos rios Jaguari, Jundiá e Atibaia são as que possuem mais pontos de monitoramento da qualidade da água, 22, 21 e 19 pontos, respectivamente. Nas sub-bacias dos rios Jaguari e Atibaia estão localizados os reservatórios do Sistema Cantareira. O Reservatório Jaguari-Jundiá, na sub-bacia do Rio Jaguari, conta com 4 pontos (1 da rede de balneabilidade, 1 da rede de monitoramento automático e 2 da rede básica). O Reservatório Cachoeira, na sub-bacia do Rio Atibaia, conta com 2 pontos (1 da rede de balneabilidade e 1 da rede básica) e o Reservatório Atibainha, também na sub-bacia do Rio Atibaia, conta com 4 pontos (3 da rede de balneabilidade e 1 da rede básica). O outro ponto da rede de monitoramento automático fica localizado no Rio Piracicaba, a jusante da área urbana do município de Piracicaba.

Os rios com maior número de pontos de monitoramento são o Jaguari (12 pontos), Jundiá (9 pontos), Atibaia (8 pontos), Camanducaia (8 pontos), Capivari (8 pontos), Corumbataí (7 pontos) e Piracicaba (7 pontos).

Dentre os pontos monitorados, destaca-se que há 11 pontos de amostragem em ambiente lêntico, sendo seis (6) da rede de balneabilidade, e cinco (5) da rede básica.

Os municípios que concentram mais pontos são: Piracicaba com 8 pontos, Bragança Paulista, com 6, Cabreúva, Jundiá, Rio Claro e Paulínia com 5 pontos cada, e Limeira e Nazaré Paulista, com 4 pontos.

8.1.2 Condição atual da qualidade da água

Para a análise da condição atual da qualidade da água nas Bacias PCJ, foram utilizados os resultados dos ensaios físicos, químicos e biológicos da Rede Básica de Monitoramento da CETESB e do IGAM. Os dados da Rede de Balneabilidade (CETESB) também foram considerados, porém, serão analisados separadamente, no item 8.1.3.5, referente ao tema.

A base de dados utilizada engloba o intervalo de 2009 a 2015, seguindo a orientação do Termo de Referência, que inicialmente, propunha o período entre 2009-2014, visando analisar o período posterior a conclusão do Plano das Bacias PCJ 2010 a 2020 até o fim de 2015.

Os dados do período de 2009 a 2015 foram organizados, tratados e são apresentados à seguir em forma gráfica, com os quais foram realizadas análises temporais e espaciais, observando-se a influência da sazonalidade. De acordo com o item 3.1.5, o período chuvoso na região das Bacias PCJ, ocorre entre os meses de outubro a março. O período seco, portanto, compreende os meses de abril a setembro.

Cabe destacar que as estações CACH00500, JCRE00500 e RAIN00880 foram desconsideradas no estudo por possuírem apenas um ano de monitoramento dentro do período selecionado. Dessa forma, o estudo compreende 84 estações da Rede Básica da CETESB e 9 estações da Rede Básica do IGAM.

Em relação aos parâmetros analisados, foram selecionados: Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO), Fósforo Total (PT), Nitrogênio Amônico, Nitrato, Nitrito, Oxigênio Dissolvido (OD) e *E.coli*/Coliformes Termotolerantes, devido a sua importância como subsídio às discussões posteriores referentes ao Enquadramento, conforme preconizam as diretrizes presentes no Item 5 - "Enfoque Metodológico para a Revisão do Plano das Bacias PCJ, com Propostas de Atualização do Enquadramento", do Termo de Referência.

Conforme já mencionado, tanto em Minas Gerais como em São Paulo, o parâmetro *Escherichia coli* passou a ser avaliado em contrapartida aos Coliformes Termotolerantes. Em Minas Gerais essa alteração foi realizada em 2013, e em São Paulo em 2012. Conforme CETESB (2008), a proporção de *E. coli*/Coliformes Termotolerantes está na faixa compreendida entre 74,5% e 84,7%. No presente estudo, portanto, adotou-se que a proporção de *E. coli*/Coliformes Termotolerantes é de 80%. No entanto, os valores apresentados são relativos aos Coliformes Termotolerantes, dessa forma, os valores de *E. coli* foram multiplicados por 1,25.

Ainda em relação aos parâmetros selecionados, apresenta-se a seguir uma descrição simplificada sobre cada um deles, bem como a sua importância como indicador da qualidade da água dos corpos hídricos, e as suas principais fontes:

- **Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO_{5,20}):** A DBO de uma água é a quantidade de oxigênio necessária para oxidar a matéria orgânica por decomposição microbiana aeróbia para uma forma inorgânica estável. É normalmente considerada como a quantidade de oxigênio consumido durante um determinado período de tempo, numa temperatura de incubação específica. Um período de tempo de 5 dias numa temperatura de incubação de 20°C é frequentemente usado e referido como DBO_{5,20}. (CETESB, 2016b). Ainda, de acordo com CETESB (2016c), os maiores aumentos em termos de DBO, num corpo d'água, são provocados por despejos de origem orgânica. A presença de um alto teor de matéria orgânica pode induzir ao completo esgotamento do oxigênio na água, provocando o a morte de peixes e de outras formas de vida aquática. Como principais fontes de matéria orgânica biodegradável tem-se os esgotos domésticos, indústrias que produzem subprodutos biodegradáveis, como indústria alimentícia, celulose, entre outras.
- **Oxigênio Dissolvido:** O oxigênio proveniente da atmosfera dissolve-se nas águas naturais, devido à diferença de pressão parcial. O processo de reintrodução de oxigênio dissolvido em águas naturais através da superfície depende das características hidráulicas e é proporcional à velocidade do fluxo (CETESB, 2016c), sendo que a taxa de reaeração superficial em corpos d'água com lóticos é maior do que em corpos d'água lênticos. Os níveis de oxigênio dissolvido também indicam a capacidade de um corpo d'água natural em manter a vida aquática, sendo que, normalmente, corpos d'água bastante poluídos apresentam baixas concentrações de oxigênio dissolvido na água,

devido aos processos biológicos que consomem oxigênio, devido a presença de matéria orgânica e nutrientes na água.

- **Coliformes termotolerantes/*Escherichia coli*:** São organismos predominantemente não patogênicos mas dão uma satisfatória indicação de quando a água apresenta contaminação por fezes humanas e de animais, e, por conseguinte, representam potencialidade de transmitir doenças (VON SPERLING, 2005). Os coliformes termotolerantes correspondem a um grupo de bactérias que, não são, necessariamente, de origem fecal, mas que são considerados bons indicadores para este fim. A *Escherichia coli* é a principal bactéria do grupo de coliformes fecais (termotolerantes), sendo abundante nas fezes humanas e animais, e o único indicador de contaminação exclusivamente fecal (não necessariamente humana). É encontrada em esgotos, efluentes tratados e águas naturais sujeitas a contaminação recente por seres humanos, atividades agropecuárias, animais selvagens e pássaros (VON SPERLING, 2005);
- **Nitrogênio:** No ambiente aquático, o nitrogênio ocorre em diversas formas: N_2 (nitrogênio molecular), NH_4^+ (ion amônio), NO_2^- (nitrito) e NO_3^- (nitrato), NH_3 (amônia), N_2O (óxido nitroso), nitrogênio orgânico dissolvido e nitrogênio orgânico particulado. O nitrogênio é encontrado naturalmente no ambiente, no entanto, a ação do homem tem acarretado o incremento deste nutriente no solo, no ar e nos recursos hídricos, tanto superficiais quanto subterrâneos. A aplicação de fertilizantes nitrogenados na agricultura e o lançamento de efluentes domésticos e industriais sem o devido tratamento são as principais fontes incrementais deste nutriente no meio aquático (VON SPERLING, 1996). De acordo com Von Sperling (2005), a determinação da forma predominante do nitrogênio pode fornecer informações sobre o estágio de poluição de um corpo hídrico, sendo que a poluição recente (ou próxima) está associada ao nitrogênio na forma orgânica ou de amônia, enquanto a poluição mais remota (ou distante) está associada ao nitrogênio na forma de nitrito;
- **Fósforo total:** O fósforo pode se apresentar nas águas sob três formas diferentes. Os fosfatos orgânicos, os ortofosfatos e os polifosfatos, ou fosfatos condensados, polímeros de ortofosfatos. Esta terceira forma não é muito importante nos estudos de controle de qualidade das águas, porque sofre hidrólise, convertendo-se rapidamente em ortofosfatos nas águas naturais. Assim como o nitrogênio, o fósforo constitui-se em um dos principais nutrientes para os processos biológicos (CETESB, 2016c). Assim como para o nitrogênio, as fontes de fósforo estão associadas aos fertilizantes, resíduos animais e efluentes urbanos. A drenagem das águas pluviais, tanto de áreas agrícolas, que contém fertilizantes fosfatados, como das áreas urbanas, por meio dos esgotos domésticos, que contém matéria orgânica e nutrientes, além de detergentes, são as principais fontes externas de fósforo no meio aquático.

Os valores das amostras dos parâmetros mencionados, foram analisados considerando-se sua equivalência às classes estabelecidas na Resolução CONAMA nº 357/2005. A Resolução CONAMA nº 357/2005 dispõe sobre a classificação dos corpos de água superficiais e fornece diretrizes ambientais para o seu Enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes. Os padrões de qualidade para cada classe, são apresentados no Quadro 8.5, especificamente para os parâmetros considerados no presente estudo.

Quadro 8.5 - Padrões de qualidade por classes, referentes aos parâmetros analisados

Resolução CONAMA nº 357/2005					
Parâmetros	Unidade	Classe 1	Classe 2	Classe 3	Classe 4
Oxigênio Dissolvido	mg/L O ₂	≥ 6,0	≥ 5,0	≥ 4,0	< 2,0
Coliformes Termotolerantes	nmp/100ml	<200	<1000	<4000	>4000
DBO _{5,20}	mg/L O ₂	≤ 3,0	≤ 5,0	≤ 10,0	>10
Nitrato	mg/L N	≤10,0	Idem Classe 1	Idem Classe 1	>10,0
Nitrito	mg/L N	≤1,0	Idem Classe 1	Idem Classe 1	>1,0
Nitrogênio Amoniacal	mg/L N	3,7 (pH < 7,5)	Idem Classe 1	13,3 (pH < 7,5)	-
		2,0 (7,5 < pH < 8)		5,6 (7,5 < pH < 8)	
		1,0 (8 < pH < 8,5)		2,2 (8 < pH < 8,5)	
		0,5 (pH > 8,5)		1,0 (pH > 8,5)	
Fósforo Total	mg/L P	Lêntico ≤ 0,02	Lêntico ≤ 0,03	Lêntico ≤ 0,05	-
		Interm ≤ 0,025	Interm ≤ 0,05	Interm ≤ 0,075	
		Lótico ≤ 0,1	Lótico ≤ 0,1	Lótico ≤ 0,15	

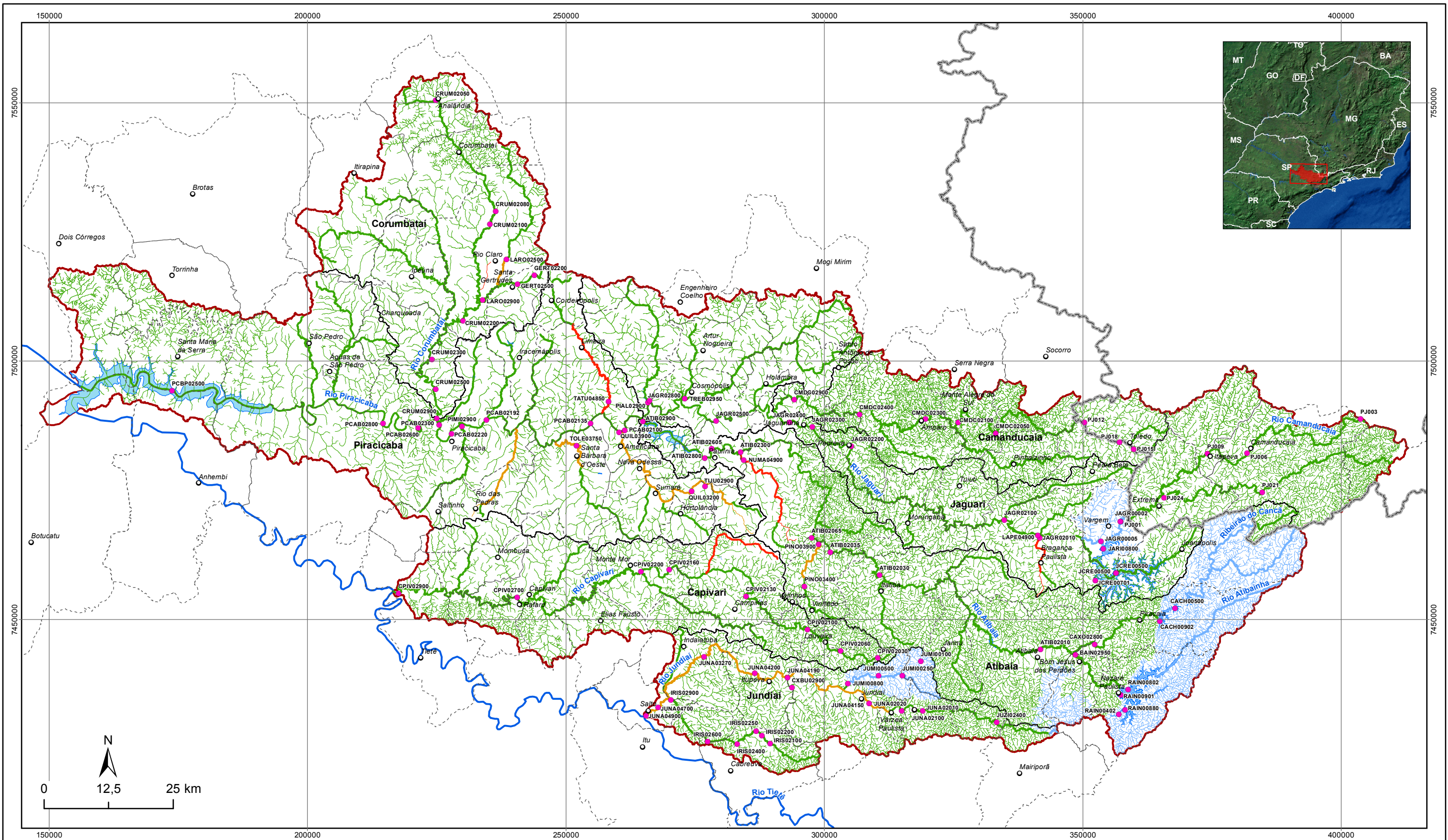
Obs.: Na Classe Especial, deverão ser mantidas as condições naturais do corpo de água.

De forma análoga à Resolução CONAMA nº 357/2005, o Decreto nº 8.468/1976 (São Paulo) e a Deliberação Normativa Conjunta COPAM/CERH-MG nº 01/2008 (Minas Gerais) também dispõem sobre a classificação dos corpos de água. No entanto, no presente estudo optou-se por utilizar a Resolução CONAMA nº 357/2005.

Neste contexto, foram realizadas as seguintes análises distintas:

- Avaliação das amostras de qualidade da água das Bacias PCJ, com base nas classes equivalentes da Resolução CONAMA nº 357/2005, englobando o universo de amostras da bacia, visando o conhecimento da situação regional da qualidade dos recursos hídricos, com a verificação das principais interferências e as alterações associadas;
- Avaliação das amostras de qualidade da água por sub-bacia, com base nas classes equivalentes da Resolução CONAMA nº 357/2005, em função das diferenças de contingente populacional, atividades econômicas, agentes poluidores à nível de sub-bacia;
- Avaliação do percentual de amostras de qualidade da água que violaram o Enquadramento entre 2009 e 2015;
- Avaliação da qualidade da água, em forma de diagrama unifilar, nas calhas dos rios Atibaia, Camanducaia, Capivari, Corumbataí, Jaguari, Jundiá e Piracicaba, contemplando o entendimento das contribuições dos principais afluentes ao rio principal.

Para as análises relativas ao Enquadramento foi utilizada a base fornecida pela CETESB, que é baseada no Decreto Paulista nº 10.755/1977 e suas alterações, a qual foi complementada para Minas Gerais. A base da CETESB já contempla o novo Enquadramento do rio Jundiá, conforme Deliberação CRH nº 202/2017. O Mapa 8.2 apresenta o Enquadramento dos rios das Bacias PCJ. Em seguida, o Quadro 8.6 apresenta o Enquadramento vigente, nos pontos de monitoramento utilizados no presente diagnóstico.



LEGENDA

- Sede municipal
- Monitoramento da Qualidade da Água
- Rio Tietê
- Sub-bacia
- Limite PCJ
- Limite Municipal
- Limite Estadual
- Classe de enquadramento**
- 1
- 2
- 3
- 4



**DIAGNÓSTICO
PRIMEIRA REVISÃO DO PLANO DAS BACIAS HIDROGRÁFICAS
DOS RIOS PIRACICABA, CAPIVARI E JUNDIAÍ 2010 A 2020**



Sistema de Coordenadas UTM
Datum SIRGAS2000
Zona 23S
Escala: 1:725.000

Mapa 8.2 – Enquadramento dos rios das Bacias PCJ

Fonte de dados:
- Sede municipal: IBGE, 2010
- Limite municipal: IBGE, 2010
- Limite estadual: IBGE, 2010
- Hidrografia: ANA, 2013
- Limite da bacia: Adaptado de ANA, 2013
- Limite sub-bacia: Adaptado de ANA, 2013
- Enquadramento: Adaptado de CETESB, 2017
- Ponto de monitoramento: CETESB/GAM

Quadro 8.6 – Enquadramento nos pontos de qualidade da água selecionados

Sub-bacia	Estação	Corpo d'água	Enquadramento
Atibaia	ATIB02010	Rio Atibaia	Classe 2
	ATIB02030	Rio Atibaia	Classe 2
	ATIB02035	Rio Atibaia	Classe 2
	ATIB02065	Rio Atibaia	Classe 2
	ATIB02300	Rio Atibaia	Classe 2
	ATIB02605	Rio Atibaia	Classe 2
	ATIB02800	Rio Atibaia	Classe 2
	ATIB02900	Rio Atibaia	Classe 2
	BAIN02950	Rio Atibainha	Classe 2
	CAXO02800	Reservatório do Rio Cachoeira	Classe 2
	NUMA04900	Ribeirão Anhumas	Classe 4
	PINO03400	Ribeirão Pinheiros	Classe 2
	PINO03900	Ribeirão Pinheiros	Classe 3
Camanducaia	CMDC02050	Rio Camanducaia	Classe 2
	CMDC02100	Rio Camanducaia	Classe 2
	CMDC02300	Rio Camanducaia	Classe 2
	CMDC02400	Rio Camanducaia	Classe 2
	CMDC02900	Rio Camanducaia	Classe 2
	PJ012	Rio do Gardinha	Classe 2
	PJ015	Rio do Gardinha	Classe 2
	PJ018	Rio do Gardinha	Classe 2
Capivari	CPIV02030	Rio Capivari	Classe 2
	CPIV02060	Rio Capivari	Classe 2
	CPIV02100	Rio Capivari	Classe 2
	CPIV02130	Rio Capivari	Classe 2
	CPIV02160	Rio Capivari	Classe 2
	CPIV02200	Rio Capivari	Classe 2
	CPIV02700	Rio Capivari	Classe 2
	CPIV02900	Rio Capivari	Classe 2
Corumbataí	CRUM02050	Rio Corumbataí	Classe 2
	CRUM02080	Rio Corumbataí	Classe 2
	CRUM02100	Rio Corumbataí	Classe 2
	CRUM02200	Rio Corumbataí	Classe 2
	CRUM02300	Rio Corumbataí	Classe 2
	CRUM02500	Rio Corumbataí	Classe 2
	CRUM02900	Rio Corumbataí	Classe 2
	GERT02200	Córrego Santa Gertrudes	Classe 2
	GERT02500	Córrego Santa Gertrudes	Classe 2
	LARO02500	Rio Claro	Classe 3
LARO02900	Rio Claro	Classe 2	

Sub-bacia	Estação	Corpo d'água	Enquadramento
Jaguari	JAGR00002	Rio Jaguari	Classe 1
	JAGR00005	Rio Jaguari	Classe 1
	JAGR02010	Rio Jaguari	Classe 2
	JAGR02100	Rio Jaguari	Classe 2
	JAGR02200	Rio Jaguari	Classe 2
	JAGR02300	Rio Jaguari	Classe 2
	JAGR02400	Rio Jaguari	Classe 2
	JAGR02500	Rio Jaguari	Classe 2
	JAGR02800	Rio Jaguari	Classe 2
	JARI00800	Reservatório Jaguari	Classe 1
	LAPE04900	Ribeirão Lavapés	Classe 4
	PIAL02900	Ribeirão do Pinhal	Classe 2
	PJ001	Rio Jaguari	Classe 1
	PJ003	Rio Camanducaia	Classe 2
	PJ006	Rio Camanducaia	Classe 2
	PJ009	Rio Camanducaia	Classe 2
	PJ021	Rio Jaguari	Classe 2
	PJ024	Rio Jaguari	Classe 2
TREB02950	Ribeirão Três Barras	Classe 2	
Jundiá	CXBU02900	Ribeirão do Caxambu	Classe 2
	IRIS02100	Rio Piraí	Classe 2
	IRIS02200	Rio Piraí	Classe 2
	IRIS02250	Rio Piraí	Classe 2
	IRIS02400	Rio Piraí	Classe 2
	IRIS02600	Rio Piraí	Classe 2
	IRIS02900	Rio Piraí	Classe 2
	JUMI00100	Ribeirão Jundiá-Mirim	Classe 1
	JUMI00250	Ribeirão Jundiá-Mirim	Classe 1
	JUMI00500	Ribeirão Jundiá-Mirim	Classe 1
	JUMI00800	Ribeirão Jundiá-Mirim	Classe 1
	JUNA02010	Rio Jundiá	Classe 2
	JUNA02020	Rio Jundiá	Classe 2
	JUNA02100	Rio Jundiá	Classe 2
	JUNA03270	Rio Jundiá	Classe 3
	JUNA04150	Rio Jundiá	Classe 3
	JUNA04190	Rio Jundiá	Classe 3
	JUNA04200	Rio Jundiá	Classe 3
	JUNA04700	Rio Jundiá	Classe 3
	JUNA04900	Rio Jundiá	Classe 3
JUZI02400	Rio Jundiázinho	Classe 2	

Sub-bacia	Estação	Corpo d'água	Enquadramento
Piracicaba	PCAB02100	Rio Piracicaba	Classe 2
	PCAB02135	Rio Piracicaba	Classe 2
	PCAB02192	Rio Piracicaba	Classe 2
	PCAB02220	Rio Piracicaba	Classe 2
	PCAB02300	Rio Piracicaba	Classe 2
	PCAB02800	Rio Piracicaba	Classe 2
	PCBP02500	Braço do Rio Piracicaba	Classe 2
	PIMI02900	Ribeirão Piracicamirim	Classe 2
	QUIL03200	Ribeirão Quilombo	Classe 3
	QUIL03900	Ribeirão Quilombo	Classe 3
	TATU04850	Ribeirão Tatu	Classe 4
	TIJU02900	Ribeirão Tijuco Preto	Classe 2
	TOLE03750	Ribeirão dos Toledos	Classe 3

8.1.2.1.1 Bacias PCJ

Analisando o universo das amostras de qualidade da água das Bacias PCJ no período entre 2009 e 2015 (Quadro 8.7 e Figura 8.1) com base nas classes equivalentes da Resolução CONAMA nº 357/2005, observa-se que as amostras dos parâmetros Coliformes Termotolerantes e Fósforo Total estão na maior parte do tempo em Classe 4. Os parâmetros DBO, OD e Nitrogênio Amoniacal estão na maior parte do tempo em Classe 1 ou 2, mas a quantidade de amostras em Classe 3 e 4 ainda é preocupante. Com relação ao Nitrato e Nitrito, praticamente todas as amostras estão em Classe 1.

Quadro 8.7 – Amostras de qualidade da água das Bacias PCJ em termos de classes equivalentes da Resolução CONAMA nº 357/2005.

Parâmetro	Classe 1	Classe 2	Classe 3	Classe 4	Total Amostras
DBO (5,20)	43,9%	14,3%	20,9%	20,8%	3718
Oxigênio Dissolvido	50,3%	16,2%	9,5%	24,0%	3737
Nitrogênio Amoniacal	78,3%	0,0%	16,0%	5,7%	3710
Nitrogênio-Nitrato	99,9%	0,0%	0,0%	0,1%	3717
Nitrogênio-Nitrito	99,8%	0,0%	0,0%	0,2%	3644
Fósforo Total	38,1%	0,3%	3,5%	58,1%	3719
Coliformes/ Escherichia coli	10,5%	14,8%	15,1%	59,6%	3726
Total Geral	60,0%	6,5%	9,3%	24,1%	25971

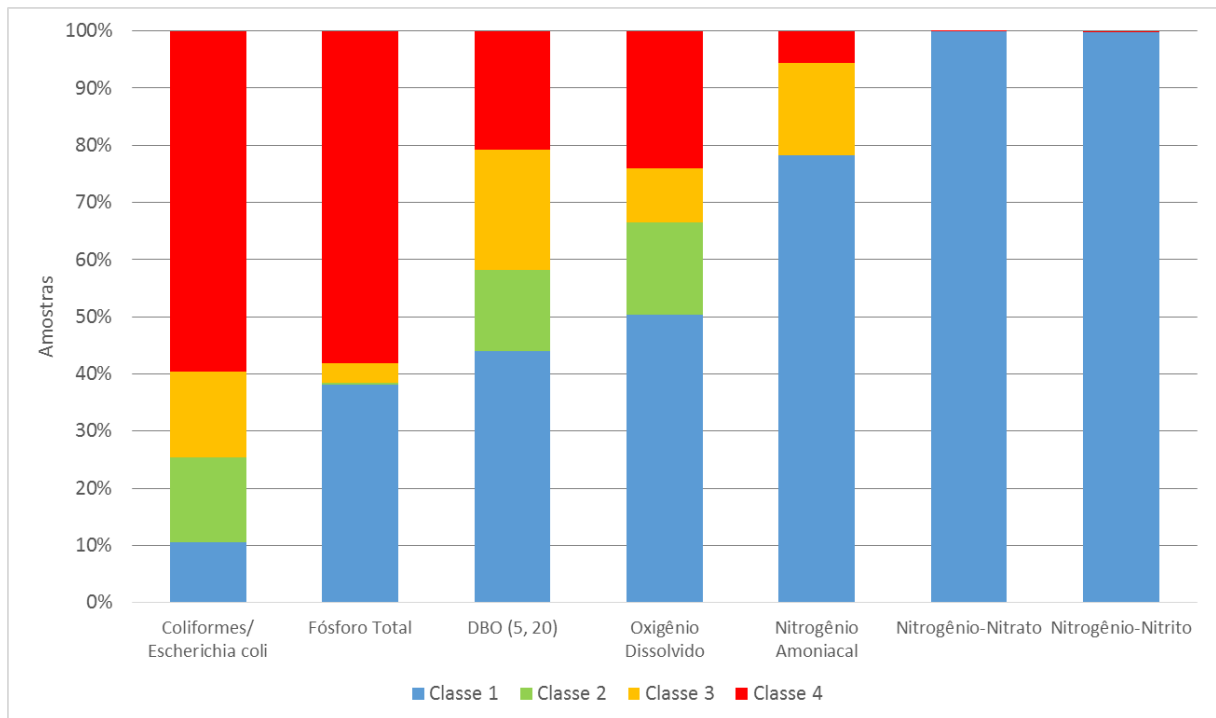


Figura 8.1 – Amostras de qualidade da água das Bacias PCJ em termos de classes equivalentes da Resolução CONAMA nº 357/2005.

A Figura 8.2 apresenta a evolução temporal dos parâmetros Coliformes Termotolerantes, Fósforo Total, DBO, OD e Nitrogênio Amoniacal. Percebe-se uma leve tendência de melhora da qualidade da água entre 2009 e 2012, principalmente para o Fósforo Total e para o Oxigênio Dissolvido. No entanto, entre 2013 e 2014, houve uma piora na qualidade da água que pode estar associado à baixa capacidade de diluição dos corpos d'água em função da estiagem prolongada desses anos. Por outro lado, houve melhora da variável Coliformes Termotolerantes em relação aos outros anos, podendo estar associado ao aumento no tratamento dos efluentes domésticos nas Bacias PCJ.

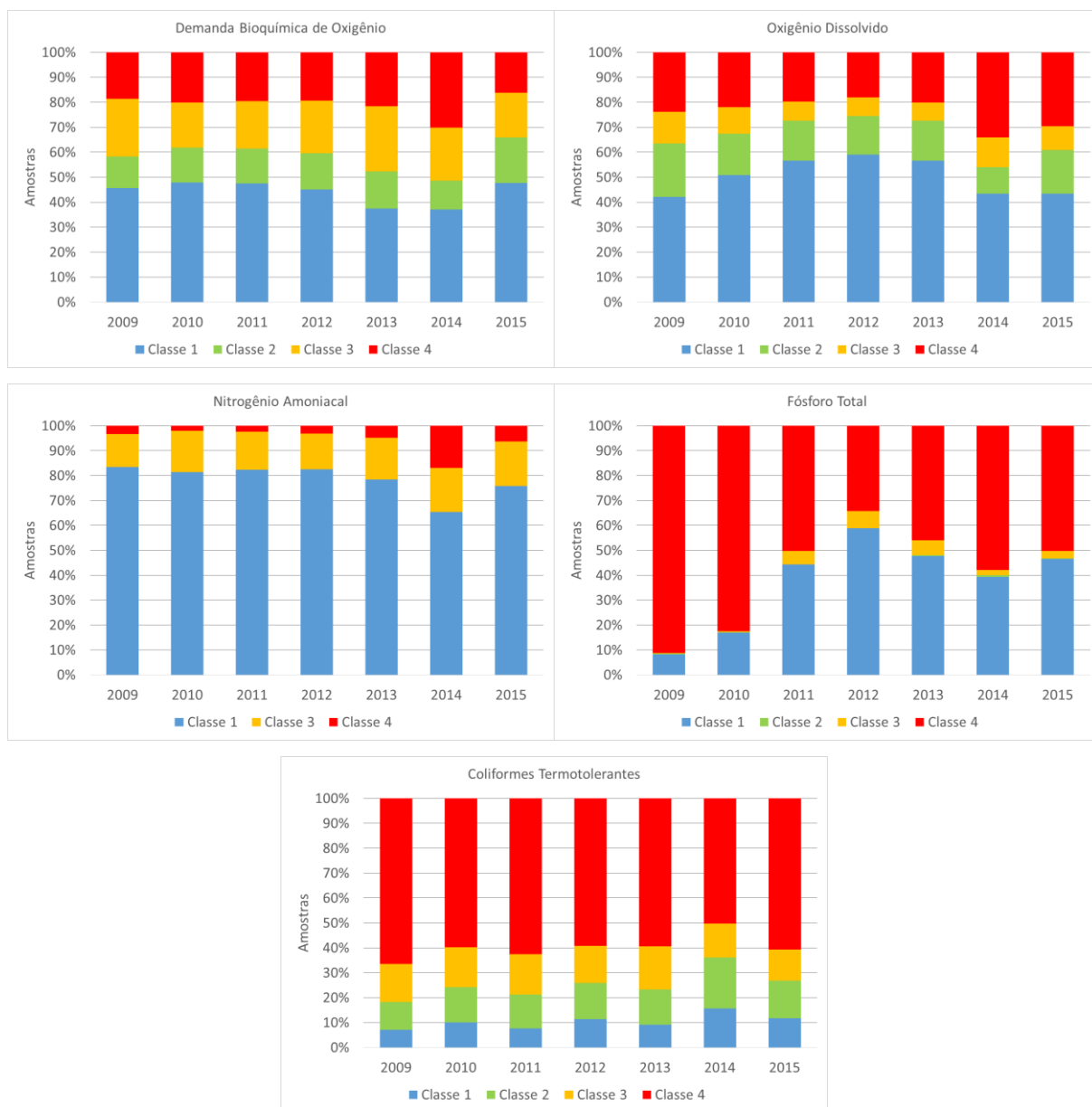


Figura 8.2 – Evolução temporal das amostras de qualidade da água, em termos de classes equivalentes da Resolução CONAMA nº 357/2005.

A Figura 8.3 apresenta a permanência de cada parâmetro nas classes da Resolução CONAMA nº 357/2005, por sub-bacia, considerando o período de sete anos analisado. Analisando a situação de todos os parâmetros, por sub-bacia, nota-se que a situação mais crítica ocorre especialmente nas sub-bacias dos rios Capivari, Piracicaba e Jundiá, que apresentam maior percentual de amostras em Classe 3 e 4. Para os parâmetros Coliformes Termotolerantes e Fósforo Total, a situação é crítica em todas as sub-bacias.

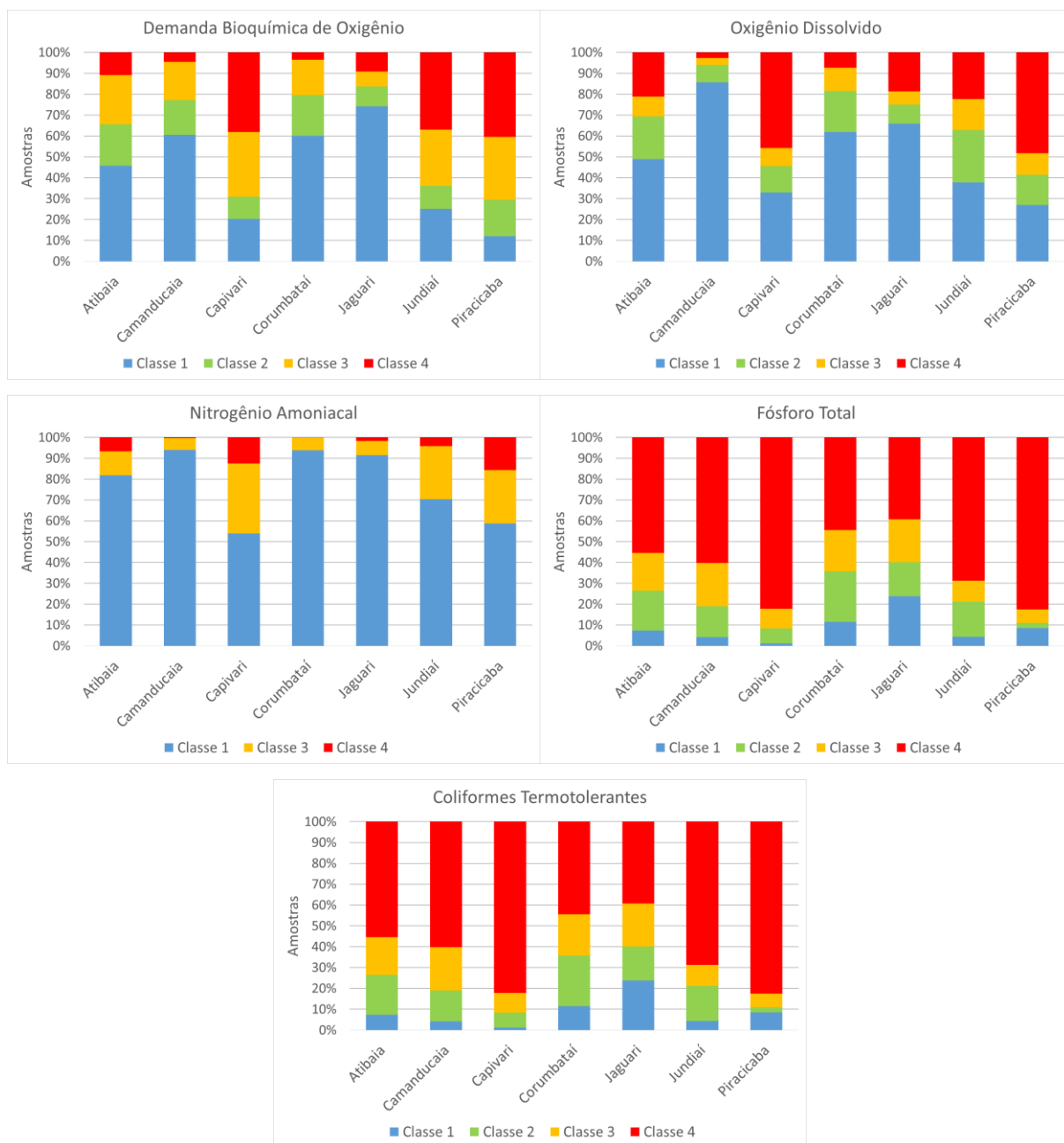


Figura 8.3 – Comparação das amostras de qualidade da água, por parâmetro e sub-bacia, em termos de classes equivalentes da Resolução CONAMA nº 357/2005.

Nos itens a seguir são discutidos os resultados detalhados para cada sub-bacia.

8.1.2.1.2 Sub-bacia do Rio Capivari

Na bacia do Rio Capivari, somente o Rio Capivari é monitorado pela CETESB, sendo que este rio drena diversos municípios da região metropolitana de Campinas. O Rio Capivari nasce em Louveira e atravessa as cidades de Campinas, Monte Mor, Capivari, e Rafard, com uma área densamente urbanizada, com diversos pontos de lançamento de efluentes de origem doméstica, que se concentram, especialmente, na região do município de Capivari e de origem industrial, na região de Louveira, como pode ser observado no Mapa 8.3. Na sub-bacia do Rio Capivari estão localizadas, aproximadamente, 900 mil habitantes, sendo 70% deste contingente populacional representado pelo município de Campinas. Nota-se que o índice de tratamento de efluente é considerado bom, na região das nascentes, e vai piorando ao longo do percursos do rio Capivari, sendo considerado ruim a jusante de Monte Mor, de acordo com os critérios estabelecidos em CRHi (2016).

Analisando o universo das amostras de qualidade da água desta sub-bacia no período entre 2009 e 2015 (Figura 8.4), em termos de classe equivalente da Resolução CONAMA nº 357/2005, observa-se que as amostras dos parâmetros Coliformes Termotolerantes e Fósforo Total estão na maior parte do tempo em Classe 4 (80% das amostras). DBO e OD estão na maior parte do tempo nas Classes 3 ou 4. O Nitrogênio amoniacal apresentou em mais de 50% das amostras resultados na ordem da classe 1, no entanto, em, aproximadamente, 10% das amostragens, esteve na classe 4, e em 30% na classe 3. Com relação ao Nitrato e Nitrito, todas as amostras estão em Classe 1. Quando analisada a sazonalidade (Figura 8.5), não se percebe grande diferença nos resultados da qualidade da água, a não ser para o parâmetro Nitrogênio Amoniacal e Coliformes termotolerantes, sendo que o primeiro apresenta melhores resultados no período chuvoso e o segundo, no período seco.

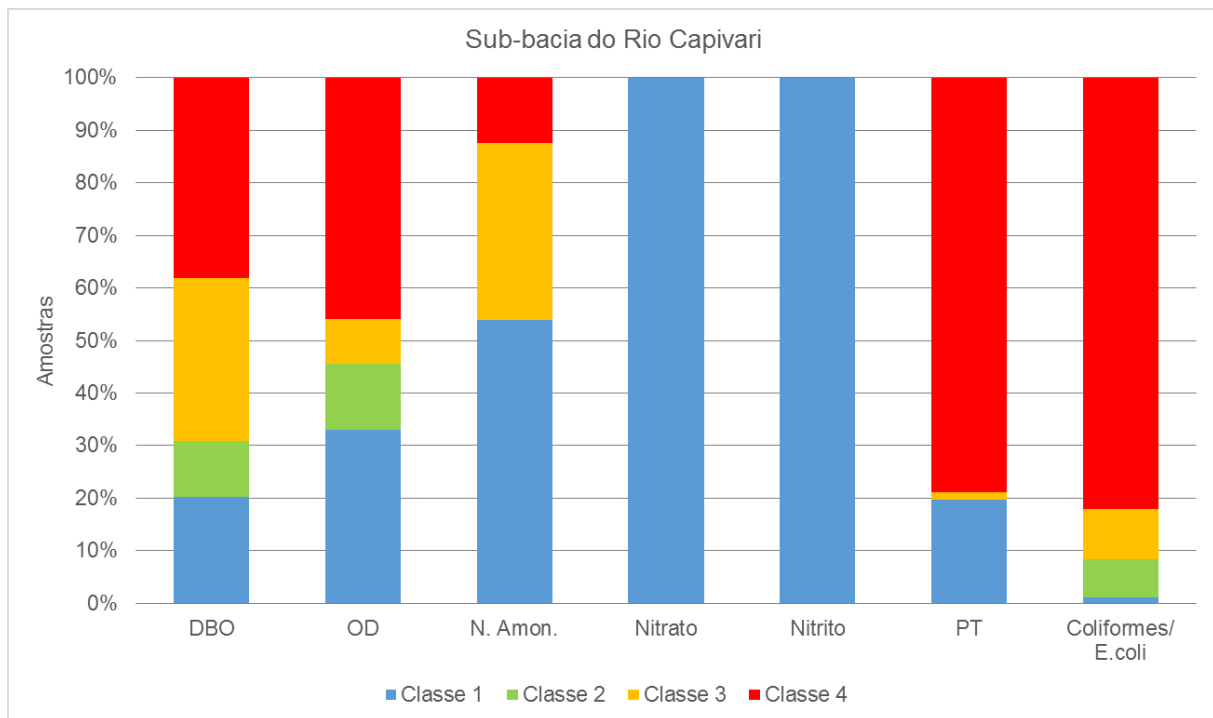
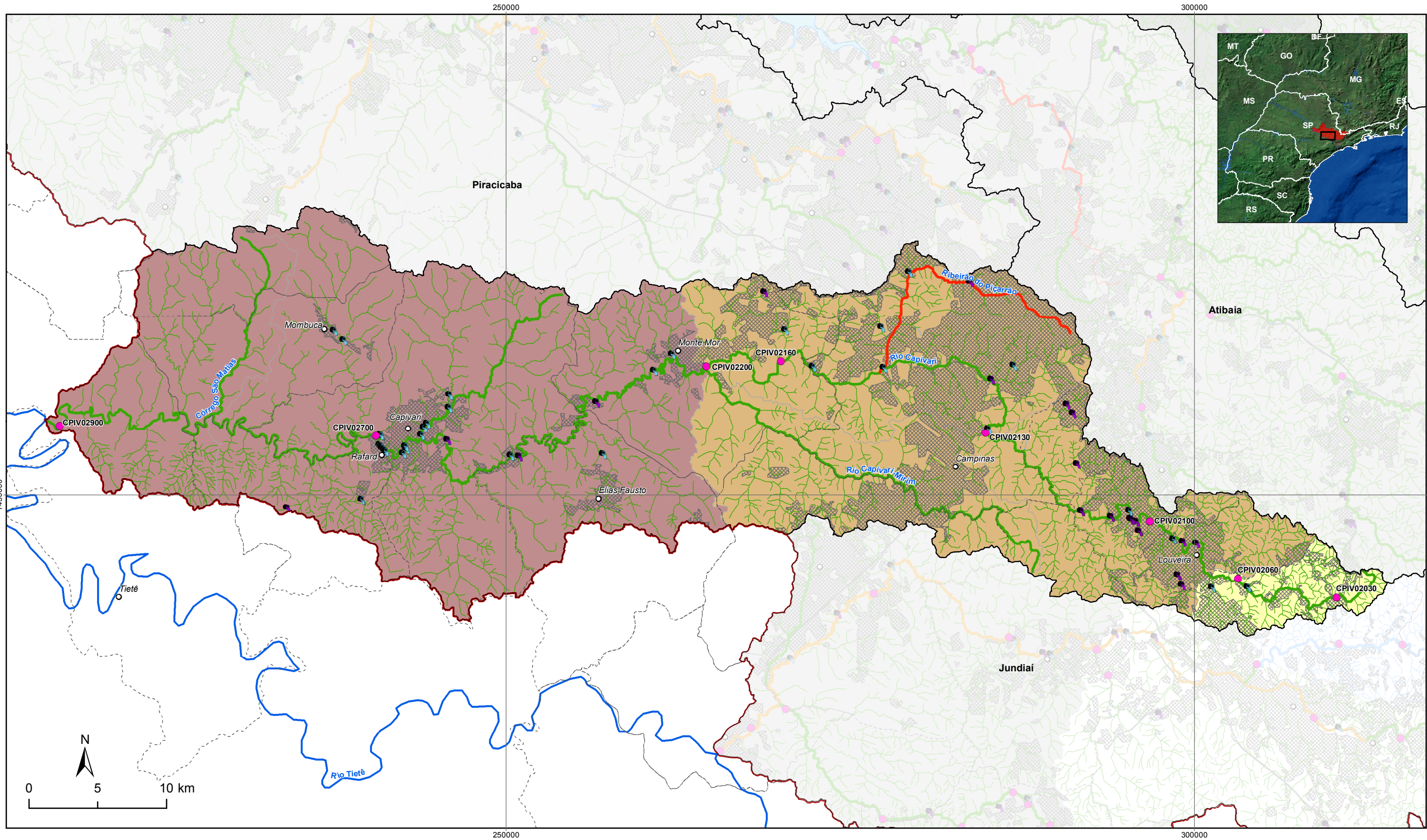


Figura 8.4 – Amostras da sub-bacia do Rio Capivari, em termos de classe equivalente da Resolução CONAMA nº 357/2005.



LEGENDA

- | | | |
|--------------------------------------|--------------------------------|--|
| ○ Sede municipal | ▨ Área urbanizada | ⬜ Limite Municipal |
| ● Monitoramento da Qualidade da Água | ⬜ Limite PCJ | ⬜ Limite Estadual |
| Lançamentos | ⬜ Sub-bacia | Proporção do efluente doméstico tratado em relação ao gerado por zona |
| ⚡ Esgotamento sanitário | Classe de enquadramento | ■ < 50%: Ruim |
| ⚡ Industrial | 2 | ■ ≥ 50% - < 90%: Regular |
| 🌊 Rio Tietê | 4 | ■ ≥ 90%: Bom |
| 🌊 Represas | | |



**DIAGNÓSTICO
PRIMEIRA REVISÃO DO PLANO DAS BACIAS HIDROGRÁFICAS
DOS RIOS PIRACICABA, CAPIVARI E JUNDIAÍ 2010 A 2020**



Sistema de Coordenadas UTM
Datum SIRGAS2000
Zona 23S
Escala: 1:275.000

Mapa 8.3– Pontos de monitoramento situados na Sub-bacia do Rio Capivari

Fonte de dados:
Sede municipal: IBGE, 2010
Limite municipal/Estadual: IBGE, 2010
Hidrografia: ANA, 2013
Limite de bacia: Adaptado de ANA, 2013
Limite sub-bacia: Adaptado de ANA, 2013
Pontos de lançamento: Agência, 2016
Pontos de monitoramento da qualidade da água: CETESB, 2016 (IGAM, 2015)
Índice de tratamento de esgoto: CRIE, 2016
Enquadramento: Adaptado de CETESB, 2017

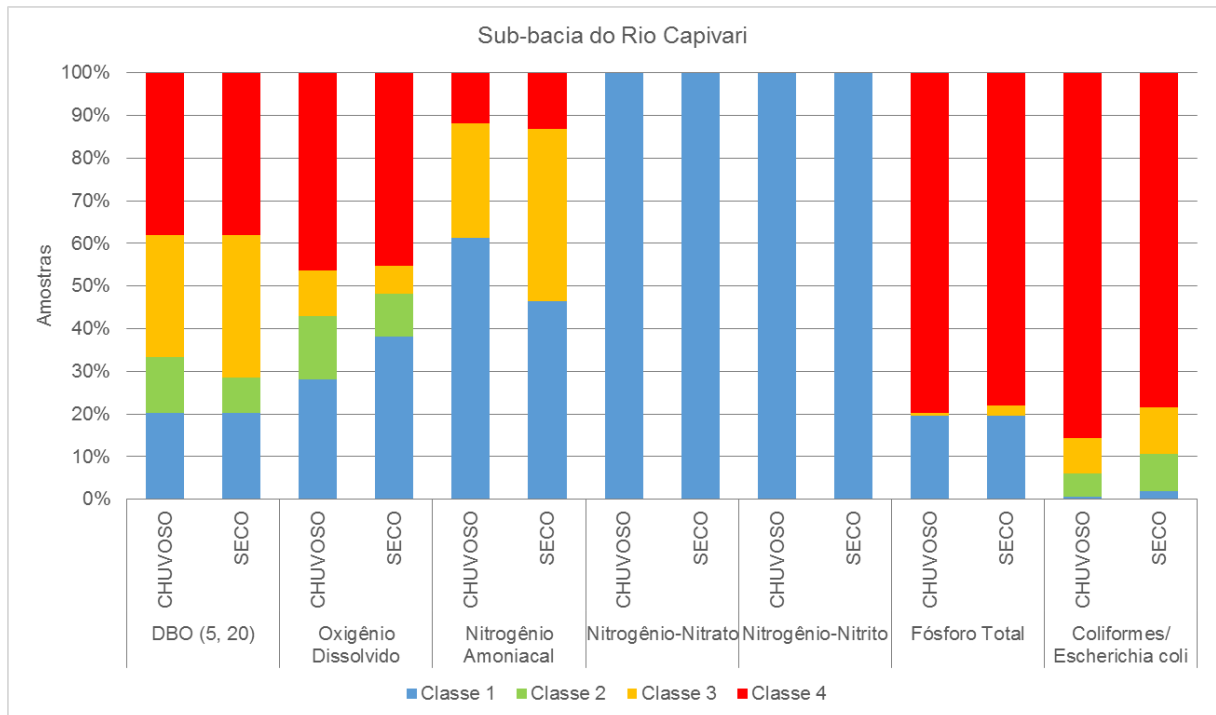


Figura 8.5 – Amostras da sub-bacia do Rio Capivari, em termos de classe equivalente da Resolução CONAMA n° 357/2005, considerando a sazonalidade.

A Figura 8.6 apresenta a evolução temporal dos parâmetros Coliformes Termotolerantes, Fósforo Total, DBO, OD e Nitrogênio Amoniacal entre 2009 e 2015. Nota-se que em relação aos parâmetros DBO e OD, a qualidade da água piorou a partir de 2013, sendo o ano de 2014 o pior em se tratando da qualidade da água, com aumento de amostras passando de classe 3 para classe 4. Tais resultados se justificam pelo aporte de esgotos domésticos e baixas vazões, comprometendo seriamente a qualidade da água.

Percebe-se, analisando os gráficos, o aumento no percentual de amostras em Classe 1 para o parâmetro Fósforo Total, ao longo do período analisado. Ou seja, houve uma leve melhora na qualidade da água quando analisado esse parâmetro. Contribuíram para isso os pontos CPIV02030 e CPIV02060, localizados à montante de Louveira, na cabeceira das Bacias PCJ. No entanto, o número de amostras em Classe 4 desse mesmo parâmetro nos demais pontos é bastante elevada.

Por outro lado, percebe-se um aumento de amostras em Classe 3 para o parâmetro Nitrogênio Amoniacal nos últimos anos e uma diminuição de amostras em Classe 1. Em 2014, o número de amostras em Classe 4 aumentou significativamente para esse mesmo parâmetro. Contribuíram para isso os pontos CPIV02160 (à jusante da área urbana de Campinas) e CPIV02200 (na área urbana de Monte Mor, à montante da foz do Rio Capivari-Mirim). Esse fato pode estar associado à baixa capacidade de diluição dos corpos d'água em função da estiagem prolongada do ano de 2014.

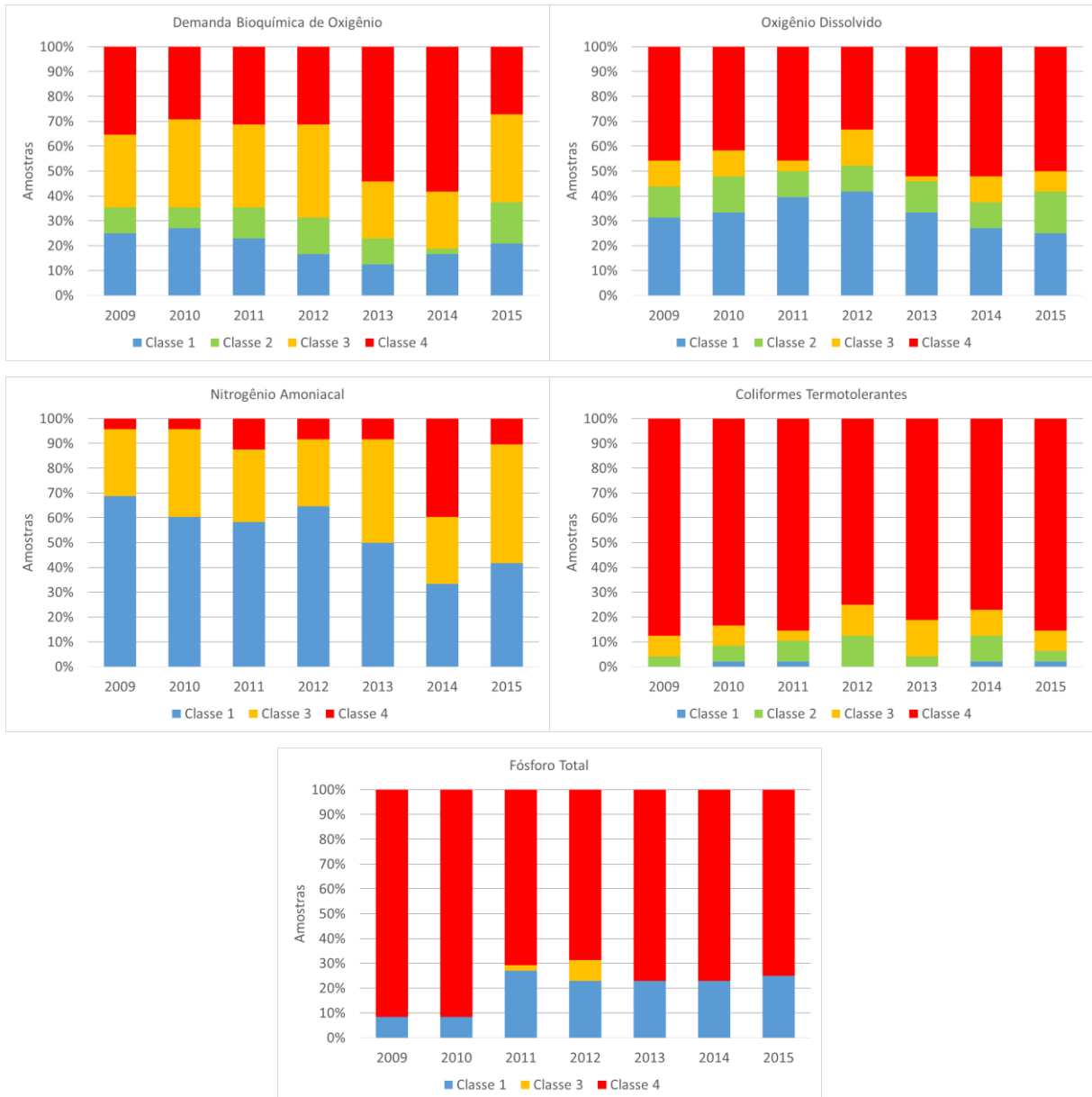


Figura 8.6 – Evolução temporal das amostras de qualidade da água da bacia do Rio Capivari, em termos de classe equivalente da Resolução CONAMA nº 357/2005.

A Figura 8.7 mostra o percentual de amostras dos parâmetros analisados, que violaram a classe de Enquadramento do rio onde o ponto de monitoramento está localizado, entre 2009 e 2015. Os maiores percentuais de violação na sub-bacia do Rio Capivari estão associados às variáveis Coliformes Termotolerantes, Fósforo Total e DBO.

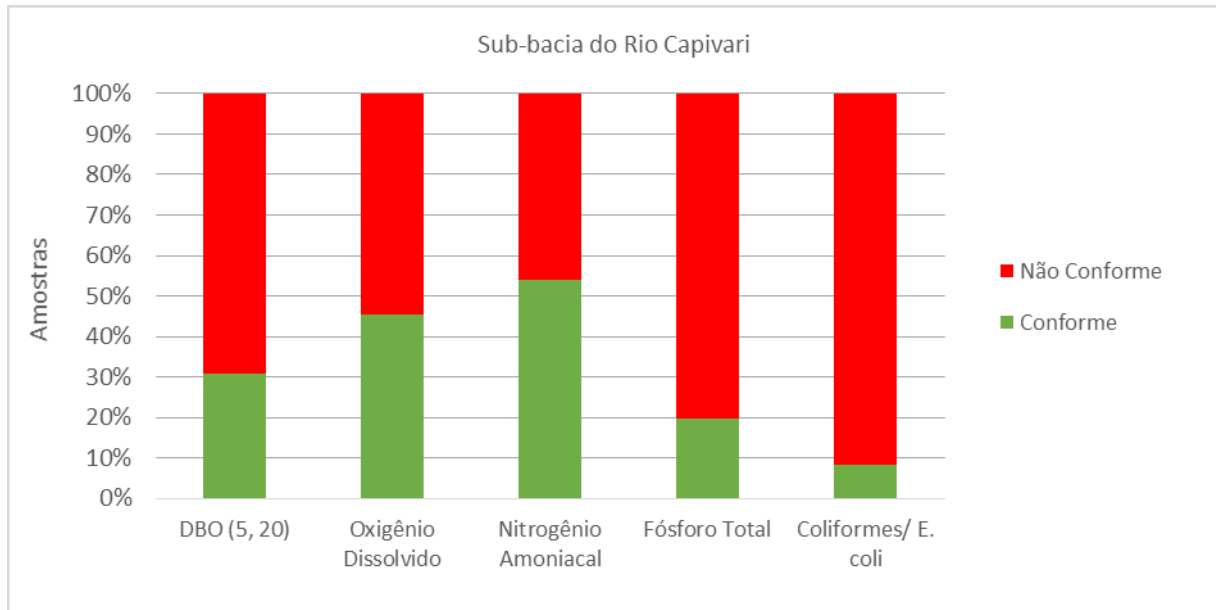


Figura 8.7 - Percentual de violação ao Enquadramento na sub-bacia do Rio Capivari.

A Figura 8.8 apresenta as amostras de cada ponto da sub-bacia do Rio Capivari, de montante para jusante, ao longo dos sete anos de monitoramento, evidenciando os pontos mais críticos. Da Figura 8.9 até a Figura 8.13 é apresentado o perfil da qualidade da água do Rio Capivari, por parâmetro, sendo contemplado ainda o entendimento das contribuições dos principais afluentes ao rio principal.

A partir dessa análise pode-se concluir que os pontos mais críticos são CPIV02100 (a jusante da foz do córrego do Sapezal, no condomínio São Joaquim, em Vinhedo), CPIV02160 (a jusante da área urbana de Campinas, na estrada de terra que liga Campinas a Monte Mor), CPIV02200 (em Monte Mor, na ponte na estrada que liga Monte Mor a Fazenda Rio Acima) e CPIV02700 (a jusante da área urbana de Capivari e Rafard, na ponte na Represa da Usina São Paulo).

Pode-se dizer que o Rio Capivari possui boa qualidade na região das nascentes, à montante de Louveira (com exceção do parâmetro Coliformes Termotolerantes), sendo observada piora à medida que o rio passa por Louveira e Vinhedo, mas há uma leve recuperação da qualidade até o ponto de captação de água de Campinas (CPIV02130) devido à boa oxigenação da água nesse trecho, analisando os parâmetros DBO e OD. Considerando os parâmetros coliformes termotolerantes e fósforo, a situação é ruim em todo Rio Capivari, a exceção dos pontos a montante de Louveira. Ao longo do seu percurso, o Rio Capivari passa pelas áreas urbanas de Campinas (CPIV02160), Monte Mor (CPIV02200), Capivari (CPIV02700), e Rafard, e nos três pontos mencionados a qualidade da água é seriamente comprometida. Observa-se que, no entanto, no último ponto de monitoramento do Rio Capivari (CPIV02900), quase na foz com o Rio Tietê, a qualidade da água melhora, sendo observada maior concentração de oxigênio dissolvido na água.

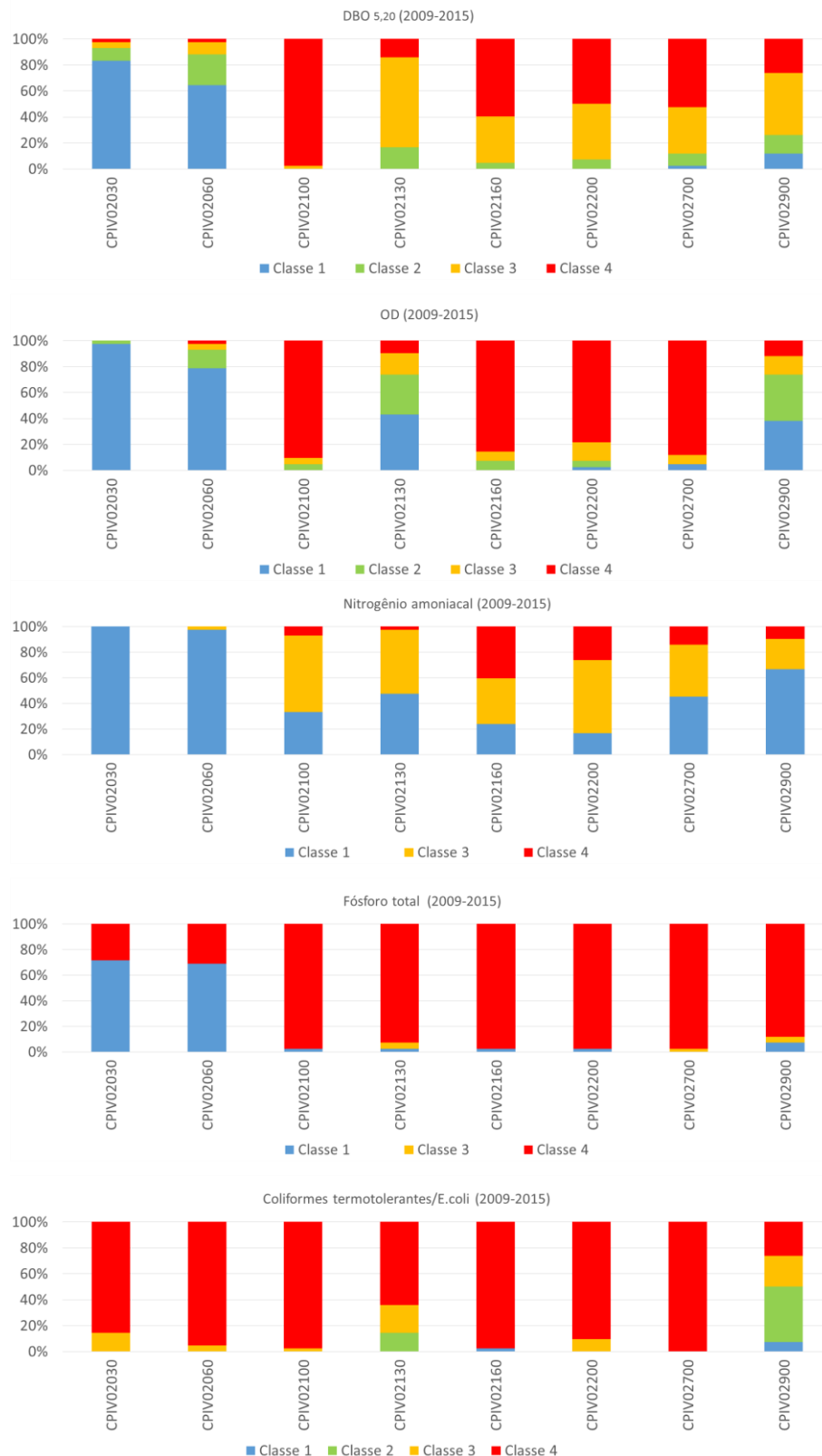


Figura 8.8 – Amostras de cada ponto de monitoramento da sub-bacia do Rio Capivari, em termos de classe equivalente da Resolução CONAMA nº 357/2005.

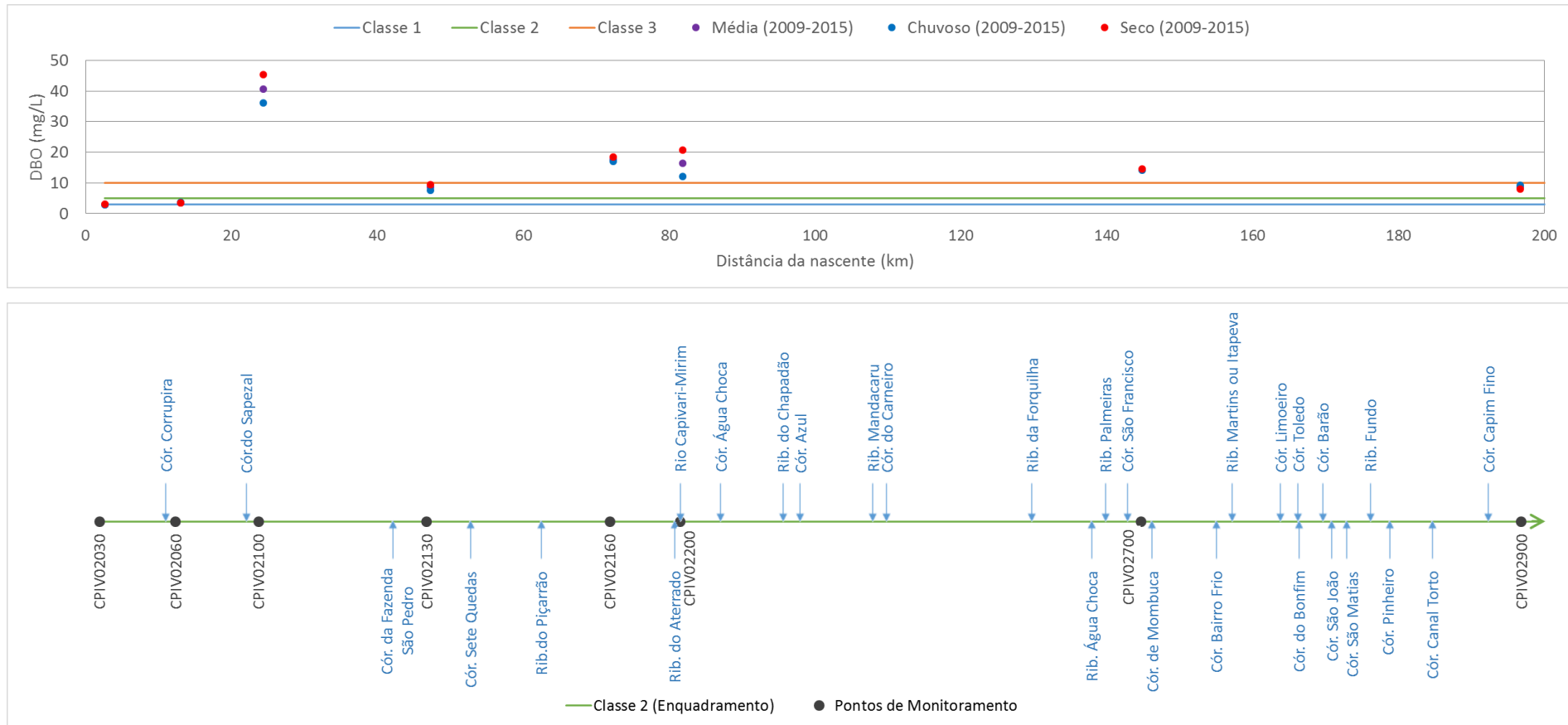


Figura 8.9 – Média das concentrações de Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO) entre 2009 e 2015 ao longo do percurso do Rio Capivari.

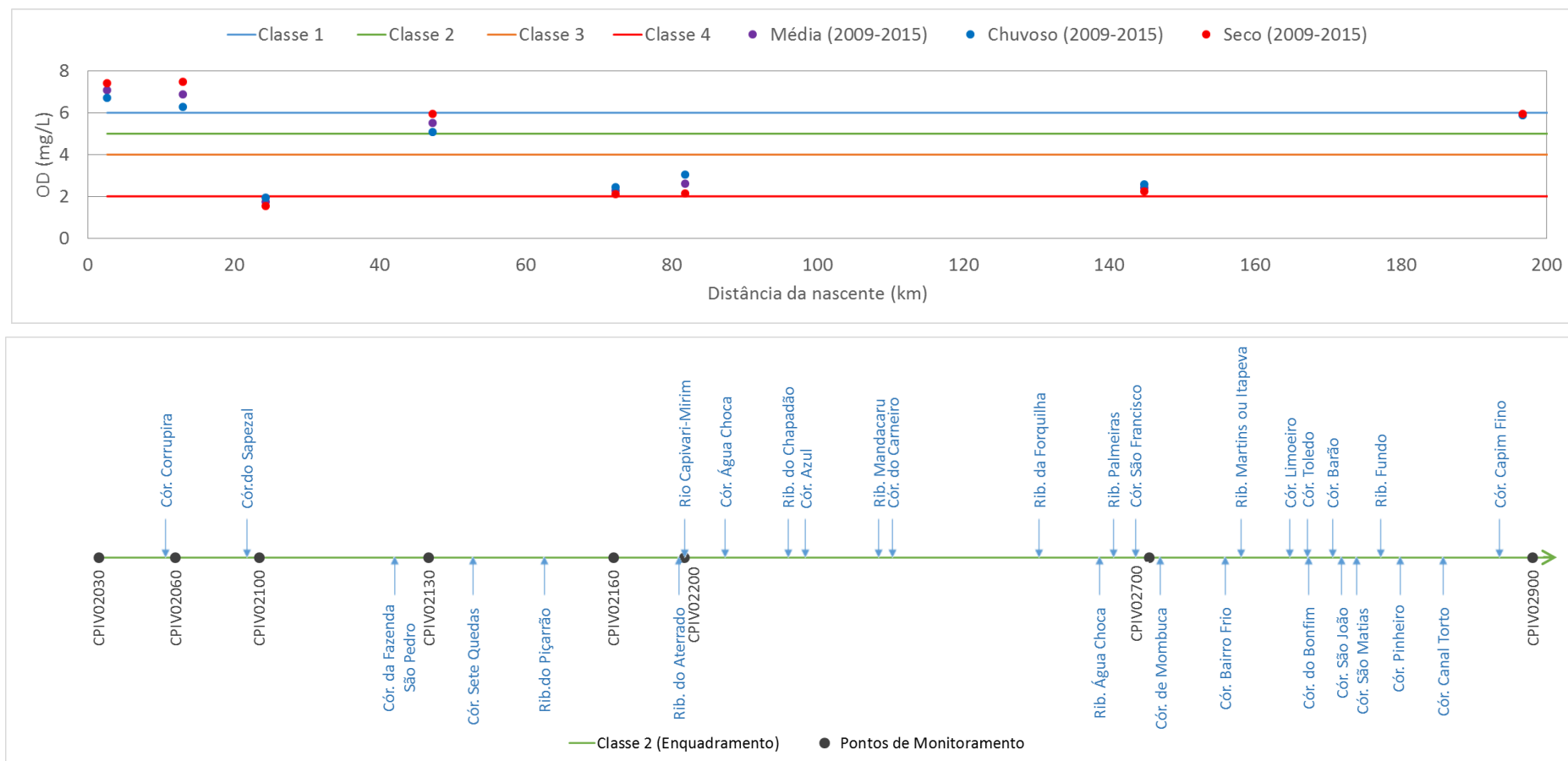
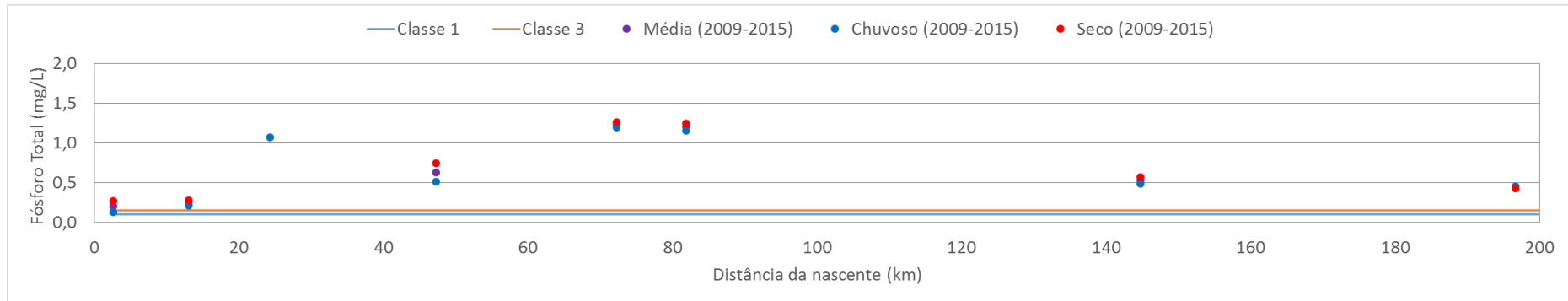


Figura 8.10 - Média das concentrações de Oxigênio Dissolvido (OD) entre 2009 e 2015 ao longo do percurso do Rio Capivari.



Obs.: Verificou-se uma concentração de 1256 mg/L no ponto CPIV02100 no dia 17/04/2012, dessa forma, a média geral e a média do período seco extrapolaram o limite do gráfico.

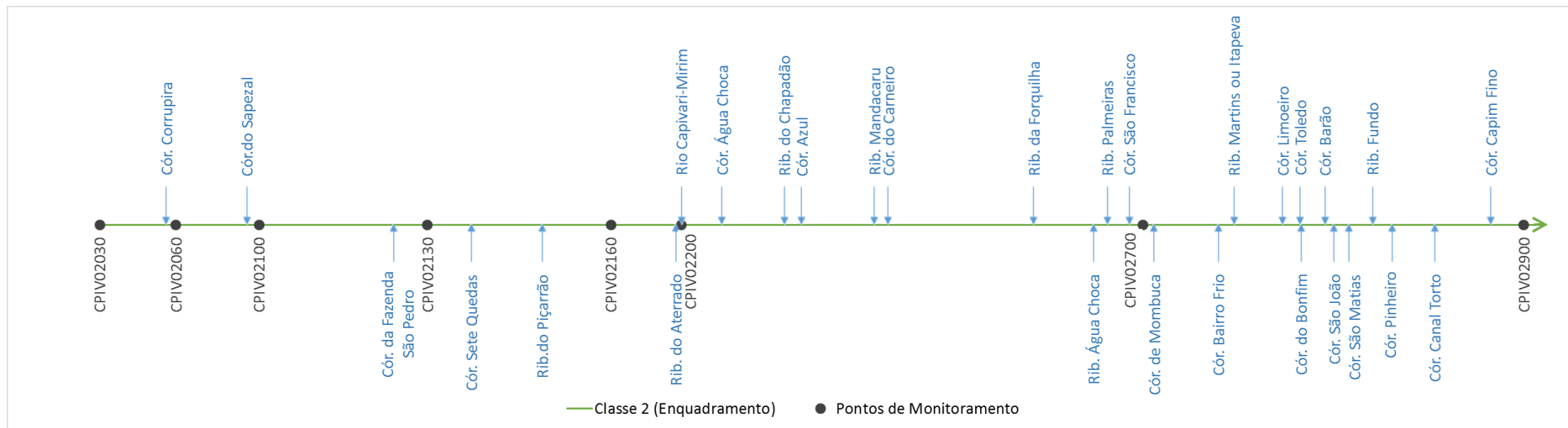


Figura 8.11 - Média das concentrações de Fósforo Total entre 2009 e 2015 ao longo do percurso do Rio Capivari.

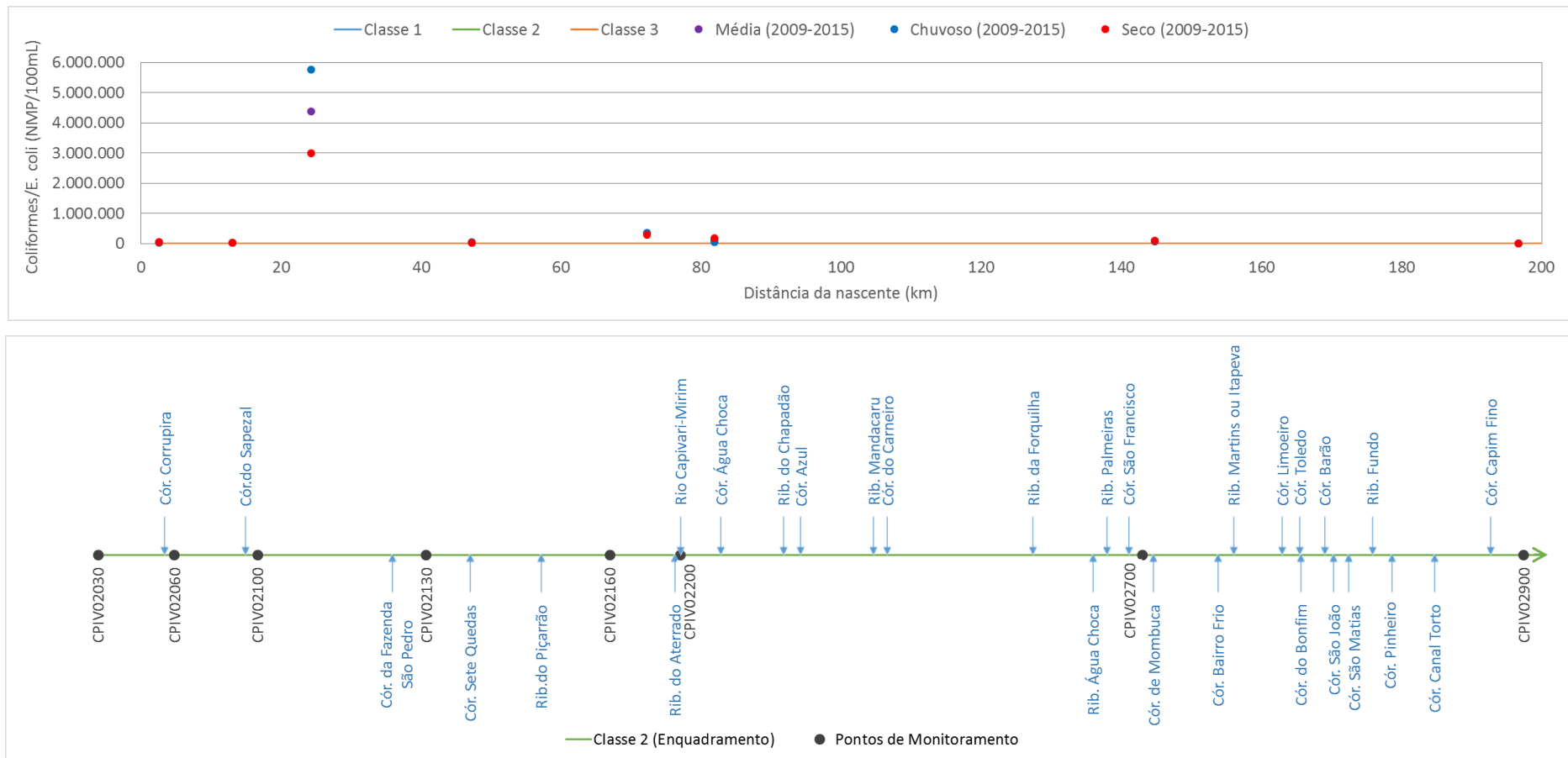
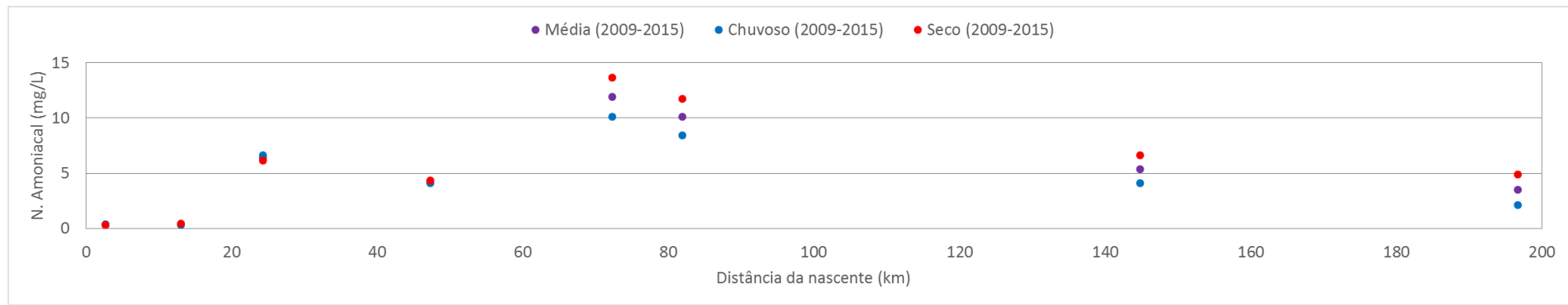


Figura 8.12 - Média das concentrações de Coliformes Termotolerante/*E.coli* entre 2009 e 2015 ao longo do percurso do Rio Capivari.



Obs.: Devido a classificação do Nitrogênio Amoniacal ser função do pH, as classes não foram apresentadas no gráfico.

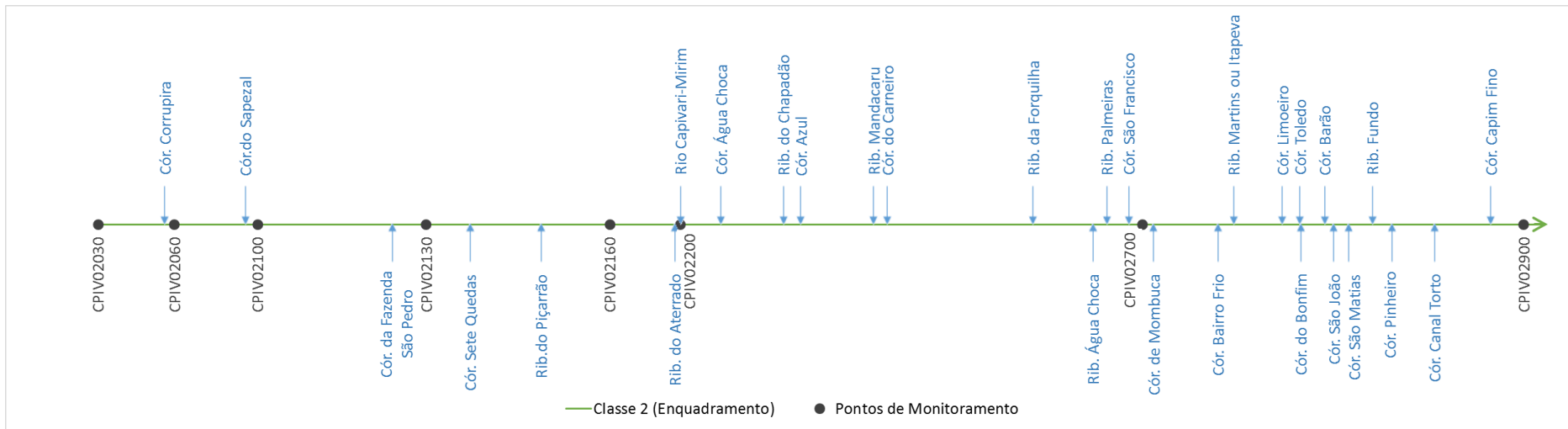


Figura 8.13 - Média das concentrações de Nitrogênio Amoniacal entre 2009 e 2015 ao longo do percurso do Rio Capivari.

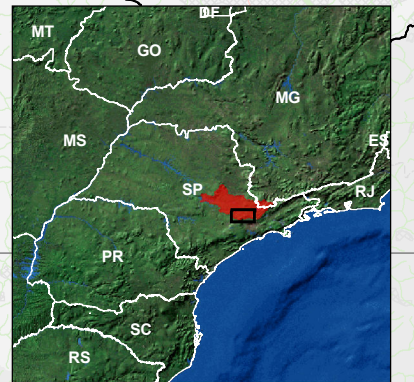
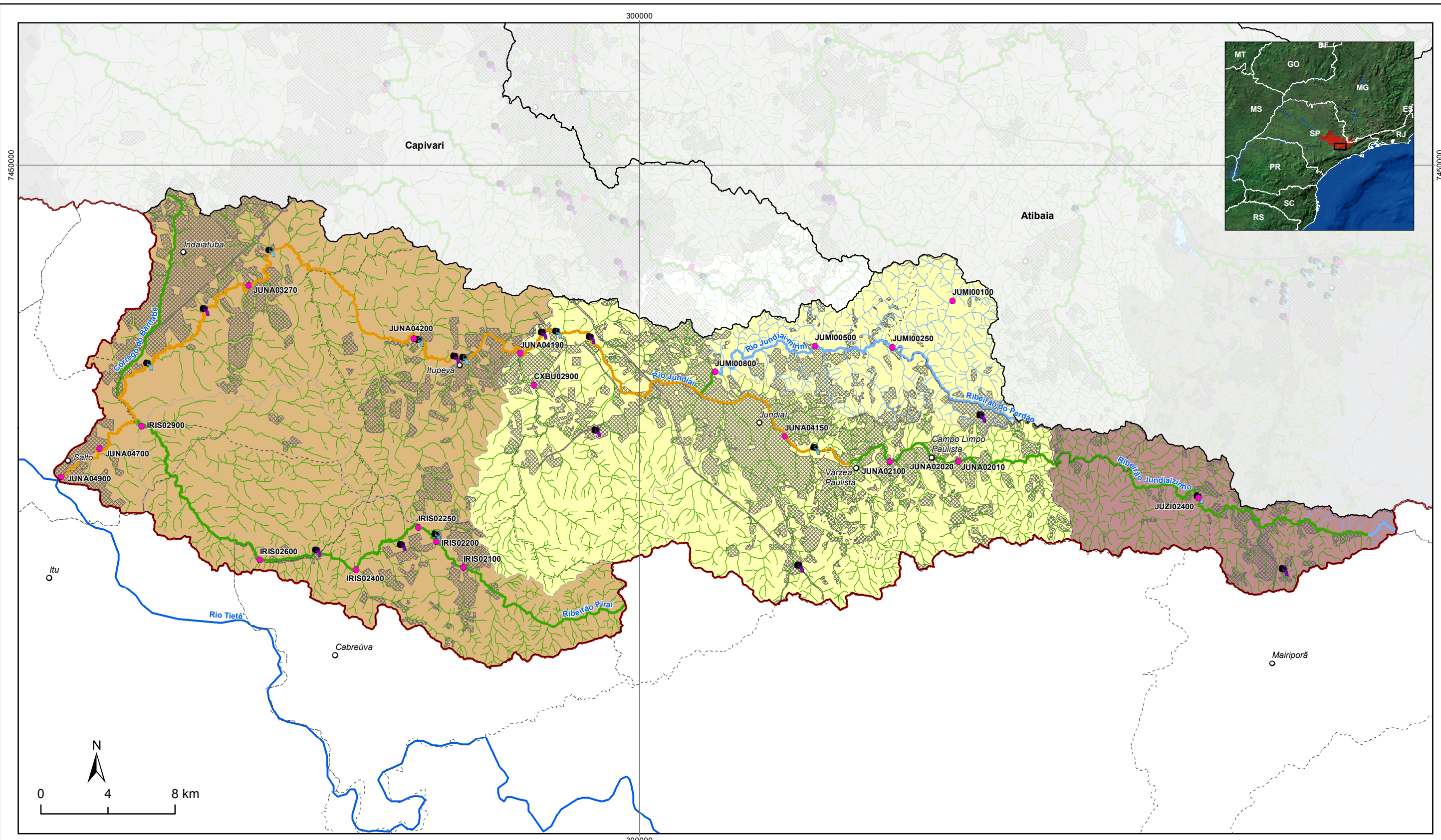
8.1.2.1.3 Sub-bacia do Rio Jundiá

Na sub-bacia do Rio Jundiá, cinco rios são monitorados: Ribeirão do Caxambu, Rio Piraí, Rio Jundiá, Rio Jundiá-Mirim e Rio Jundiázinho.

Como pode ser observado no Mapa 8.4, nota-se que esta sub-bacia apresenta grandes manchas urbanas, sendo que os corpos hídricos da região drenam as áreas de municípios como Mairiporã (nas nascentes), Campo Limpo Paulista e Várzea Paulista, Jundiá, Itupeva, Cabreúva, Indaiatuba e Salto, próximo a foz. Tal sub-bacia concentra, aproximadamente, 922 mil habitantes, sendo os municípios de Jundiá, Indaiatuba e Várzea Paulista os mais representativos, em termos de população. Ao longo dos corpos hídricos, podem ser observados diversos pontos de lançamentos de efluentes, tanto urbanos, quanto, industriais. Nota-se também que no Rio Jundiázinho, na zona 33, encontra-se o pior índice de tratamento de esgotos dado pelo índice de tratamento dos municípios de Jarinu, Mairiporã e Atibaia, de 27%, portanto na classe Ruim. Ressalta-se que os índices de tratamento se encontram detalhados no capítulo 4, sendo eles validados nas atividades de visitas aos municípios da bacia.

Analisando o universo das amostras de qualidade da água desse rio no período entre 2009 e 2015 (Figura 8.14) em termos de equivalência de classe da Resolução CONAMA nº 357/2005, observa-se que as amostras dos parâmetros Coliformes Termotolerantes e Fósforo Total estão na maior parte do tempo em Classe 4. DBO está na maior parte do tempo em Classe 3 ou 4. O Nitrogênio amoniacal esteve na maior parte do tempo na classe 1, embora, em mais de 15% do tempo esteve na classe 3. Os demais parâmetros estão na maior parte do tempo em Classe 1 ou 2. Com relação ao Nitrato, somente uma amostra foi classificada em Classe 4 e, com relação ao Nitrito, duas amostras.

A Figura 8.15 apresenta o percentual de amostras em cada classe, para os parâmetros analisados, considerando os períodos secos e chuvosos. Os resultados mostram que, para a maioria dos parâmetros, com exceção do fósforo total, o período chuvoso influencia negativamente na qualidade da água, sendo o aporte de cargas difusas como fator importante ser considerado.



LEGENDA

- | | | |
|--------------------------------------|--------------------------------|--|
| ○ Sede municipal | ▨ Área urbanizada | ⬜ Limite Municipal |
| ● Monitoramento da Qualidade da Água | ⬜ Limite PCJ | ⬜ Limite Estadual |
| Lançamentos | ⬜ Sub-bacia | Proporção do efluente doméstico tratado em relação ao gerado por zona |
| ⚙️ Esgotamento sanitário | Classe de enquadramento | ■ < 50%: Ruim |
| 🏭 Industrial | 1 | ■ ≥ 50% - < 90%: Regular |
| 🌊 Rio Tietê | 2 | ■ ≥ 90%: Bom |
| 🌊 Represas | 3 | |



**DIAGNÓSTICO
PRIMEIRA REVISÃO DO PLANO DAS BACIAS HIDROGRÁFICAS
DOS RIOS PIRACICABA, CAPIVARI E JUNDIAÍ 2010 A 2020**



Sistema de Coordenadas UTM
Datum SIRGAS2000
Zona 23S
Escala: 1:225.000

Mapa 8.4– Pontos de monitoramento situados na Sub-bacia do Rio Jundiáí

Fonte de dados:
- Sede municipal: IBGE, 2010
- Limite municipal e estadual: IBGE, 2010
- Hidrografia: ANA, 2013
- Limite da bacia: Adaptado de ANA, 2013
- Limite sub-bacia: Adaptado de ANA, 2013
- Pontos de lançamento: Agência, 2016
- Pontos de monitoramento da qualidade da água: CETESB, 2015; IGAM, 2015
- Índice de tratamento de esgoto: CRIE, 2016
- Enquadramento: Adaptado de CETESB, 2017

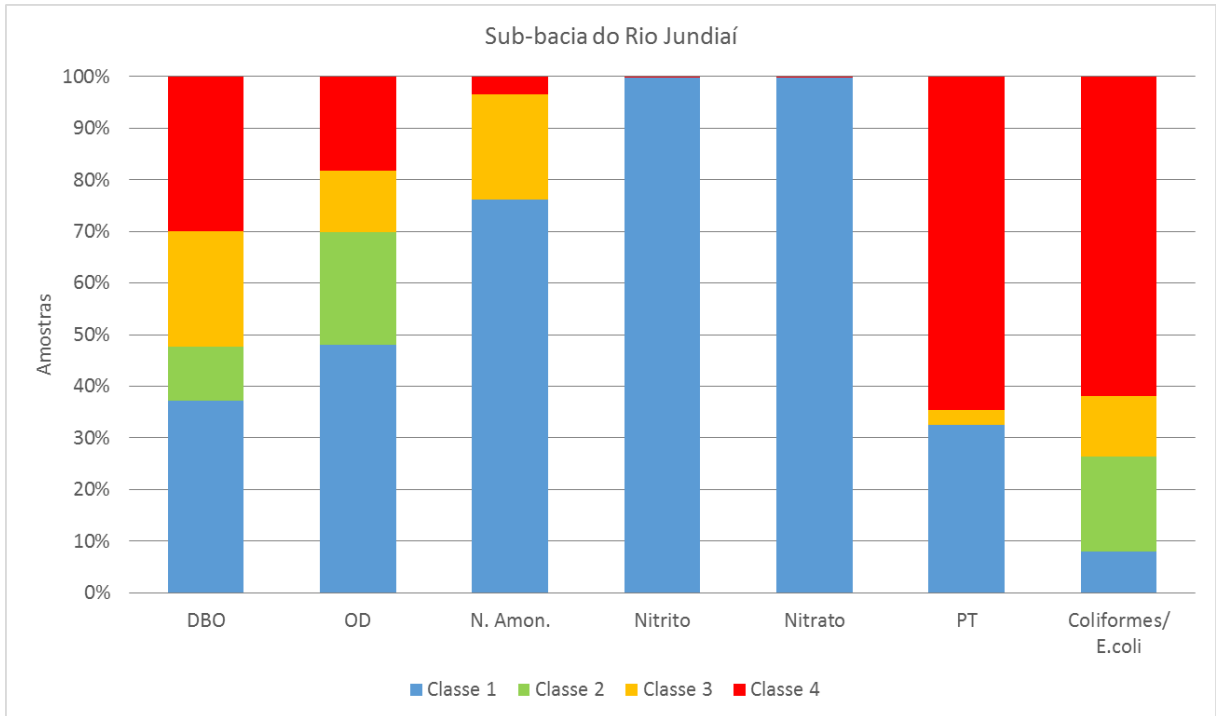


Figura 8.14 – Amostras da sub-bacia do Rio Jundiá, em termos de classe equivalente da Resolução CONAMA nº 357/2005.

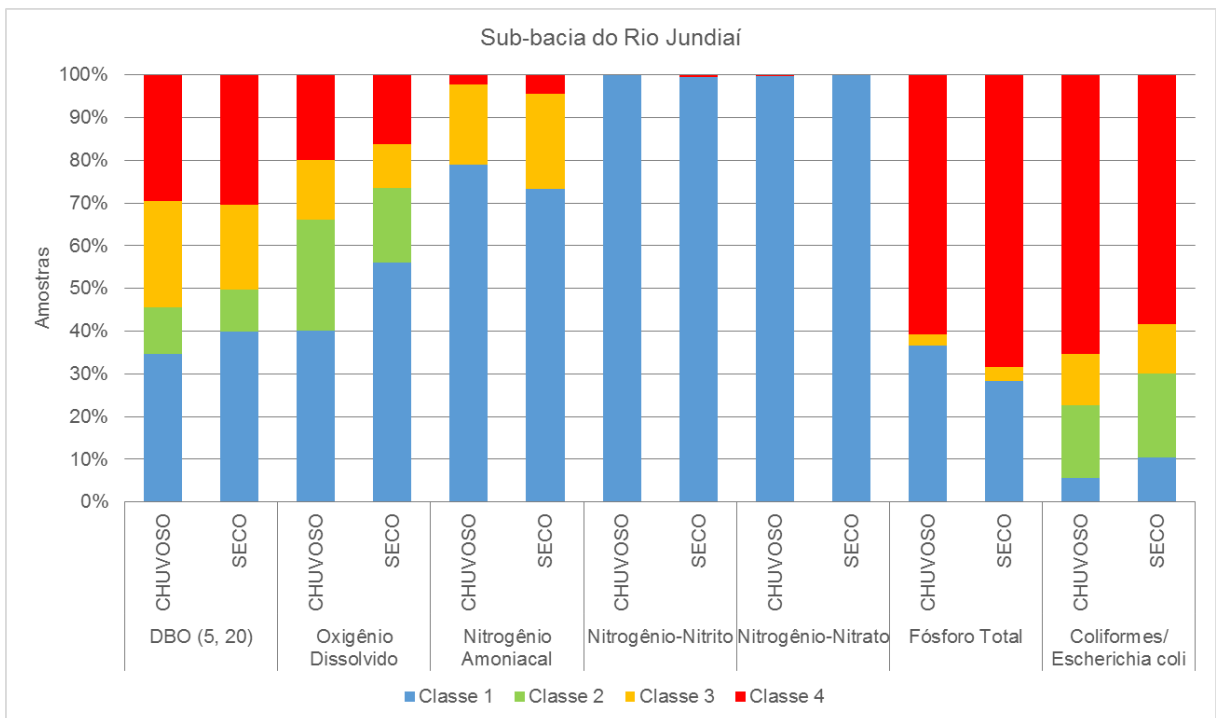


Figura 8.15 – Amostras da sub-bacia do Rio Jundiá, em termos de classe equivalente da Resolução CONAMA nº 357/2005, considerando a sazonalidade.

A Figura 8.16 apresenta a evolução temporal dos parâmetros Coliformes Termotolerantes, Fósforo Total, DBO, OD e Nitrogênio Amoniacal entre 2009 e 2015. Percebe-se que aumentou consideravelmente o percentual de amostras em Classe 1 para o

parâmetro Fósforo Total entre 2009 e 2012. Contribuíram para isso todos os pontos localizados no Rio Jundiá-Mirim, o ponto IRIS2100, no rio Pirai e o ponto CXBU02900, no ribeirão do Caxambu que passou a ser monitorado a partir de 2010. Alguns pontos do Rio Jundiá também apresentaram leve melhora na qualidade da água com relação ao parâmetro Fósforo Total em 2011 e 2012, mas não tão acentuada como nos pontos citados anteriormente.

Em 2014, o número de amostras em Classe 4 aumentou para todos os parâmetros, com exceção do Coliformes Termotolerantes, cujo percentual de amostras em Classe 4 diminuiu. O fato, como já comentado, pode estar associado à baixa capacidade de diluição dos corpos d'água em função da estiagem prolongada do ano de 2014.

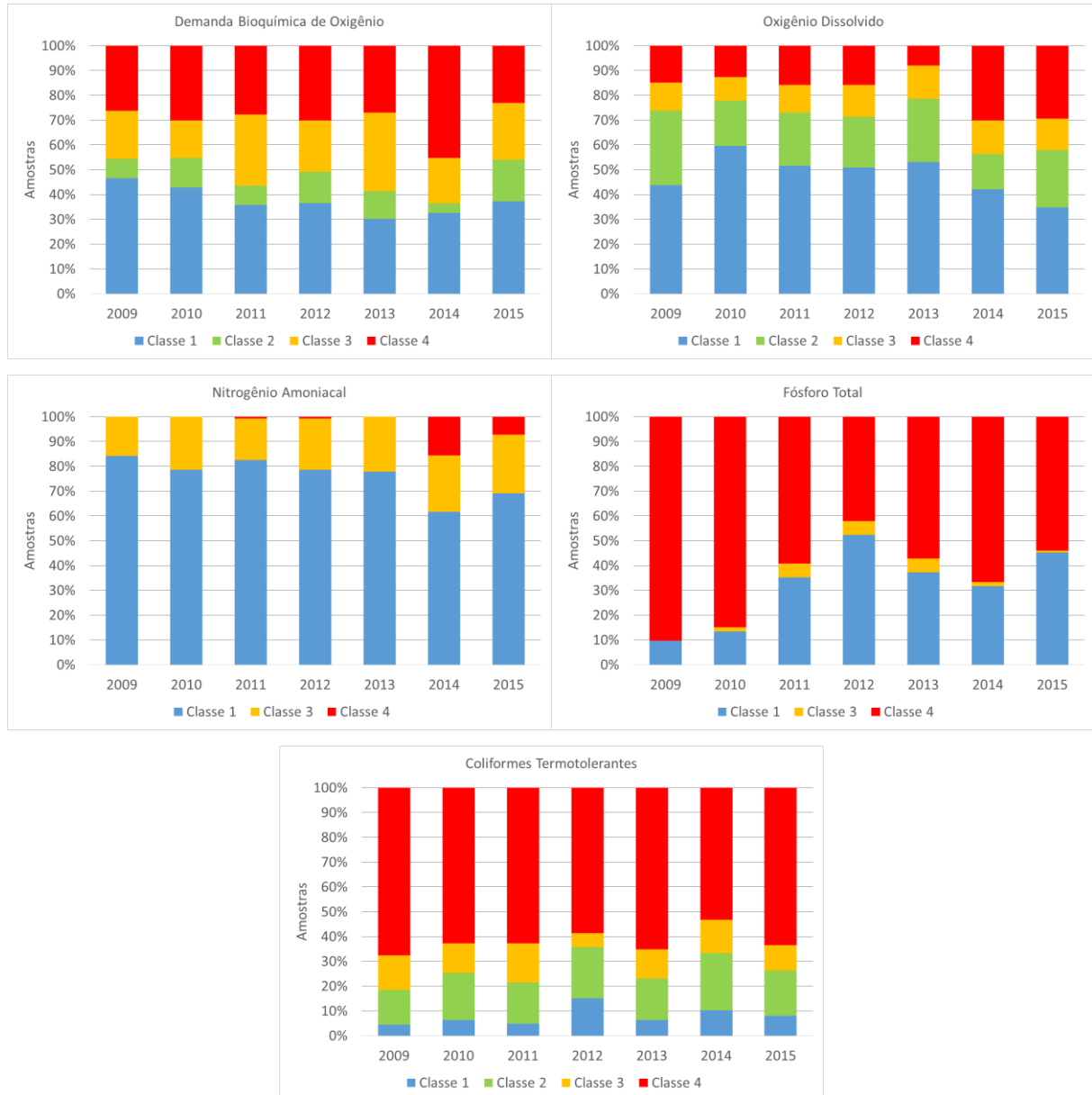


Figura 8.16 – Evolução temporal das amostras de qualidade da água da bacia do Rio Jundiá, em termos de classe equivalente da Resolução CONAMA nº 357/2005.

A Figura 8.17 mostra o percentual de amostras dos parâmetros analisados, que violaram a classe de Enquadramento do rio onde o ponto de monitoramento está localizado, entre 2009 e 2015. Foi utilizado o Enquadramento do rio Jundiá aprovado conforme

Deliberação CRH nº 202/2017. Os maiores percentuais de violação na sub-bacia do Rio Jundiá estão associados com as variáveis Coliformes Termotolerantes, Fósforo Total e DBO.

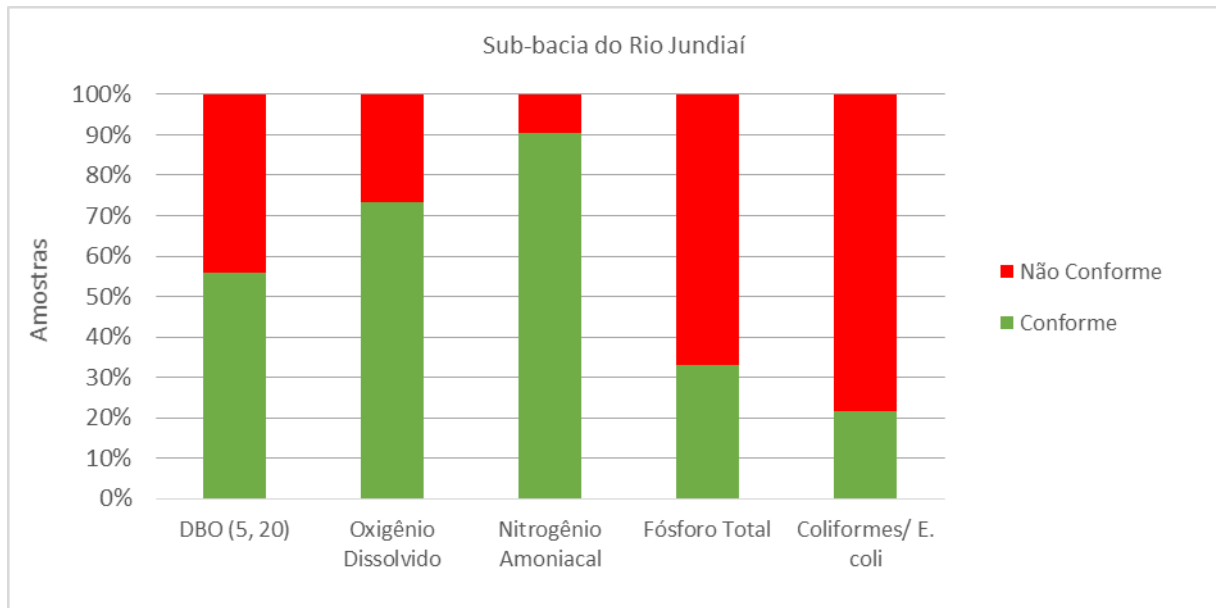


Figura 8.17 - Percentual de violação ao Enquadramento na bacia do Rio Jundiá.

A Figura 8.18 apresenta as amostras de cada ponto da sub-bacia do Rio Jaguari, de montante para jusante, ao longo dos sete anos de monitoramento.

Da Figura 8.19 até a Figura 8.23 é apresentado o perfil da qualidade da água do Rio Jundiá por parâmetro, sendo contemplado ainda o entendimento das contribuições dos principais afluentes ao rio principal.

A partir dessa análise pode-se concluir que os pontos mais críticos estão localizados no rio Pirai e Jundiá. No rio Pirai a situação é crítica no ponto IRIS02250 (a jusante do lançamento dos efluentes da ETE Jacaré, no Distrito de Jacaré em Cabreúva) e no ponto IRIS02400 (a jusante da área urbana e industrial do Distrito de Jacaré, em Cabreúva), considerando os parâmetros Fósforo total, Coliformes, DBO e OD. No caso do Fósforo total, todos os pontos do Rio Pirai apresentam mais de 70% das amostragens na classe 4, com exceção do ponto IRIS02100, localizado próximo à área urbana de Cabreúva, a montante do lançamento da ETE.

No Rio Jundiá a situação fica crítica após a captação de água de Campo Limpo Paulista (JUNA02010). Nesse trecho, os pontos mais críticos são JUNA04150 (na área urbana de Jundiá), JUNA04190 (na área urbana de Itupeva) e JUNA04200 (a jusante da área urbana de Itupeva). O rio apresenta uma leve melhora no percurso restante (mas ainda assim em situação crítica) e volta a piorar no ponto JUNA04900 (próximo a foz no rio Tietê, na área urbana de Salto). Considerando o parâmetro coliformes termotolerantes e Fósforo total, todos os pontos do Rio Jundiá estão na Classe 4 na maior parte do tempo.

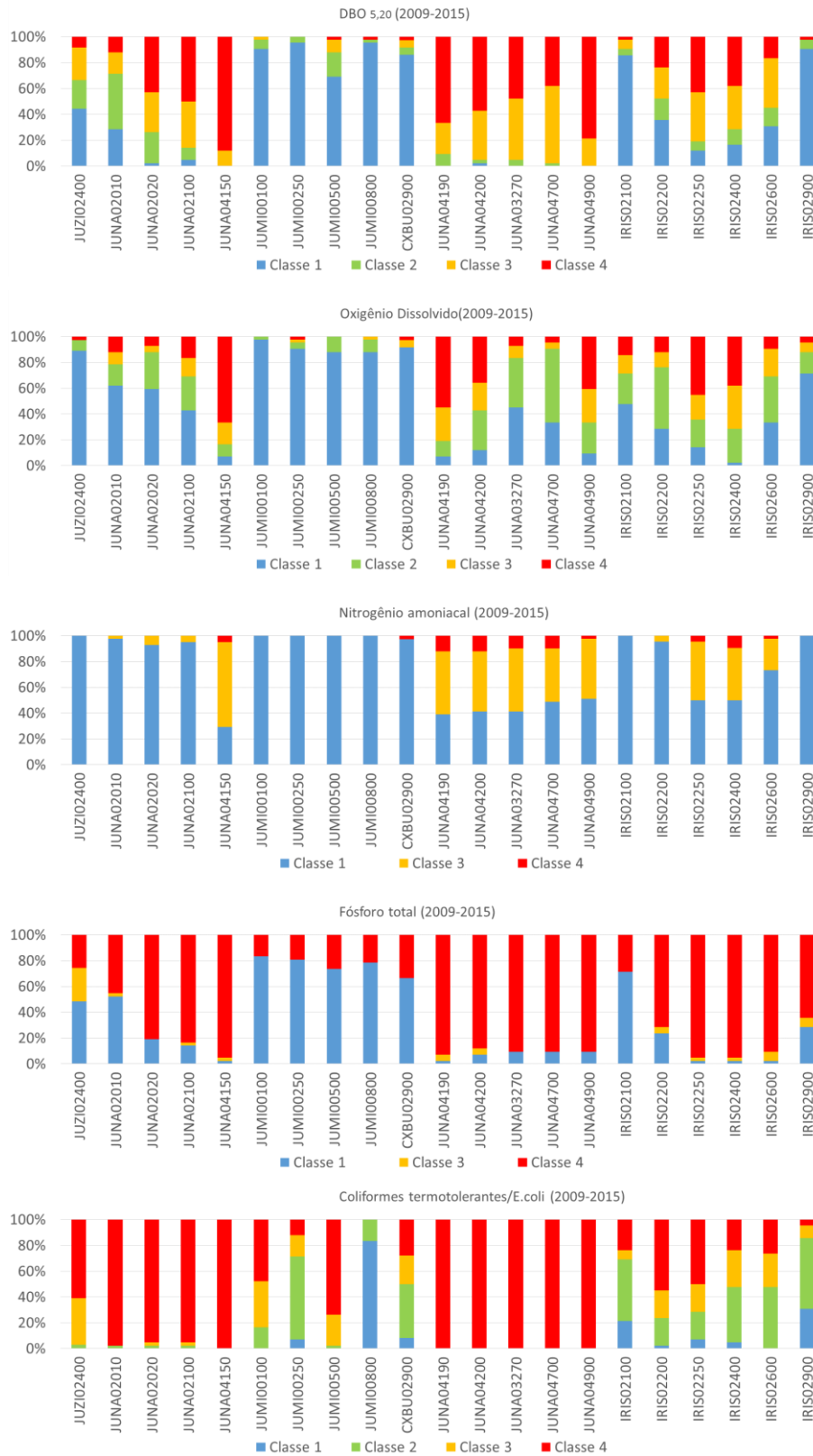


Figura 8.18 – Amostras de cada ponto de monitoramento da sub-bacia do Rio Jundiá, em termos de classe equivalente da Resolução CONAMA nº 357/2005.

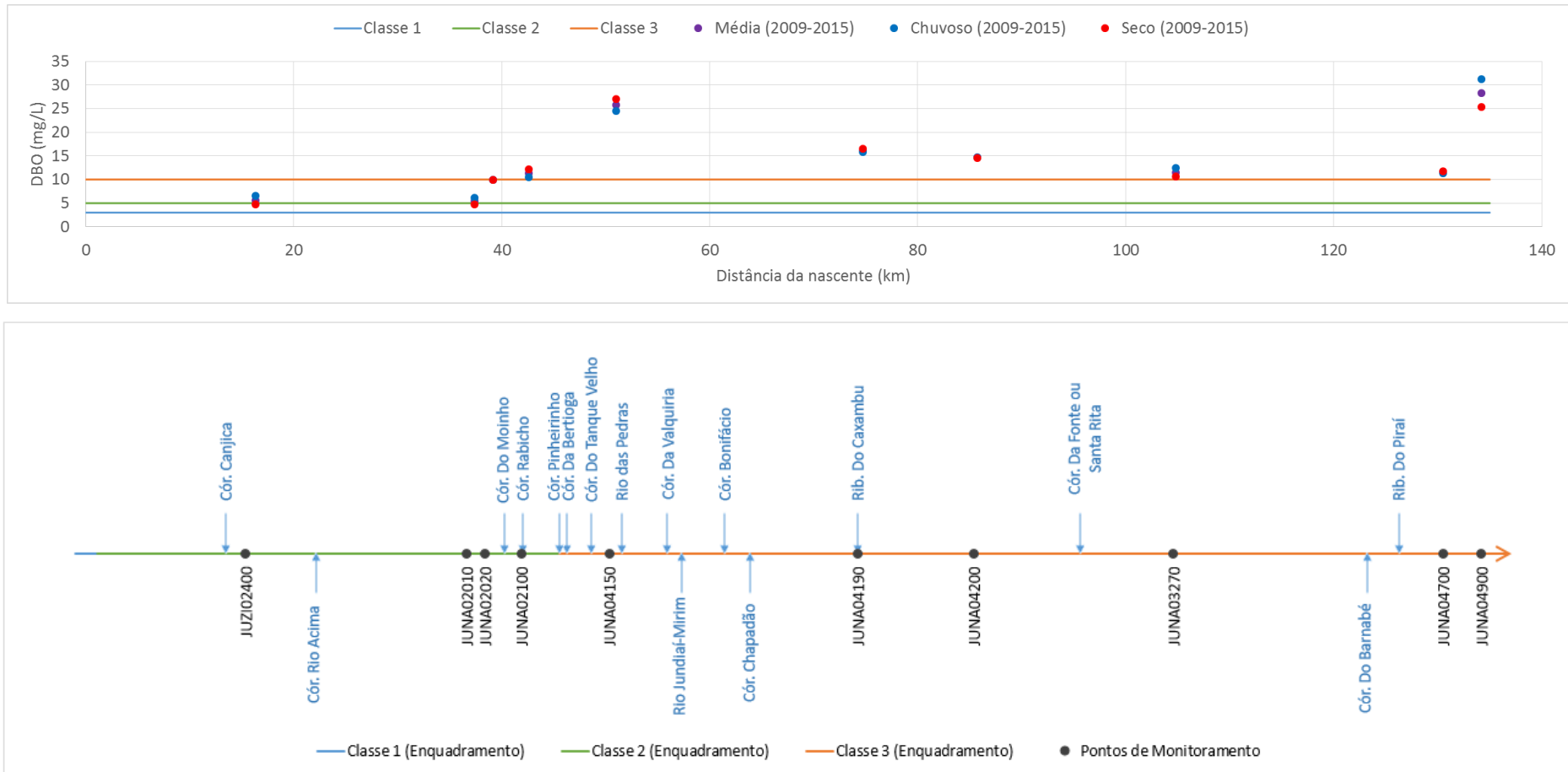


Figura 8.19 – Média das concentrações de Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO) entre 2009 e 2015 ao longo do percurso do Rio Jundiá.

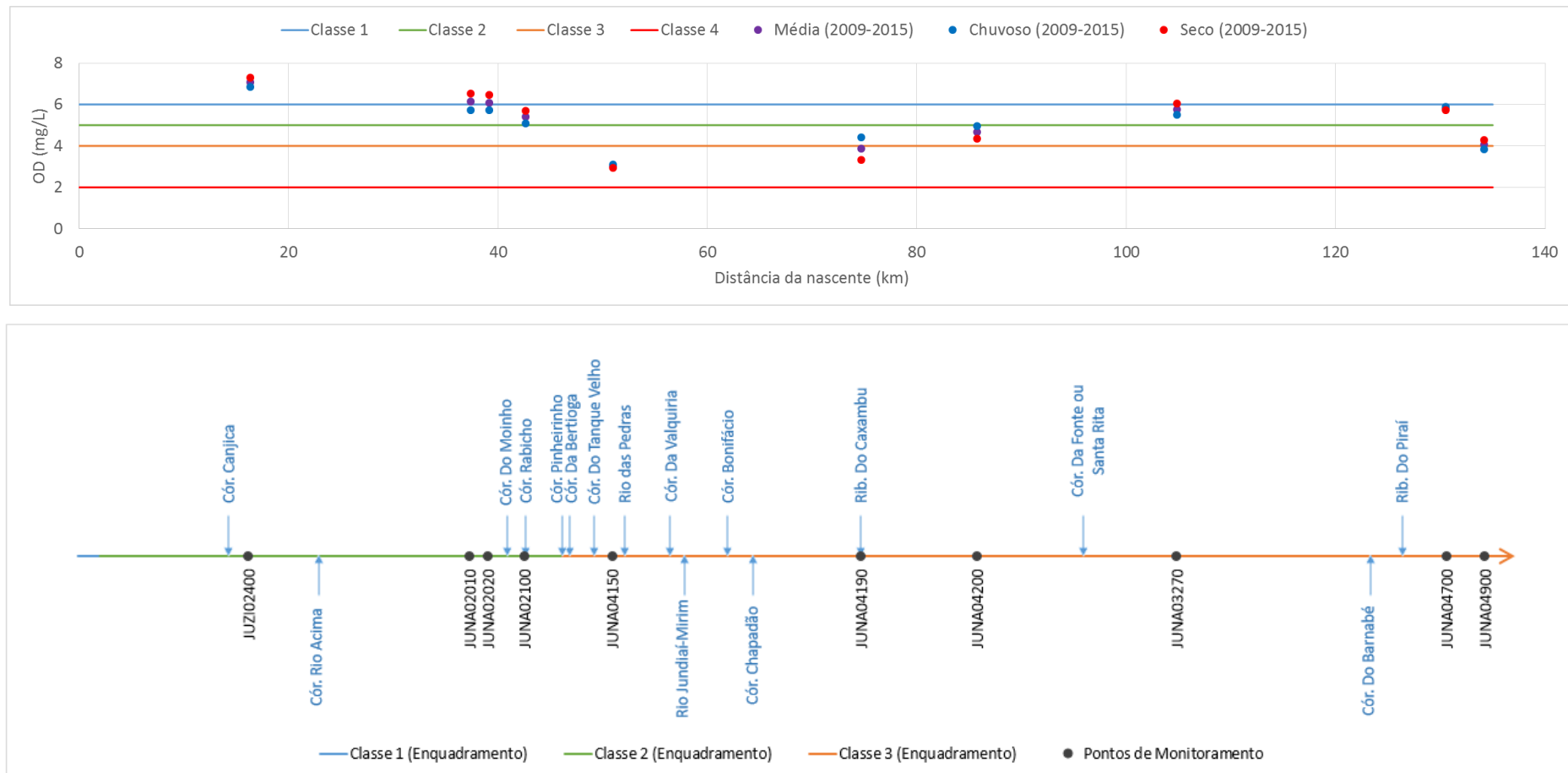


Figura 8.20 - Média das concentrações de Oxigênio Dissolvido (OD) entre 2009 e 2015 ao longo do percurso do Rio Jundiá.

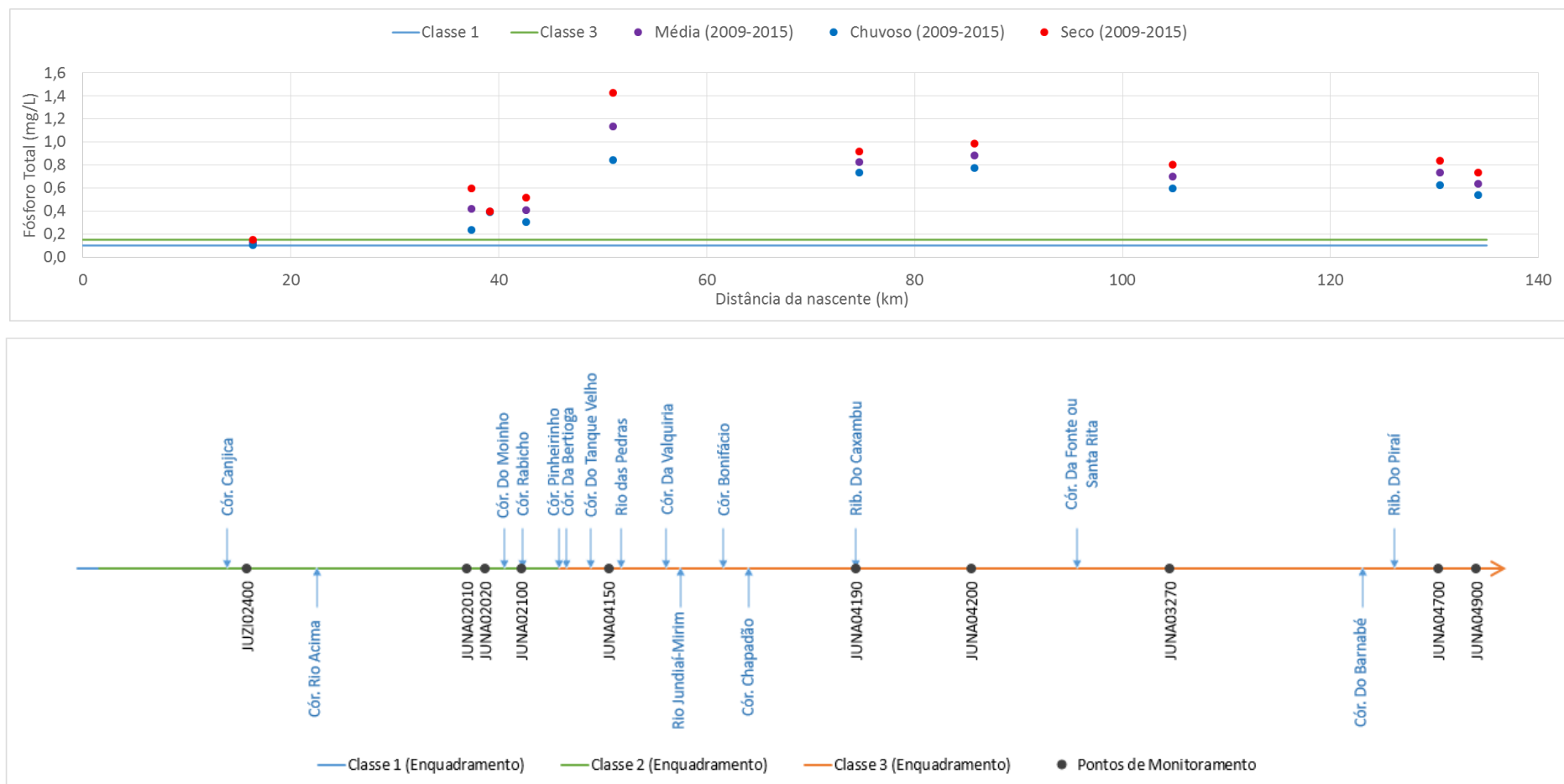


Figura 8.21 - Média das concentrações de Fósforo Total entre 2009 e 2015 ao longo do percurso do Rio Jundiá.

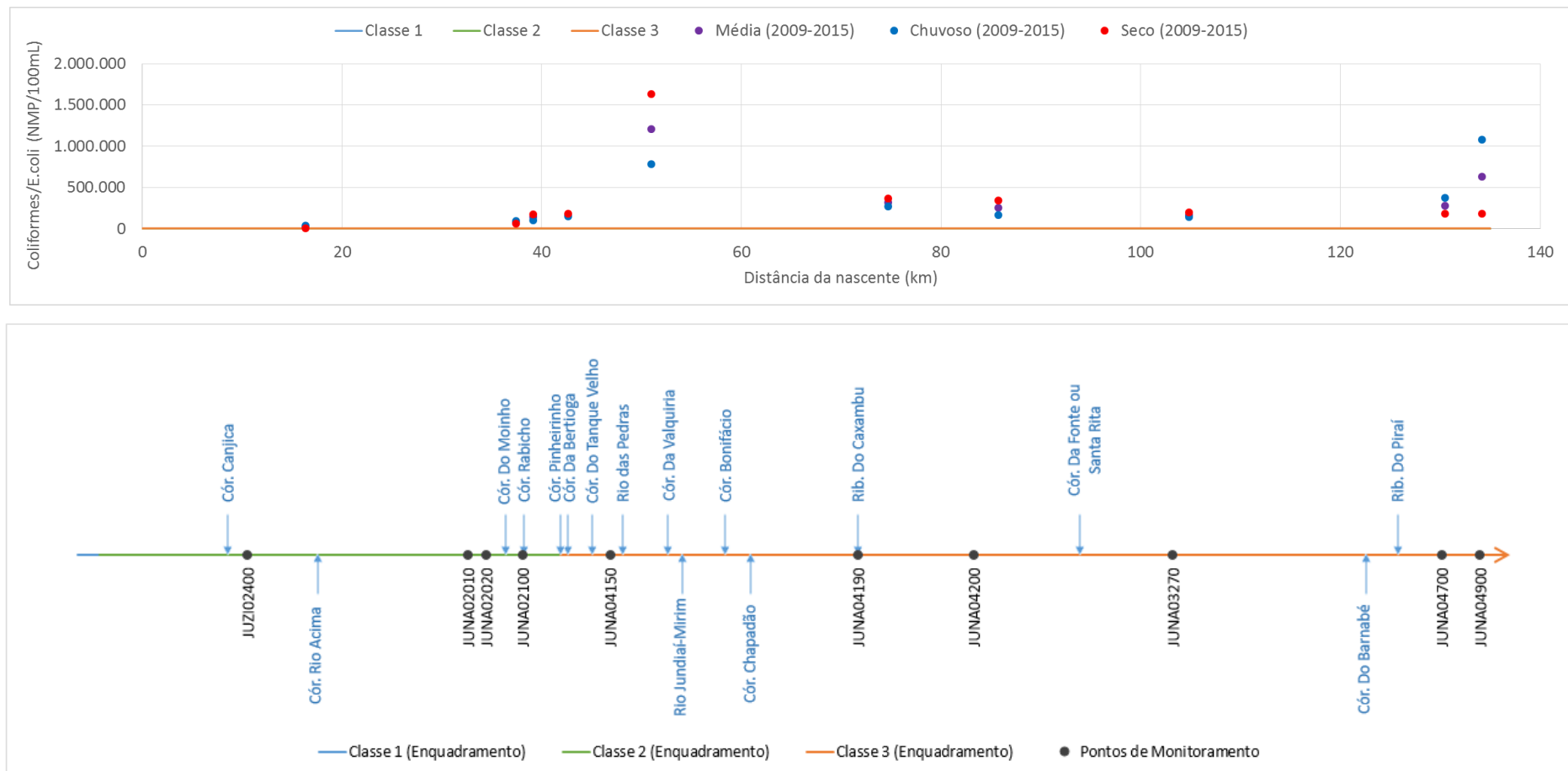
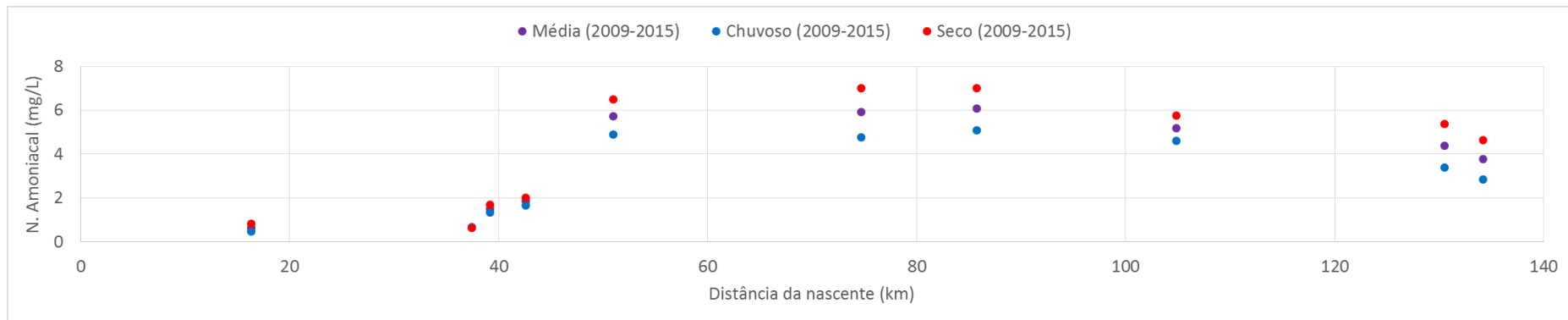


Figura 8.22 - Média das concentrações de Coliformes Termotolerantes/*E.coli* entre 2009 e 2015 ao longo do percurso do Rio Jundiá.



Obs.: Devido a classificação do Nitrogênio Amoniacal ser função do pH, as classes não foram apresentadas no gráfico.

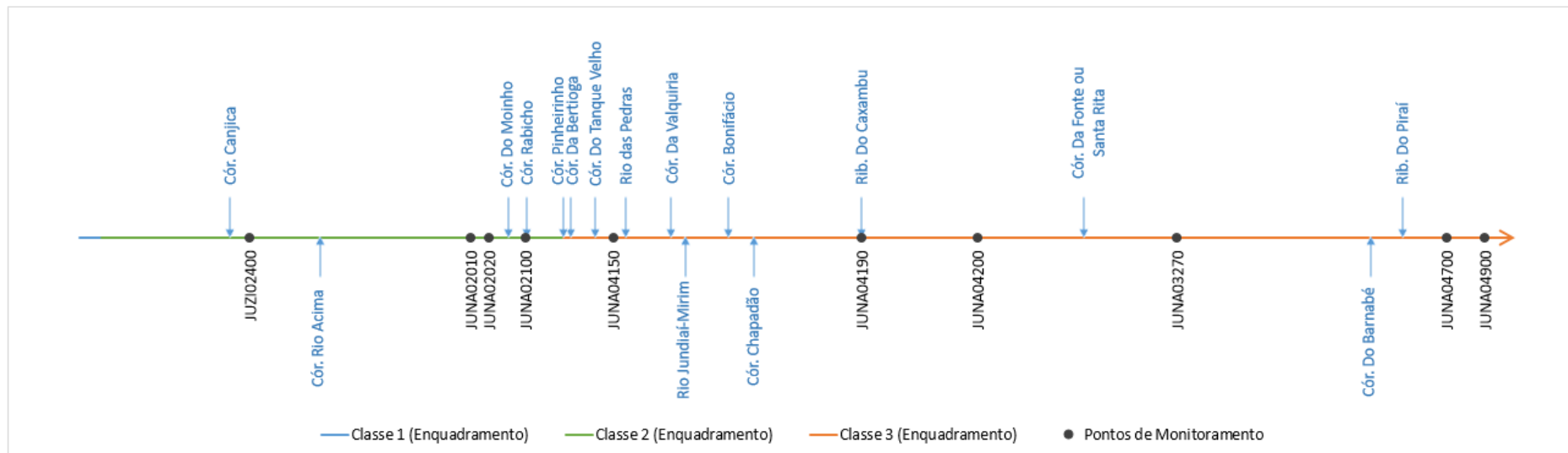


Figura 8.23 - Média das concentrações de Nitrogênio Amoniacal entre 2009 e 2015 ao longo do percurso do Rio Jundiá.

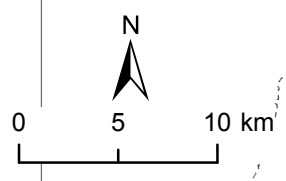
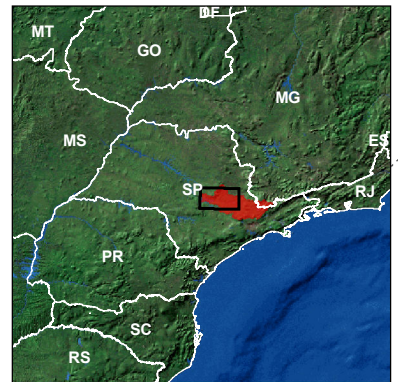
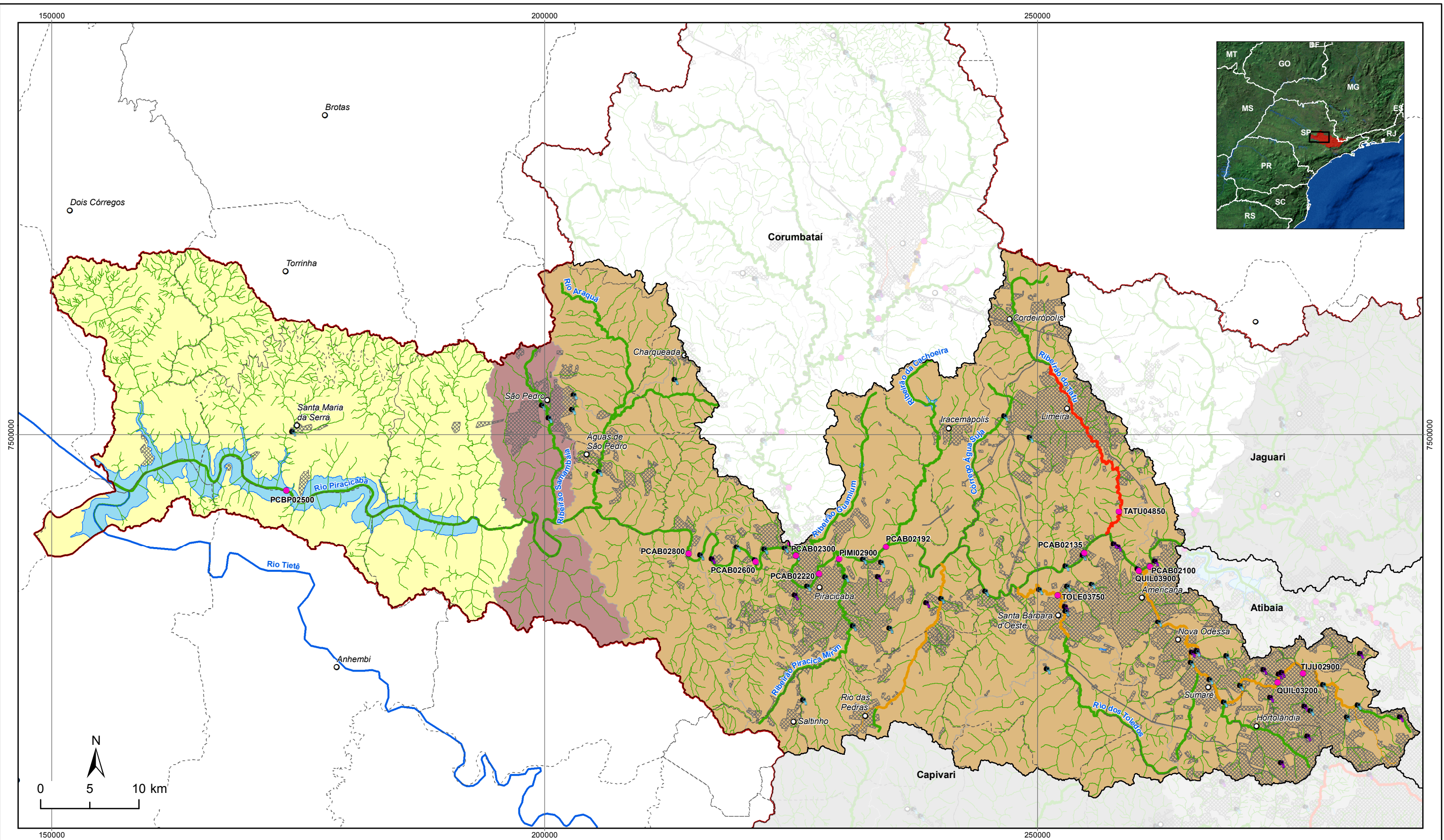
8.1.2.1.4 Sub-bacia do Rio Piracicaba

Na sub-bacia do Rio Piracicaba, como pode ser observado no Mapa 8.5, há monitoramento no ribeirão Quilombo, ribeirão dos Toledos, ribeirão Tatu, ribeirão Piracicamirim, ribeirão Tijuco Preto, Rio Piracicaba e no Braço do Rio Piracicaba. Esta sub-bacia concentra a maior população dentre as 7 sub-bacias PCJ, de aproximadamente, 1,8 milhões de habitantes, da qual fazem parte municípios bastante populosos, como Piracicaba, Hortolândia, Sumaré, Nova Odessa, Americana, Santa Bárbara, Limeira, São Pedro e parte de Campinas, entre outros municípios menos populosos.

Nota-se que nesta sub-bacia ocorrem muitos pontos de lançamento de esgotos domésticos, tratados e não tratados, nos corpos hídricos que drenam essa região. Grande parte da sub-bacia apresenta índices de tratamento de esgotos na faixa regular, variando de 100%, na zona 26, a 12%, na zona 25 (Águas de São Pedro e São Pedro), passando por índices intermediários, entre 50 e 60%, nas demais zonas, as que concentram maior população.

Analisando o universo das amostras de qualidade da água desse rio no período entre 2009 e 2015 (Figura 8.24) em termos de classe equivalente da Resolução CONAMA nº 357/2005, observa-se que as amostras dos parâmetros Coliformes Termotolerantes e Fósforo Total estão na maior parte do tempo em Classe 4, DBO e OD estão, na maior parte do tempo, em Classe 3 ou 4 e o Nitrogênio amoniacal esteve na maior parte do tempo na classe 1, embora, em mais de 40% do tempo esteve nas classes 3 e 4.

A Figura 8.25 apresenta o percentual de amostras em cada classe, para os parâmetros analisados, considerando a sazonalidade. Os resultados mostram que a sazonalidade influencia de maneiras diferenciadas na qualidade da água, sendo que os parâmetros Coliformes Termotolerantes são levemente piores no período chuvoso, e os demais parâmetros são mais problemáticos no período seco.



LEGENDA

- Sede municipal
- Monitoramento da Qualidade da Água
- Lançamentos**
- Esgotamento sanitário
- Industrial
- Rio Tietê
- Represas
- Área urbanizada
- Limite da Bacia PCJ
- Sub-bacia
- Classe de enquadramento**
- 2
- 3
- 4
- Limite Municipal
- Limite Estadual
- Proporção do efluente doméstico tratado em relação ao gerado por zona**
- < 50%: Ruim
- ≥ 50% - < 90%: Regular
- ≥ 90%: Bom



**DIAGNÓSTICO
PRIMEIRA REVISÃO DO PLANO DAS BACIAS HIDROGRÁFICAS
DOS RIOS PIRACICABA, CAPIVARI E JUNDIAÍ 2010 A 2020**



Sistema de Coordenadas UTM
Datum SIRGAS2000
Zona 23S
Escala: 1:380.000

Mapa 8.5– Pontos de monitoramento situados na Sub-bacia do Rio Piracicaba

Fonte de dados:
- Sede municipal: IBGE, 2010
- Limite municipal e estadual: IBGE, 2010
- Hidrografia: ANA, 2013
- Limite da bacia: Adaptado de ANA, 2013
- Limite sub-bacia: Adaptado de ANA, 2013
- Pontos de lançamento: Agência, 2016
- Pontos de monitoramento da qualidade da água: CETESB, 2015 (SAM, 2015)
- Índice de tratamento de esgoto: CSH, 2016
- Enquadramento: Adaptado de CETESB, 2017

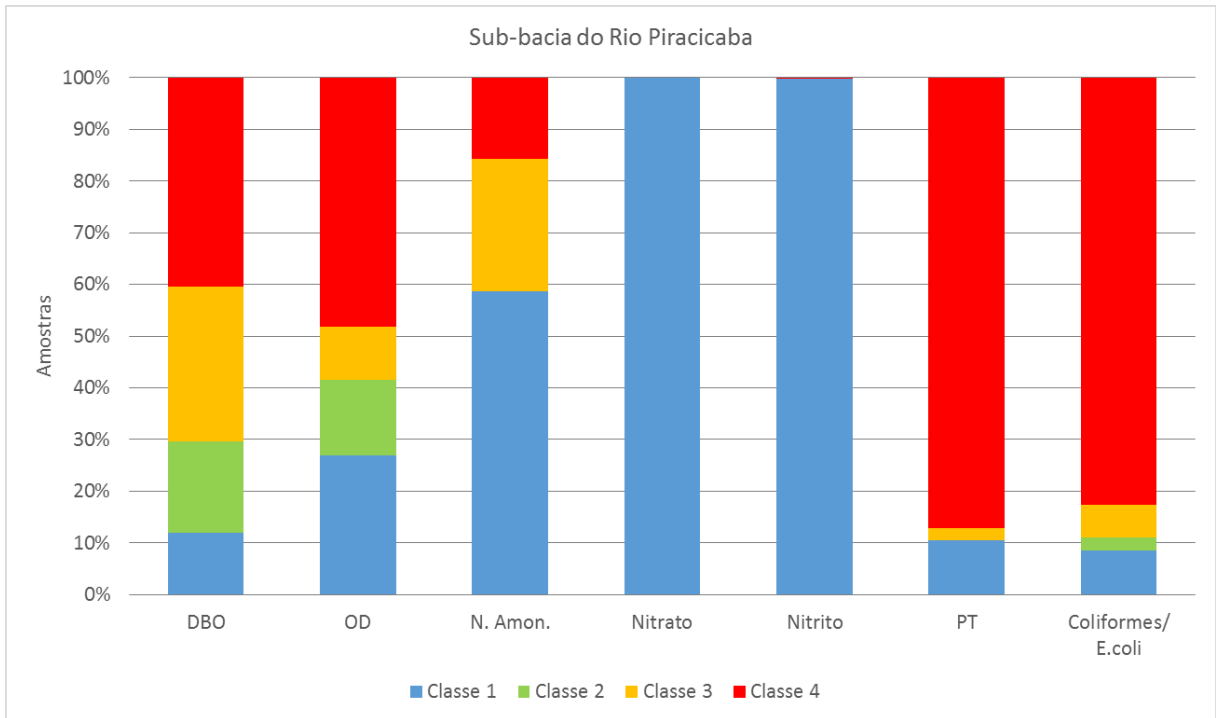


Figura 8.24 – Amostras da sub-bacia do Rio Piracicaba, em termos de classe equivalente da Resolução CONAMA n° 357/2005.

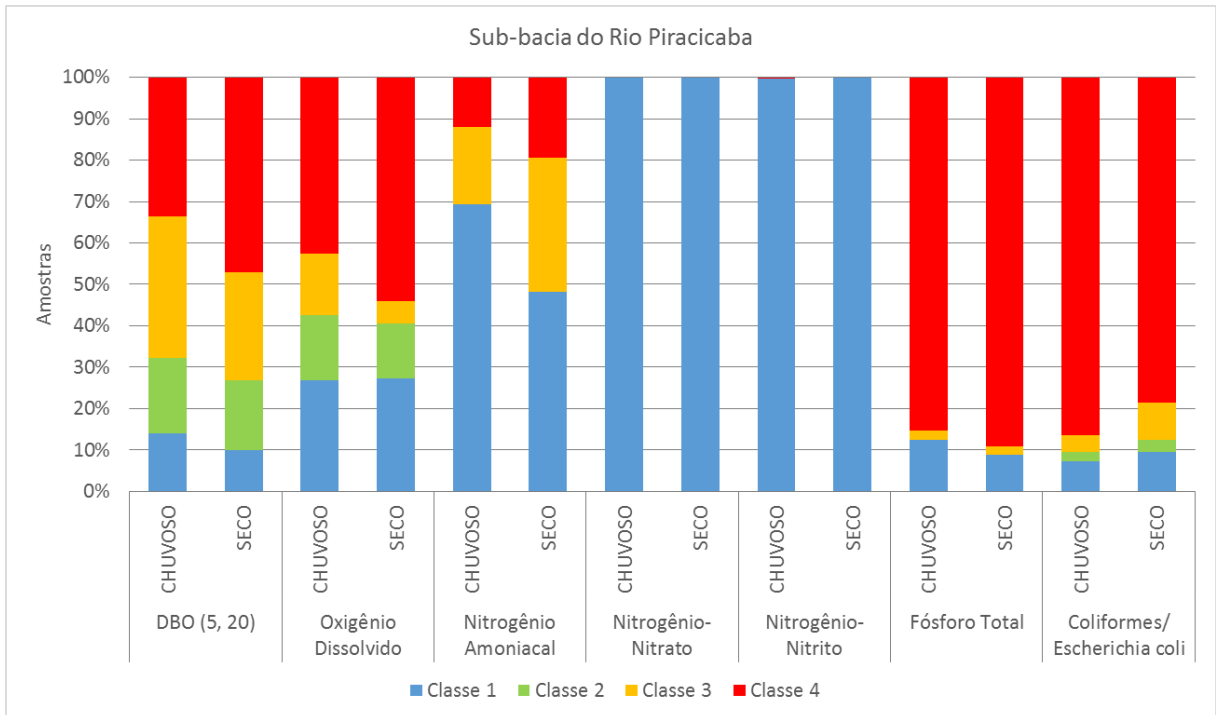


Figura 8.25 – Amostras da sub-bacia do Rio Piracicaba, em termos de classe equivalente da Resolução CONAMA n° 357/2005, considerando a sazonalidade.

A Figura 8.26 apresenta a evolução temporal dos parâmetros Coliformes Termotolerantes, Fósforo Total, DBO, OD e Nitrogênio Amoniacal entre 2009 e 2015. Percebe-se que para a maioria dos parâmetros, a evolução anual dos resultados indicou pouca alteração, sendo que para os parâmetros fósforo total e oxigênio dissolvido, os

resultados indicaram tendência de melhora até o ano de 2012, havendo piora nos anos subsequentes.

Em 2014, o número de amostras em Classe 4 aumentou para todos os parâmetros, com exceção do Coliformes Termotolerantes, cujo percentual de amostras nas classes 1 e 2 aumentou. Tal fato pode ser explicado pela menor influência das cargas difusas neste ano de grande estiagem.

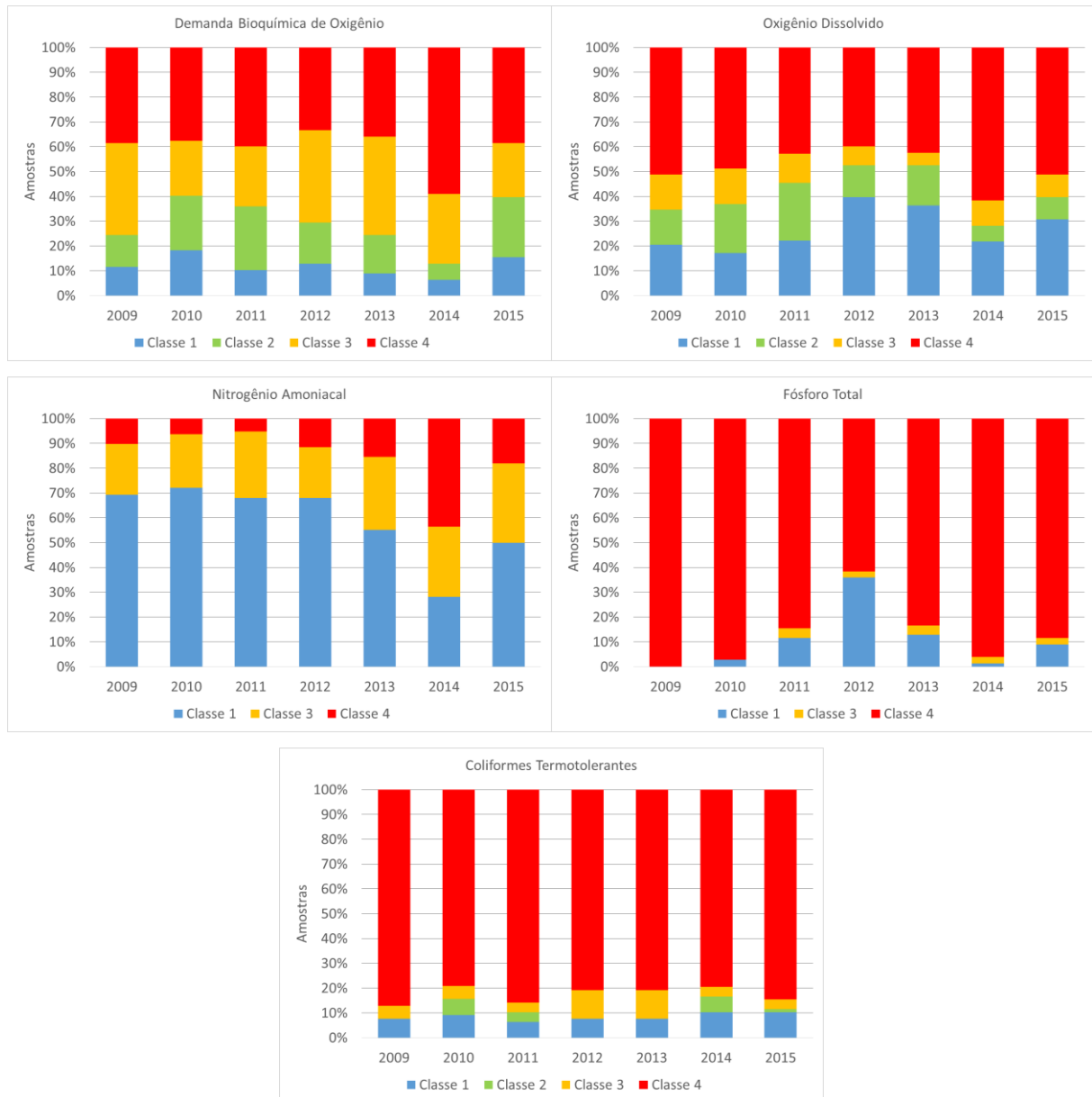


Figura 8.26 – Evolução temporal das amostras de qualidade da água da bacia do Rio Piracicaba, em termos de classe equivalente da Resolução CONAMA nº 357/2005.

A Figura 8.27 mostra o percentual de amostras dos parâmetros analisados, que violaram a classe de Enquadramento do rio onde o ponto de monitoramento está localizado, entre 2009 e 2015. Os maiores percentuais de violação na sub-bacia do Rio Piracicaba estão associados com as variáveis Coliformes Termotolerantes e Fósforo Total, que superam 80% de amostras. Para os parâmetros DBO e OD, em torno de 60% e 50% das amostras violaram o Enquadramento, respectivamente.

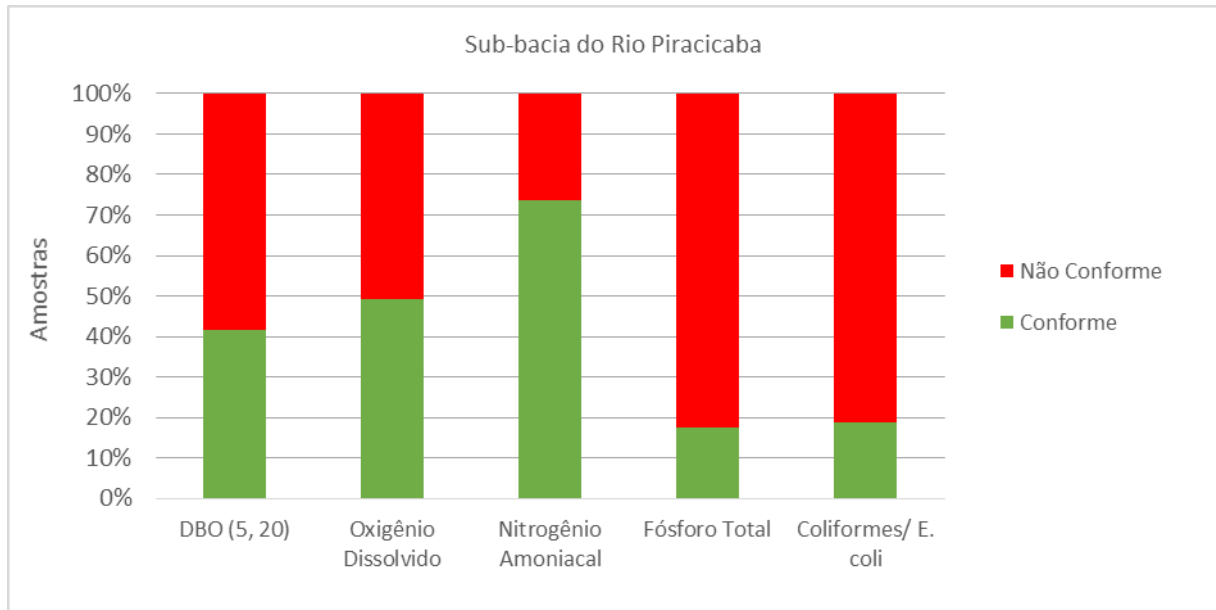


Figura 8.27 - Percentual de violação ao Enquadramento na bacia do Rio Piracicaba

A Figura 8.28 apresenta as amostras de cada ponto da sub-bacia do Rio Piracicaba, de montante para jusante, ao longo dos sete anos de monitoramento, evidenciando os pontos mais críticos. Na Figura 8.29 até a Figura 8.33 é apresentado o perfil da qualidade da água do Rio Piracicaba, por parâmetro, considerando a média das concentrações dos parâmetros, sendo contemplado ainda o entendimento das contribuições dos principais afluentes ao rio principal.

De modo geral, considerando os parâmetros DBO e OD, alguns pontos do Rio Piracicaba apresentam melhor qualidade da água, com baixos percentuais nas classes 3 e 4, como os pontos PCAB02300, PCAB02800, PCAB02500, localizado no Reservatório de Barra Bonita, e o ponto PIMI02900, localizado no Ribeirão Piracicamirim, no entanto, podem ser citados alguns pontos localizados nesta sub-bacia que encontram-se bastante comprometidos, com destaque para os pontos localizados no Ribeirão Quilombo (QUILO03200) e no Ribeirão Tujuco Preto (TIJU02900), localizados na área urbana de Sumaré, a qual possui um índice de tratamento em relação aos esgotos gerados de 27% (dados do de ANA (2016), validados ou corrigidos nas visitas). Destacam-se também os pontos PCAB02135, PCAB02192, PCAB02220, localizados no Rio Piracicaba. Nesta região são encontrados lançamentos de efluentes, principalmente, dos municípios de Santa Bárbara d'Oeste e Piracicaba. Nota-se que mais a jusante, a partir do ponto PCAB02300, melhora na qualidade da água.

Considerando os parâmetros fósforo total e coliformes termotolerantes, os resultados evidenciam uma realidade bastante complexa, evidenciando o impacto do lançamento de efluentes domésticos nos corpos hídricos. Quanto ao parâmetro coliformes, nota-se que somente o ponto localizado no reservatório Barra Bonita (PCAB02500) apresenta melhores resultados, e também o ponto PCAB02100, o primeiro ponto após a à confluência entre o Rio Jaguari e o Rio Atibaia, na captação da ETA II de Americana.

Em relação ao outro nutriente, o nitrogênio amoniacal, nota-se que os pontos localizados no Rio Piracicaba apresentam melhores resultados, na sua maioria, classe 1 e e classe 3, sendo que os piores resultados são observados nos corpos hídricos menores, e com menor capacidade de diluição e auto-depuração, sendo grande parte dos pontos monitorados nas classes 3 e 4.

Ao longo de seu percurso, o Rio Piracicaba recebe a contribuição do ribeirão Quilombo, que passa por áreas urbanas de municípios da Região Metropolitana de Campinas (Campinas, Sumaré, Nova Odessa, Americana) e chega no Rio Piracicaba muito deteriorado, afetando também a qualidade da água do Rio Piracicaba. Além do ribeirão Quilombo, mais a jusante, o Rio Piracicaba recebe as águas do ribeirão dos Toledos, que recebe os efluentes de Santa Bárbara d'Oeste. Após esse ponto, o Rio Piracicaba apresenta uma leve melhora, mas volta a ficar crítico após a entrada do ribeirão Piracicamirim, que recebe parte dos efluentes de Piracicaba e só volta a ter boa qualidade no último ponto de monitoramento, na UHE Barra Bonita.

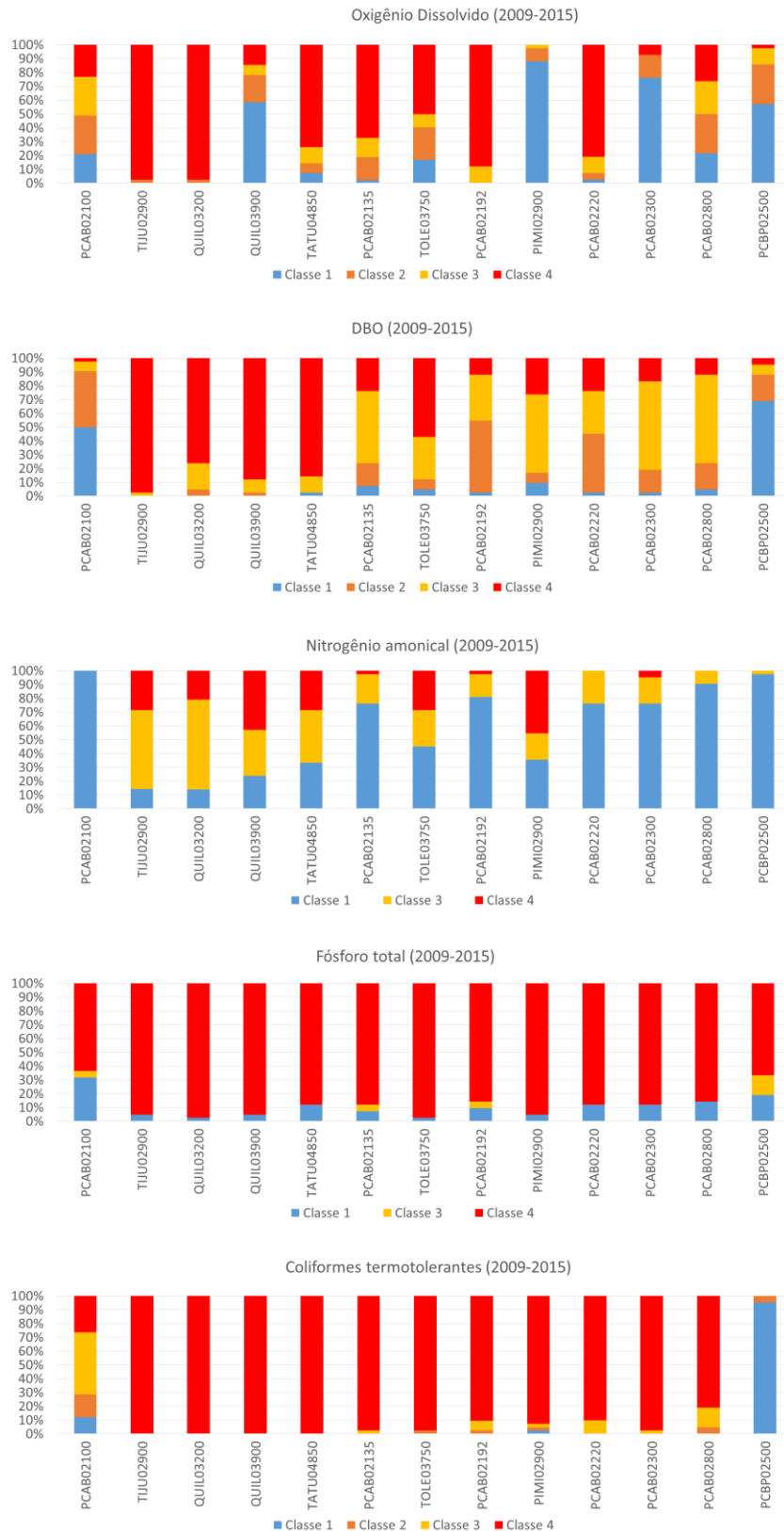


Figura 8.28 – Amostras de cada ponto de monitoramento da sub-bacia do Rio Piracicaba, em termos de classe equivalente da Resolução CONAMA n° 357/2005.

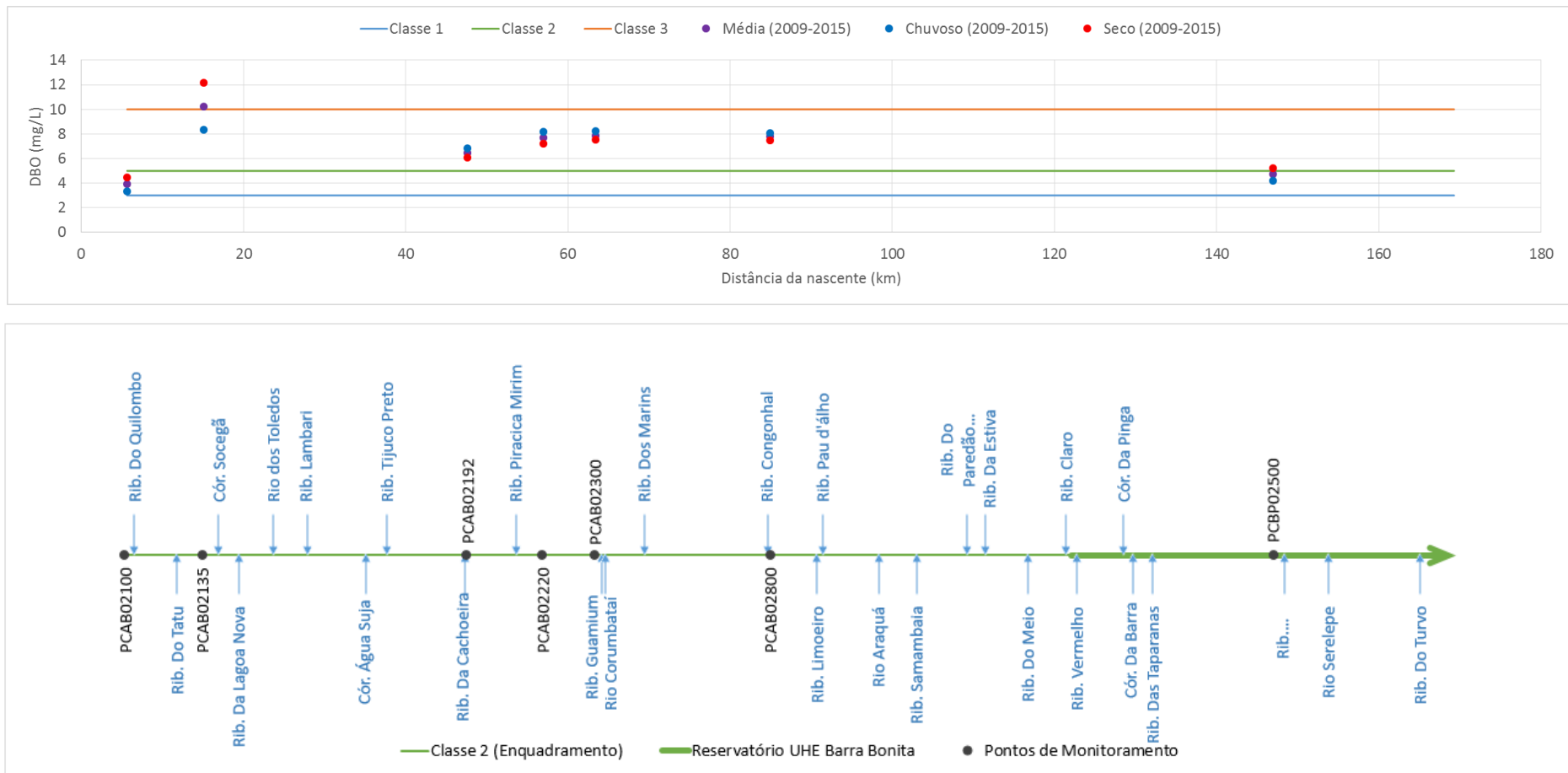


Figura 8.29 – Média das concentrações de Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO) entre 2009 e 2015 ao longo do percurso do Rio Piracicaba.

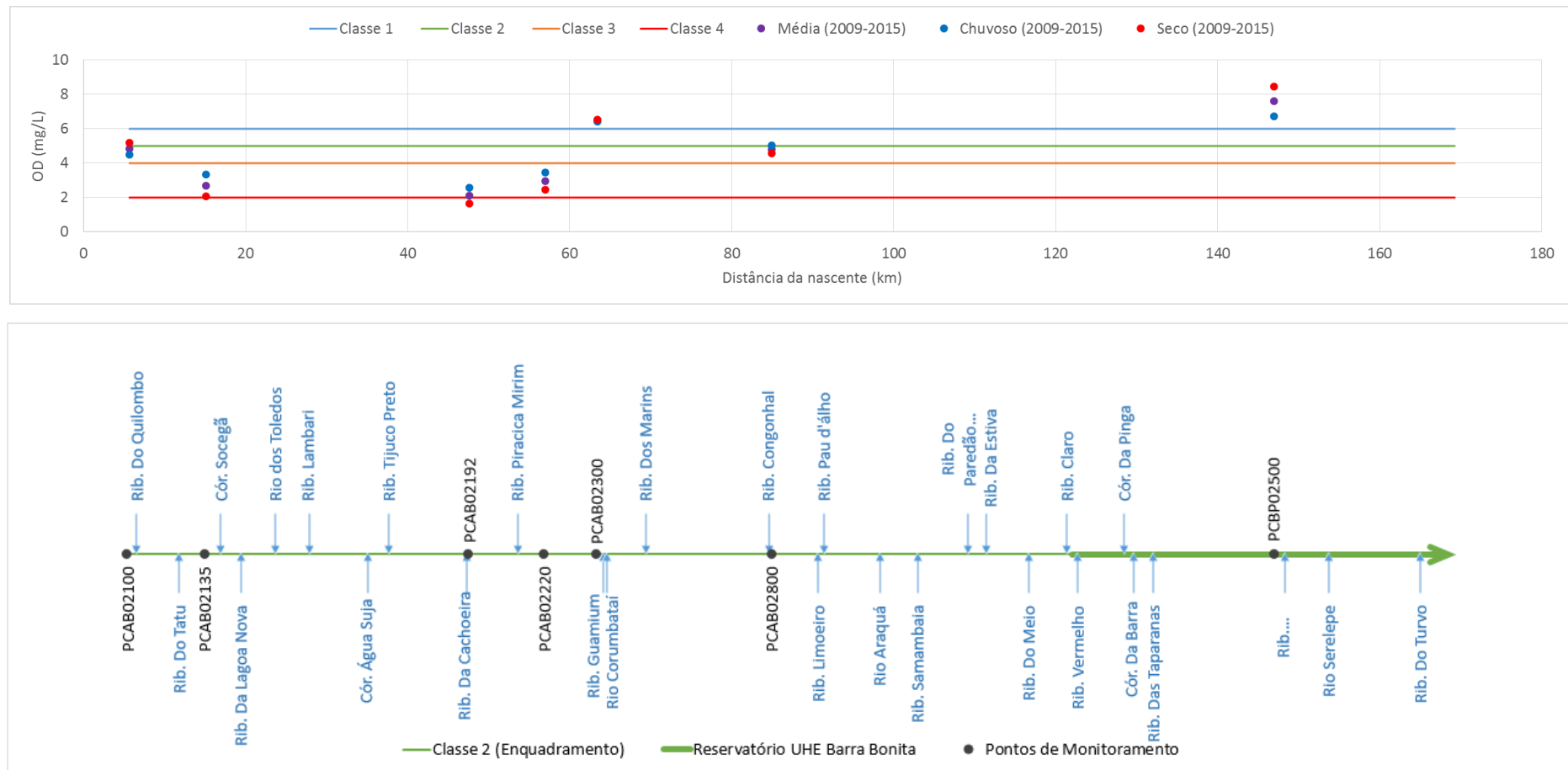


Figura 8.30 – Média das concentrações de Oxigênio Dissolvido (OD) entre 2009 e 2015 ao longo do percurso do Rio Piracicaba.

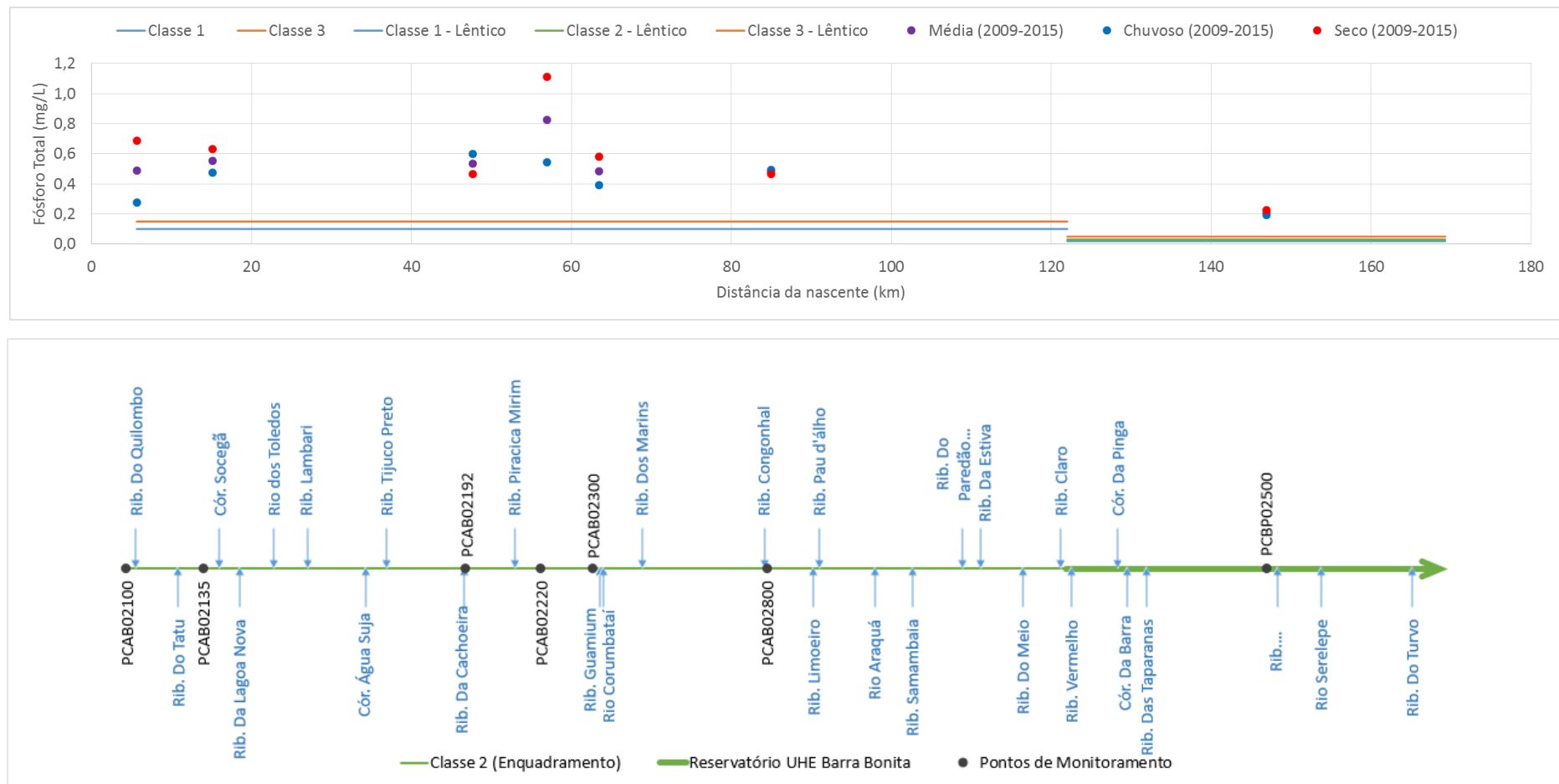


Figura 8.31 – Média das concentrações de Fósforo total entre 2009 e 2015 ao longo do percurso do Rio Piracicaba.

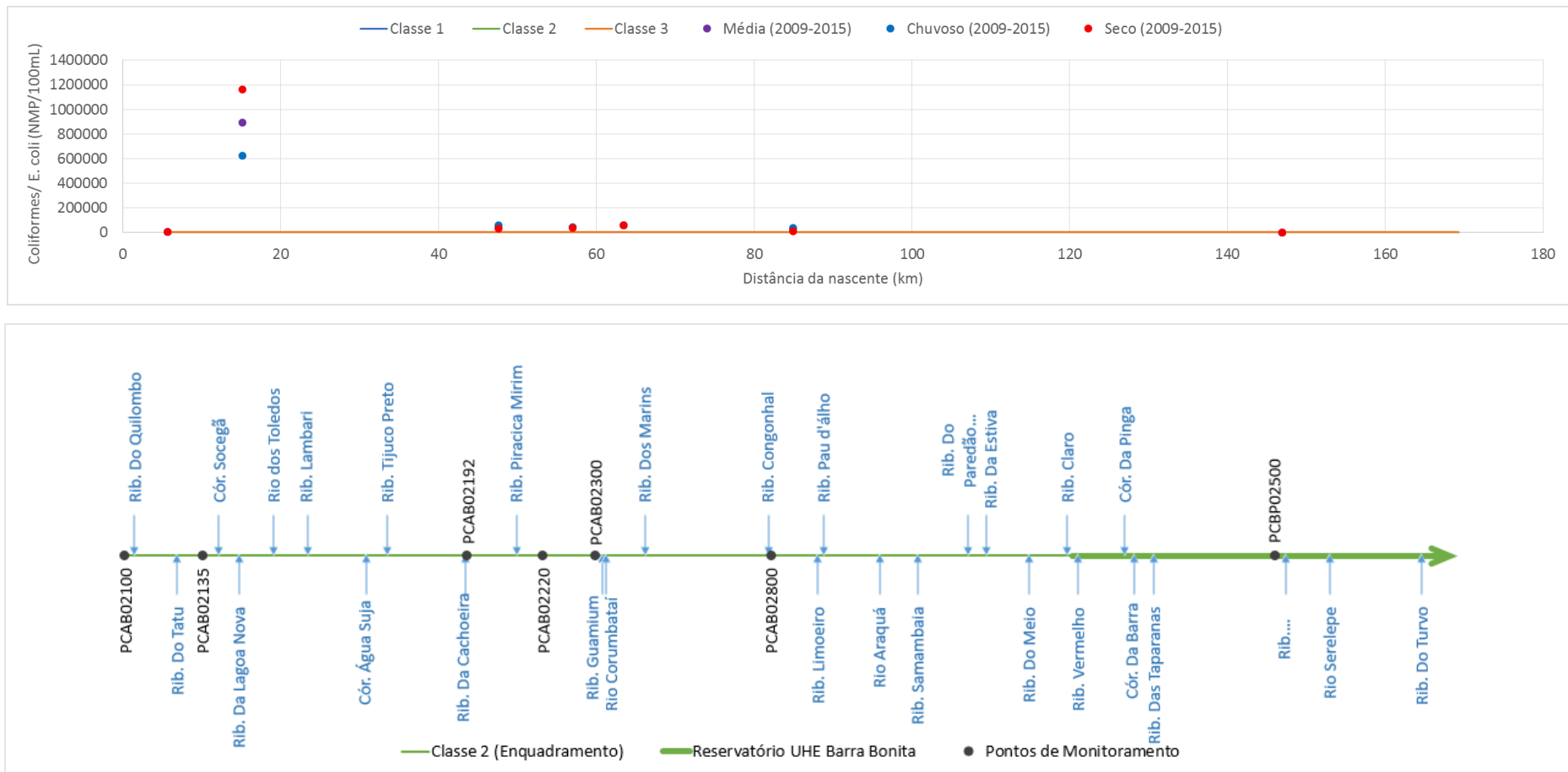
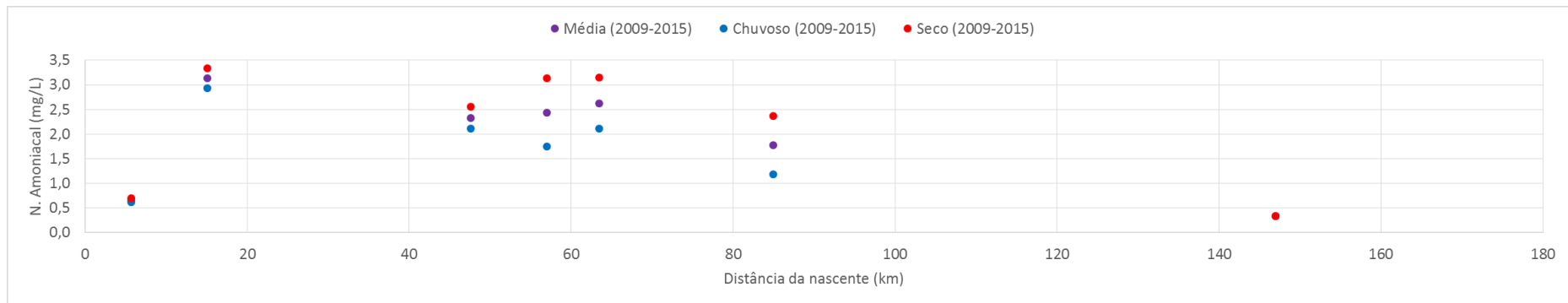


Figura 8.32 – Média das concentrações de Coliformes termotolerantes/*E.Coli* entre 2009 e 2015 ao longo do percurso do Rio Piracicaba.



Obs.: Devido a classificação do Nitrogênio Amoniacal ser função do pH, as classes não foram apresentadas no gráfico.

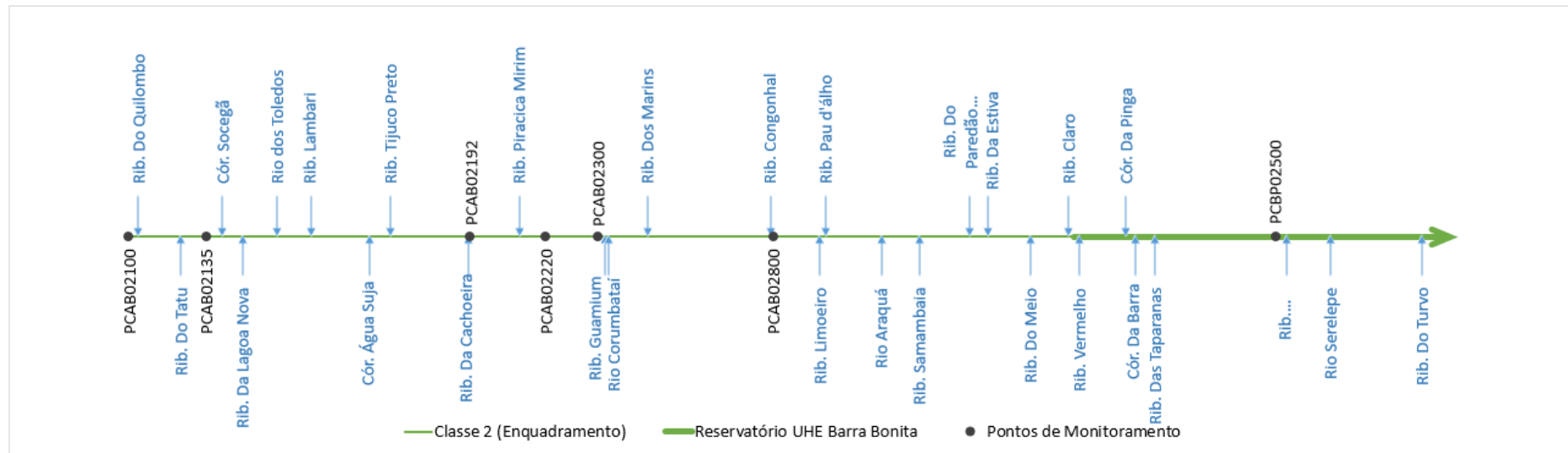


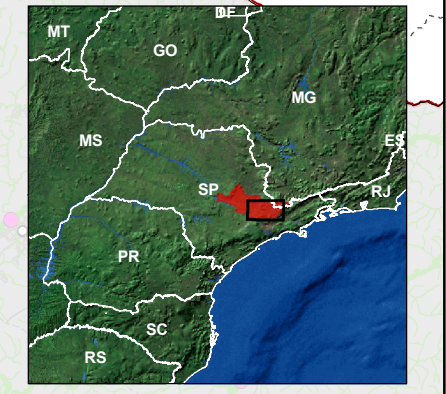
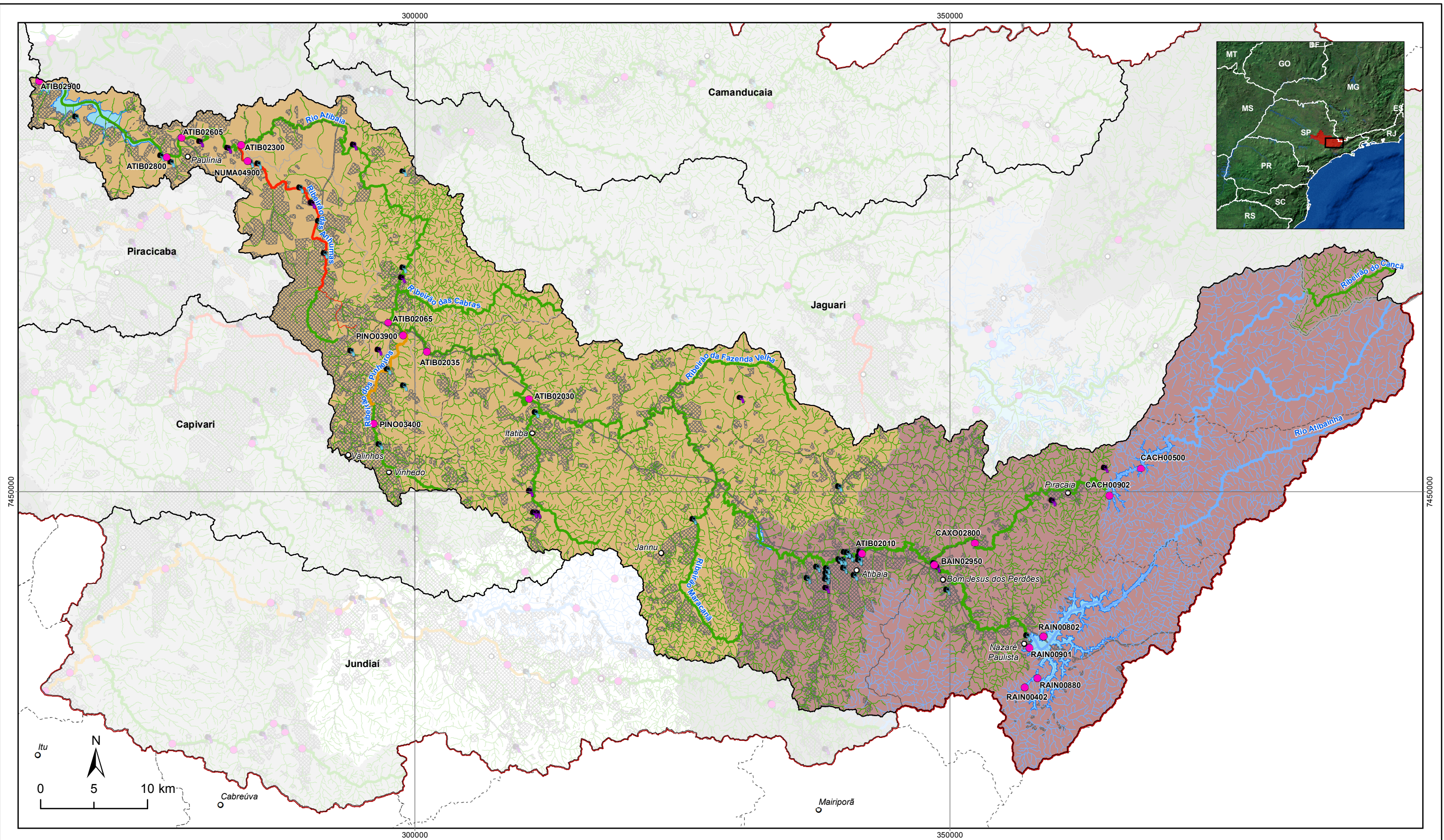
Figura 8.33 – Média das concentrações de Nitrogênio amoniacal entre 2009 e 2015 ao longo do percurso do Rio Piracicaba.

8.1.2.1.5 Sub-bacia do Rio Atibaia

Na sub-bacia do Rio Atibaia, como pode ser observado no Mapa 8.6, há monitoramento do Rio Atibaia, do Rio Atibainha, do Rio Cachoeira, do Ribeirão Pinheiros e do Ribeirão Anhumas. Esta sub-bacia concentra em torno de 947 mil habitantes, sendo que os municípios mais populosos que fazem parte desta sub-bacia são Campinas, Atibaia, Valinhos e Itatiba. Analisando os índices de tratamento de esgotos, nota-se que os piores resultados se encontram na região das cabeceiras, onde estão municípios menores e o município de Atibaia, região que concentra grande número de lançamentos de efluentes domésticos, e um índice de tratamento de esgotos, em relação ao gerado, de 42% (índices de tratamento validados nas atividades de visita aos municípios). No restante da sub-bacia, os índices de tratamento dos esgotos gerados são maiores, no entanto, classificados como índices regulares.

Analisando o universo das amostras de qualidade da água desse rio no período entre 2009 e 2015 (Figura 8.34) em termos de classes equivalentes da Resolução CONAMA nº 357/2005, observa-se que as amostras dos parâmetros Coliformes Termotolerantes e Fósforo Total estão praticamente 50% do tempo em Classe 4, DBO e OD estão em torno de 50% na classe 1, 10 e 20% na classe 4, respectivamente. Como observado nas outras sub-bacias, o nitrogênio amoniacal apresenta bons resultados, sendo classificado em mais de 80% na classe 1.

A Figura 8.35 apresenta o percentual de amostras em cada classe, para os parâmetros analisados, considerando os períodos secos e chuvosos das Bacias PCJ. Os resultados mostram que a sazonalidade influencia pouco na qualidade da água, mas pode ser observado que há uma leve tendência de piora nos períodos chuvosos, sendo que os parâmetros Coliformes Termotolerantes e Oxigênio Dissolvido, são levemente piores no período chuvoso.



LEGENDA

- | | | |
|--------------------------------------|--------------------------------|--|
| ○ Sede municipal | 🔴 Limite PCJ | ⬜ Limite Municipal |
| ● Monitoramento da Qualidade da Água | 🌿 Sub-bacia | ⬜ Limite Estadual |
| Lançamentos | Classe de enquadramento | Proporção do efluente doméstico tratado em relação ao gerado por zona |
| 🚰 Esgotamento sanitário | 1 | 🟤 < 50%: Ruim |
| 🏭 Industrial | 2 | 🟡 ≥ 50% - < 90%: Regular |
| 🌊 Represas | 3 | |
| 🏘️ Área urbanizada | 4 | |



**DIAGNÓSTICO
PRIMEIRA REVISÃO DO PLANO DAS BACIAS HIDROGRÁFICAS
DOS RIOS PIRACICABA, CAPIVARI E JUNDIAÍ 2010 A 2020**



Sistema de Coordenadas UTM
Datum SIRGAS2000
Zona 23S
Escala: 1:350.000

Mapa 8.6– Pontos de monitoramento situados na Sub-bacia do Rio Atibaia

Fonte de dados:
- Sede municipal: IBGE, 2010
- Limite municipal e estadual: IBGE, 2010
- Hidrografia: ANA, 2013
- Limite da bacia: Adaptado de ANA, 2013
- Limite sub-bacia: Adaptado de ANA, 2013
- Pontos de lançamento: Agência, 2016
- Pontos de monitoramento da qualidade da água: CETESB, 2015 (SAM, 2015)
- Índice de tratamento de esgoto: CEN, 2016
- Enquadramento: Adaptado de CETESB, 2017

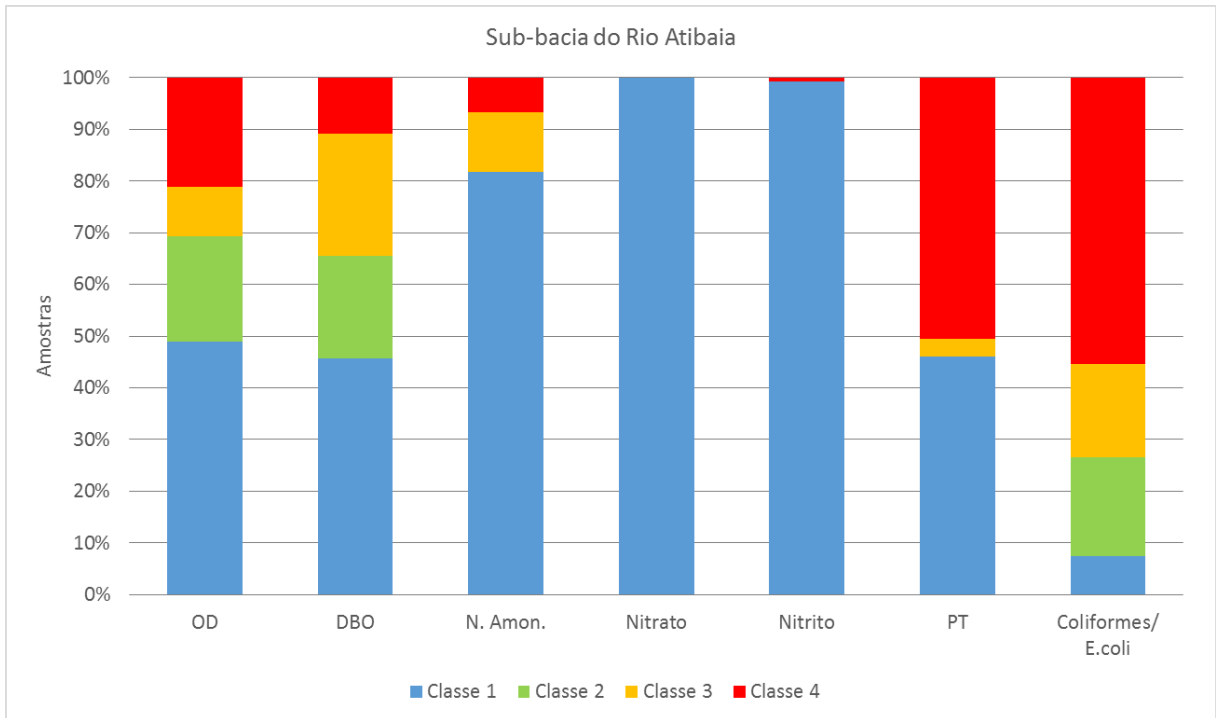


Figura 8.34 – Amostras da sub-bacia do Rio Atibaia, em termos de classe equivalente da Resolução CONAMA n° 357/2005.

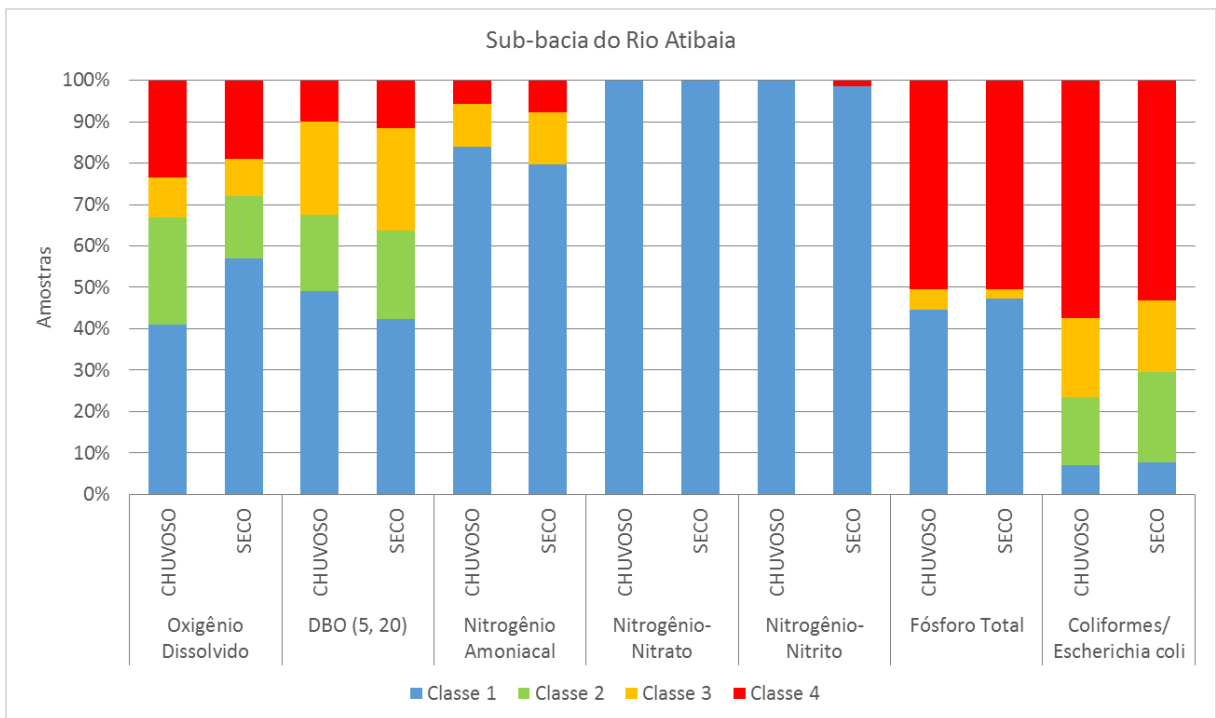


Figura 8.35 – Amostras da sub-bacia do Rio Atibaia, em termos de classe equivalente da Resolução CONAMA n° 357/2005, considerando a sazonalidade.

A Figura 8.36 apresenta a evolução temporal dos parâmetros Coliformes Termotolerantes, Fósforo Total, DBO, OD e Nitrogênio Amoniacal entre 2009 e 2015. Nota-se que para os parâmetros Coliformes Tolerantes e Fósforo Total, pode-se dizer que há uma tendência de melhora, sendo que no caso do primeiro, há um aumento de amostras nas

classes 1 e 2, e redução das classes 3. Para o fósforo, observa-se também uma melhora expressiva nos resultados, especialmente, até o ano de 2013. Em contraste, pode ser observada uma piora nos resultados para DBO, OD e Nitrogênio amoniacal. Nota-se que há um aumento nas amostras em classe 4 e redução das classes 1.

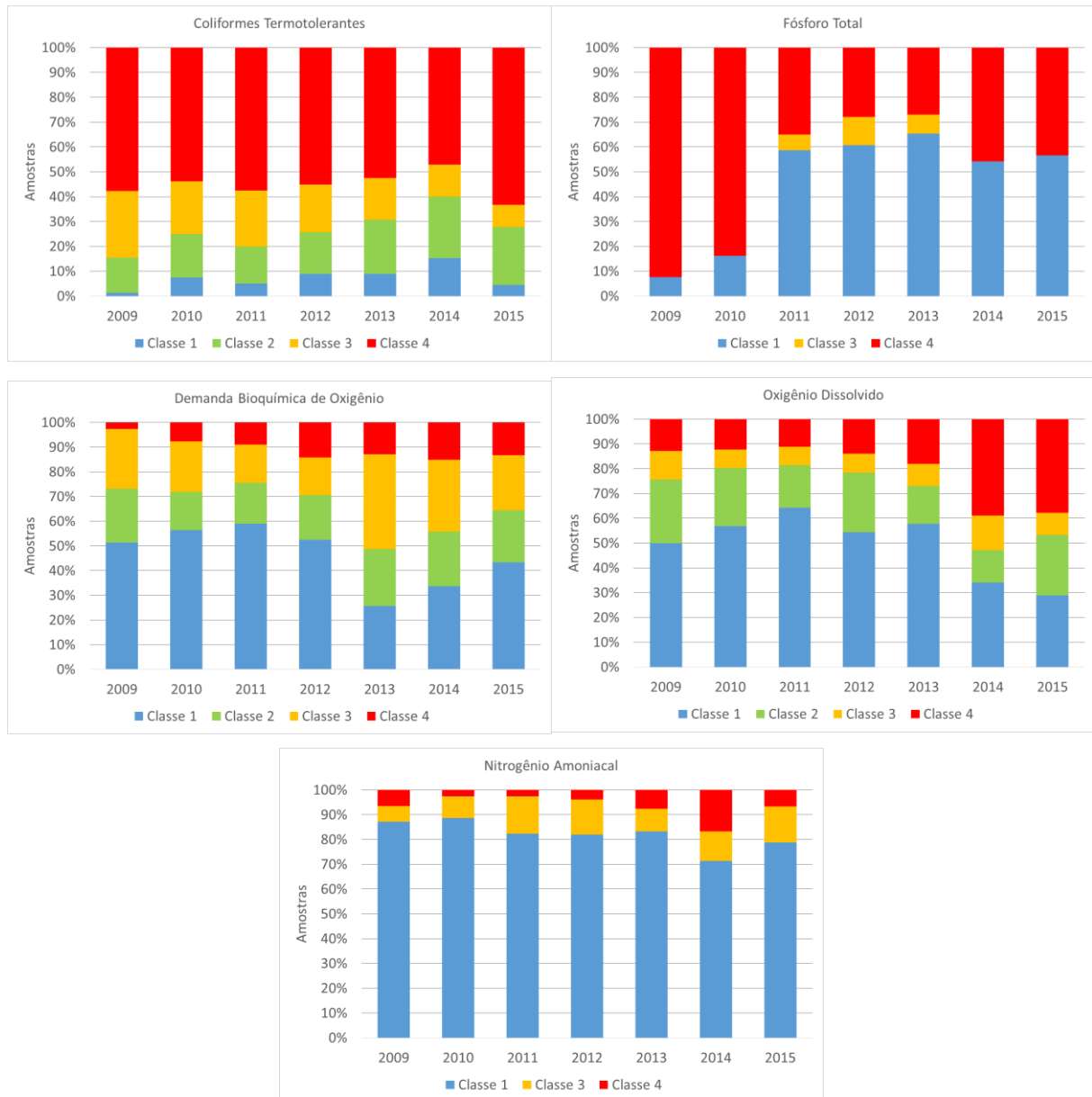


Figura 8.36 – Evolução temporal das amostras de qualidade da água da bacia do Rio Atibaia, em termos de classe equivalente da Resolução CONAMA nº 357/2005.

A Figura 8.37 mostra o percentual de amostras dos parâmetros analisados, que violaram a classe de Enquadramento do rio onde o ponto de monitoramento está localizado, entre 2009 e 2015. Os maiores percentuais de violação na sub-bacia do Rio Atibaia estão associados às variáveis Coliformes Termotolerantes e Fósforo Total. Para o primeiro, o percentual de violação é de, aproximadamente, 65%, chegando a praticamente 70% no período chuvoso, e para o segundo, em torno de 45%, tanto no período seco, quanto chuvoso. Para os parâmetros DBO e OD, o percentual de violação varia em torno de 25% para a DBO, e aproximadamente, 30% para o OD. Quanto ao nitrogênio amoniacal, aproximadamente 10% das amostragens, em média, violaram o Enquadramento. Ressalta-se que os parâmetros OD

e DBO, embora menos recorrentes nas violações, ainda impactam as captações de água na sub-bacia do rio Atibaia.

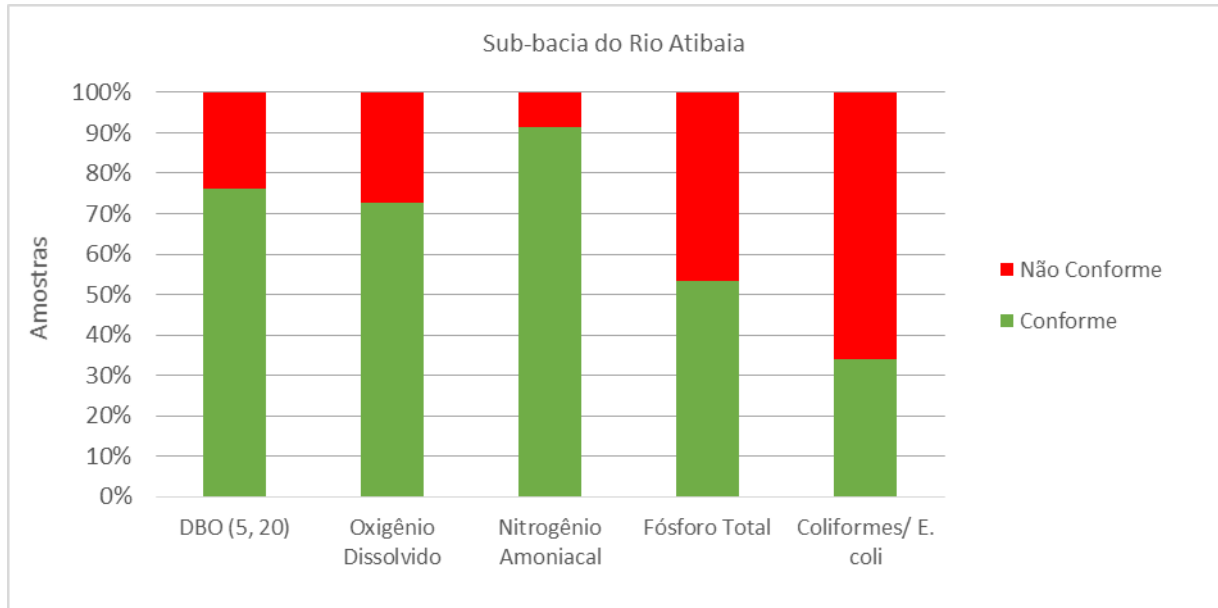


Figura 8.37 - Percentual de violação ao Enquadramento na bacia do Rio Atibaia.

A Figura 8.38 apresenta as amostras de cada ponto da sub-bacia do Rio Atibaia, de montante para jusante, ao longo dos sete anos de monitoramento, evidenciando os pontos mais críticos. Da Figura 8.39 até a Figura 8.43 é apresentado o perfil da qualidade da água do Rio Atibaia, por parâmetro, considerando a média das concentrações dos parâmetros, sendo contemplado ainda o entendimento das contribuições dos principais afluentes ao rio principal.

A partir dos resultados observados, considerando os parâmetros DBO e OD, alguns pontos do Rio Atibaia apresentam qualidade da água boa, como ATIB02030, ATIB02035, ATIB2065, ATIB02300, com predominância de amostras nas classes 1 e 2. No entanto, analisando o parâmetro OD, os pontos BAIN02950, localizado no Rio Atibainha, a jusante do município de Bom Jesus dos Perdões, o ATIB02010, localizado no município de Atibaia, próximo a diversos pontos de lançamento de efluentes, os dois pontos localizados no Ribeirão dos Pinheiros, especialmente o ponto PINO03900, afluentes do Rio Atibaia e também o ponto ATIB02900, após o Reservatório do Salto Grande, antes da confluência com o Rio Jaguari, próximo a foz, apresentam mais de 50% das amostras nas classes 3 e 4.

Analisando os demais parâmetros, fósforo total, coliformes termotolerantes e nitrogênio amoniacal, pode-se notar claramente a influência dos esgotos domésticos no Ribeirão dos Pinheiros (PINO03900 e PINO03400), que recebem contribuição dos esgotos dos municípios de Valinhos e Vinhedo, e no Rio Atibainha, BAIN02950, localizado no município de Bom Jesus dos Perdões, município que, de acordo com o diagnóstico do saneamento, não trata seus efluentes. Ainda, pode-se citar o Ribeirão Anhumas (NUMA04900), localizado no município de Campinas, próximo à foz do Rio Atibaia, que evidencia qualidade da água bastante comprometida considerando os parâmetros Fósforo e Coliformes, com contribuições de lançamentos do município de Campinas e Paulínia.

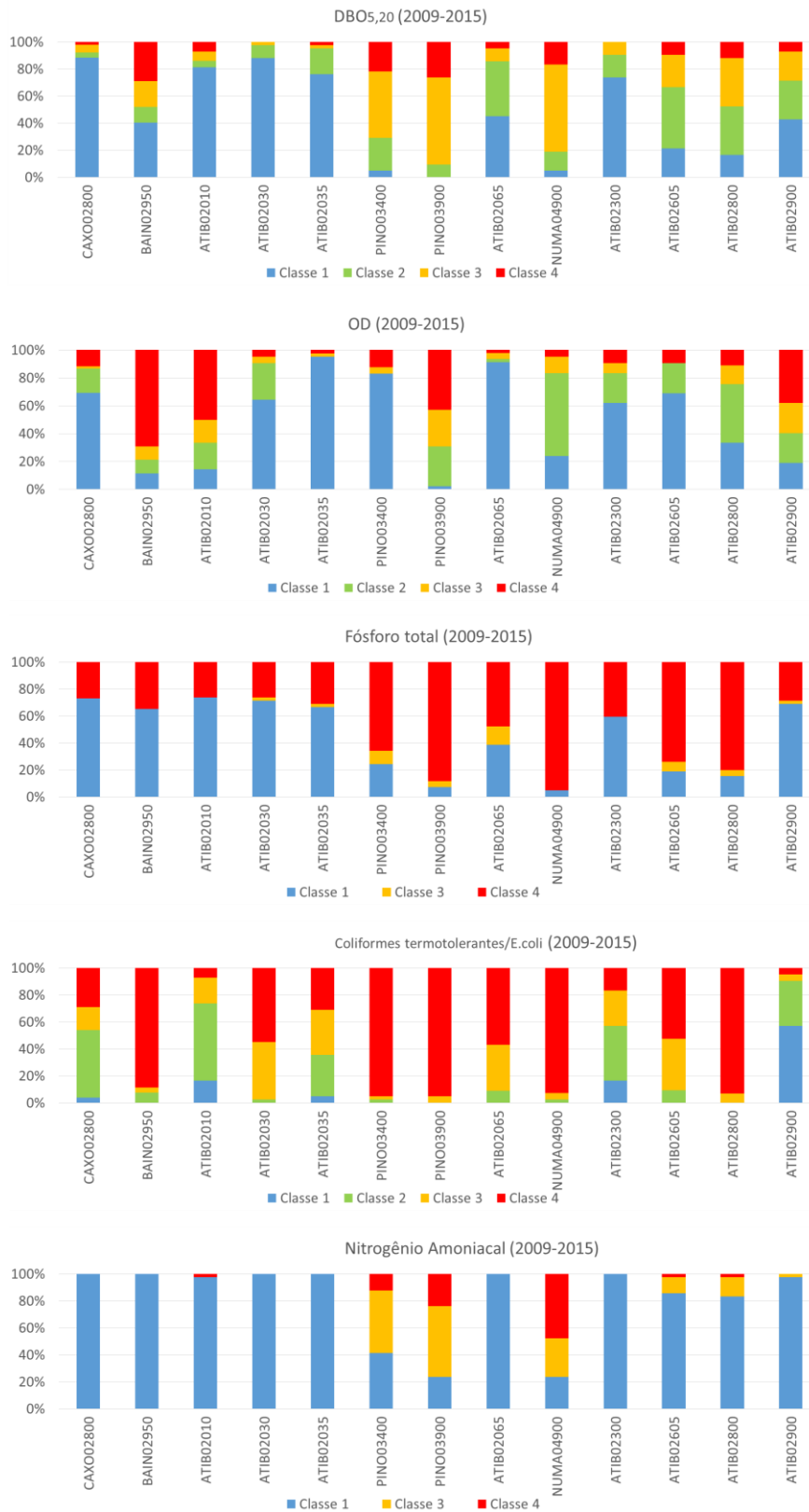


Figura 8.38 – Amostras de cada ponto de monitoramento da sub-bacia do Rio Atibaia, em termos de classe equivalente da Resolução CONAMA n° 357/2005.

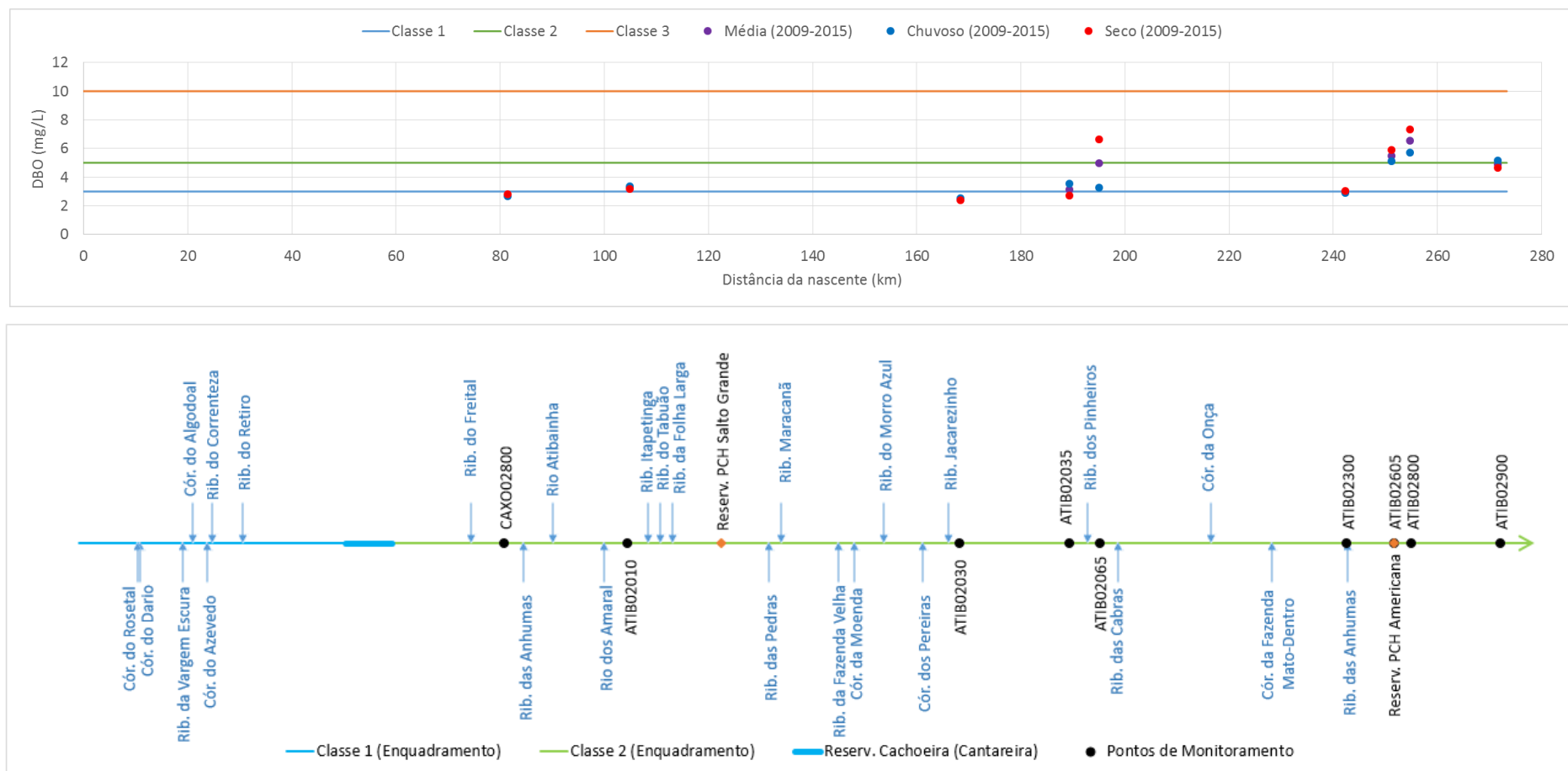


Figura 8.39 – Média das concentrações de Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO) entre 2009 e 2015 ao longo do percurso do Rio Atibaia.

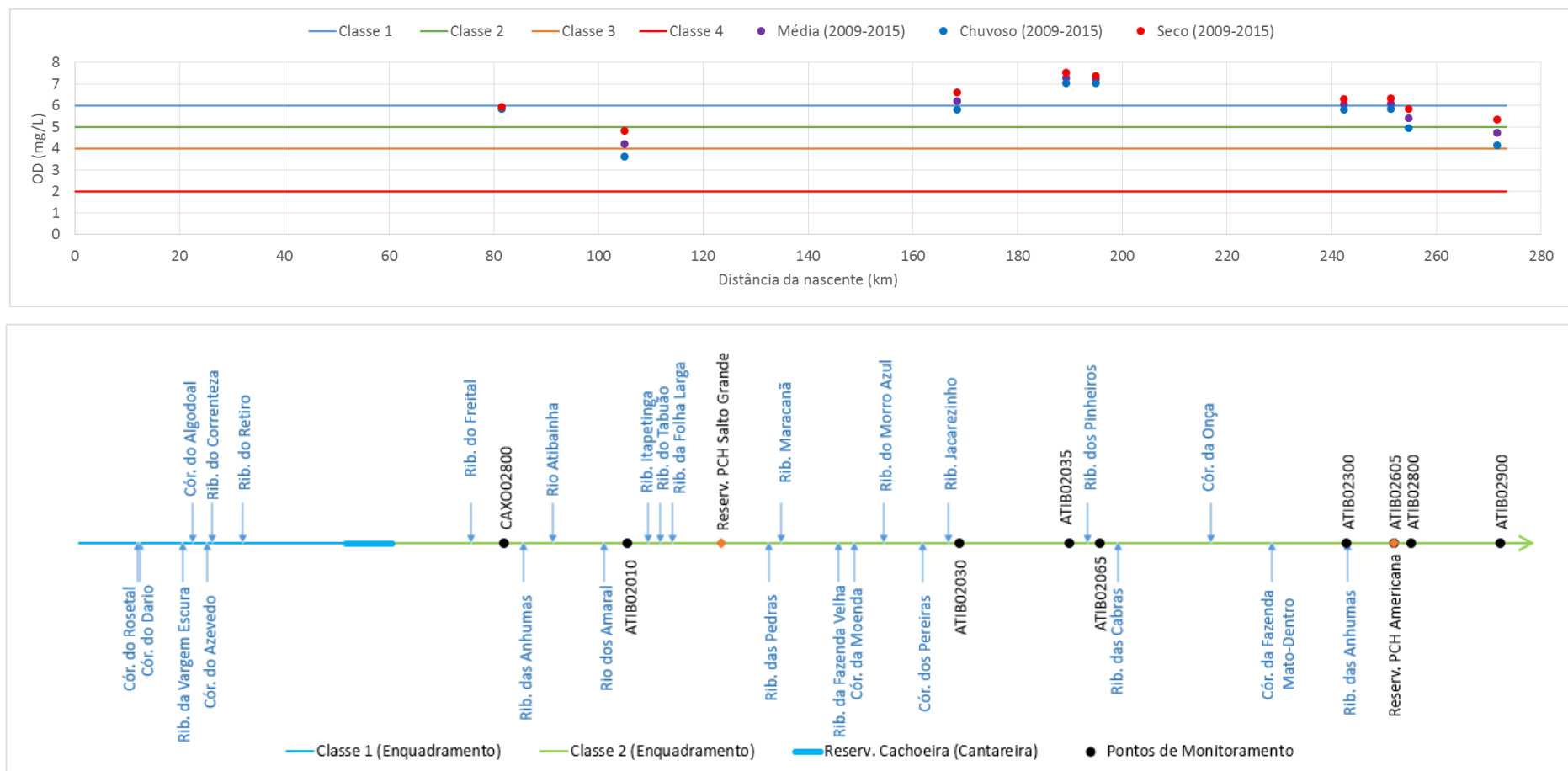


Figura 8.40 – Média das concentrações de Oxigênio Dissolvido (OD) entre 2009 e 2015 ao longo do percurso do Rio Atibaia.

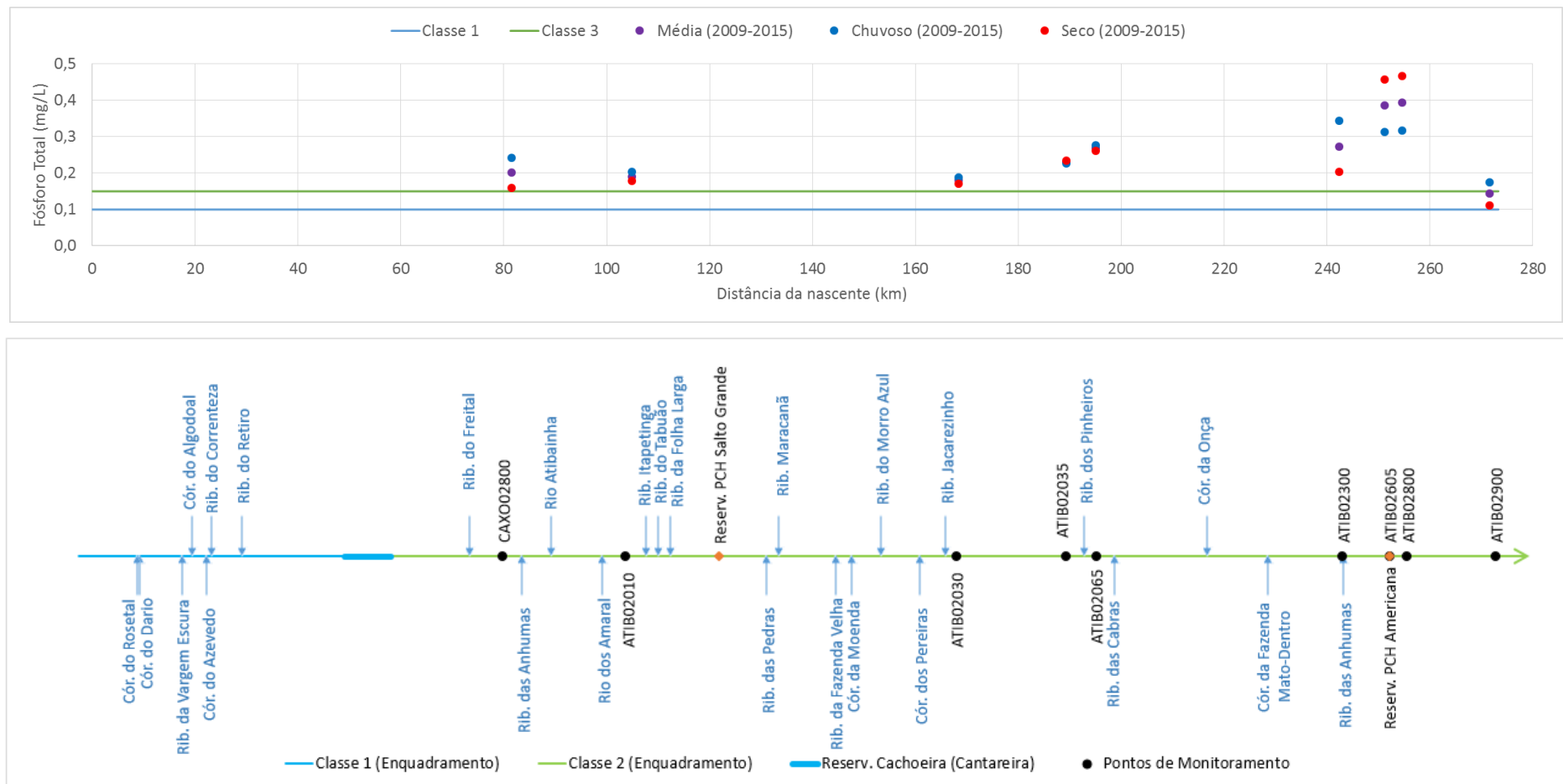


Figura 8.41 – Média das concentrações de Fósforo total entre 2009 e 2015 ao longo do percurso do Rio Atibaia.

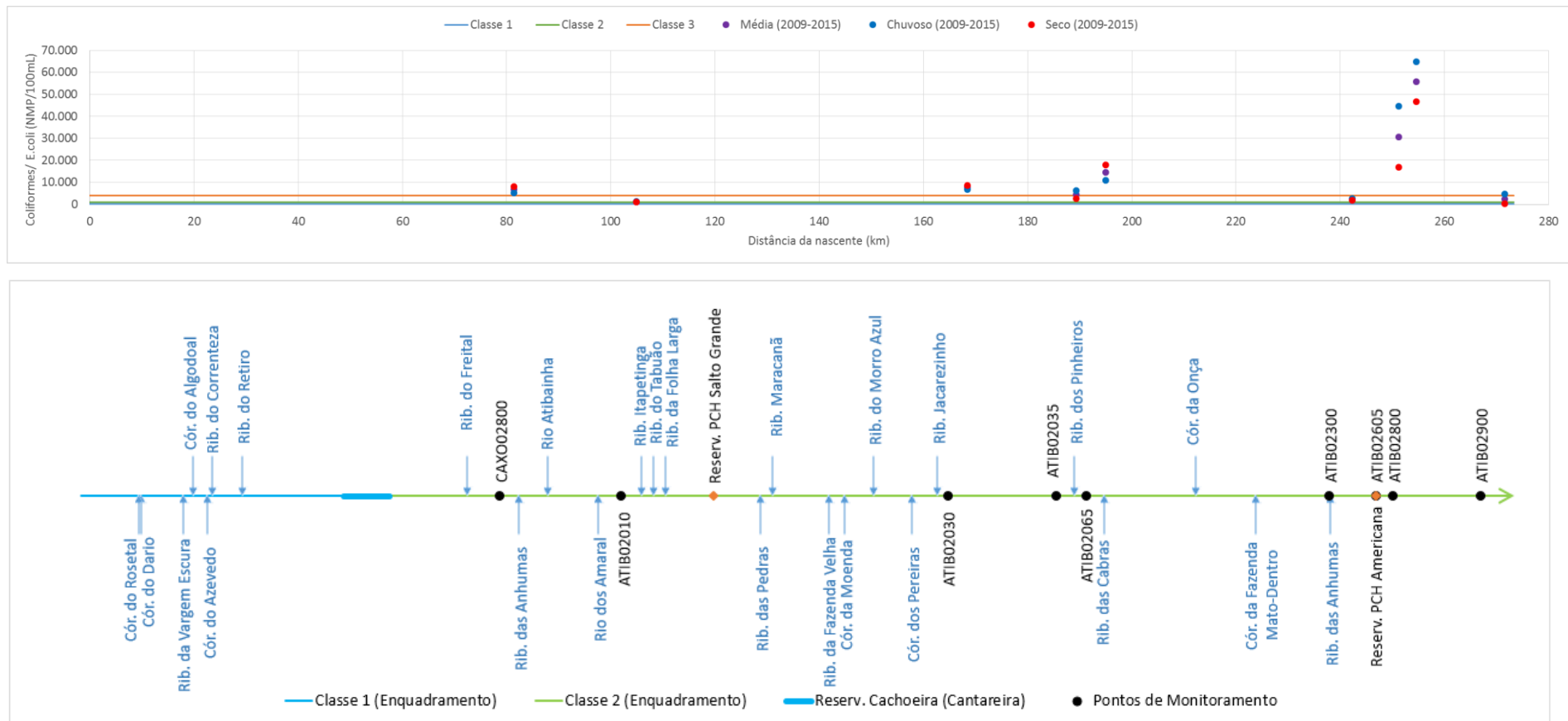
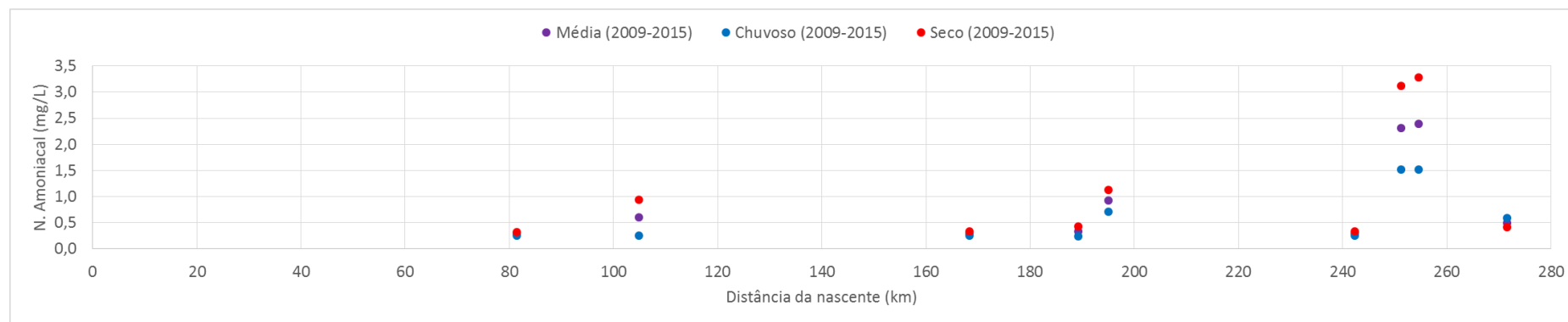


Figura 8.42 – Média das concentrações de Coliformes termotolerantes/*E.Coli* entre 2009 e 2015 ao longo do percurso do Rio Atibaia.



Obs.: Devido a classificação do Nitrogênio Amônia ser função do pH, as classes não foram apresentadas no gráfico.

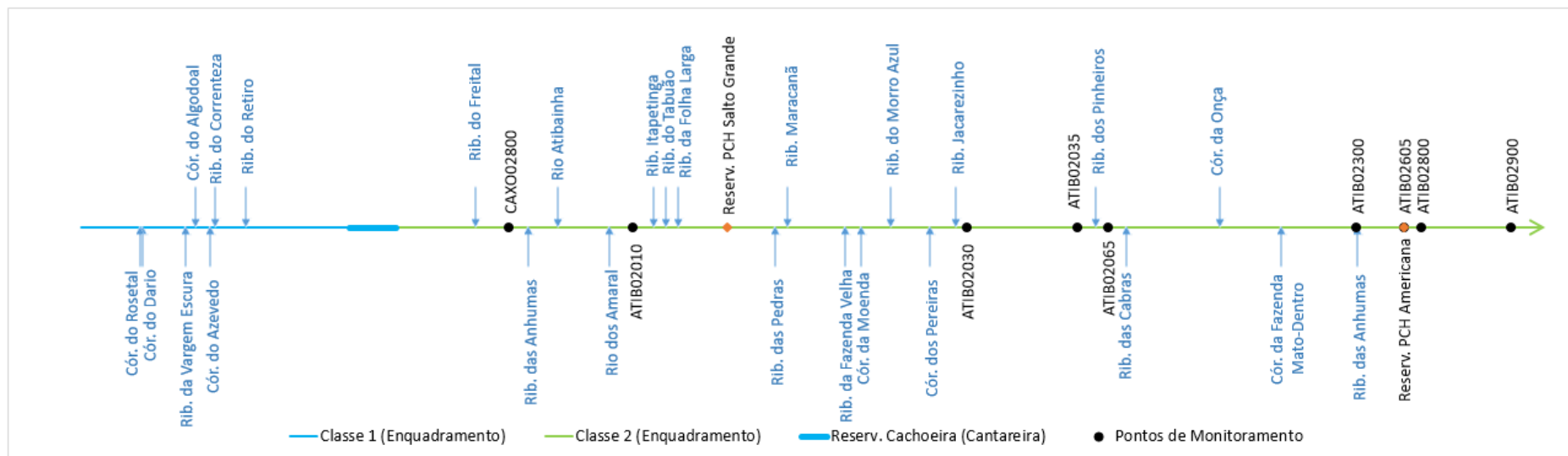


Figura 8.43 – Média das concentrações de Nitrogênio amônia entre 2009 e 2015 ao longo do percurso do Rio Atibaia.

8.1.2.1.6 Sub-bacia do Rio Jaguari

Na sub-bacia do Rio Jaguari, como pode ser observado no Mapa 8.7, há monitoramento no Rio Camanducaia (na porção mineira); no Rio Jaguari; no Reservatório Jaguari; no Ribeirão Lavapés (na foz com o Rio Jaguari, em Bragança Paulista); no Ribeirão Três Barras (em Cosmópolis, próximo da confluência com o Rio Jaguari); e no Ribeirão Pinhal (próximo a foz do Rio Jaguari).

Nesta sub-bacia encontram-se as cabeceiras dos Rio Jaguari, localizadas na porção mineira das Bacias PCJ, sendo os municípios mais representativos em termos de população Bragança Paulista, Cosmópolis, Arthur Nogueira, Extrema e Pedreira. Nota-se que os índices de tratamento de esgotos, em relação ao esgoto gerado, são piores na porção mineira e na sub-bacia do rio Pirapitingui, onde encontram-se os municípios de Arthur Nogueira, Cosmópolis, Holambra e Santo Antônio de Posse.

Analisando o universo das amostras de qualidade da água desse rio no período entre 2009 e 2015 (Figura 8.44) em termos de classes equivalentes da Resolução CONAMA nº 357/2005, observa-se que os parâmetros Coliformes Termotolerantes e Fósforo Total estão em 40% das amostras em Classe 4, DBO e OD estão em mais de 60% das amostras na classe 1, 10 e 20%, respectivamente, na classe 4. Como observado nas outras sub-bacias, o nitrogênio amoniacal apresenta bons resultados, sendo classificado em mais de 90% na classe 1.

A Figura 8.45 apresenta o percentual de amostras em cada classe, para os parâmetros analisados, considerando os períodos secos e chuvosos das Bacias PCJ. Os resultados mostram que a sazonalidade influencia pouco na qualidade da água, mas pode ser observado que há uma leve tendência de piora dos resultados para os Coliformes termotolerantes.

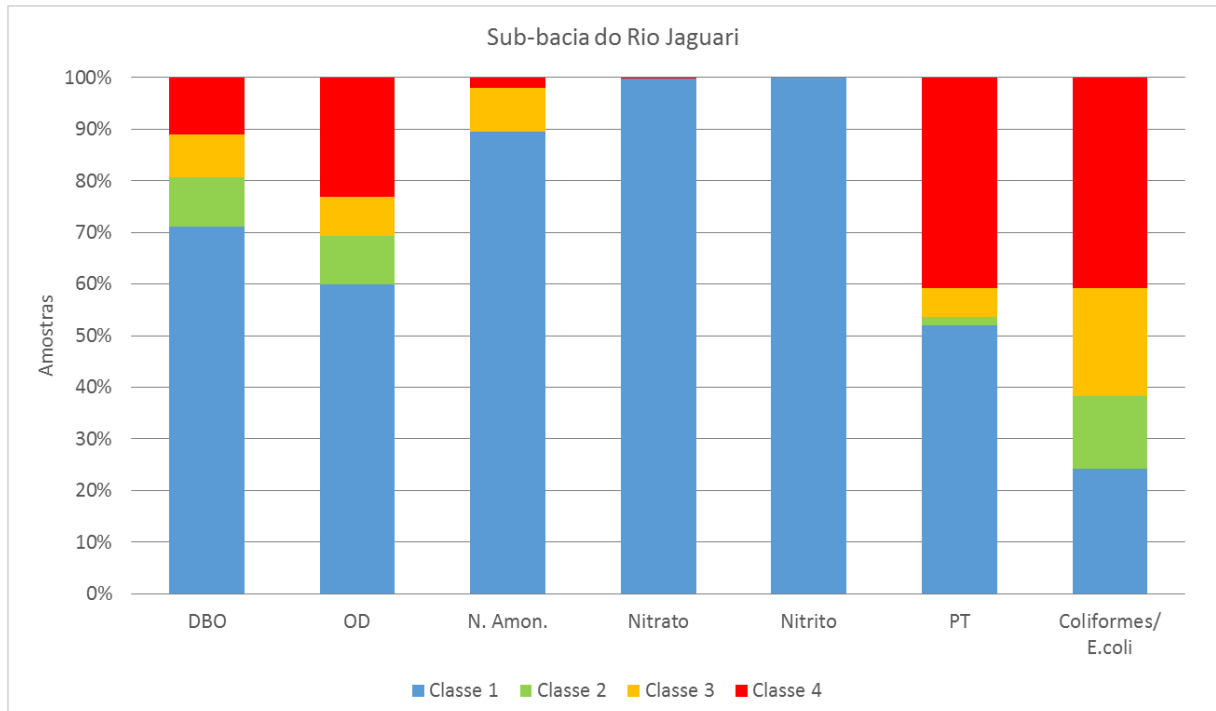
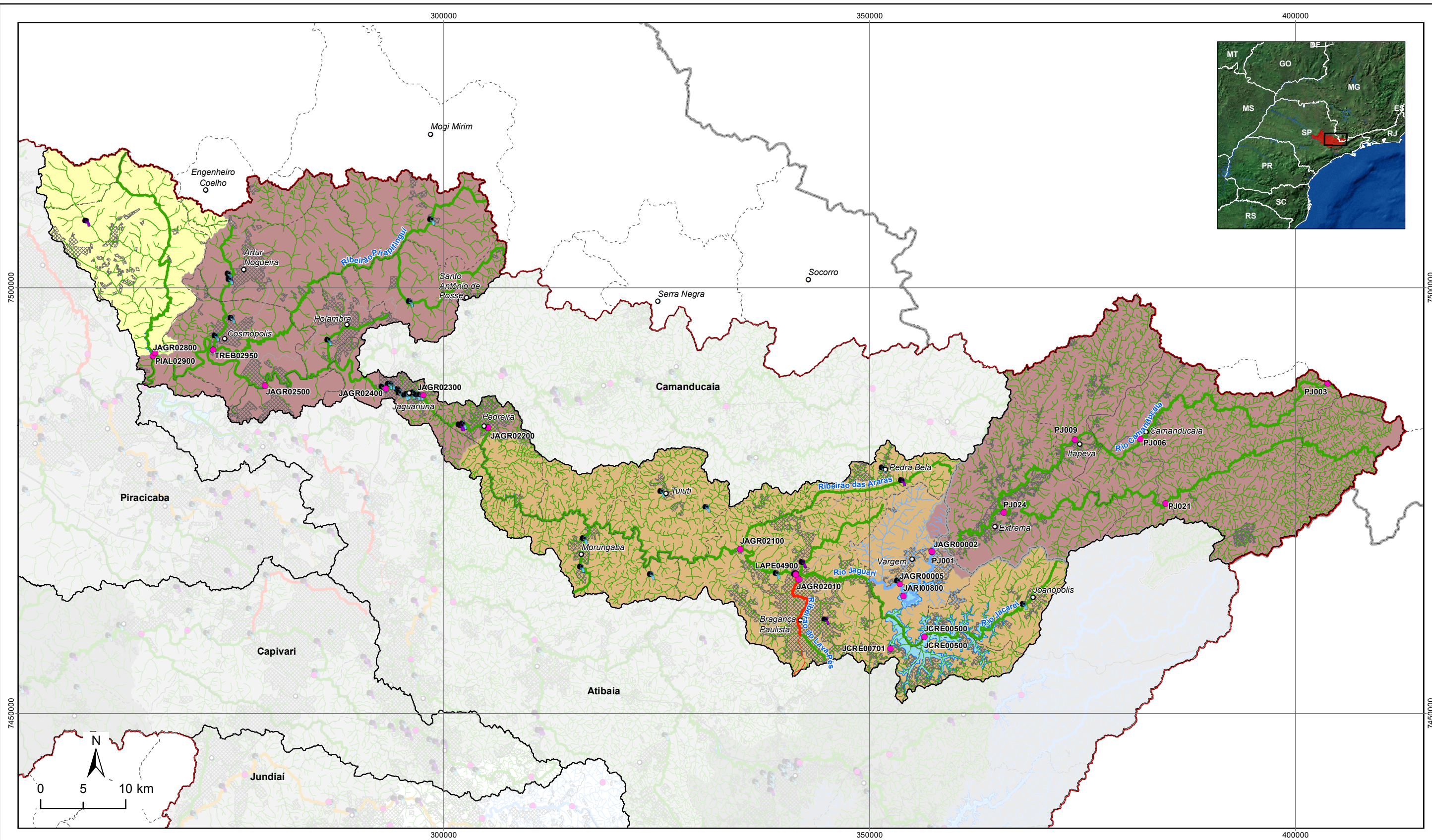


Figura 8.44 – Amostras da sub-bacia do Rio Jaguari, em termos de classe equivalente da Resolução CONAMA nº 357/2005.



LEGENDA

- | | | |
|--------------------------------------|--------------------------------|--|
| ○ Sede municipal | 🔴 Limite PCJ | ⬜ Limite Municipal |
| ● Monitoramento da Qualidade da Água | 🌿 Sub-bacia | ⬜ Limite Estadual |
| Lançamentos | Classe de enquadramento | Proporção do efluente doméstico tratado em relação ao gerado por zona |
| 🚰 Esgotamento sanitário | 1 | 🟤 < 50%: Ruim |
| 🏭 Industrial | 2 | 🟡 ≥ 50% - < 90%: Regular |
| 🌊 Represas | 3 | 🟢 ≥ 90%: Bom |
| 🏘️ Área urbanizada | 4 | |



**DIAGNÓSTICO
PRIMEIRA REVISÃO DO PLANO DAS BACIAS HIDROGRÁFICAS
DOS RIOS PIRACICABA, CAPIVARI E JUNDIAÍ 2010 A 2020**



Sistema de Coordenadas UTM
Datum SIRGAS2000
Zona 23S
Escala: 1:440.000

Mapa 8.7– Pontos de monitoramento situados na Sub-bacia do Rio Jaguarí

Fonte de dados:
 - Sede municipal: IBGE, 2010
 - Limite municipal e estadual: IBGE, 2010
 - Hidrografia: ANA, 2013
 - Limite da bacia: Adaptado de ANA, 2013
 - Limite sub-bacia: Adaptado de ANA, 2013
 - Pontos de lançamento: Agência, 2016
 - Pontos de monitoramento da qualidade da água: CETESB, 2015 (SAM, 2015)
 - Índice de tratamento de esgoto: CSH, 2016
 - Enquadramento: Adaptado de CETESB, 2017

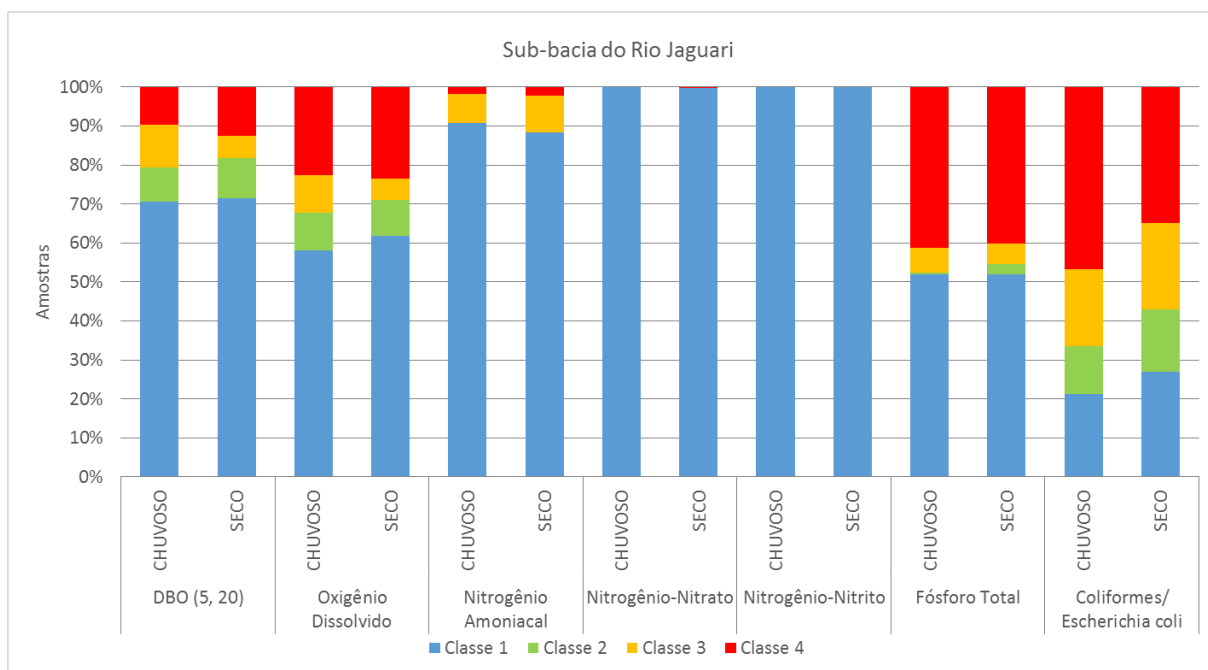


Figura 8.45 – Amostras da sub-bacia do Rio Jaguari, em termos de classe equivalente da Resolução CONAMA n° 357/2005, considerando a sazonalidade.

A Figura 8.46 apresenta a evolução temporal dos parâmetros Coliformes Termotolerantes, Fósforo Total, DBO, OD e Nitrogênio Amoniacal entre 2009 e 2015. Nota-se que para todos os parâmetros há uma tendência de melhora, sendo que para o fósforo a melhora é mais expressiva, passando de 80% das amostras em classe 4, no ano de 2009, chegando a 20%, em 2012, e, no último ano considerado, em 30% das amostras.

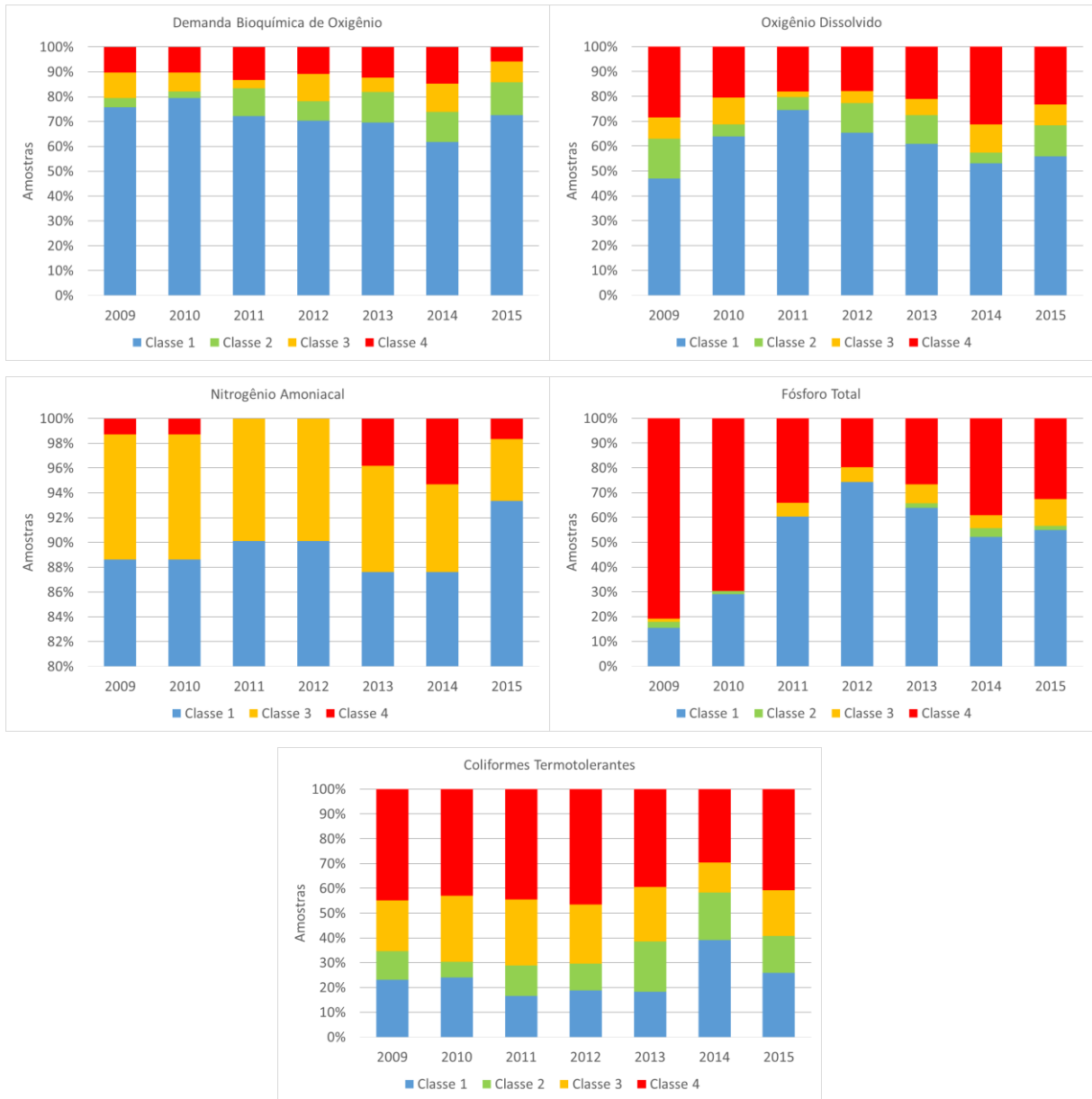


Figura 8.46 – Evolução temporal das amostras de qualidade da água da bacia do Rio Jaguari, em termos de classe equivalente da Resolução CONAMA nº 357/2005.

A Figura 8.47 mostra o percentual de amostras, que violaram a classe de Enquadramento do rio onde o ponto de monitoramento está localizado, entre 2009 e 2015. Os maiores percentuais de violação na sub-bacia do Rio Jaguari estão associados às variáveis Coliformes Termotolerantes e Fósforo. Para o primeiro, o percentual de violação é de, aproximadamente, 60%, e para o segundo, em torno de 45%. Para os parâmetros DBO e OD, o percentual de violação varia em torno de 15% para o DBO, e aproximadamente, 25% para o OD. O nitrogênio amoniacal viola o Enquadramento em menos de 5% das amostragens.

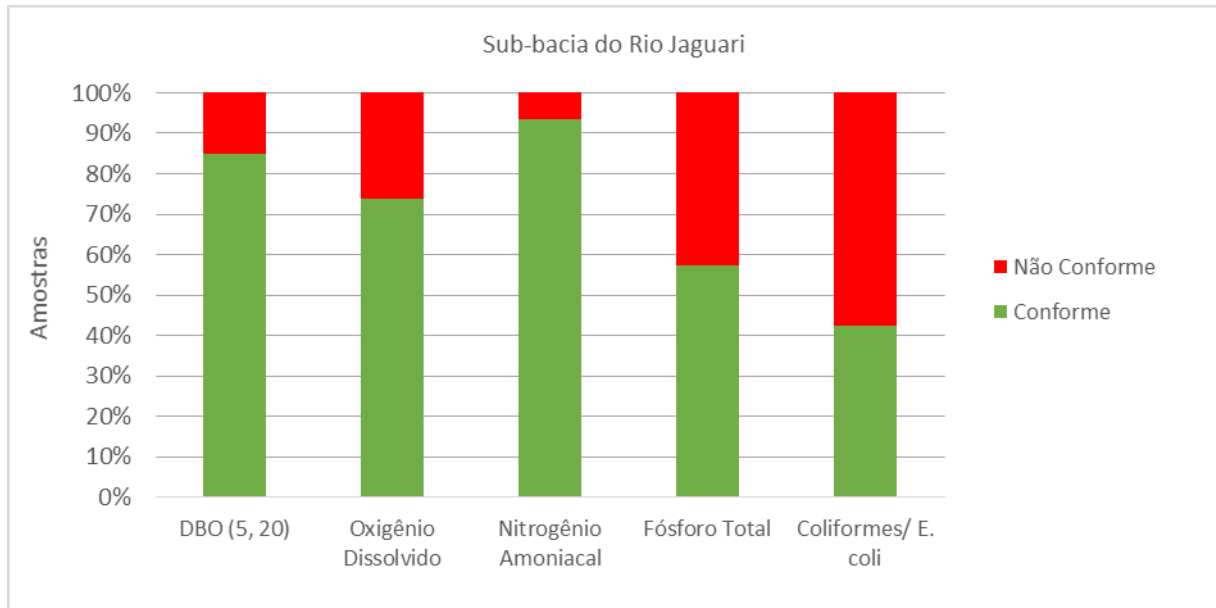


Figura 8.47 - Percentual de violação ao Enquadramento na bacia do Rio Jaguari.

A Figura 8.48 apresenta as amostras de cada ponto da sub-bacia do Rio Jaguari, de montante para jusante, ao longo dos sete anos de monitoramento, evidenciando os pontos mais críticos. Da Figura 8.49 até a Figura 8.53 é apresentado o perfil da qualidade da água do Rio Jaguari, por parâmetro, considerando a média das concentrações dos parâmetros, sendo contemplado ainda o entendimento das contribuições dos principais afluentes ao rio principal.

A partir dos resultados ilustrados nota-se que a sub-bacia apresenta melhores resultados nas cabeceiras do Rio Jaguari, sendo ao longo do percurso impactado pelos lançamentos urbanos e industriais dos municípios que fazem parte da sub-bacia. De montante para jusante, pode ser observada boa qualidade da água nos pontos localizados na porção mineira das Bacias PCJ, pontos (PJ), considerando os parâmetros DBO e OD, no entanto, analisando os parâmetros Coliformes Termotolerantes e fósforo, tanto a região das cabeceiras, na porção mineira das Bacias PCJ, quanto ao longo de todo Rio Jaguari, pode ser observado o impacto dos efluentes. Destacam-se os pontos PJ006 e PJ009, localizados no Rio Camanducaia (da porção mineira das Bacias PCJ), a jusante dos municípios de Camanducaia e Itapeva, respectivamente com qualidade da água bastante comprometida pelo lançamento de esgotos domésticos, sendo a maioria das amostras classificadas em classe 4 para Coliformes Termotolerantes. Os referidos municípios possuem como índices de coleta de esgoto, 78% e 96%, respectivamente, no entanto, o índice de tratamento é zero conforme informações provenientes das visitas de campo.

No Rio Jaguari, especialmente nos pontos nas imediações do município de Bragança Paulista (JAGR02010, LAPE04900 e JAGR02100) e nos seus afluentes, Ribeirão Lavapés e Ribeirão Três Barras, observa-se o impacto do lançamento de efluentes. Nota-se baixas concentrações de OD, sendo a maior parte das amostras classificadas em classe 4, além de altas concentrações de Coliformes Termotolerantes e de fósforo, especialmente no Ribeirão Lavapés (LAPE04900). O município de Bragança Paulista, de acordo com o diagnóstico do Saneamento, possui índice de tratamento de 87% do esgoto em relação ao esgoto gerado. Mais a jusante, nota-se o ponto TREB02950, a jusante do município de Cosmópolis, nas imediações da Usina Ester, com condições críticas em termos de DBO e OD, Fósforo e Coliformes Termotolerantes.

Nota-se que para o parâmetro Coliformes Termotolerantes, indicador de contaminação por esgotos domésticos, grande parte dos pontos encontra-se nas classes 3 e 4, com exceção do ponto JARI00800 e JAGR00005, localizados no Reservatório Jaguari-Jacareí e a jusante dele, respectivamente, e também dos pontos PJ003 e PIAL02900, na nascente do Rio Camanducaia, formador do Rio Jaguari, e no Ribeirão Pinhal, respectivamente.

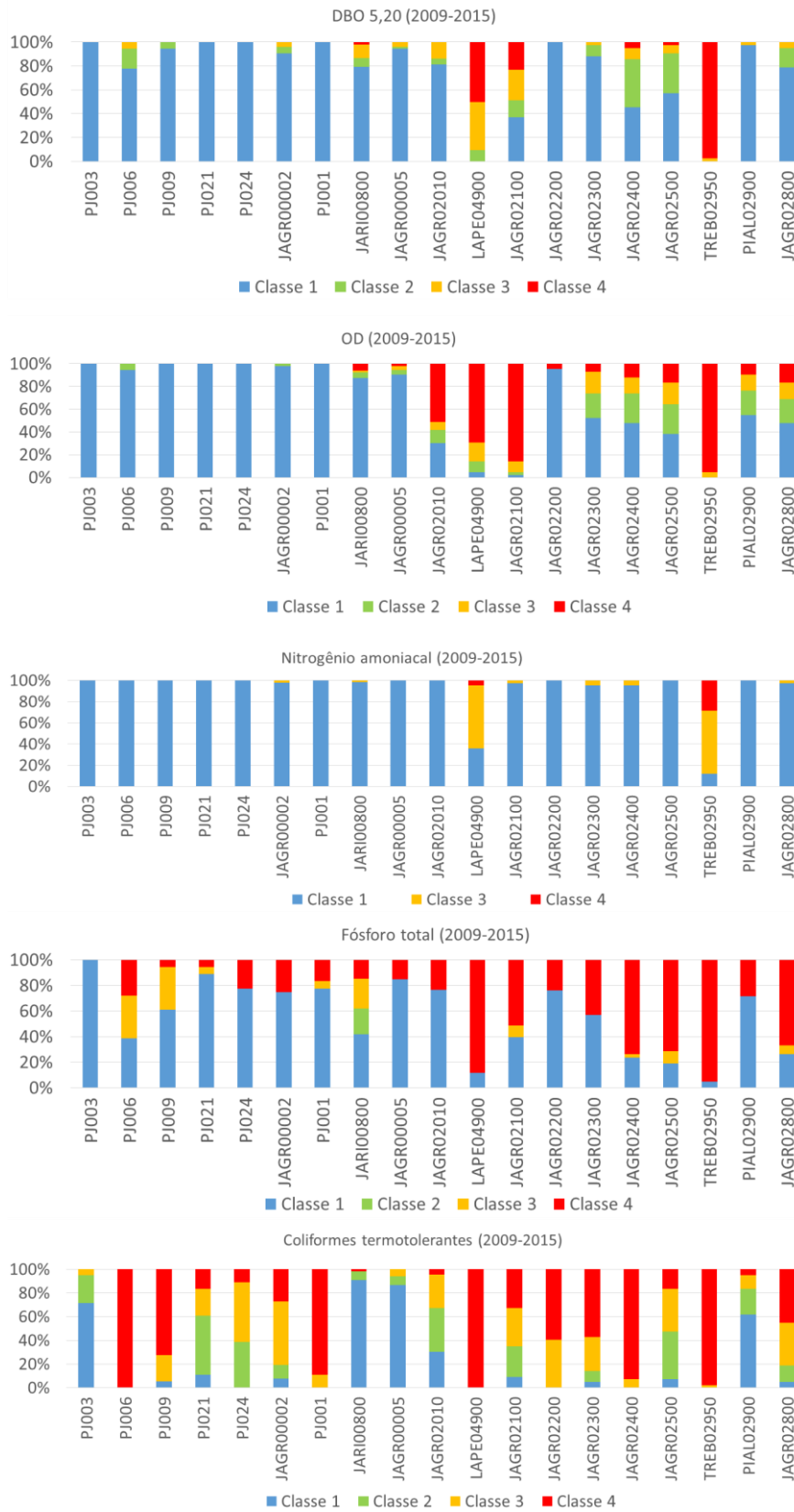


Figura 8.48 – Amostras de cada ponto de monitoramento da sub-bacia do Rio Jaguari, em termos de classe equivalente da Resolução CONAMA nº 357/2005.

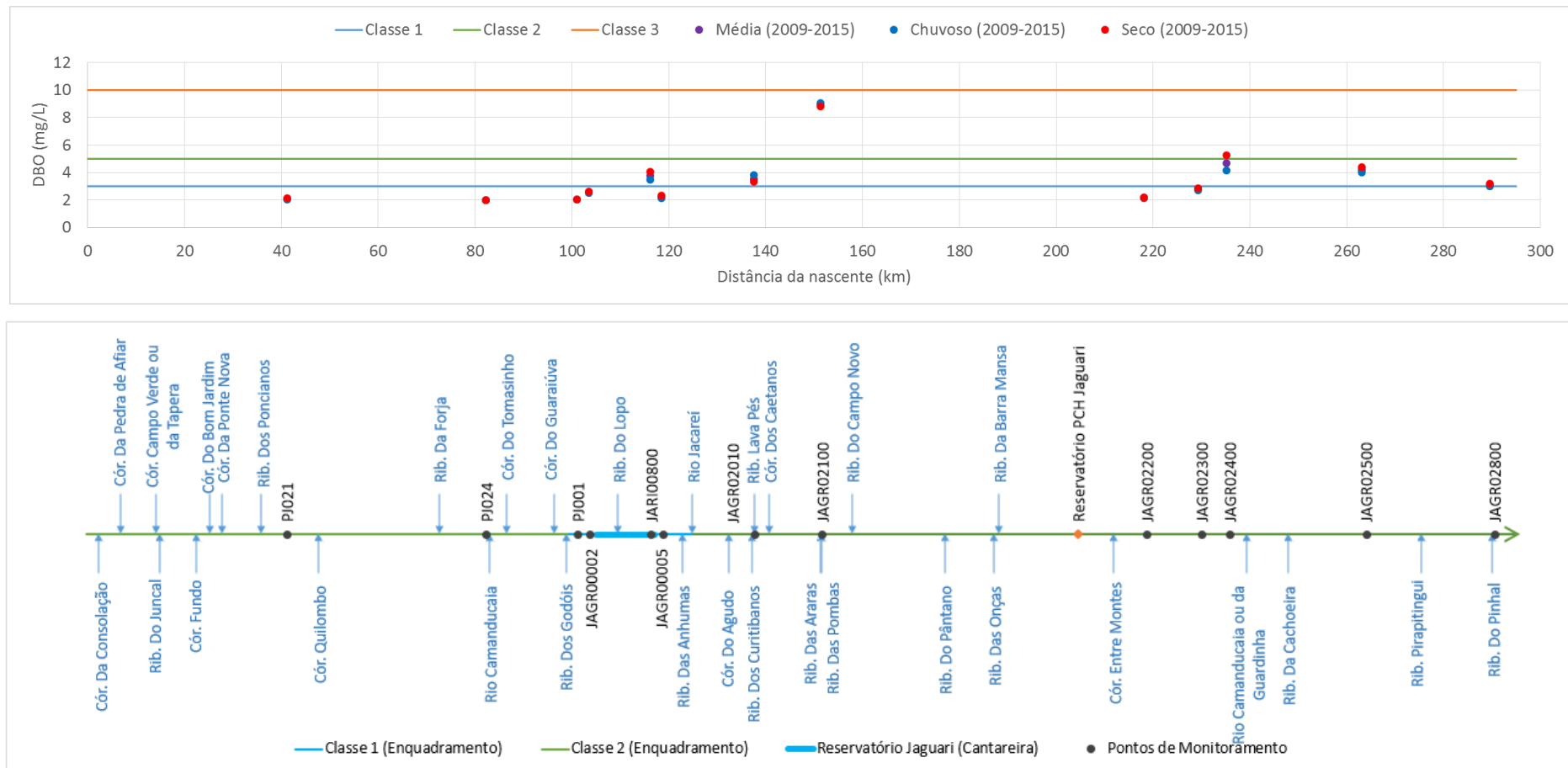


Figura 8.49 – Média das concentrações de Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO) entre 2009 e 2015 ao longo do percurso do Rio Jaguari.

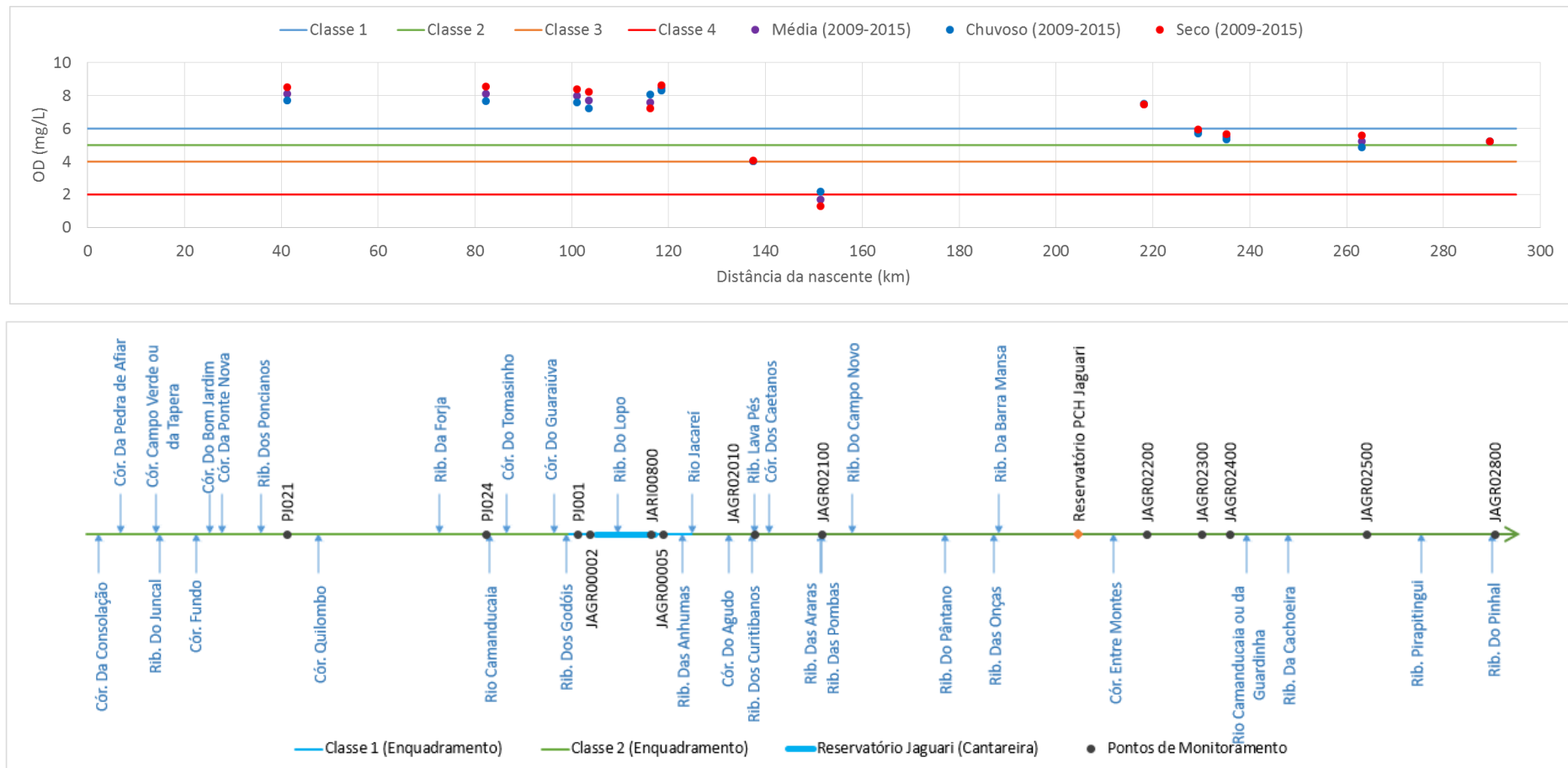


Figura 8.50 – Média das concentrações de Oxigênio Dissolvido (OD) entre 2009 e 2015 ao longo do percurso do Rio Jaguari.

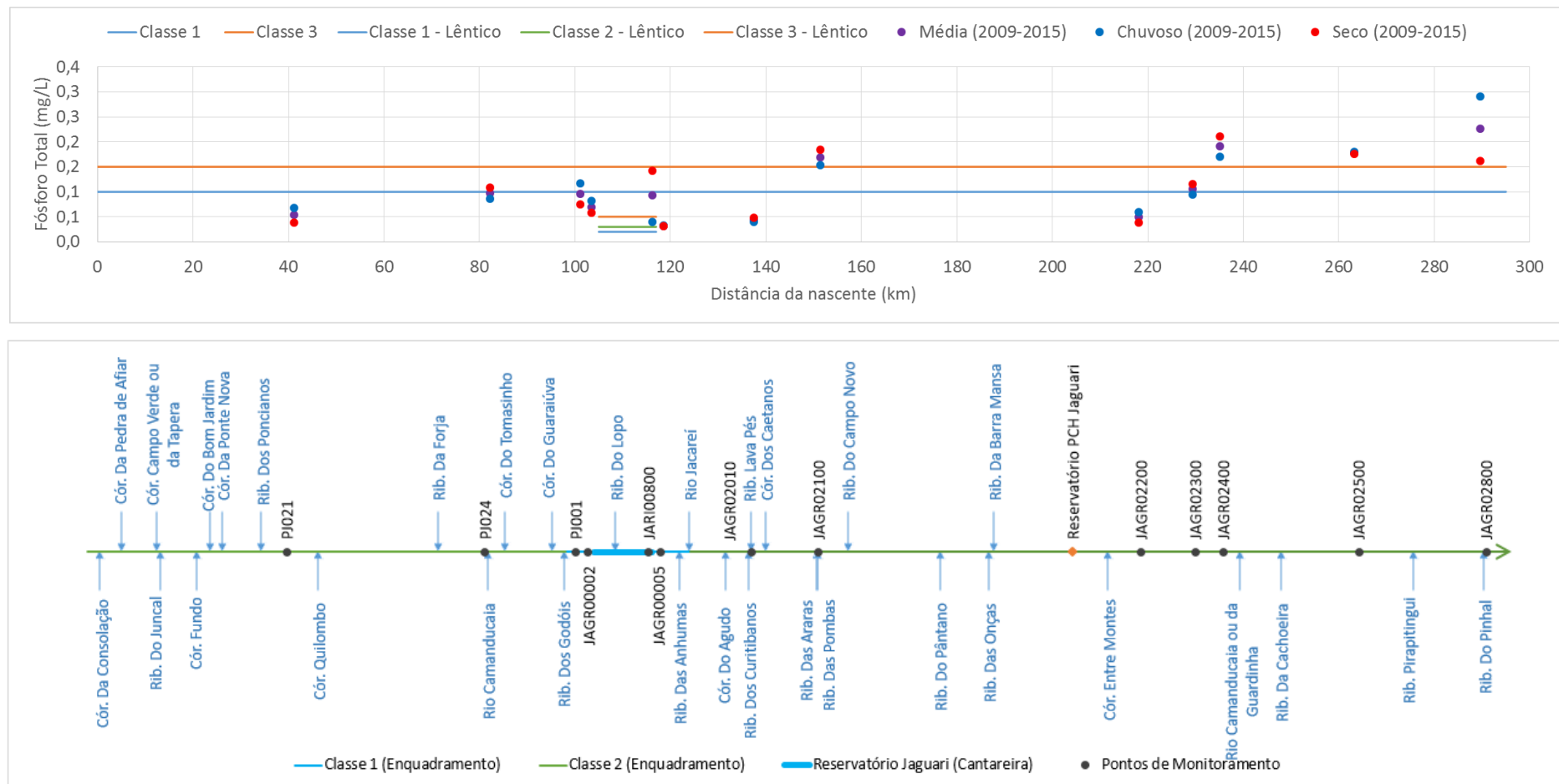


Figura 8.51 – Média das concentrações de Fósforo total entre 2009 e 2015 ao longo do percurso do Rio Jaguari.

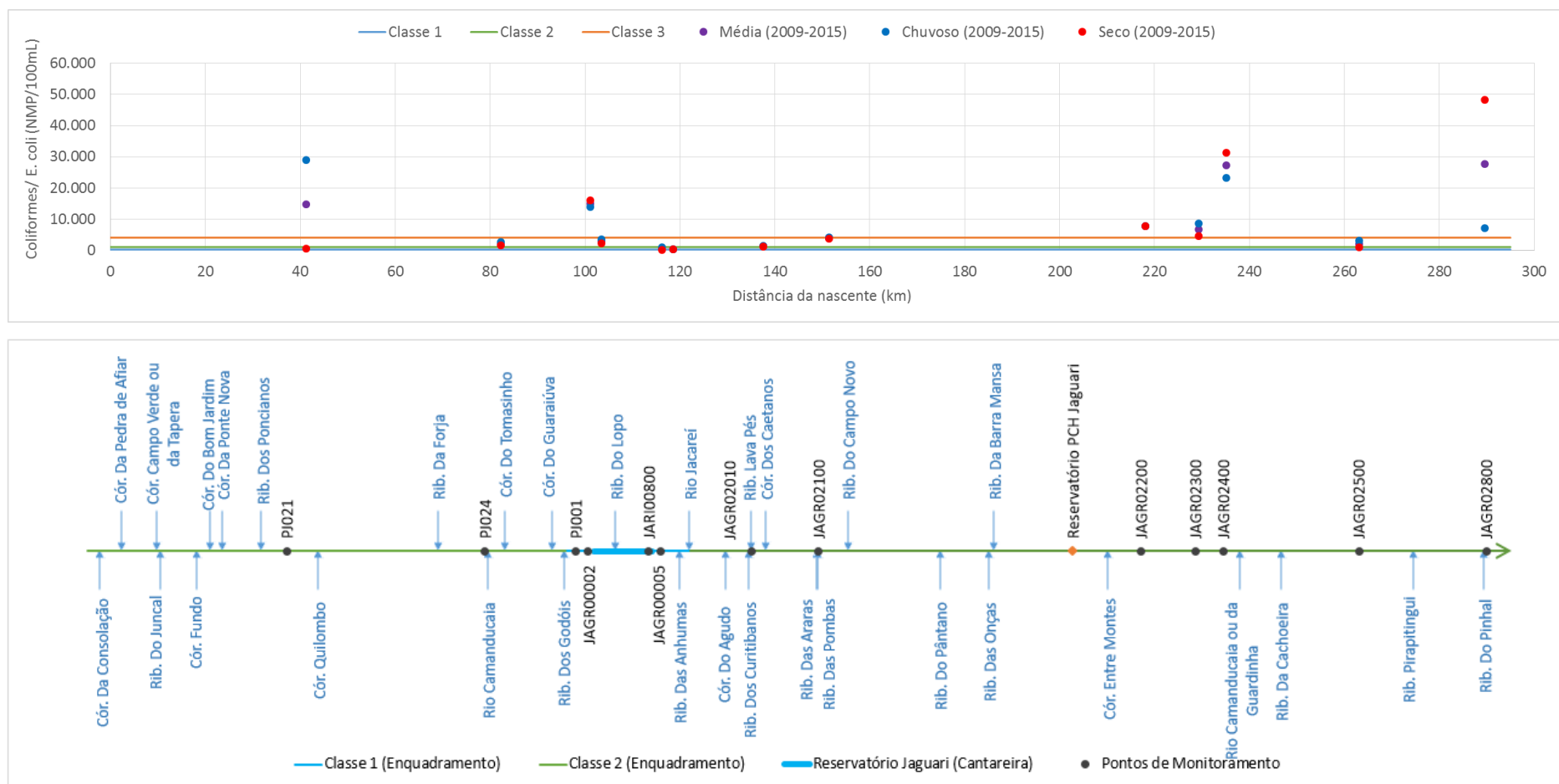
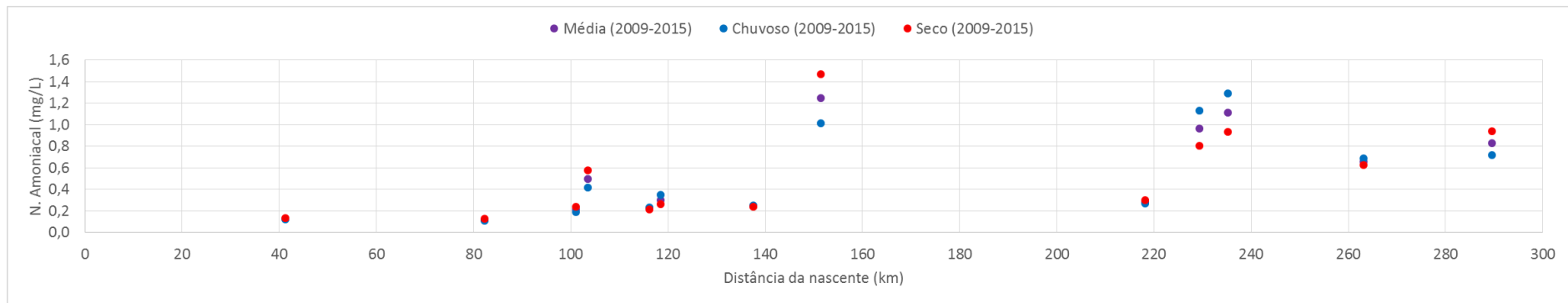


Figura 8.52 – Média das concentrações de Coliformes termotolerantes/*E.Coli* entre 2009 e 2015 ao longo do percurso do Rio Jaguari.



Obs.: Devido a classificação do Nitrogênio Amônia ser função do pH, as classes não foram apresentadas no gráfico.

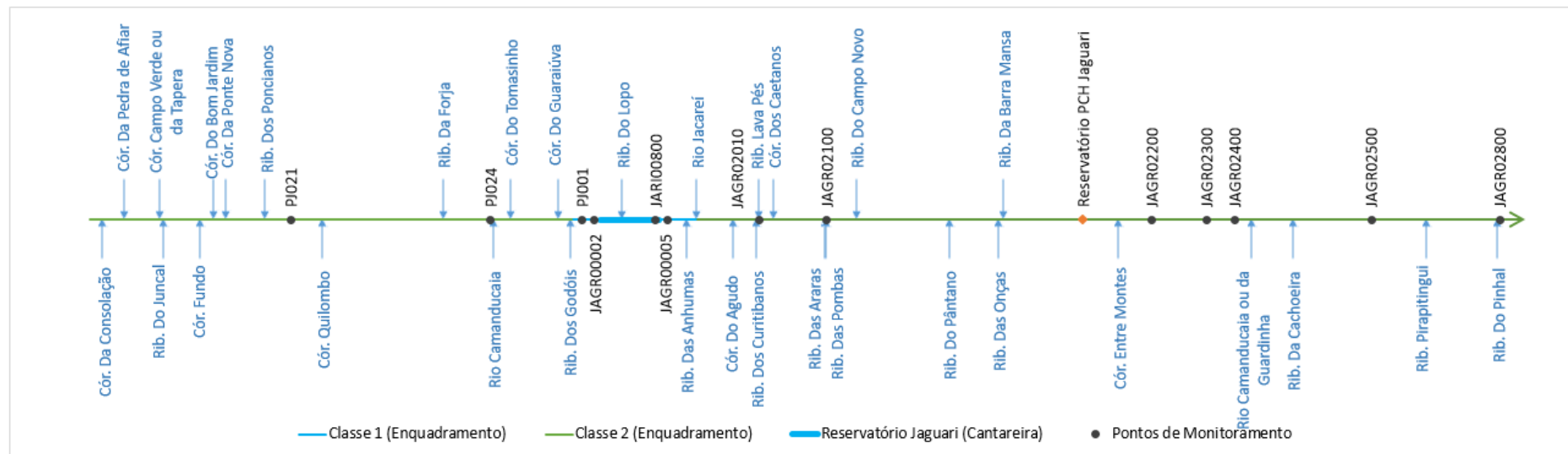


Figura 8.53 – Média das concentrações de Nitrogênio amônia entre 2009 e 2015 ao longo do percurso do Rio Jaguari.

8.1.2.1.7 Sub-bacia do Rio Camanducaia

Na sub-bacia do Rio Camanducaia, somente o Rio Camanducaia é monitorado, pela CETESB e pelo IGAM, sendo este rio pertencente aos estados de São Paulo e Minas Gerais. Como pode ser observado no Mapa 8.8. Esta sub-bacia não concentra grandes manchas urbanas, sendo a população total inserida nela de, aproximadamente, 134 mil habitantes. Os municípios com maior população inserida nesta sub-bacia são Amparo, Jaguariúna e Pinhalzinho, sendo os dois últimos com população inferior a 20 mil habitantes. Em termos dos índices de tratamento de esgoto, nota-se que na região das cabeceiras, os índices de tratamento são bastante baixos, sendo na zona 5, de 31%, na faixa Ruim, de acordo com os critérios de CRHi (2016). Já na zona 6, o índice sobe para 57%, sendo considerado Regular.

Analisando o universo das amostras de qualidade da água desse rio no período entre 2009 e 2015 (Figura 8.54) em termos de classes equivalentes da Resolução CONAMA nº 357/2005, observa-se que o parâmetro Coliformes Termotolerantes se destaca por apresentar os piores resultados, sendo que está em 60% das amostras em Classe 4. O Fósforo total encontra-se em, aproximadamente, 35% na classe 4. Em relação aos parâmetros DBO e OD, nota-se que 60 e 85% das amostras, respectivamente, estão na classe 1, e menos de 5% na classe 4. Como observado nas outras sub-bacias, o nitrogênio amoniacal apresenta bons resultados, sendo classificado em mais de 90% na classe 1.

A Figura 8.55 apresenta o percentual de amostras em cada classe, para os parâmetros analisados, considerando os períodos secos e chuvosos das Bacias PCJ. Os resultados mostram que durante o período de chuvoso, os coliformes termotolerantes apresentam piora, sendo estes, relacionados às cargas difusas. Para os parâmetros DBO e fósforo, nota-se piora no período seco, evidenciando a maior influência das cargas pontuais no período seco.

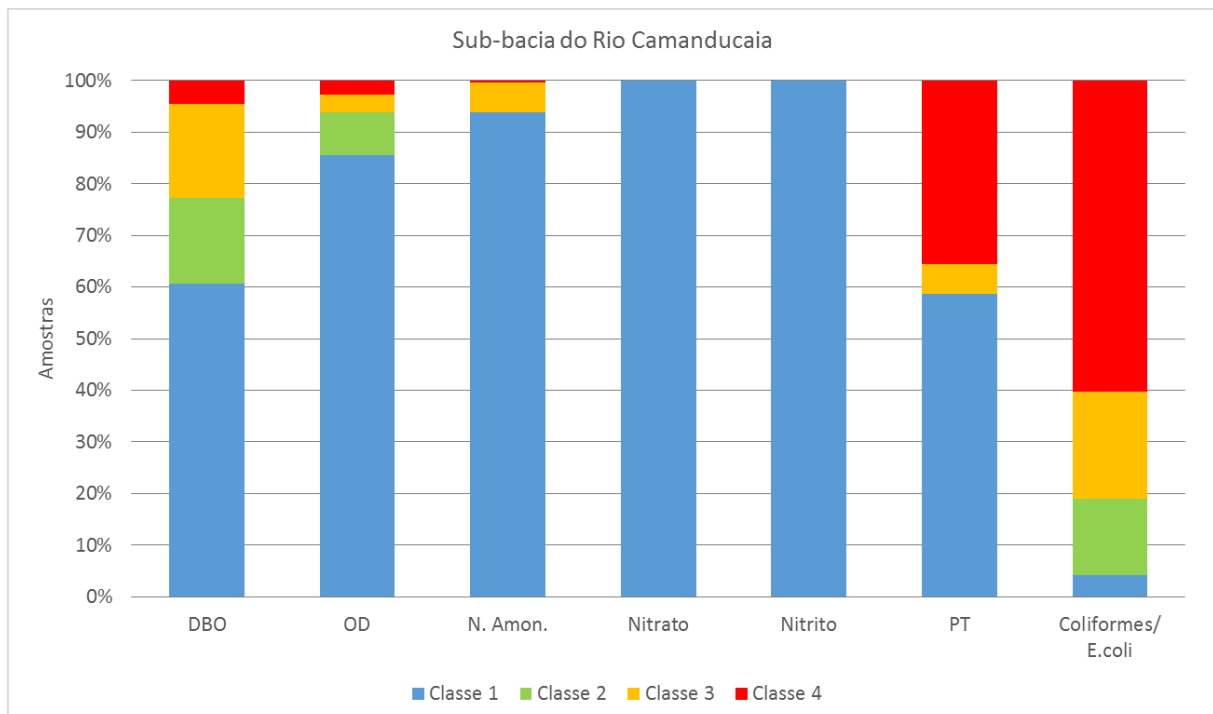
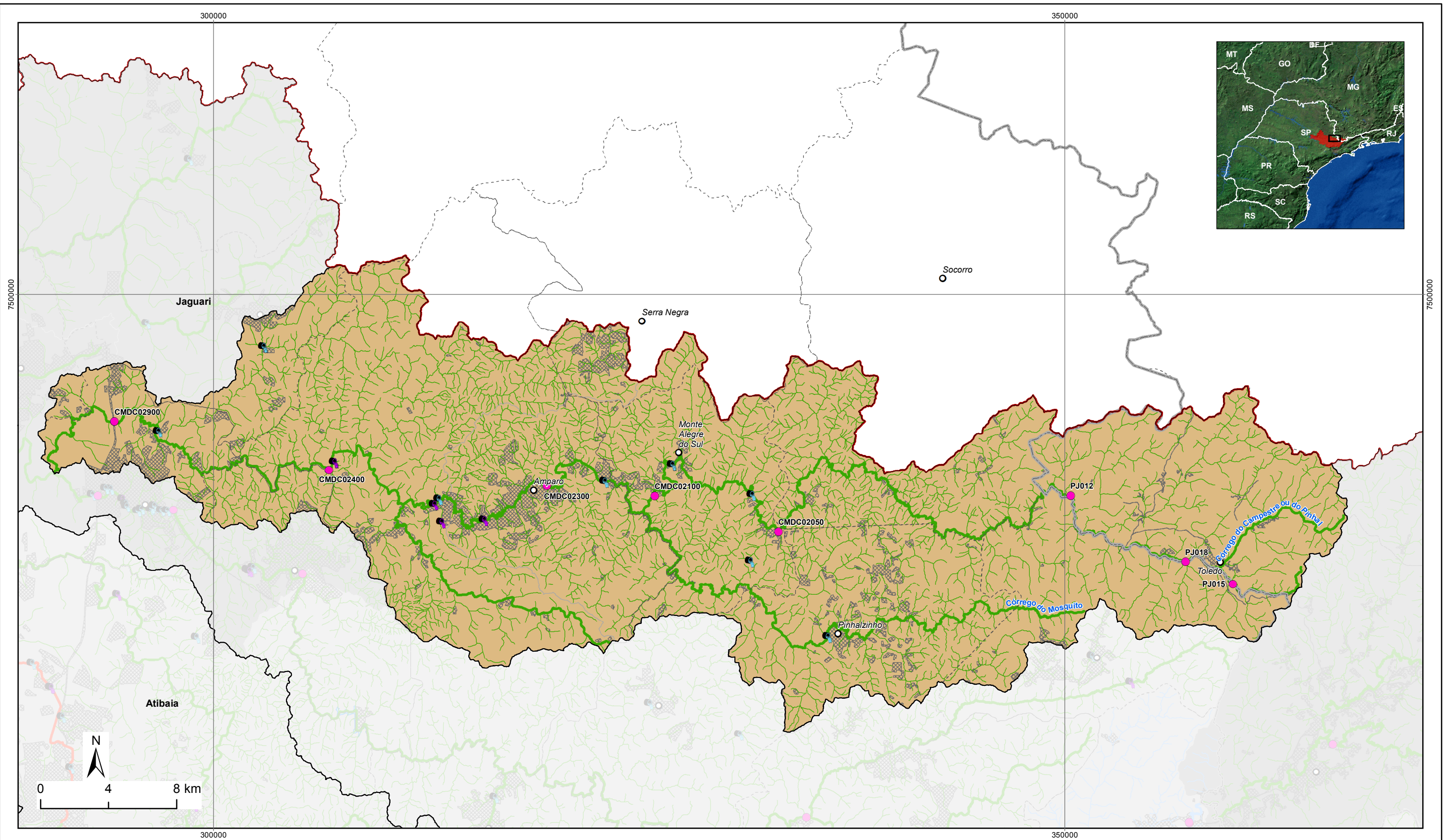


Figura 8.54 – Amostras da sub-bacia do Rio Camanducaia, em termos de classe equivalente da Resolução CONAMA nº 357/2005.



LEGENDA

- | | |
|--------------------------------------|--|
| ○ Sede municipal | ▨ Área urbanizada |
| ● Monitoramento da Qualidade da Água | ⬮ Limite PCJ |
| Lançamentos | ⬮ Sub-bacia |
| ● Esgotamento sanitário | ⬮ Limite Municipal |
| ● Industrial | ⬮ Limite Estadual |
| Classe de enquadramento | Proporção do efluente doméstico tratado em relação ao gerado por zona |
| ● 2 | ■ ≥ 50% - < 90%: Regular |
| ● Represas | |



**DIAGNÓSTICO
PRIMEIRA REVISÃO DO PLANO DAS BACIAS HIDROGRÁFICAS
DOS RIOS PIRACICABA, CAPIVARI E JUNDIAÍ 2010 A 2020**



Sistema de Coordenadas UTM
Datum SIRGAS2000
Zona 23S
Escala: 1:220.000

Mapa 8.8– Pontos de monitoramento situados na Sub-bacia do Rio Camanduacaia

Fonte de dados:
 - Sede municipal: IBGE, 2010
 - Limite municipal e estadual: IBGE, 2010
 - Hidrografia: ANA, 2013
 - Limite da bacia: Adaptado de ANA, 2013
 - Limite sub-bacia: Adaptado de ANA, 2013
 - Pontos de lançamento: Agência, 2016
 - Pontos de monitoramento da qualidade da água: CETESB, 2015 (SAM, 2015)
 - Índice de tratamento de esgoto: CETESB, 2016
 - Enquadramento: Adaptado de CETESB, 2017

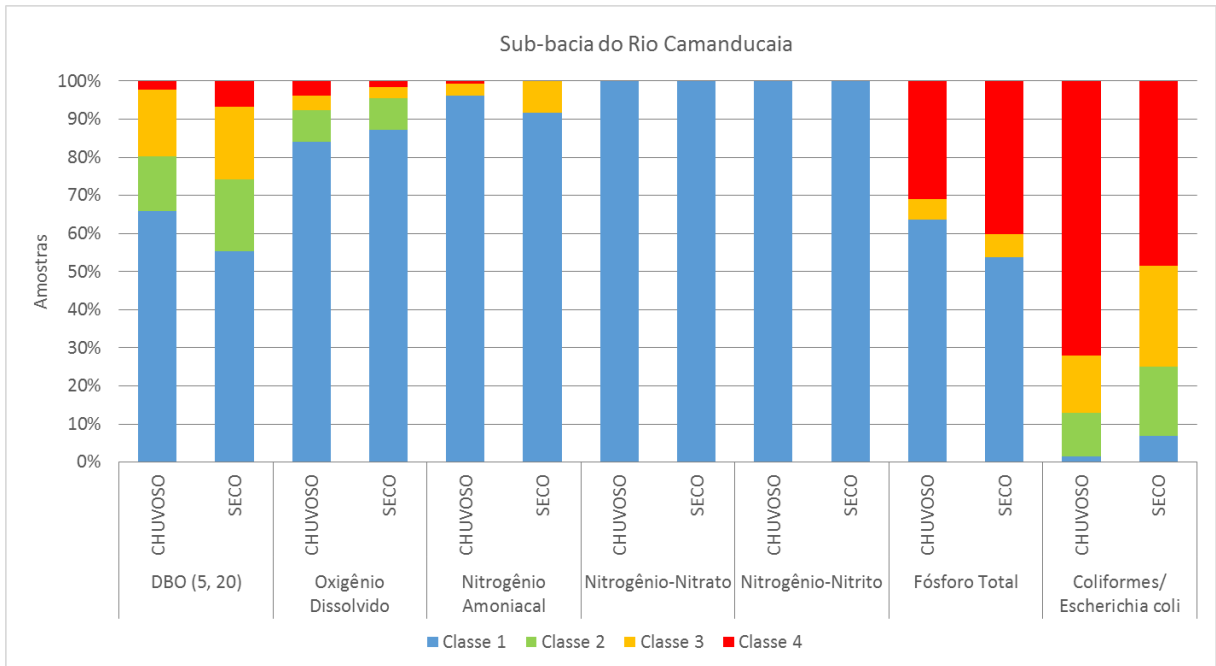


Figura 8.55 – Amostras da sub-bacia do Rio Camanducaia, em termos de classe equivalente da Resolução CONAMA nº 357/2005, considerando a sazonalidade.

A Figura 8.56 apresenta a evolução temporal dos parâmetros Coliformes Termotolerantes, Fósforo Total, DBO, OD e Nitrogênio Amoniacal entre 2009 e 2015. Nota-se que há tendência de melhora, sendo que o pior ano foi 2014, evidenciando o impacto da forte estiagem ocorrida. Destaca-se que o parâmetro coliformes termotolerantes no referido ano apresentou melhores resultados. Para o fósforo nota-se que a melhora é mais pronunciada, passando de 90% das amostras em classe 4, no ano de 2009, chegando a 40%, em 2015.

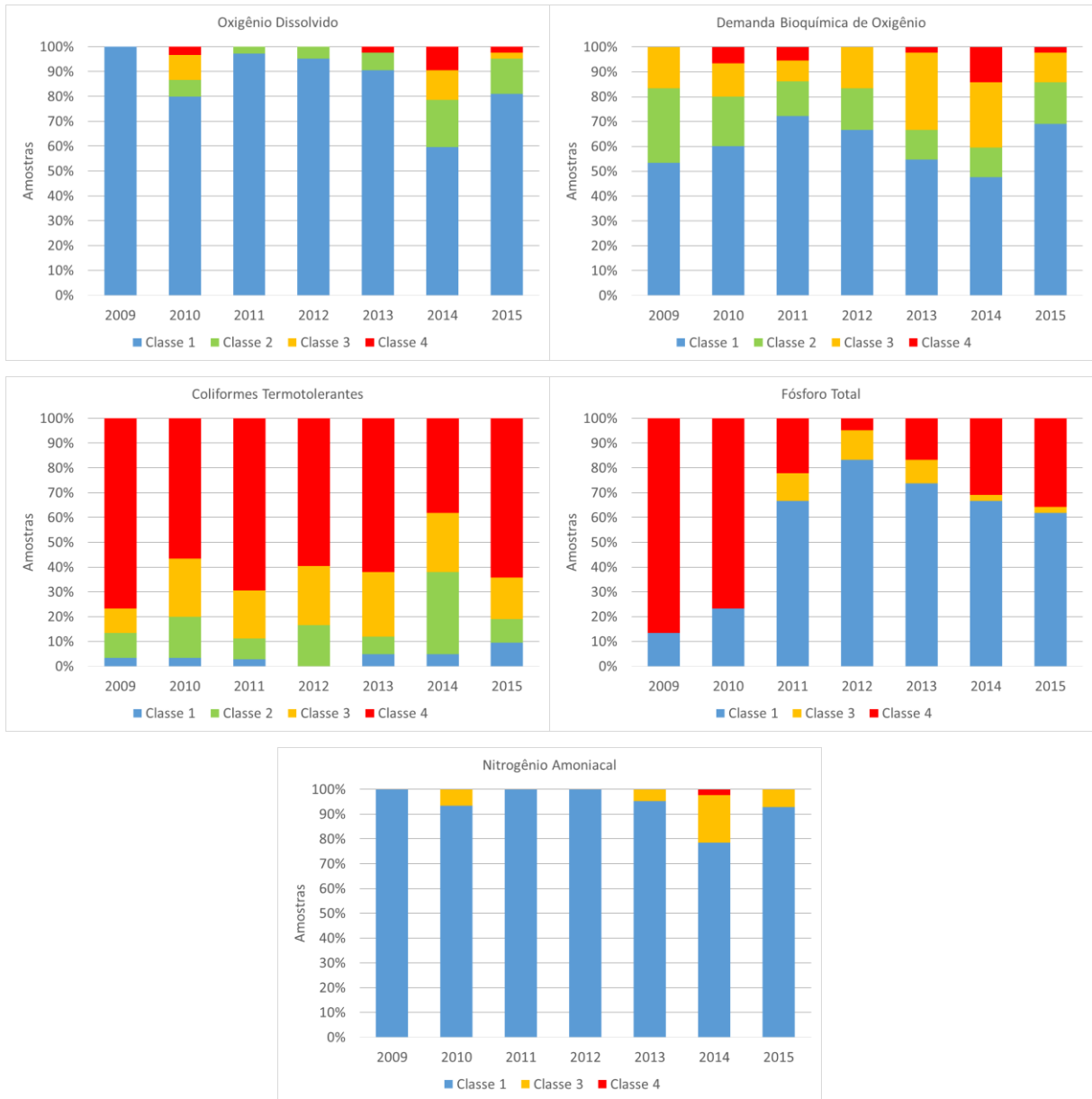


Figura 8.56 – Evolução temporal das amostras de qualidade da água da bacia do Rio Camanducaia, em termos de classe equivalente da Resolução CONAMA nº 357/2005.

A Figura 8.57 mostra o percentual de amostras dos parâmetros analisados, que violaram a classe de Enquadramento do rio onde o ponto de monitoramento está localizado, entre 2009 e 2015. Os maiores percentuais de violação na sub-bacia do Rio Camanducaia estão associados às variáveis Coliformes Termotolerantes e Fósforo. Para o primeiro, o percentual de violação é de, aproximadamente, 80%, e para o segundo, em torno de 40%. Para os parâmetros DBO, OD e Nitrogênio amoniacal, o percentual de violação varia em torno de 20% para o DBO, e aproximadamente, 5% para o OD e Nitrogênio Amoniacal.

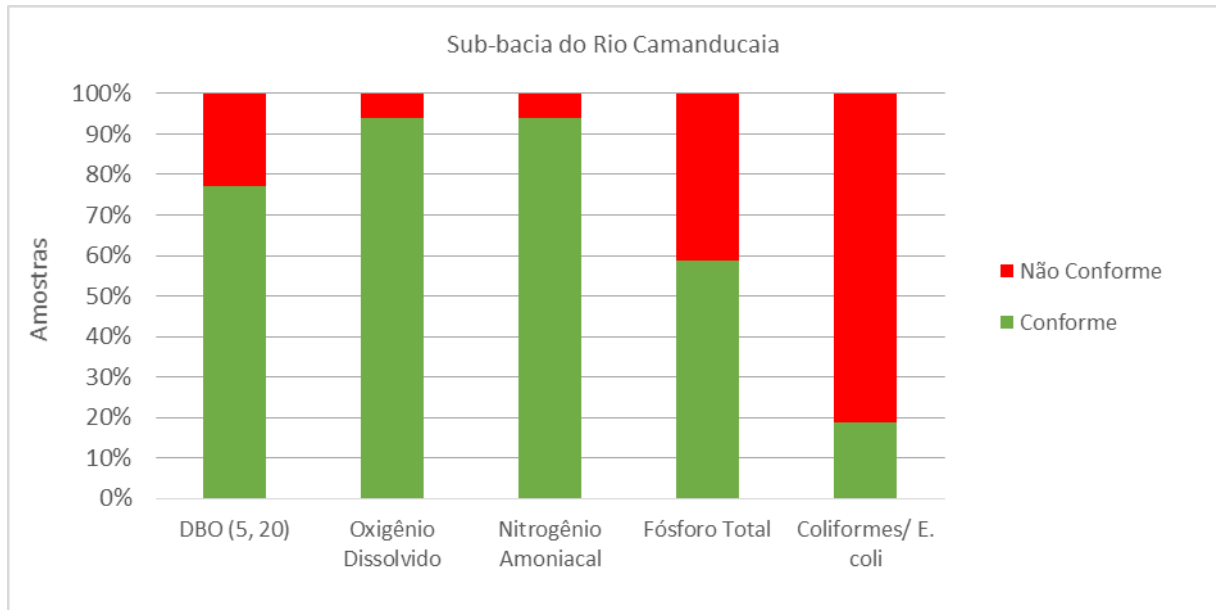


Figura 8.57 - Percentual de violação ao Enquadramento na bacia do Rio Camanducaia.

A Figura 8.58 apresenta as amostras de cada ponto da sub-bacia do Rio Camanducaia, de montante para jusante, ao longo dos sete anos de monitoramento, evidenciando os pontos mais críticos. Da Figura 8.59 até a Figura 8.63 é apresentado o perfil da qualidade da água do Rio Camanducaia, por parâmetro, considerando a média das concentrações dos parâmetros, sendo contemplado ainda o entendimento das contribuições dos principais afluentes ao rio principal.

A partir dos resultados ilustrados, nota-se que a sub-bacia apresenta melhores resultados na cabeceira do Rio Camanducaia (da Guardinha), podendo ser observados impactos dos lançamentos de efluentes nos corpos hídricos da região. De montante para jusante, pode ser observada boa qualidade da água, considerando os parâmetros DBO e OD, até o ponto CMDC02100, a jusante do Município de Monte Alegre do Sul, sendo que a partir daquele ponto a concentração média da DBO é equivalente à classe 3, sendo os pontos CMDC02300 e CMDC02400, em Amparo e CMDC02900, em Jaguariúna.

Dentre os pontos localizados na porção mineira das Bacias PCJ, nota-se que o ponto PJ018, a jusante da área urbanizada do município de Toledo, apresenta a pior qualidade da água, sendo refletido no parâmetro DBO (20%, classe 4 e 20%, classe 3), e concentração média na classe 3. Considerando o parâmetro Coliformes termotolerantes, nota-se que este é o ponto com piores resultados, sendo em mais de 90% das amostras, na classe 4, e de acordo com as concentrações médias, apresenta as maiores médias dentre os pontos analisados nesta sub-bacia.

Ainda em termos de coliformes termotolerantes, nota-se que as concentrações são bastante elevadas, sendo o Rio Camanducaia bastante impactado pelos lançamentos de esgotos domésticos ao longo do seu percurso, com maiores concentrações nos pontos PJ018, CMDC02100 até o ponto CMDC02400.

Destaca-se que os municípios desta sub-bacia possuem índices de coleta bastante elevados, no entanto, os índices de tratamento são baixos, variando de zero a 57%.

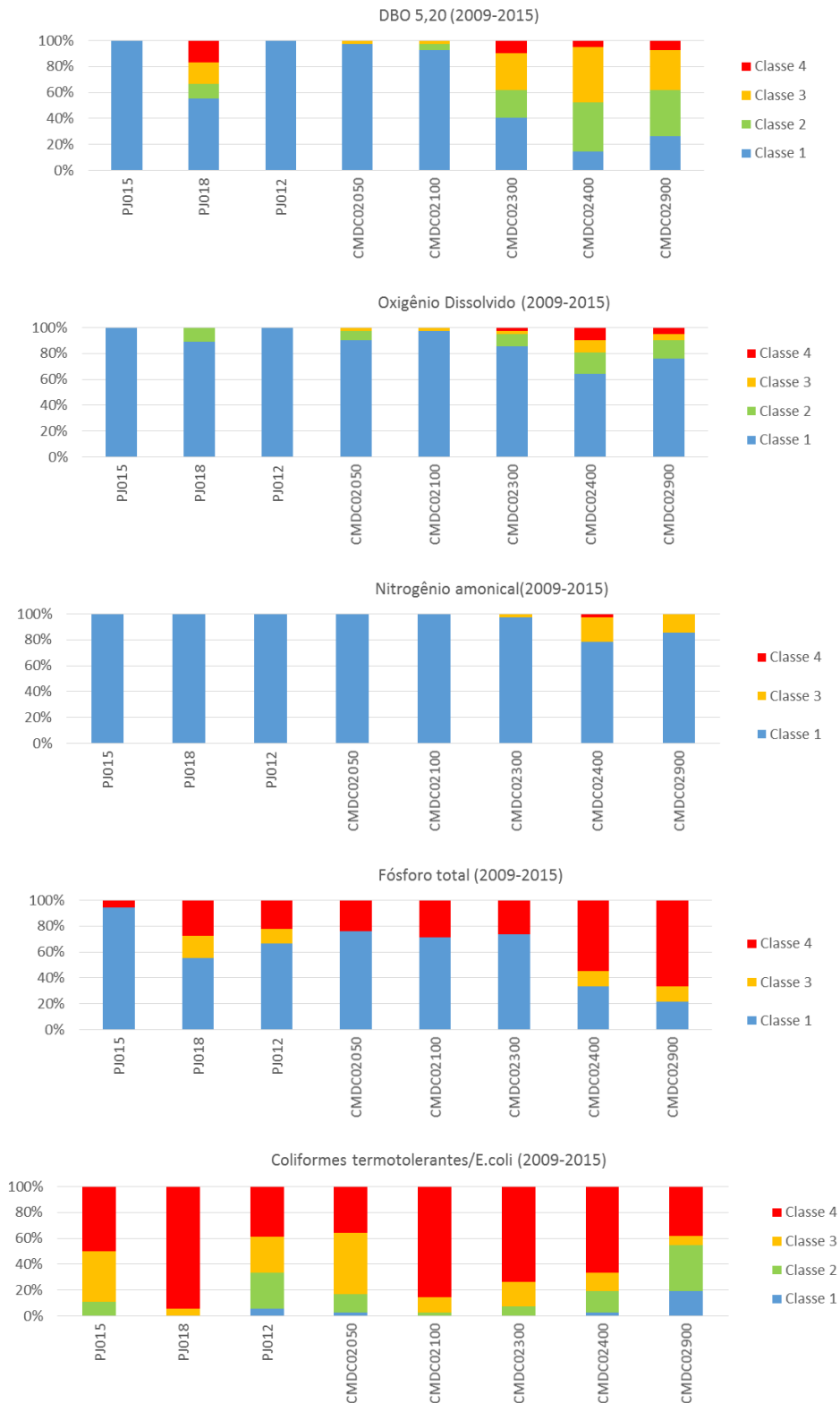


Figura 8.58 – Amostras de cada ponto de monitoramento da sub-bacia do Rio Camanduaia, em termos de classe equivalente da Resolução CONAMA n° 357/2005.

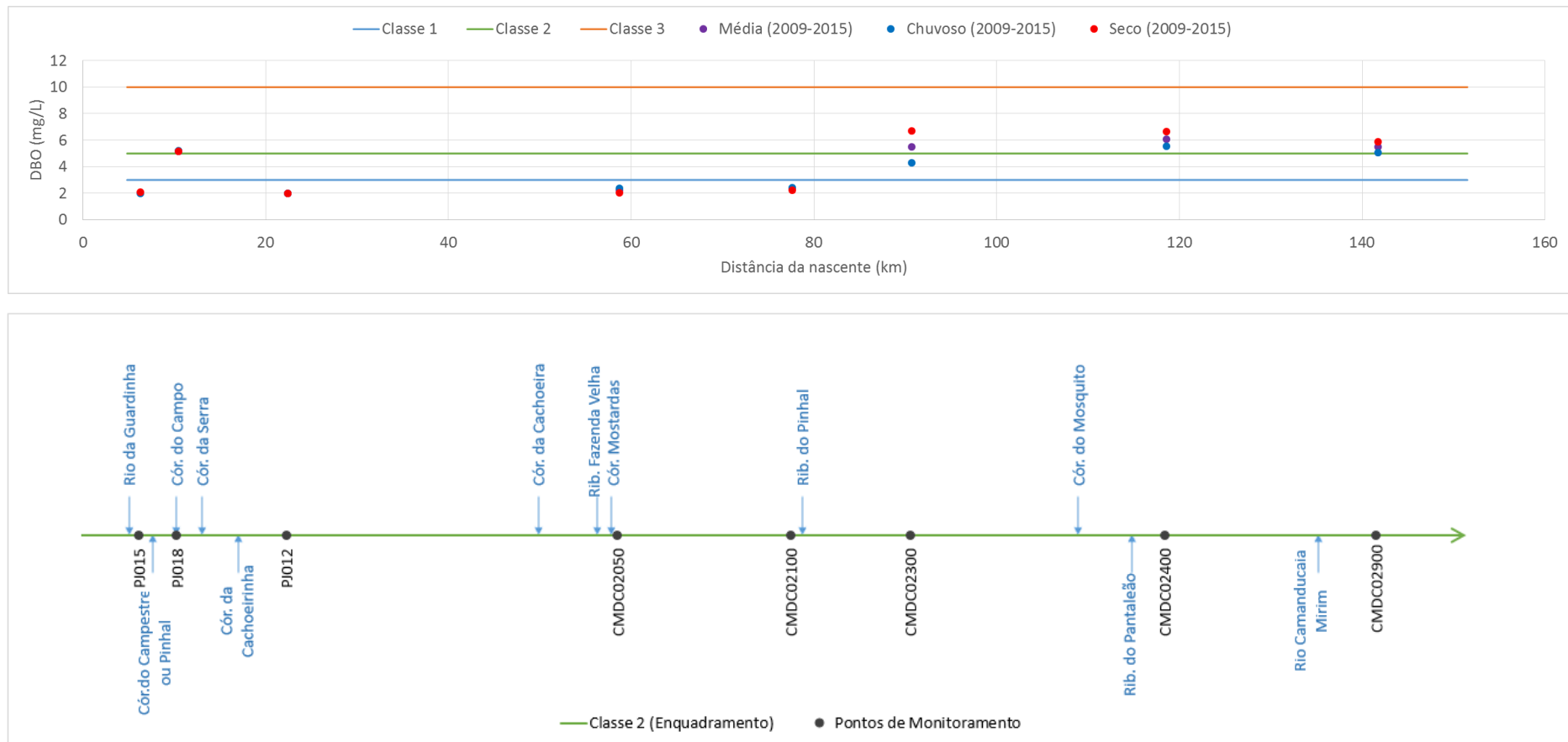


Figura 8.59 – Média das concentrações de Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO) entre 2009 e 2015 ao longo do percurso do Rio Camanducaia.

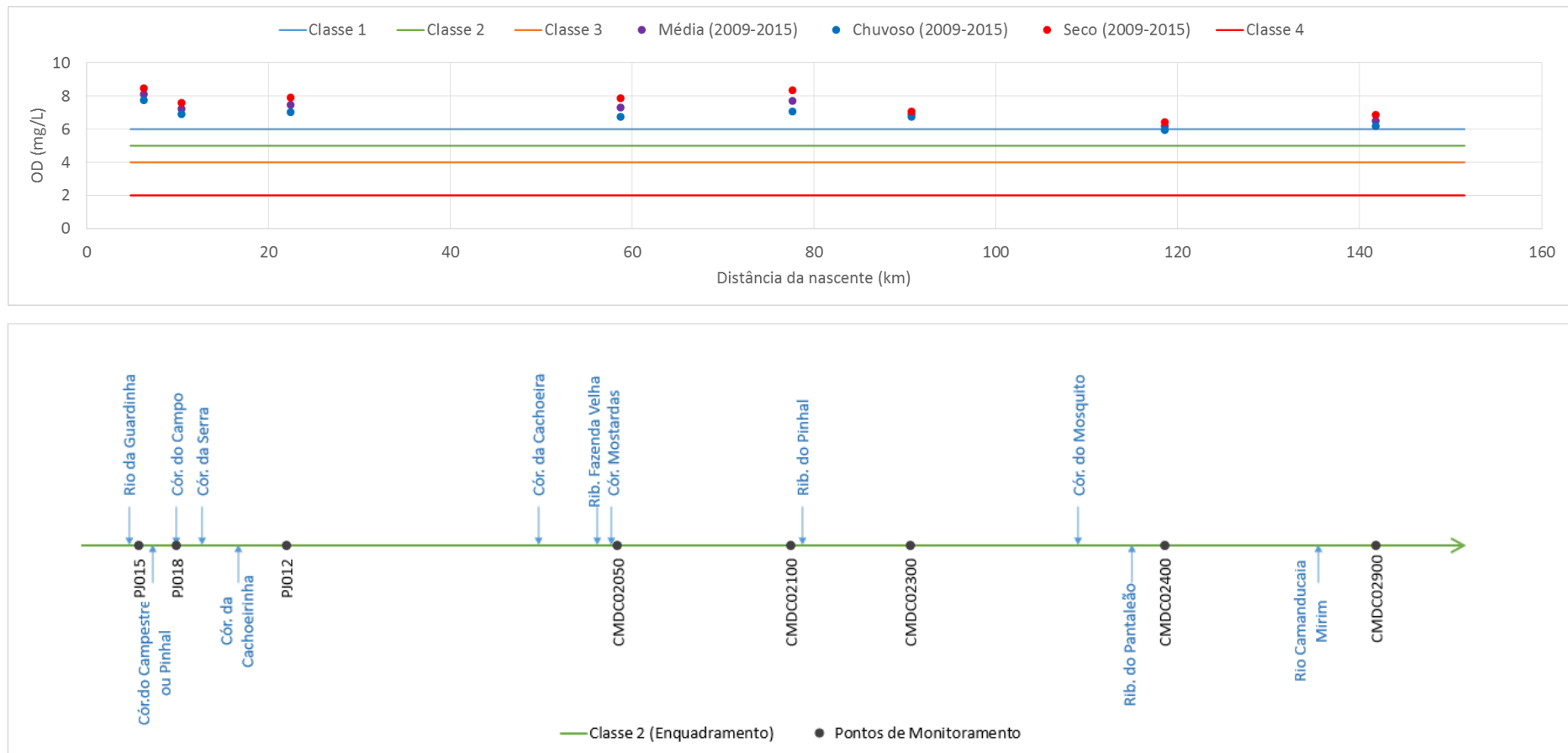


Figura 8.60 – Média das concentrações de Oxigênio Dissolvido (OD) entre 2009 e 2015 ao longo do percurso do Rio Camanducaia.

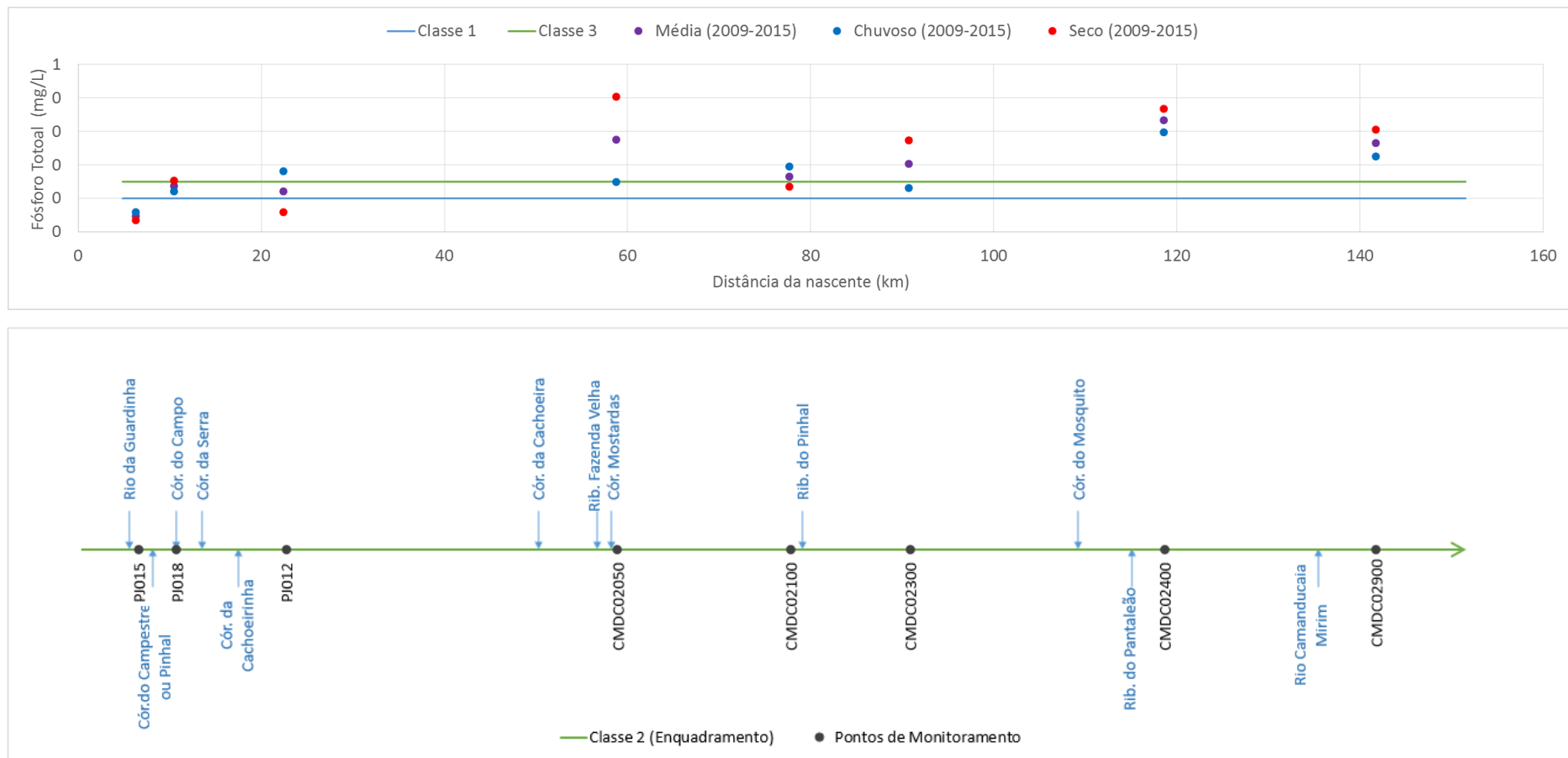


Figura 8.61 – Média das concentrações de Fósforo total entre 2009 e 2015 ao longo do percurso do Rio Camanducaia.

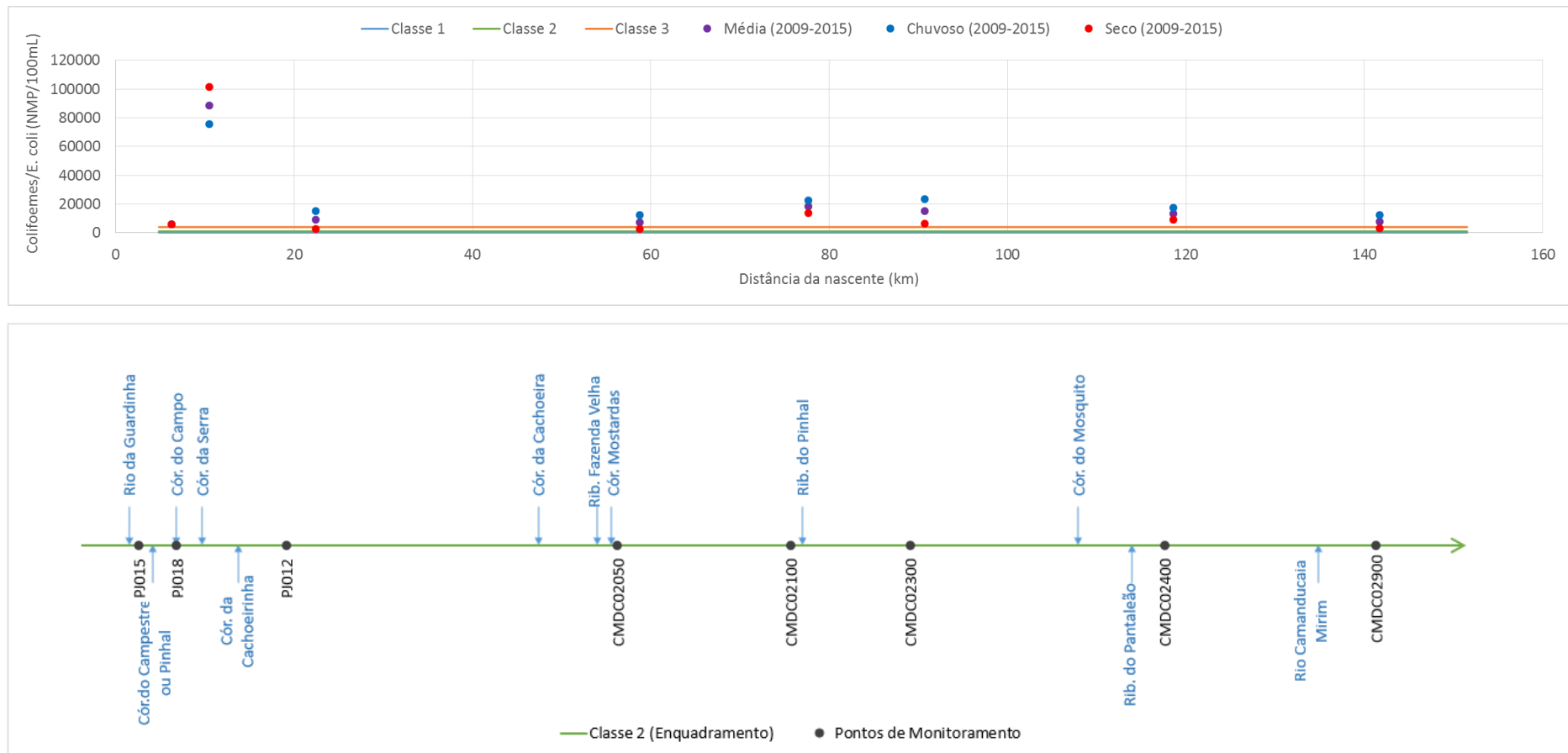
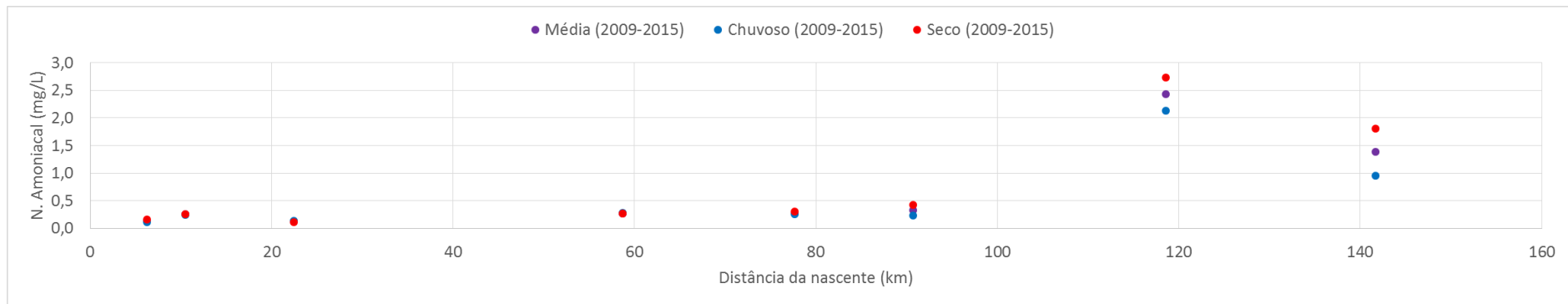


Figura 8.62 – Média das concentrações de Coliformes termotolerantes/*E.Coli* entre 2009 e 2015 ao longo do percurso do Rio Camanducaia.



Obs.: Devido a classificação do Nitrogênio Amoniacal ser função do pH, as classes não foram apresentadas no gráfico.

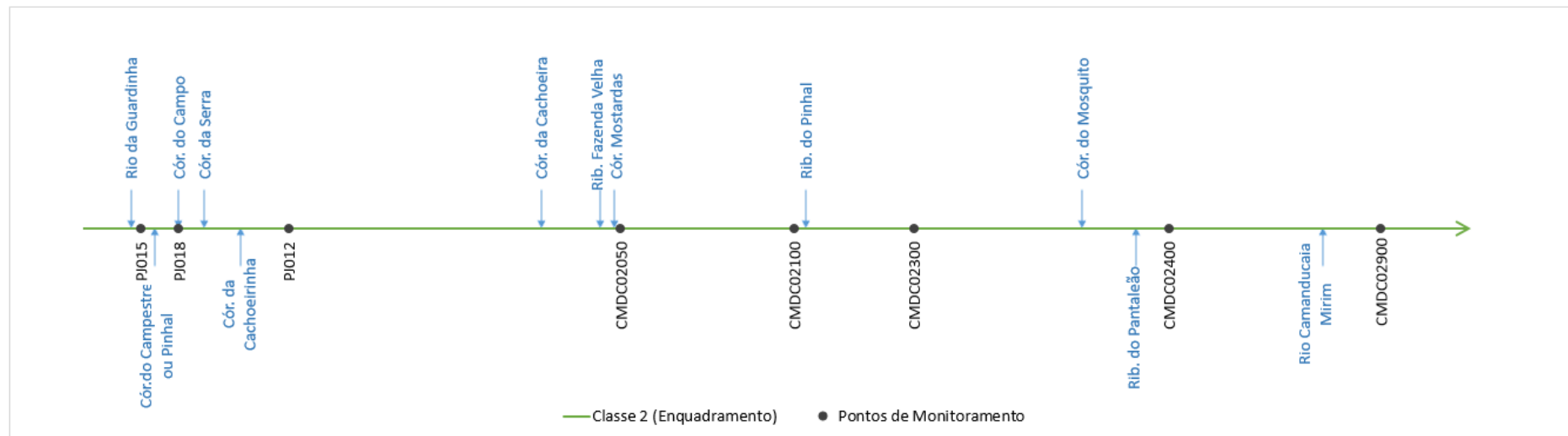


Figura 8.63 – Média das concentrações de Nitrogênio amoniacal entre 2009 e 2015 ao longo do percurso do Rio Camanducaia.

8.1.2.1.8 Sub-bacia do Rio Corumbataí

Na sub-bacia do Rio Corumbataí são monitorados além do Rio Corumbataí, o Córrego Santa Gertrudes e o Rio Claro. Como pode ser observado no Mapa 8.9, tais corpos hídricos atravessam os municípios de Analândia, que fica na região das cabeceiras, Corumbataí, Rio Claro e Santa Gertrudes. O município de Ipeúna se localiza na margem direita do Rio Corumbataí, sendo drenada pelo Rio Passa Cinco, que não é monitorado. Nesta sub-bacia estão concentradas 281 mil habitantes, sendo que o município mais populoso é Rio Claro, que representa 70% da população total da sub-bacia. Nele ainda se encontra parte da população de Piracicaba e Charqueada. Nota-se que a maior parte dos lançamentos de efluentes domésticos, tratados ou não, está concentrada nas imediações do município de Rio Claro. Os índices de tratamento de efluentes nas zonas estão na classe Regular, a montante, sendo que a jusante, próximo a foz, o índice de tratamento é classificado como Bom.

Analisando o universo das amostras de qualidade da água desse rio no período entre 2009 e 2015 (Figura 8.64) em termos de classes equivalentes da Resolução CONAMA nº 357/2005, observa-se que os parâmetros Coliformes Termotolerantes e Fósforo Total se destacam por apresentar os piores resultados, sendo estes estão com 45% das amostras em Classe 4, e, no caso do coliformes, encontra-se em torno de 20% na classe 3. Em relação aos parâmetros DBO e OD, nota-se que estes estão em 60% das amostras na classe 1, entre 10 e 15% na classe 3, e menos de 10% na classe 4. Como observado nas outras sub-bacias, o nitrogênio amoniacal apresenta bons resultados, sendo classificado em mais de 90% na classe 1, e em torno de 5%, na classe 3.

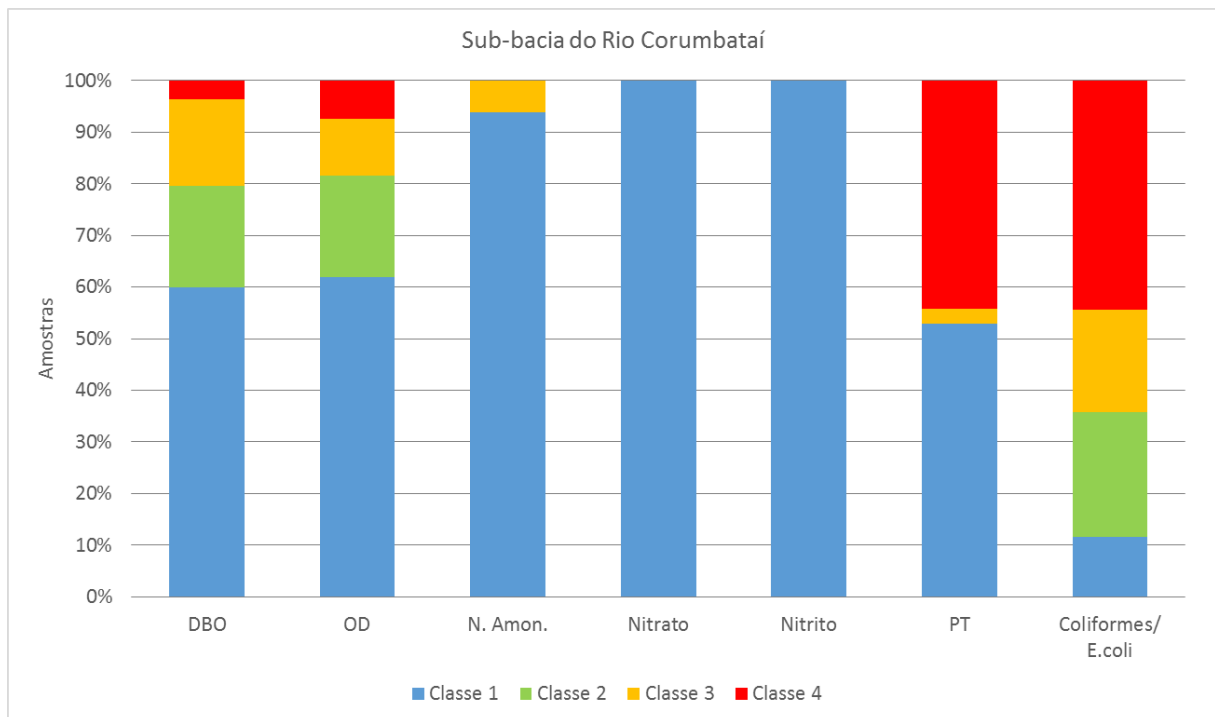
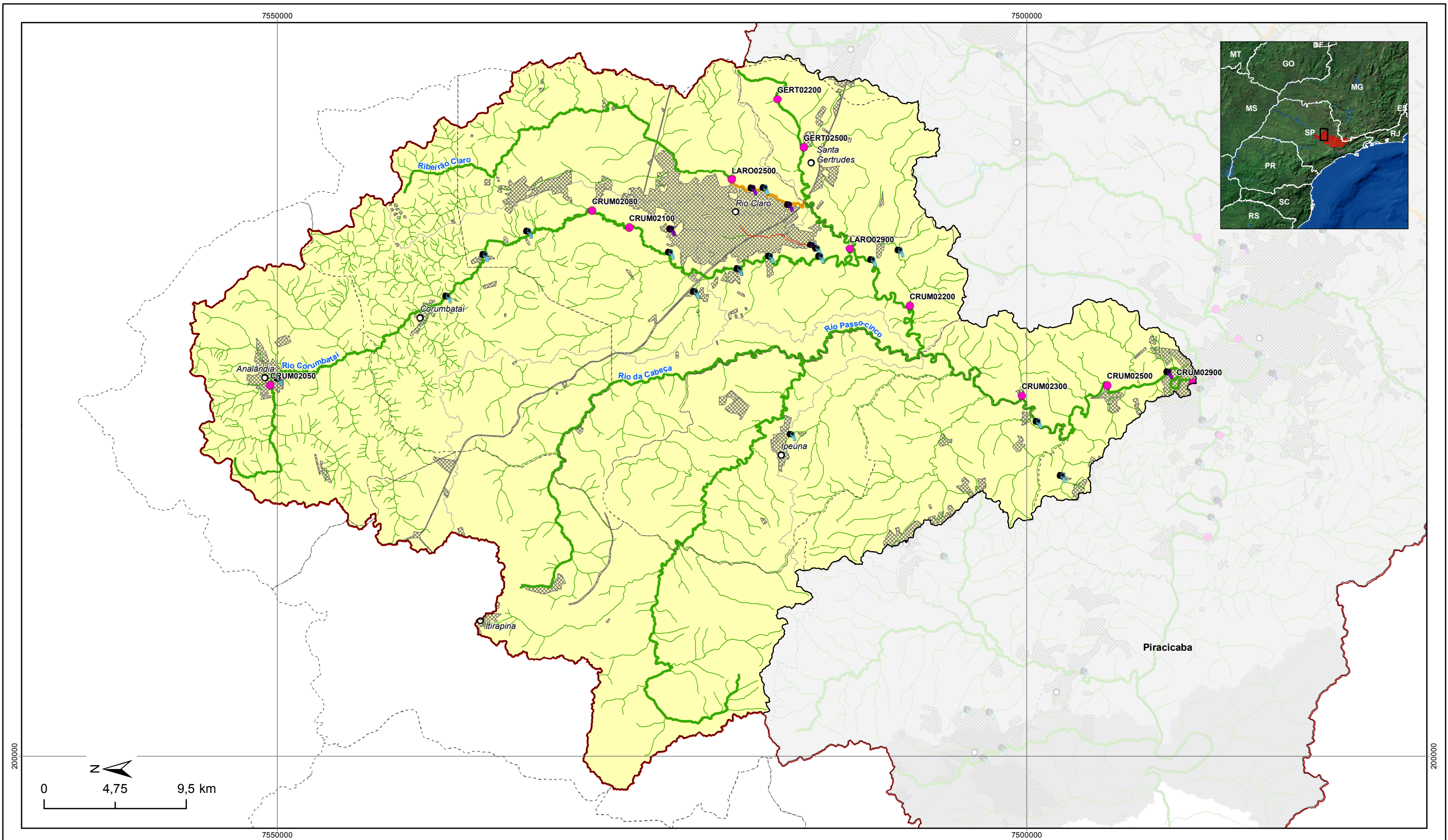


Figura 8.64 – Amostras da sub-bacia do Rio Corumbataí, em termos de classe equivalente da Resolução CONAMA nº 357/2005.

A Figura 8.65 apresenta o percentual de amostras em cada classe, para os parâmetros analisados, considerando os períodos secos e chuvosos das Bacias PCJ. Os resultados mostram que durante o período de chuvoso, os coliformes termotolerantes e o OD, apresentam piora. Para os demais parâmetros, não são observadas grandes diferenças.



LEGENDA

- Sede municipal
- Monitoramento da Qualidade da Água
- Lançamentos**
- Esgotamento sanitário
- Industrial
- Represas
- Área urbanizada
- Sub-bacia
- Limite PCJ
- Limite Municipal
- Limite Estadual
- Classe de enquadramento**
- 2
- 3
- 4
- Proporção do efluente doméstico tratado em relação ao gerado por zona**
- ≥ 90%: Bom



**DIAGNÓSTICO
PRIMEIRA REVISÃO DO PLANO DAS BACIAS HIDROGRÁFICAS
DOS RIOS PIRACICABA, CAPIVARI E JUNDIAÍ 2010 A 2020**



Sistema de Coordenadas UTM
Datum SIRGAS2000
Zona 23S
Escala: 1:250.000

Mapa 8.9– Pontos de monitoramento situados na Sub-bacia do Rio Corumbataí

Fonte de dados:
- Sede municipal: IBGE, 2010
- Limite municipal/Estadual: IBGE, 2010
- Hidrografia: ANA, 2013
- Limite da bacia: Adaptado de ANA, 2013
- Limite sub-bacia: Adaptado de ANA, 2013
- Pontos de lançamento: Agência, 2016
- Pontos de monitoramento da qualidade da água: CETESB, 2015/ IGAM, 2015
- Índice de tratamento de esgoto: CRH, 2016

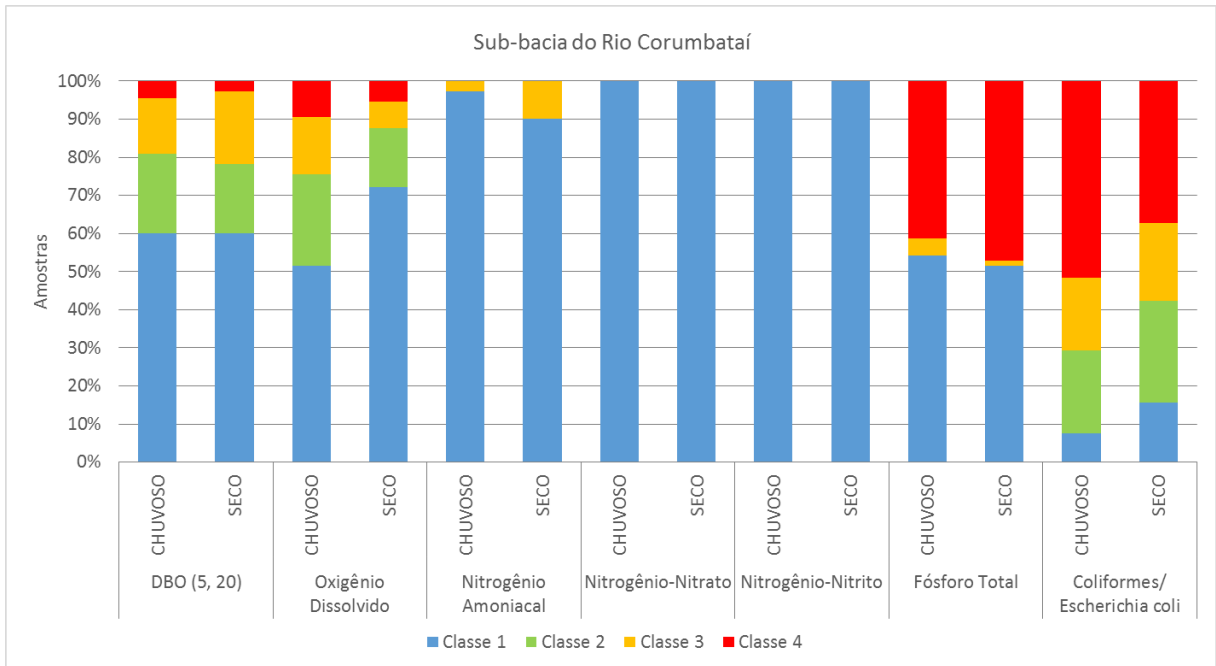


Figura 8.65 – Amostras da sub-bacia do Rio Corumbataí, em termos de classe equivalente da Resolução CONAMA nº 357/2005, considerando a sazonalidade.

A Figura 8.66 apresenta a evolução temporal dos parâmetros Coliformes Termotolerantes, Fósforo Total, DBO, OD e Nitrogênio Amoniacal entre 2009 e 2015. Nota-se que há tendência de melhora para todos os parâmetros, principalmente em relação ao Fósforo Total e ao Oxigênio Dissolvido. Para o Fósforo total a melhora é mais pronunciada, passando de 95% das amostras em classe 4, no ano de 2009, chegando a 30%, em 2015.

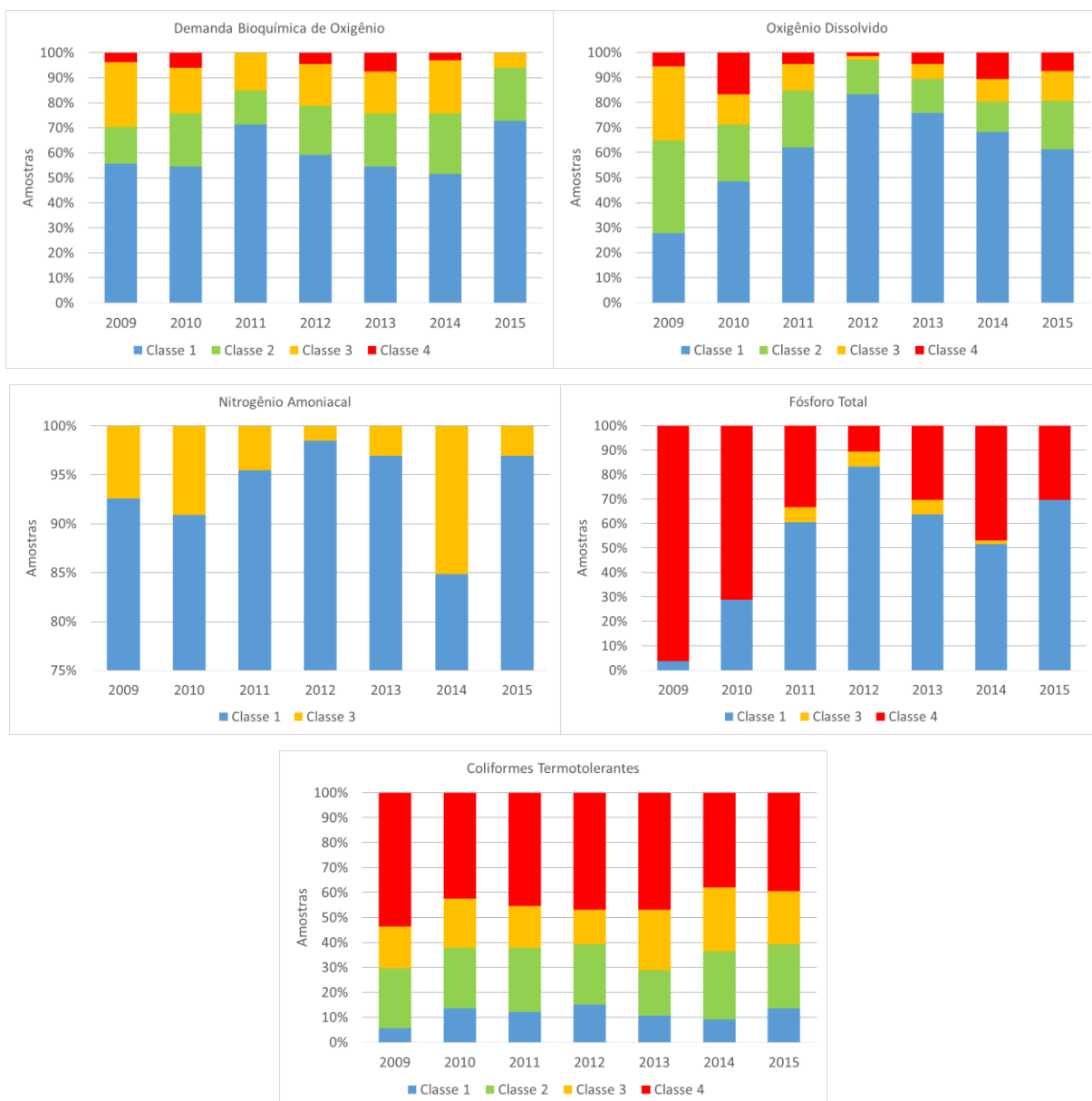


Figura 8.66 – Evolução temporal das amostras de qualidade da água da bacia do Rio Corumbataí, em termos de classe equivalente da Resolução CONAMA nº 357/2005.

A Figura 8.67 mostra o percentual de amostras dos parâmetros analisados, que violaram a classe de Enquadramento do rio onde o ponto de monitoramento está localizado, entre 2009 e 2015. Os maiores percentuais de violação na sub-bacia do Rio Corumbataí estão associados às variáveis Coliformes Termotolerantes e Fósforo. Para o primeiro parâmetro, o percentual de violação é de, aproximadamente, 65%, e para o segundo, em torno de 50%. Para os parâmetros DBO e OD, o percentual de violação é de, aproximadamente, 20%, e para o Nitrogênio Amoniacal, menos de 10% das amostras violaram o Enquadramento.

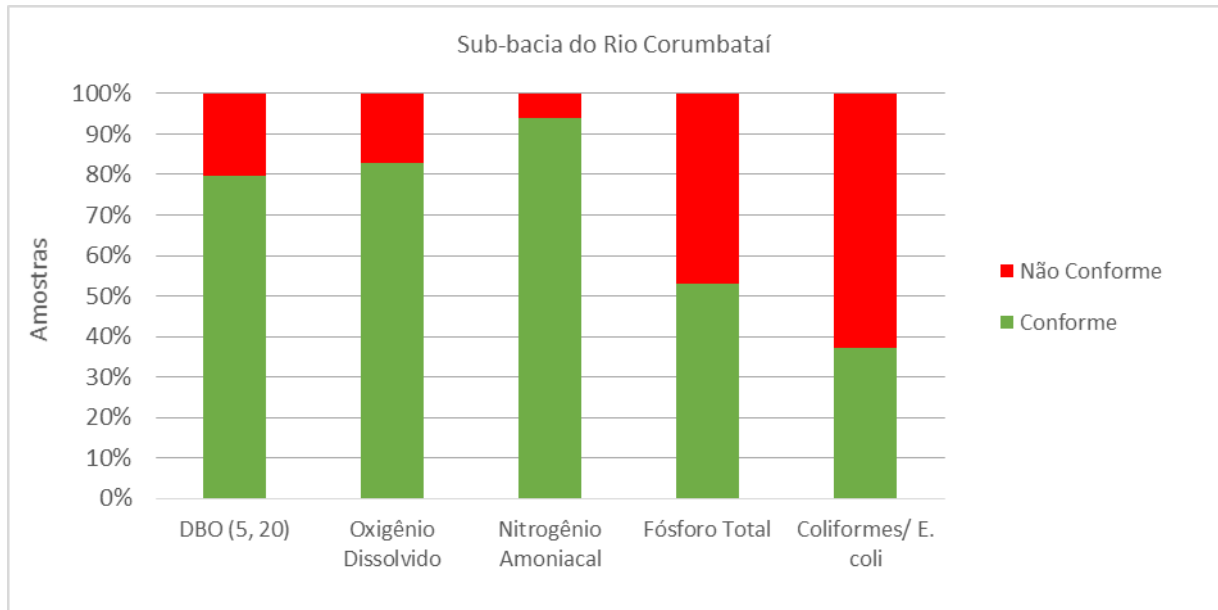


Figura 8.67 - Percentual de violação ao Enquadramento na bacia do Rio Corumbataí.

A Figura 8.68 apresenta as amostras de cada ponto da sub-bacia do Rio Corumbataí, ao longo dos sete anos de monitoramento, evidenciando os pontos mais críticos. Da Figura 8.69 até a Figura 8.73 é apresentado o perfil da qualidade da água do Rio Corumbataí, por parâmetro, considerando a média das concentrações dos parâmetros, sendo contemplado ainda o entendimento das contribuições dos principais afluentes ao rio principal.

A partir dos resultados ilustrados, nota-se que a sub-bacia apresenta melhores resultados na cabeceira do Rio Corumbataí, considerando os parâmetros DBO e OD, nos pontos CRUM02050 (Analândia) até o ponto CRM02100 (a montante dos lançamentos de Rio Claro). A partir desse ponto, pode ser observada piora na qualidade da água, no que se refere a quantidade de oxigênio disponível no corpo hídrico, sendo o pior ponto localizado a jusante do município de Rio Claro e da confluência com o Rio Claro e com o Córrego Santa Gertrudes (CRUM02200). Outro ponto que apresenta em torno de 50% das amostras na classe 3 é o ponto LARO02900, localizado no Rio Claro, próximo da confluência com o Rio Corumbataí, após os lançamentos de Rio Claro e Santa Gertrudes.

Em se tratando dos parâmetros mais problemáticos, coliformes termotolerantes e fósforo total, nota-se que grande parte dos pontos apresenta elevados percentuais de amostras na classe 4, sendo que os pontos supracitados, bem como o ponto CRUM02900, a foz do Rio Corumbataí, apresentam os piores resultados. Para o parâmetro coliformes termotolerantes, os pontos situados no Rio Corumbataí (CRUM02200 e CRUM02900), com mais de 90% das amostras na classe 4, e com concentrações médias que superam, em muito, o limite da classe 3.

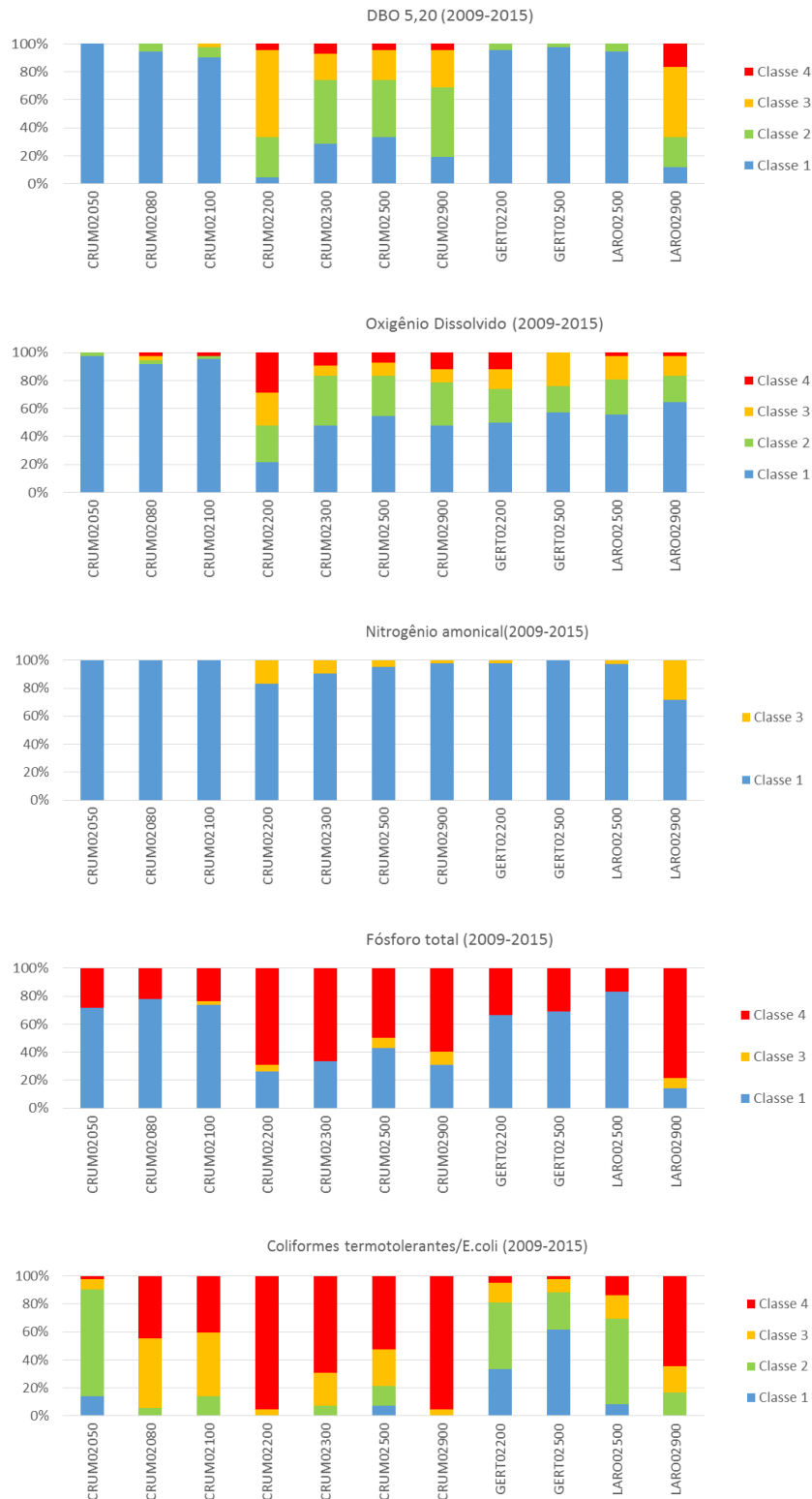


Figura 8.68 – Amostras de cada ponto de monitoramento da sub-bacia do Rio Corumbataí, em termos de classe equivalente da Resolução CONAMA nº 357/2005.

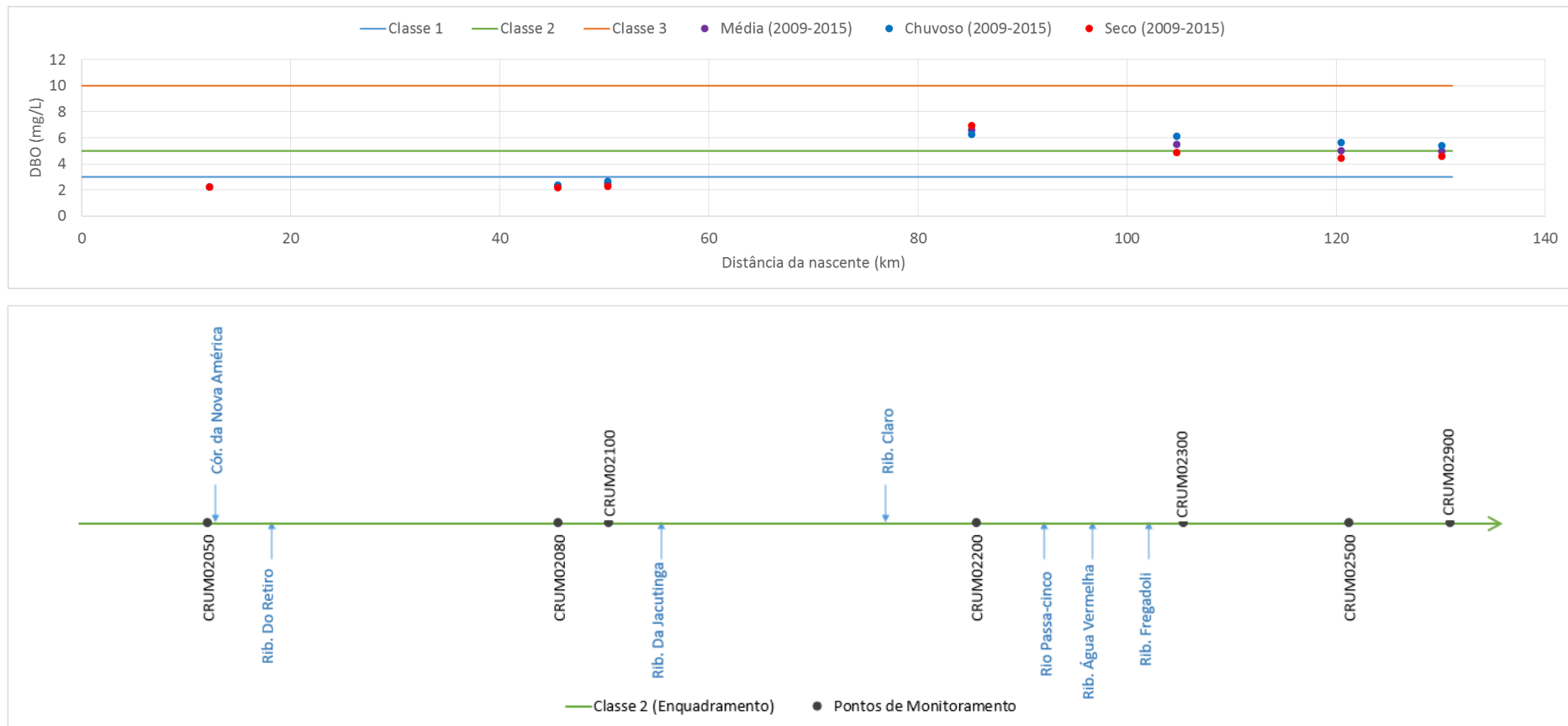


Figura 8.69 – Média das concentrações de Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO) entre 2009 e 2015 ao longo do percurso do Rio Corumbataí

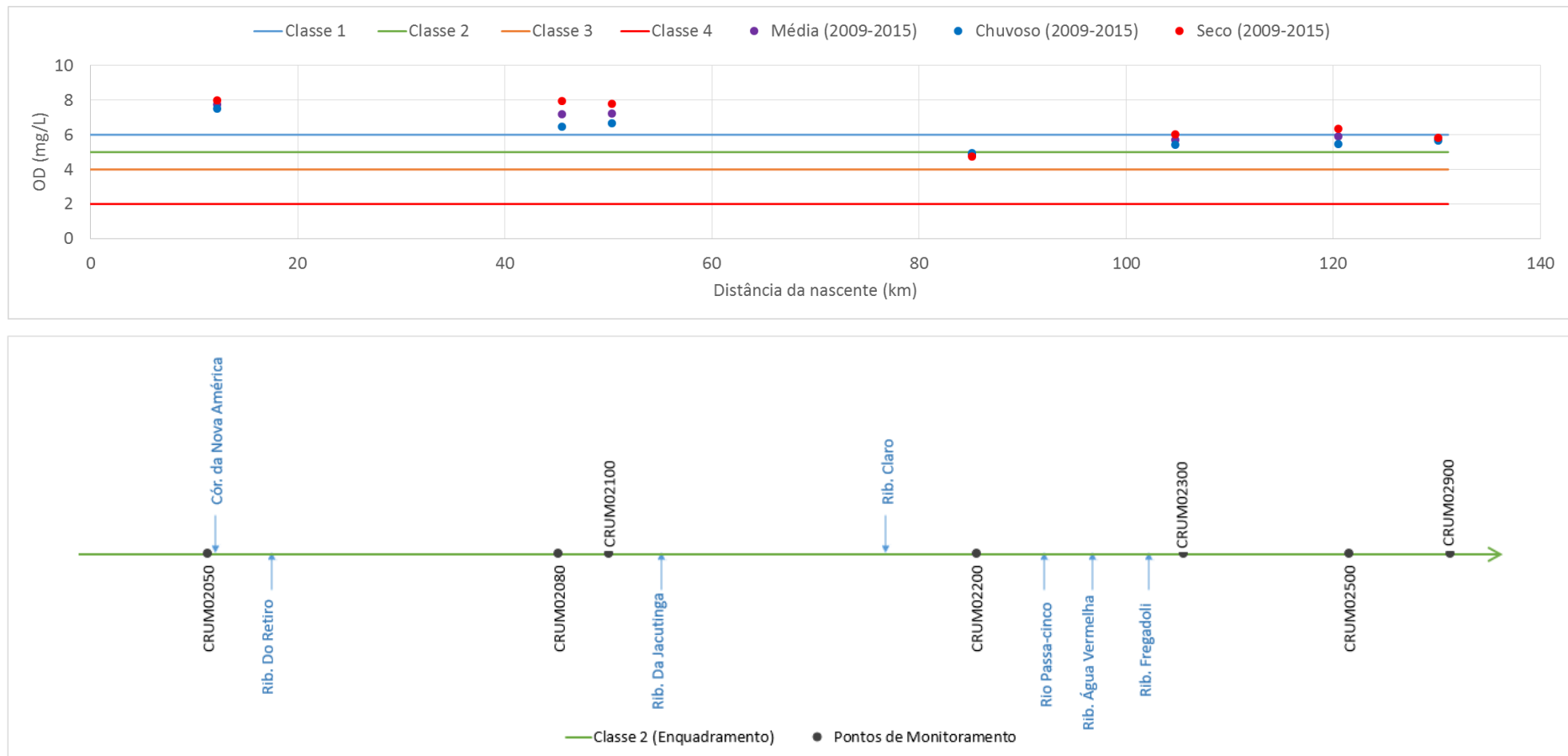


Figura 8.70 – Média das concentrações de Oxigênio Dissolvido (OD) entre 2009 e 2015 ao longo do percurso do Rio Corumbataí

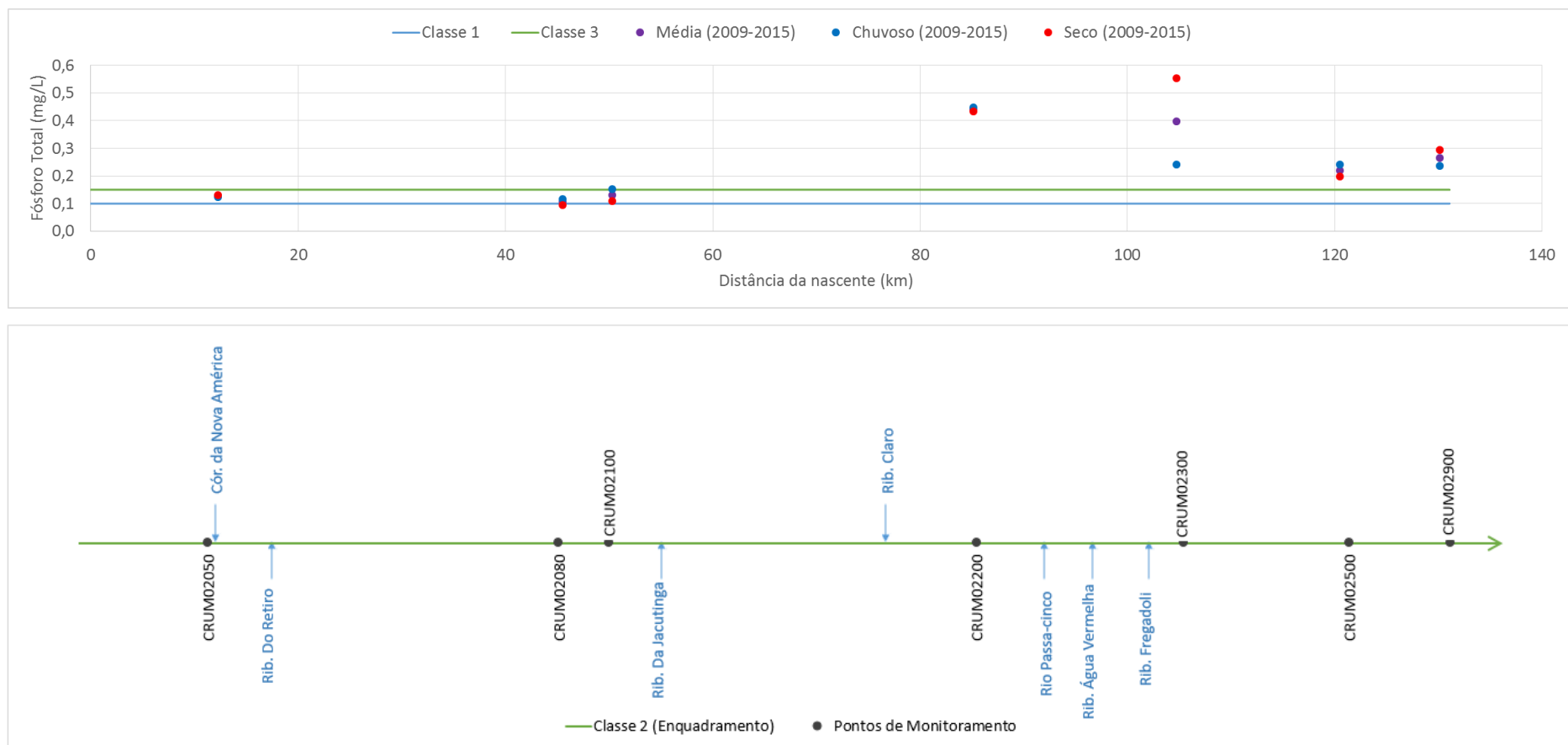


Figura 8.71 – Média das concentrações de Fósforo total entre 2009 e 2015 ao longo do percurso do Rio Corumbataí

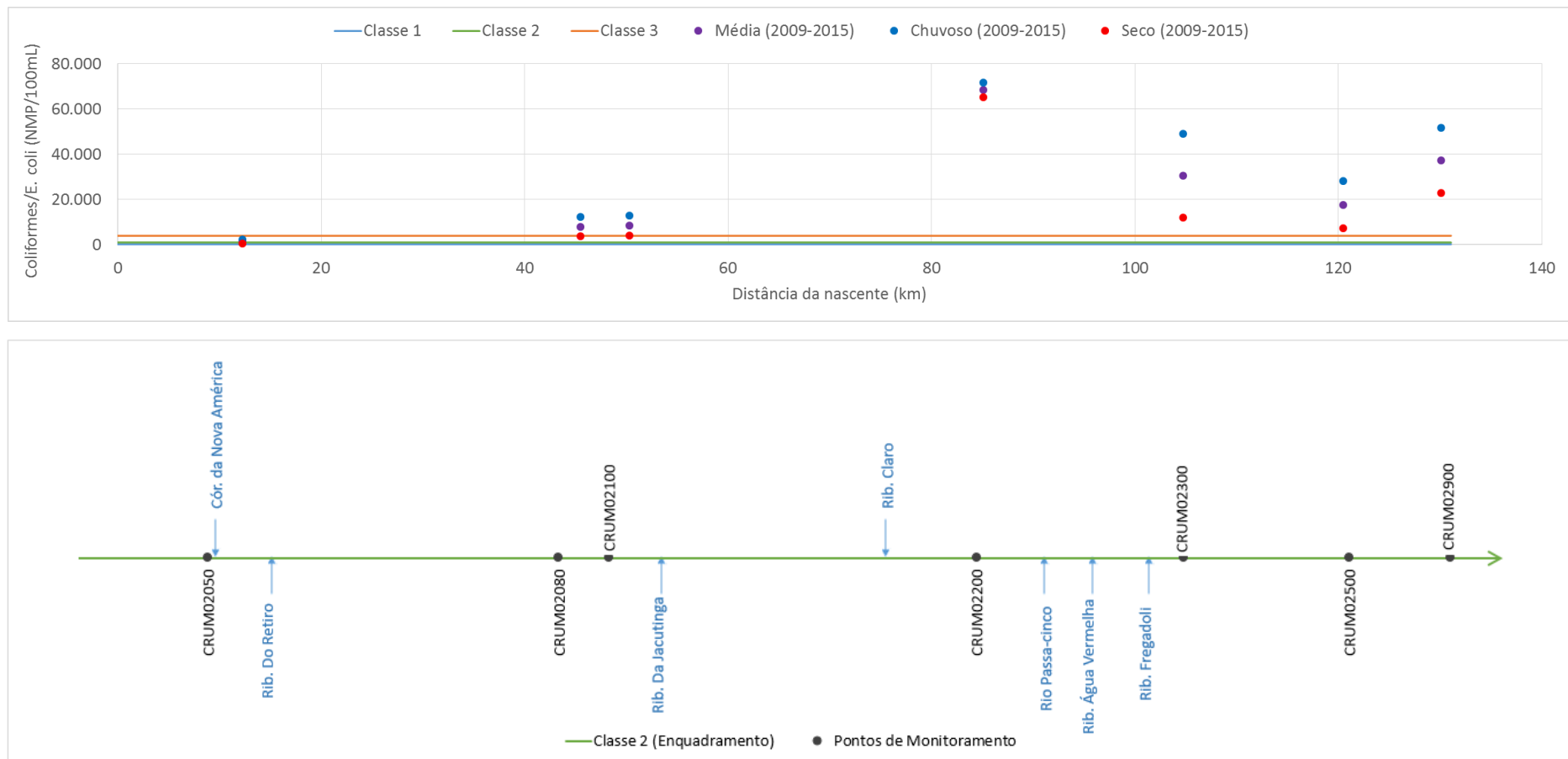
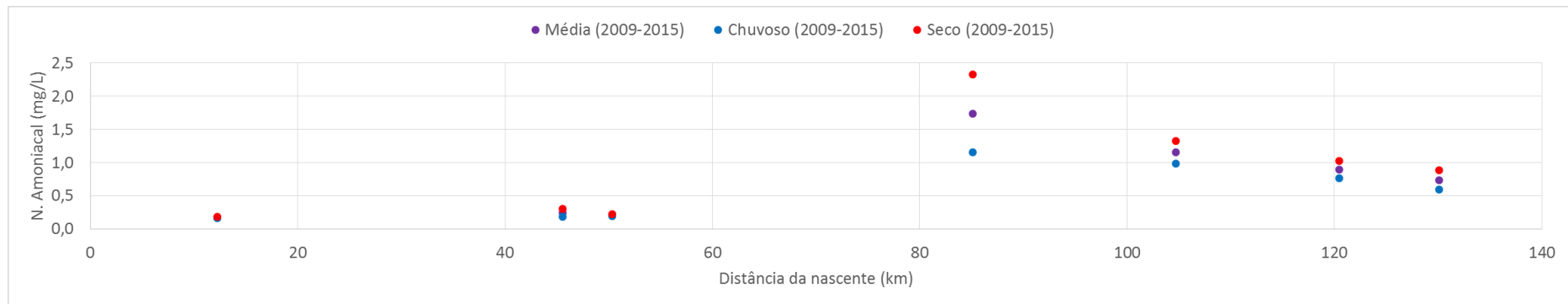


Figura 8.72 – Média das concentrações de Coliformes termotolerantes/E.Coli entre 2009 e 2015 ao longo do percurso do Rio Corumbataí



Obs.: Devido a classificação do Nitrogênio Amoniacal ser função do pH, as classes não foram apresentadas no gráfico.

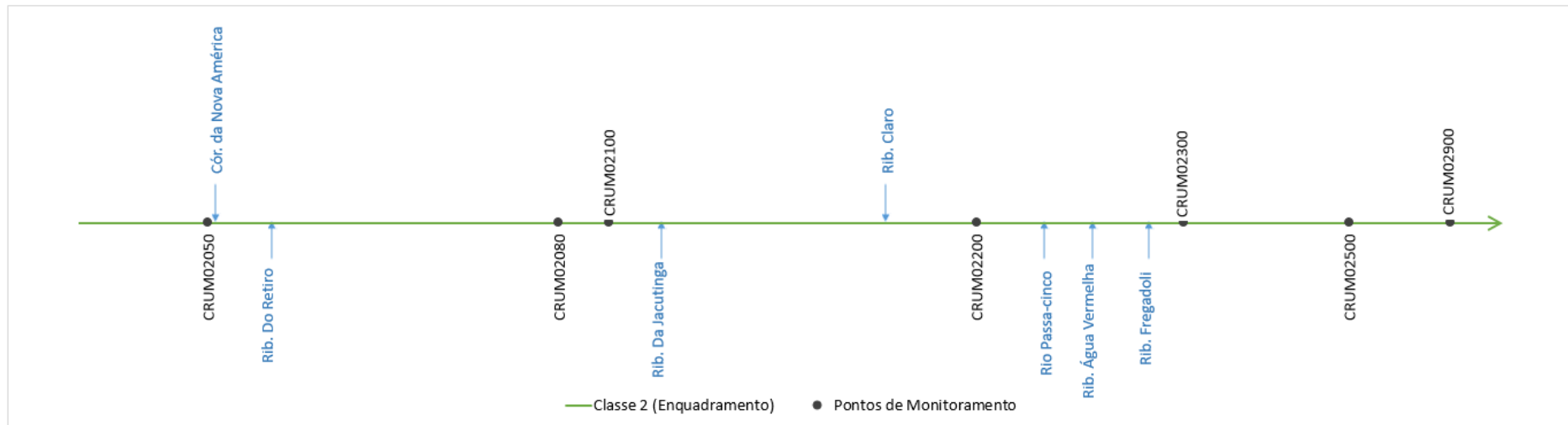


Figura 8.73 – Média das concentrações de Nitrogênio amoniacal entre 2009 e 2015 ao longo do percurso do Rio Corumbataí.

8.1.2.2 Curvas de permanência

Analogamente à curva de permanência de vazões, a curva de permanência de parâmetros utilizados na avaliação da qualidade de água é uma análise estatística que representa a relação entre a concentração desses parâmetros e a frequência com que essa concentração é igualada ou superada durante o período de monitoramento. Estatisticamente, a curva de permanência representa uma curva de distribuição acumulada do parâmetro em análise. O traçado é feito com a concentração no eixo das ordenadas e a porcentagem de tempo em que é igualada ou superada no eixo das abscissas.

Foram traçadas as curvas de permanência de qualidade da água para cinco parâmetros: Oxigênio Dissolvido (OD), Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO), Fósforo Total, Nitrogênio Amoniacal e Coliformes Termotolerantes. As curvas foram traçadas para 84 pontos de monitoramento da Rede Básica da CETESB e 9 pontos de monitoramento da Rede Básica do IGAM, compreendendo os mesmos 93 pontos utilizados nas análises anteriores.

Como base para a identificação de pontos com má qualidade de água, foi utilizado como critério de escolha, os pontos com permanência maior do que 70% na Classe 4 para o parâmetro Fósforo Total (presente em elevadas concentrações nos corpos hídricos superficiais das Bacias PCJ). Dessa forma, foi possível identificar 41 pontos. Dos 41 pontos identificados, 4 estão localizados na sub-bacia Atibaia, 1 na sub-bacia Camanducaia, 6 na sub-bacia Capivari, 1 na sub-bacia Corumbataí, 4 na sub-bacia Jaguari, 12 na sub-bacia Jundiá e 13 na sub-bacia Piracicaba.

Com o objetivo de complementar as análises realizadas anteriormente, foram identificadas as estações com pior qualidade de água, utilizando-se como critério, o tempo de permanência na Classe 4. Ao analisar as curvas de oxigênio dissolvido, destacam-se as estações TIJU02900 e QUIL03200, na sub-bacia Piracicaba e a TREB02950 na sub-bacia Jaguari com permanência superior a 90%. No caso da DBO, identificam-se as estações CPIV02100 e JUNA04190 com permanência maior do que 90% e 80%, respectivamente. Não foram identificadas estações com tempo de permanência superior a 50% em Classe 4 para o parâmetro Nitrogênio Amoniacal.

O parâmetro Coliformes Termotolerantes, assim como o Fósforo Total, está presente em elevadas concentrações nos cursos d'água da bacia. Identificaram-se pontos com permanência 100% em Classe 4, são eles: CPIV02700, PJ006 e LAPE04900. Os pontos com permanência maior do que 90% são: PINO03900, PINO03400, ATIB02800, na sub-bacia do Atibaia; PJ018 na Camanducaia; CPIV2160, CPIV02100, CPIV0260 na Capivari; CRUM02200 e CRUM02100 na Corumbataí; TREB02950 na Jaguari; todas as estações com a identificação JUNA na sub-bacia Jundiá e as estações TIJU02900, TATU04850, QUIL03900 e QUIL03200 na sub-bacia Piracicaba.

8.1.2.3 Atendimento ao Enquadramento

A avaliação da frequência de violações dos parâmetros com relação ao Enquadramento, considerando-se os pontos da rede básica de qualidade das Bacias PCJ entre 2009 e 2015, indicou que os maiores percentuais de violação estão associados com as variáveis Coliformes Termotolerantes (72,6% de violação), Fósforo Total (58,6%) e DBO (35,6%). O Quadro 8.8 mostra o percentual de violação para os parâmetros analisados.

Quadro 8.8 – Percentual de violação ao Enquadramento nas Bacia PCJ (2009-2015).

Parâmetro	Violação (%)	Total de Análises
Coliformes/ E. coli	72,6%	3726
Fósforo Total	58,6%	3719
DBO (5, 20)	35,6%	3718
Oxigênio Dissolvido	30,1%	3737
Nitrogênio Amoniacal	14,0%	3710
Nitrogênio-Nitrito	0,2%	3644
Nitrogênio-Nitrato	0,1%	3717
Total Geral	30,3%	25971

A Figura 8.74 apresenta a análise da violação ao Enquadramento, considerando-se o período chuvoso (outubro-março) e o período seco (abril-setembro). Percebe-se que não há distinção significativa nos resultados dos parâmetros entre os dois períodos. A maior variação é verificada para o parâmetro Coliformes Termotolerantes, cuja violação é maior no período chuvoso.

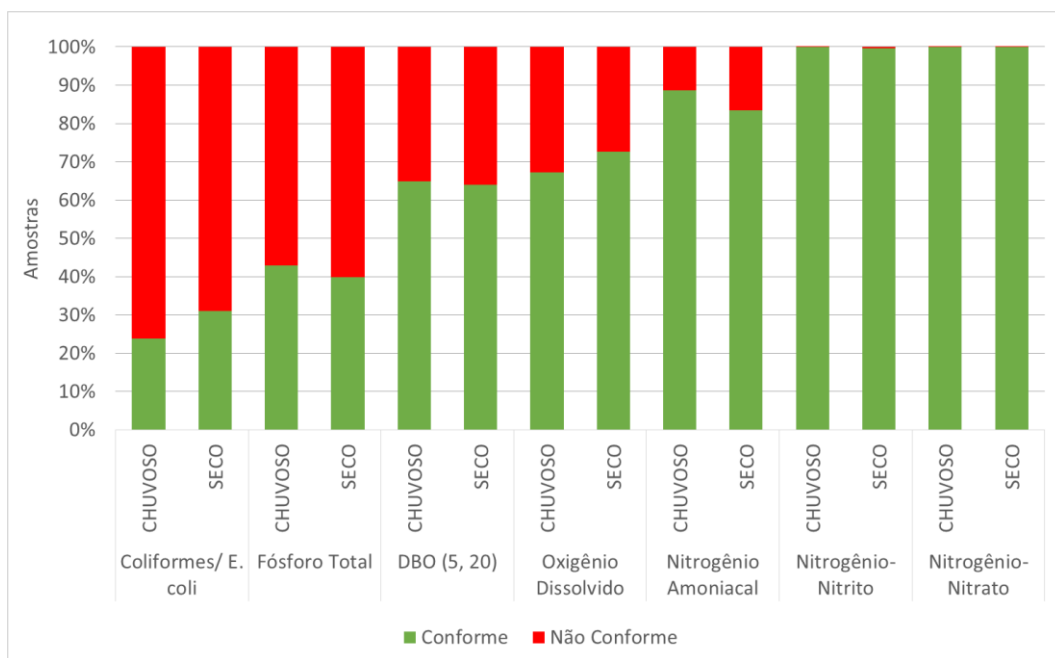


Figura 8.74 - Percentual de violação ao Enquadramento nas Bacia PCJ (2009-2015) por parâmetro e período (seco e chuvoso).

Nas Bacias PCJ, as amostras dos parâmetros Nitrato e Nitrito estão em sua maioria dentro dos limites estabelecidos pelo Enquadramento.

A Figura 8.75 apresenta o percentual de violação dos parâmetros ao Enquadramento por sub-bacia. A partir da avaliação por sub-bacia constatou-se que a sub-bacia do Rio Capivari é a que apresenta o maior percentual de violação ao Enquadramento, seguida da sub-bacia Piracicaba.



Figura 8.75 - Percentual de violação ao Enquadramento nas Bacia PCJ (2009-2015) por parâmetros, período (seco e chuvoso) e sub-bacia.

A análise por sub-bacia demonstra que a sub-bacia do Rio Capivari é a que tem mais amostras não conformes ao Enquadramento.

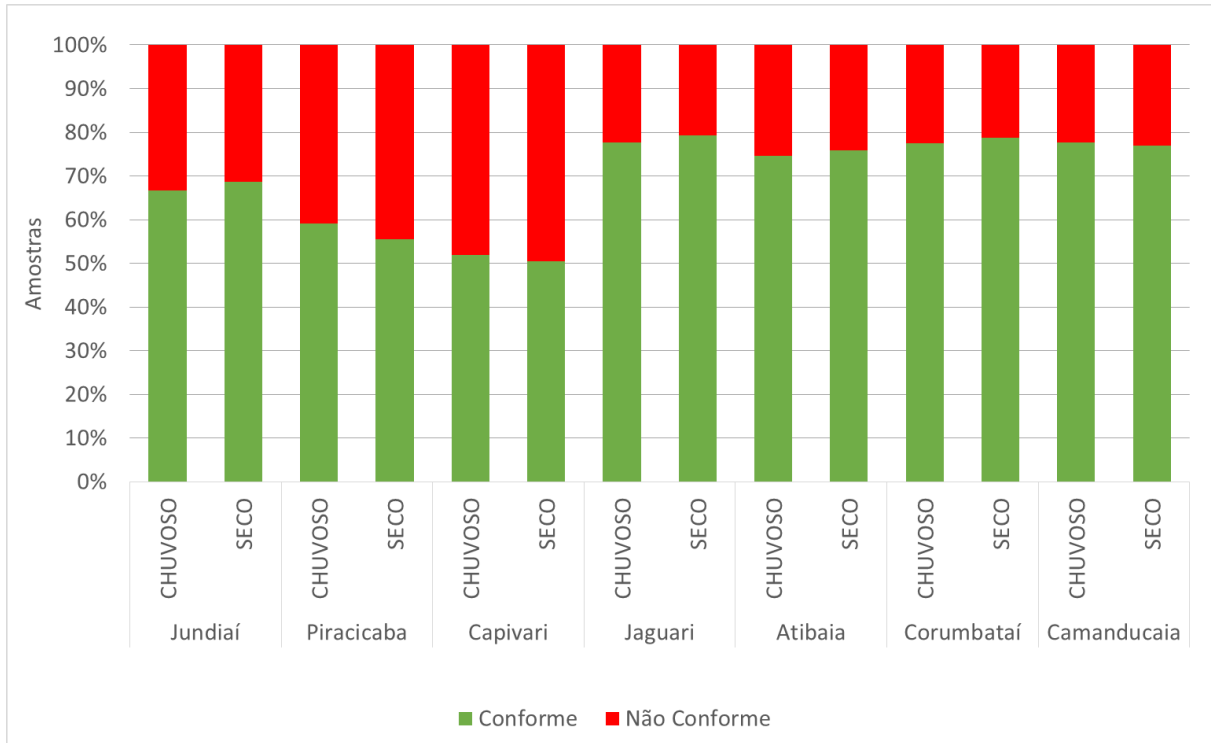


Figura 8.76 – Percentual de amostras não conformes, em todas as sub-bacias.

8.1.3 Indicadores da qualidade da água

Complementarmente, o presente item apresenta a aplicação de índices de qualidade empregados pelo IGAM e pela CETESB, sumarizados na sequência, de maneira a obter resultados consolidados e associados a níveis e categorias de qualidade. Foram estudados os seguintes indicadores de qualidade das águas:

- Índice de Qualidade das Águas (IQA);
- Índice de Qualidade das Águas Brutas para fins de Abastecimento Público (IAP);
- Índice de qualidade das Águas para a Proteção da Vida Aquática (IVA);
- Índice do Estado Trófico (IET);
- Índice de Balneabilidade (IB).

O IAP, o IVA e o IB serão apresentados somente para a porção paulista das Bacias PCJ e foram obtidos diretamente do portal Infoáguas (<https://servicos.cetesb.sp.gov.br/infoaguas/>), ou seja, os indicadores não foram recalculados.

O IQA para os pontos situados na porção paulista das Bacias PCJ foi obtido a partir do portal InfoÁGUAS (<https://servicos.cetesb.sp.gov.br/infoaguas/>), da CETESB. Já, o IQA da porção mineira, foi obtido a partir do portal InfoHidro (<http://portalinfohidro.igam.mg.gov.br>), do IGAM. A metodologia de cálculo do IQA adotada em São Paulo e em Minas Gerais são distintas, sendo que as duas são apresentadas no item 8.1.3.1. No entanto, ressalta-se que o IQA da porção mineira e da porção paulista das Bacias PCJ não foram comparados, pois os dados foram analisados separadamente.

O IET, por sua vez, foi calculado tanto para a porção paulista, quanto para a porção mineira das Bacias PCJ, com base na metodologia de CETESB (2016b), a partir dos

resultados de fósforo total e clorofila a, de cada ponto de monitoramento, sendo calculada a média dos IETs para o fósforo (IET (P)) e para clorofila a (IET CL)). Salienta-se que até 2010, a CETESB considerava somente um dos IETs, IET(P) ou IET(CL), caso a concentração de um dos dois parâmetros não estivesse disponível, no entanto, a partir de 2011 passaram a ser consideradas somente a média dos dois IETs, sendo esta metodologia adotada neste diagnóstico.

8.1.3.1 IQA – Índice de Qualidade das Águas

O IQA, desenvolvido em 1970 pela “National Sanitation Foundation (NSF)” dos Estados Unidos, é amplamente utilizado no Brasil na gestão dos recursos hídricos. Segundo CETESB (2016b), ele incorpora nove variáveis consideradas relevantes para a avaliação da qualidade das águas, tendo como determinante principal a sua utilização para abastecimento público.

Para o cálculo do IQA, são consideradas variáveis de qualidade que indicam principalmente o lançamento de efluentes sanitários para o corpo d’água, fornecendo uma visão geral sobre as condições de qualidade das águas superficiais. Salienta-se que nas Bacias PCJ são consideradas duas metodologias para o cálculo do IQA, sendo uma da CETESB (para os pontos localizados na porção paulista) e outra do IGAM (pontos localizados na porção mineira).

Para a CETESB, as variáveis utilizadas para o cálculo do IQA são: Coliformes fecais (ou *E. coli*), pH, Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO), Nitrogênio Total (NT), Fósforo Total (PT), Temperatura (T), Turbidez (Turb), Sólidos totais e Oxigênio Dissolvido (OD). Para o IGAM, os parâmetros, e os pesos atribuídos a estas variáveis, diferem um pouco, sendo eles: OD, coliformes termotolerantes e *E.coli*, pH, DBO, Fosfato total, Nitrato, Temperatura, Turbidez e Sólidos totais.

A partir do cálculo do IQA, pode-se determinar a qualidade das águas brutas, numa escala que varia de 0 a 100. Quanto menor seu valor, pior a qualidade da água, relacionada à degradação por esgotos domésticos e outros materiais orgânicos, sólidos e nutrientes. O Quadro 8.9 apresenta as categorias e faixas do IQA, tanto para a CETESB, quanto para o IGAM.

Quadro 8.9 – Classificação do IQA, segundo a CETESB e IGAM.

CETESB ⁽¹⁾		IGAM ⁽²⁾	
Categoria	Ponderação	Nível de Qualidade	Faixa
Ótima	79 < IQA ≤ 100	Excelente	90 < IQA ≤ 100
Boa	51 < IQA ≤ 79	Bom	70 < IQA ≤ 90
Regular	36 < IQA ≤ 51	Médio	50 < IQA ≤ 70
Ruim	19 < IQA ≤ 36	Ruim	25 < IQA ≤ 50
Péssima	IQA ≤ 19	Muito ruim	0 ≤ IQA ≤ 25

Fonte: (1) CETESB (2016b) e (2) MMA (2005).

A metodologia completa para o cálculo do indicador pode ser obtida no Apêndice C, referente aos Índices de Qualidade das Águas, do Relatório de Qualidade das Águas Superficiais do Estado de São Paulo (CETESB, 2016b) e para o IQA mineiro, em MMA (2004).

O IQA para os pontos situados na porção paulista das Bacias PCJ foi obtido a partir do portal InfoÁGUAS (<https://servicos.cetesb.sp.gov.br/infoaguas/>), da CETESB. Para a porção mineira, o IQA foi obtido por meio do portal InfoHidro (<http://portalinfohidro.igam.mg.gov.br>).

Para as análises foram considerados os períodos secos e chuvosos característicos da região, conforme apresentado no item 3.1.5, sendo os períodos secos, os meses compreendidos entre abril e setembro, e os meses chuvosos, de outubro a março. Além disso, são realizadas análises globais, compreendendo a totalidade dos resultados, avaliando a qualidade da água das Bacias PCJ, como um todo, bem como avaliações por sub-bacia.

8.1.3.1.1 Porção paulista das Bacias PCJ

Na porção paulista das Bacias PCJ foram analisados os resultados dos 84 pontos da Rede Básica da CETESB, mesmos pontos que vem sendo analisados até o momento. Em 2009, no entanto, os pontos CRUM02080 (Rio Corumbataí), CXBU02900 (Ribeirão do Caxambu), JUZI02400 (Rio Jundiázinho) e LARO02500 (Rio Claro) ainda não haviam sido incluídos na Rede Básica, dessa forma, no ano de 2009, foram analisados somente 80 pontos de monitoramento.

Os resultados mostram que o IQA varia muito ao longo dos corpos hídricos das Bacias PCJ, com pontos de qualidade “Péssima” e outros com qualidade “Ótima”, sendo melhor nas regiões das cabeceiras e pior nas regiões com maior adensamento populacional e próximo aos municípios que possuem um índice de tratamento de efluentes baixo (ou nulo), e também nos corpos hídricos com menor vazão.

A Figura 8.77 apresenta o número de pontos por categoria, considerando o IQA médio anual de cada ponto, no período compreendido entre 2009 e 2015.

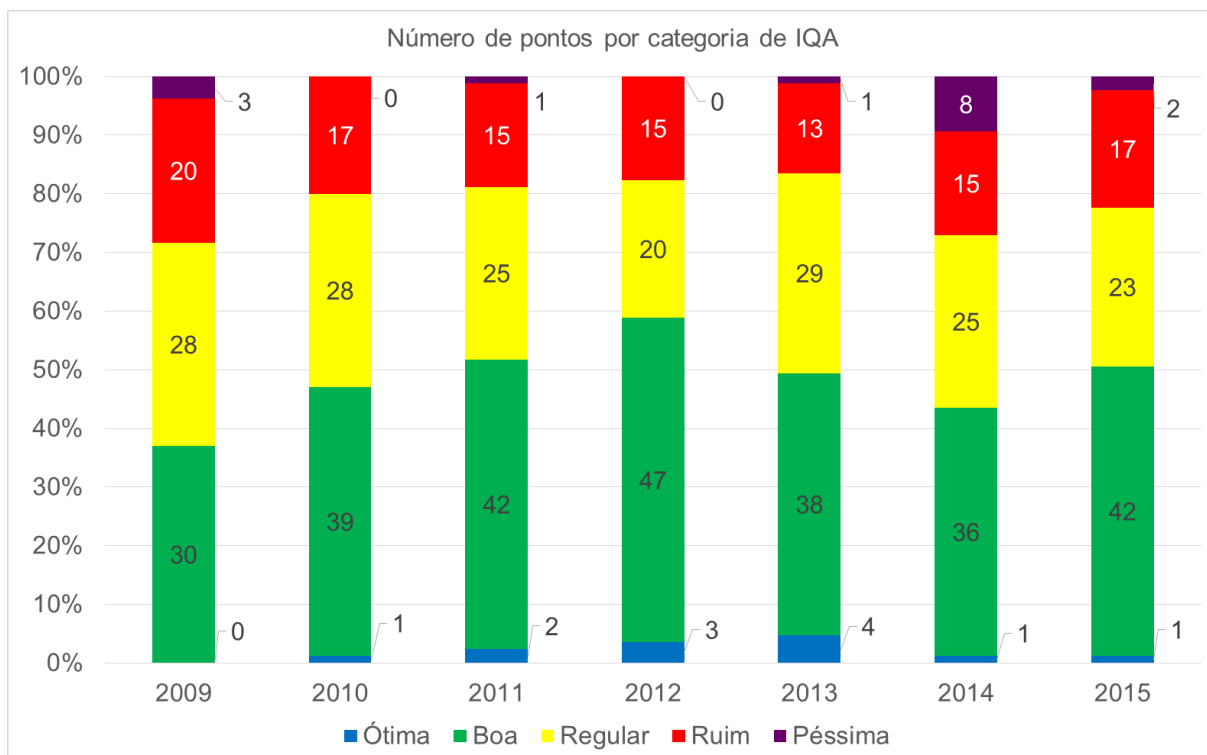


Figura 8.77 – Número de pontos por categoria de IQA, considerando a média anual dos IQAs.

Os resultados mostram que até 2012 as condições da qualidade da água melhoram paulatinamente, passando de 30 (37%) pontos com classificação média do IQA “Boa”, em 2009, para 47 (55%) em 2012, e nenhum ponto com IQA médio na classificação “Péssima”. De acordo com CETESB (2012), o ano de 2012 foi um ano em que a média da precipitação anual esteve muito próxima da média histórica para o estado de São Paulo. Entre 2013 e 2014, observa-se, gradualmente, uma piora na qualidade da água, com a redução no

número de pontos com a classificação “boa” e “ótima”. Este resultado evidencia o impacto do grave déficit hídrico ocorrido em 2014, com a redução da condição da qualidade da água boas.

Em 2014, 36 (42%) pontos foram classificados com a média do IQA na condição “Boa”, e somente o ponto JUMI00800, situado no Ribeirão Jundiá Mirim, na captação do município de Jundiá, apresentou o IQA médio, classificado como “Ótimo”. No entanto, neste mesmo ano, 15 pontos (18%) foram classificados com IQA “Ruim” e oito pontos foram classificados com qualidade “Péssima”, evidenciando criticidade muito alta na qualidade da água destas regiões. Nota-se que os corpos d’água menores e, conseqüentemente, com menor poder de autodepuração, foram seriamente impactados, principalmente, pelo lançamento de esgotos domésticos, sendo a sua condição agravada pela seca de 2014.

Em 2015, os resultados mostram relativa recuperação da qualidade da água, com 42 pontos (49%) com a classificação média “Boa” e somente dois pontos classificados como “Péssima”, TIJU02900 e TREB02950, pontos que apresentam comportamento ruim, com IQA variando de ruim a péssimo, ao longo dos 7 anos analisados. Em relação a estes pontos, nota-se que o ponto TREB02950 fica a jusante dos lançamentos dos municípios de Cosmópolis e Artur Nogueira, municípios que, embora possuam índices de coleta de esgotos superiores a 80%, possuíam, em 2014 (de acordo com Ana (2016)), índices de tratamento de esgotos de 0%, ou seja, lançavam seus esgotos, *in natura*, nos corpos hídricos, sendo o Ribeirão Três Barras bastante impactado. Destaca-se que o município de Cosmópolis possui uma ETE desativada e outra finalizada, ainda não operando, portanto, até o período de análise, lançava, *in natura* seus efluentes neste corpo hídrico. Já o município de Artur Nogueira possui uma ETE em construção e uma em operação.

A Figura 8.78 e Figura 8.79 referem-se a análise considerando os períodos secos e chuvosos característicos da porção Paulista das Bacias PCJ. Os resultados das duas figuras são complementares e mostram que a condição da qualidade da água, é melhor no período seco (campanhas realizadas em maio, julho e setembro), com 48% das amostras classificadas como “Bom”, e 7% das amostras classificadas como “Péssimo”. Já no período chuvoso, a condição “Boa” é reduzida para 38%, no entanto, o percentual de amostras classificadas como péssimo também é reduzido, para 4%. Tal resultado evidencia a importância das cargas poluentes difusas carregadas para os corpos hídricos durante os eventos de chuva, que prejudicam significativamente a qualidade da água. Ainda, a partir dos resultados da Figura 8.79 é possível perceber que nos períodos secos, o percentual de amostras com classificação “Péssima”, em todos os anos, é superior ao período chuvoso. Tal resultado mostra que, além das cargas difusas, as cargas pontuais também causam impactos severos na qualidade da água.

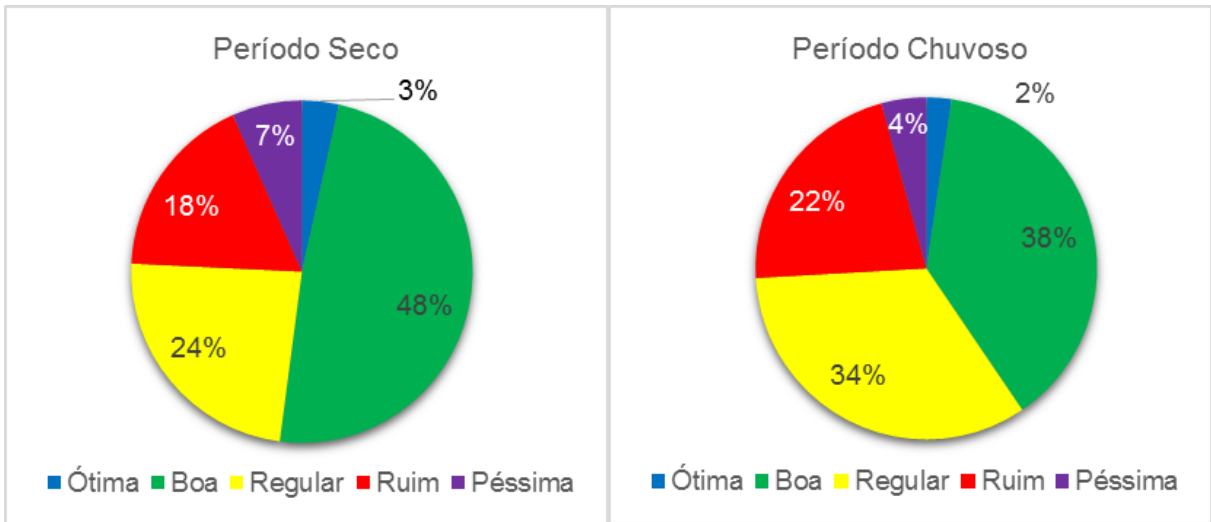


Figura 8.78 – Percentual das classes de IQA nos períodos secos e chuvosos.

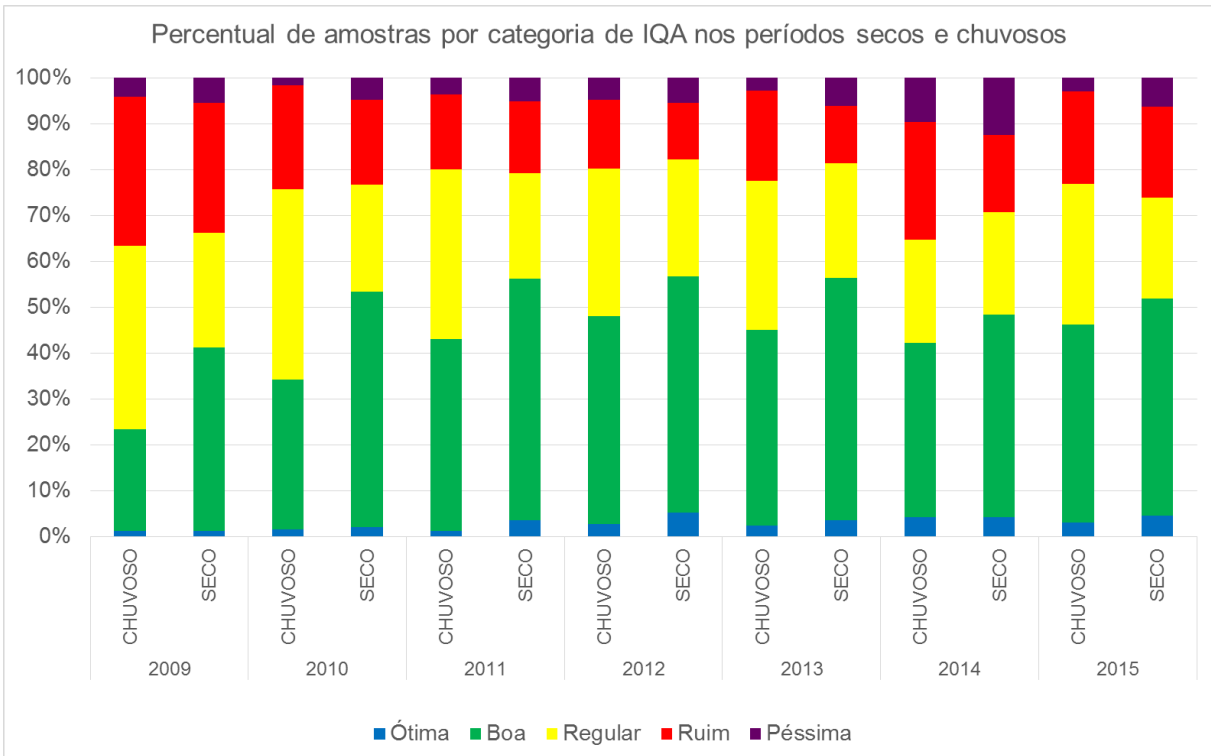


Figura 8.79 - Número de amostras por categoria de IQA nos períodos secos e chuvosos.

Visando a análise do IQA nas sub-bacias, apresenta-se a Figura 8.80, que mostra o percentual de amostras em cada classe de IQA, no período compreendido entre 2009 e 2015, em cada sub-bacia. Já a Figura 8.81 possibilita a análise dos resultados, com base nos IQAs médios, para todos os anos, em cada sub-bacia, apontando os anos mais críticos em cada região. Por fim, no Mapa 8.10 pode-se observar a evolução anual dos IQAs médios em cada ponto.

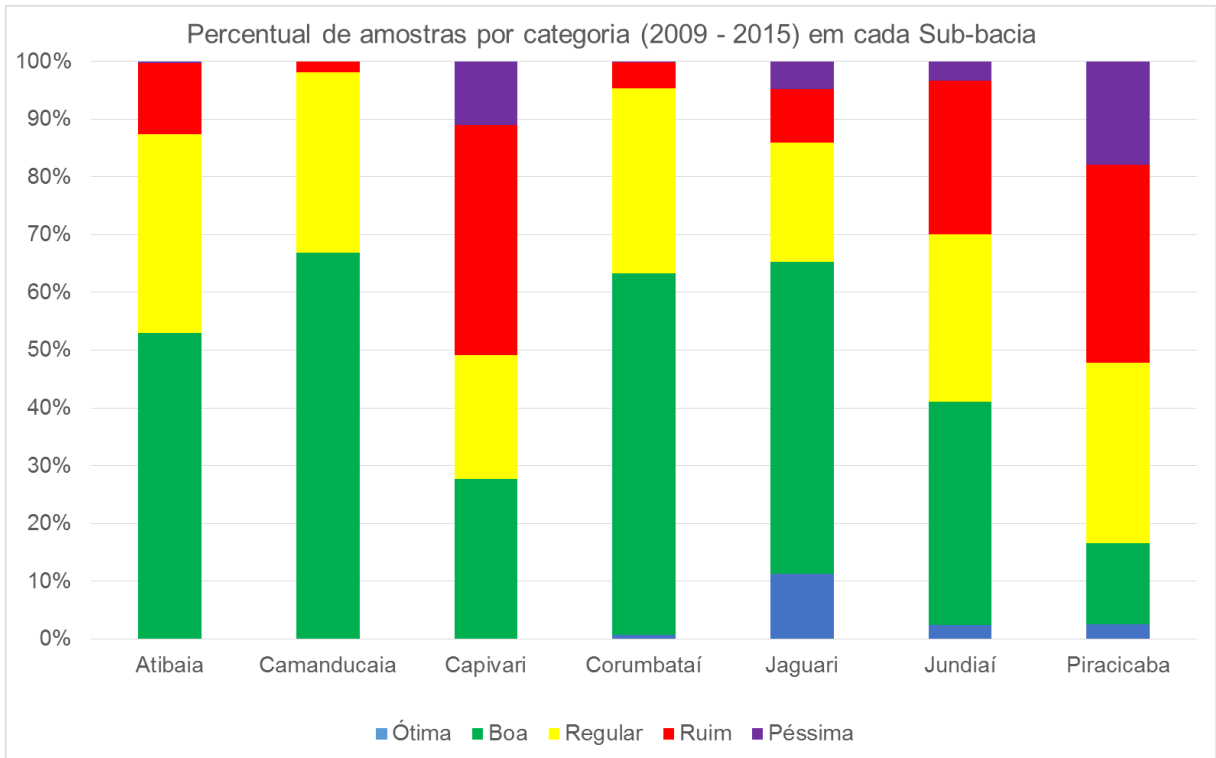


Figura 8.80 –Percentual de IQAs, por categoria, nas sub-bacias, considerando o período de 2009 a 2015.

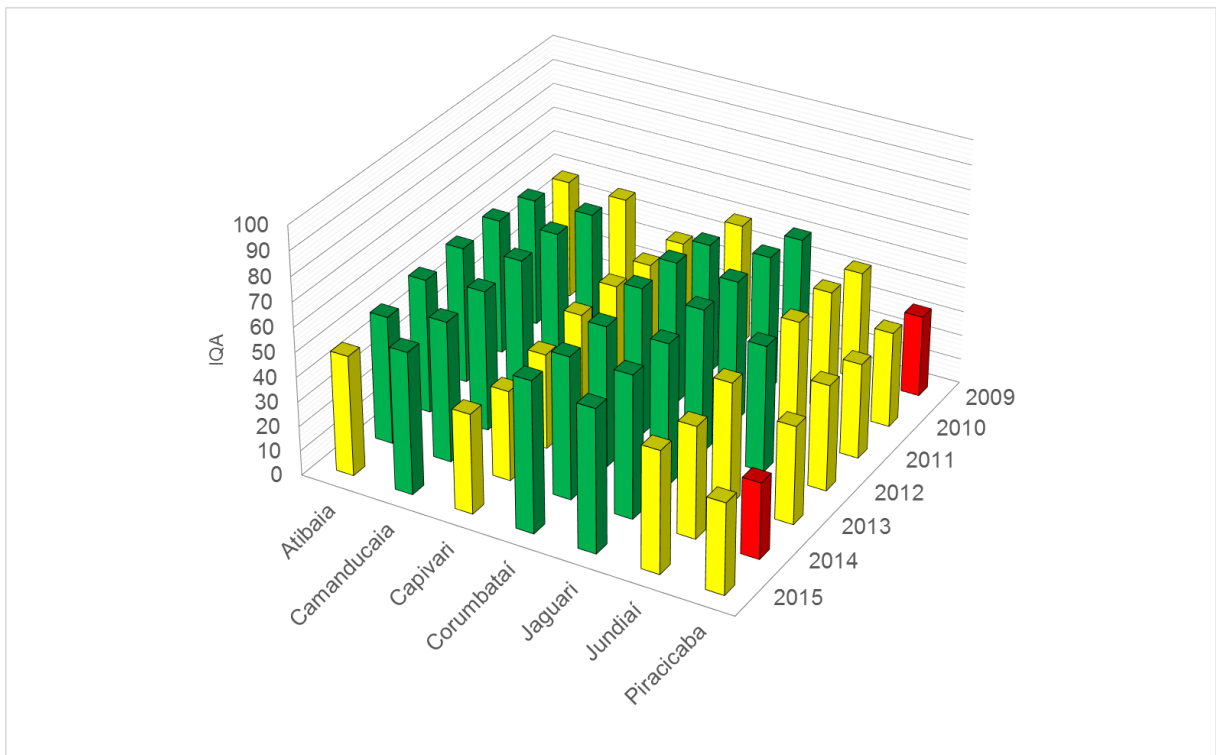
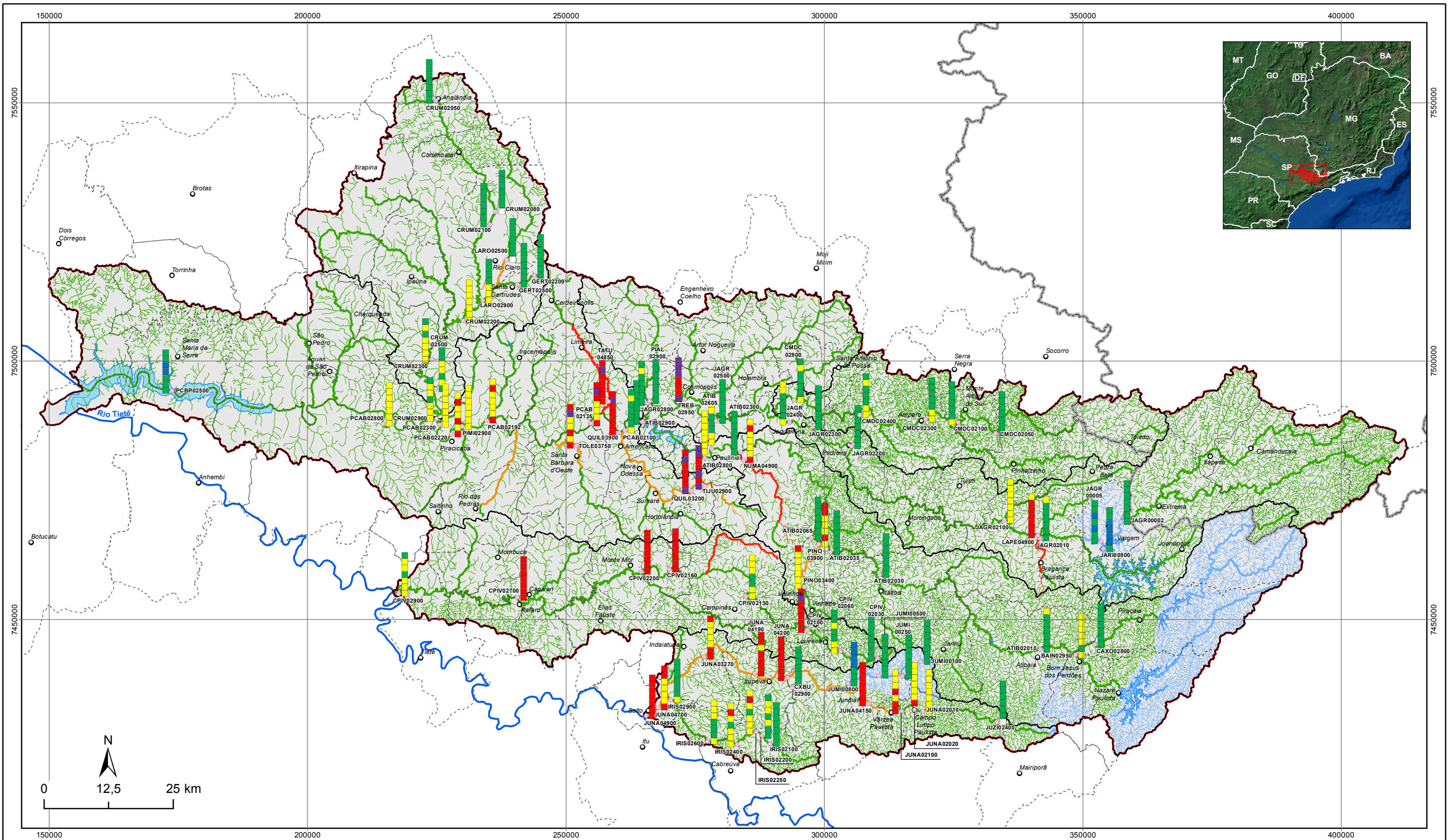


Figura 8.81 – Médias anuais dos IQAs (2009 a 2015) nas sub-bacias.



LEGENDA

- Sede municipal
 - Ponto de monitoramento da qualidade da água com dado de IQA
 - ~ Rio Tietê
 - ~ Represas
 - ~ Sub-bacia
 - ~ Limite PCJ
 - Limite Municipal
 - Limite Estadual
- | Classe de enquadramento | |
|-------------------------|---|
| 1 | 2 |
| 3 | 4 |
- | IQA Médio do Ponto | |
|--------------------|-----------|
| Ponderação | Categoria |
| 79 < IQA ≤ 100 | Otima |
| 51 < IQA ≤ 79 | Boa |
| 36 < IQA ≤ 51 | Regular |
| 19 < IQA ≤ 36 | Ruim |
| IQA ≤ 19 | Péssima |
- | Distribuição | |
|--------------|--|
| Ano | |
| 2015 | |
| 2014 | |
| 2013 | |
| 2012 | |
| 2011 | |
| 2010 | |
| 2009 | |



**DIAGNÓSTICO
PRIMEIRA REVISÃO DO PLANO DAS BACIAS HIDROGRÁFICAS
DOS RIOS PIRACICABA, CAPIVARI E JUNDIAÍ 2010 A 2020**



Sistema de Coordenadas UTM
Datum SIRGAS2000
Zona 23S
Escala: 1:725.000

Mapa 8.10 – Evolução anual do IQA médio em cada ponto das Bacias PCJ

Fonte de dados:
- Sede municipal: IBGE, 2010
- Limite municipal: IBGE, 2010
- Limite estadual: IBGE, 2010
- Hidrografia: ANA, 2013
- Limite da bacia: Adaptado de ANA, 2003
- Limite sub-bacia: Adaptado de ANA, 2003
- IQA: CETESB, 2015
- Enquadramento: Adaptado de CETESB, 2017

A análise dos resultados mostra que as sub-bacias que apresentaram as piores condições de qualidade da água, no período entre 2009 e 2015, são as sub-bacias dos Rios Piracicaba, Capivari, Jundiá e Atibaia, sendo a primeira, a sub-bacia com o pior IQA. As demais sub-bacias, Corumbataí, Camanducaia e Jaguari, apresentaram IQAs nas classes “Boa” e “Ótima” em mais de 60% das amostras.

A sub-bacia do Rio Piracicaba apresentou 52% das amostras classificadas como “Péssima” e “Ruim”, 31% “Regular” e somente 17% das amostras classificadas como “Boa” e “Ótima”. Os resultados mostram que, em termos médios, a sub-bacia do Rio Piracicaba apresentou as piores condições de qualidade da água nos anos 2009 e 2014, com IQA médio classificado como “Ruim”, podendo ser observada melhora nos anos 2010, 2011, 2013 e 2015. Vale destacar que esta é a maior sub-bacia, e com, aproximadamente, 1,8 milhões de habitantes, e com diversos pontos de lançamentos de efluentes, conforme já mencionado no capítulo 4. A evolução anual dos IQAs médios para os pontos situados nesta sub-bacia mostra que a maioria dos pontos situados na calha do Rio Piracicaba possuem IQAs médios variando entre a classificação “Ruim” e “Boa”, sendo os ribeirões monitorados, os corpos hídricos que possuem as piores qualidades da água observadas.

O Rio Piracicaba apresenta qualidade da água relativamente boa logo após a confluência dos rios Atibaia e Jaguari. Observa-se qualidade da água bastante comprometida no ponto PCAB02135 (localizado entre os municípios de Americana e Santa Bárbara d’Oeste), com IQAs médios variando de “Ruim” a “Péssimo” nos últimos três anos. Os pontos situados próximos ao município de Piracicaba apresentam IQAs variando entre as classificações “Ruim” a “Boa”, podendo ser observada melhora na qualidade da água nos últimos anos, com IQA médios bons e regulares.

A sub-bacia do Rio Capivari apresentou, no período compreendido entre 2009 e 2015, 51% das amostras classificadas como “Péssima” e “Ruim”, 21%, “Regular”, 28%, “Boa” e nenhuma amostra classificada como “Ótima”. A referida sub-bacia apresenta, em termos médios, IQA “Regular”, em todos os anos analisados.

No Rio Capivari a condição piora significativamente da nascente até a foz, quando recebe contribuição de esgotos e de cargas difusas de diversos municípios como Louveira, Vinhedo, Campinas, Rafard, Capivari, Jundiá e Monte Mor. Destacam-se os seguintes pontos, com IQA médios anuais classificados como ruins em todos os anos: CPIV02700, CPIV02200, CPIV02160, CPIV02100.

A sub-bacia do Rio Jundiá, no período compreendido entre 2009 e 2015, apresentou 30% das amostras classificadas como “Péssima” e “Ruim”, 29%, “Regular”, 41%, “Boa” e “Ótima”. Em termos médios, apresentou IQAs na condição “Boa” somente no ano de 2012, nos demais anos o IQA médio ficou na faixa do “Regular”.

No Rio Jundiá, nota-se que os piores pontos se encontram próximos aos lançamentos dos municípios de Várzea Paulista (JUNA04150), Jundiá (JUNA04190), Itupeva (JUNA04200), e também na foz do Rio Jundiá, próximo ao município de Salto (JUNA04900). Deve ser observada, no entanto, a importância das cargas difusas para o comprometimento da qualidade da água, como mostram os resultados apresentados na Figura 8.79.

A sub-bacia do Rio Jaguari apresenta as melhores condições médias, sendo o IQA médio anual, classificado, em todos os anos, com IQA na faixa “Boa”. Os IQAs dos pontos situados no Rio Jaguari são muito diferentes, alguns com qualidade da água muito boa, como o ponto JARI0800 (localizado no Reservatório do Rio Jaguari) e os pontos JAGR00005 e JAGR00002, localizados no Rio Jaguari, nos municípios de Bragança Paulista e Vargem, respectivamente. Em contraste, a jusante, na foz do Rio Jaguari, podem ser citados os pontos LAPE04900 (Ribeirão Lavapés) e JAGR2100 (a jusante do ponto LAPE04900, no Rio Jaguari), próximo ao município de Bragança Paulista.

A sub-bacia do Rio Atibaia, no período compreendido entre 2009 e 2015, apresentou 13% das amostras classificadas como “Péssima” e “Ruim”, 34%, “Regular” e 53%, “Boa”. Em termos médios, apresentou a média dos IQAs na condição “Regular” nos anos de 2009 e 2015, nos demais anos o IQA foi classificado como “Bom”. Nota-se que esta sub-bacia apresenta qualidade da água boa na maioria dos pontos analisados, no entanto, destacam-se alguns pontos com qualidade da água bastante comprometida. A maioria dos pontos situados no Rio Atibaia apresentam qualidade da água relativamente boa, com exceção de alguns pontos, quais sejam: BAIN02950, localizado no município de Bom Jesus dos Perdões, o qual possui uma ETE planejada, no entanto, nenhuma ETE ativa, sendo o esgoto lançado sem tratamento no corpo hídrico, o IQA médio deste ponto nos últimos seis anos de monitoramento é “Regular”. O ponto PINO03900, localizado no Ribeirão dos Pinheiros, afluente do Rio Atibaia, recebe efluente do município de Valinhos, o IQA varia de regular a ruim, sendo que, na média dos dois últimos anos, o IQA classificado “Ruim”. Outro ponto bastante comprometido está situado no Ribeirão Anhumas, 300 m após o lançamento da ETE Anhumas (Campinas), com contribuição dos lançamentos dos municípios de Paulínia e Campinas.

Os pontos situados no Rio Corumbataí possuem IQAs variando entre a classificação “Ruim” e “Boa”, sendo os IQAs com a classificação “Boa” no trecho entre as nascentes até o ponto CRUM02200 (a jusante do município de Rio Claro) que possui IQA “Regular” em todos os sete anos analisados.

Os pontos situados no Rio Camanducaia possuem qualidade da água, de acordo com o seu IQA, na classe “Boa”, sendo observada melhora na qualidade da água, que passou de “Regular”, em 2009 a “Boa”, nos anos subsequentes.

Em síntese, os piores pontos monitorados pela CETESB, observando o IQA médio anual (Mapa 8.10) estão localizados nos Rios: Capivari, Jundiá e Piracicaba, com destaque para os ribeirões (Pinheiros, Quilombo, Tatu, Tijuco Preto, Toledos e Três Barras). Os pontos mais impactados são os seguintes: TREB02950 (referido anteriormente) com IQA classificado como “Péssima” nos últimos três anos; TIJU02900 (próximo aos municípios de Hortolândia e Campinas e Sumaré, sendo uma área densamente urbanizada e com diversas ETEs em operação e planejadas), IQA médio variando de ruim a péssimo, sendo péssimo nos últimos dois anos; QUILO03200 (localizado na área urbana de Sumaré); QUILO03900 (a jusante da ETE Carióba, do município de Americana), TATU04850 (próximo ao lançamento de Limeira), com IQAs variando em também de ruim a péssimo nos últimos anos.

A Figura 8.82 apresenta a evolução anual dos IQAs, considerando o IQA de cada amostra, nas sete sub-bacias. Os resultados permitem observar, com mais detalhe, o comportamento dos IQAs agrupados por sub-bacia. Os resultados mostram que há uma tendência de melhora na qualidade da água, com percentuais mais elevados de amostras nas classes “boa” e “ótima”, e redução das amostras “ruins” e “péssima”, principalmente, se forem considerados os anos inicial e final (2009 e 2015).



Figura 8.82–Evolução dos IQAs, com base no percentual da classificação das amostras, em cada Sub-bacia.

8.1.3.1.2 Porção mineira das bacias PCJ

O monitoramento da qualidade da água realizado pelo IGAM iniciou na Bacia Piracicaba/Jaguari em 2011. São 9 os pontos de monitoramento da Rede Básica do IGAM nessa Bacia, sendo que os mesmos estão localizados ao longo dos rios Jaguari, Camanducaia e Guardinha (três pontos em cada corpo hídrico).

A Figura 8.83 apresenta o percentual de amostras por categoria, considerando o IQA médio anual dos 9 pontos, no período compreendido entre 2011 e 2015.

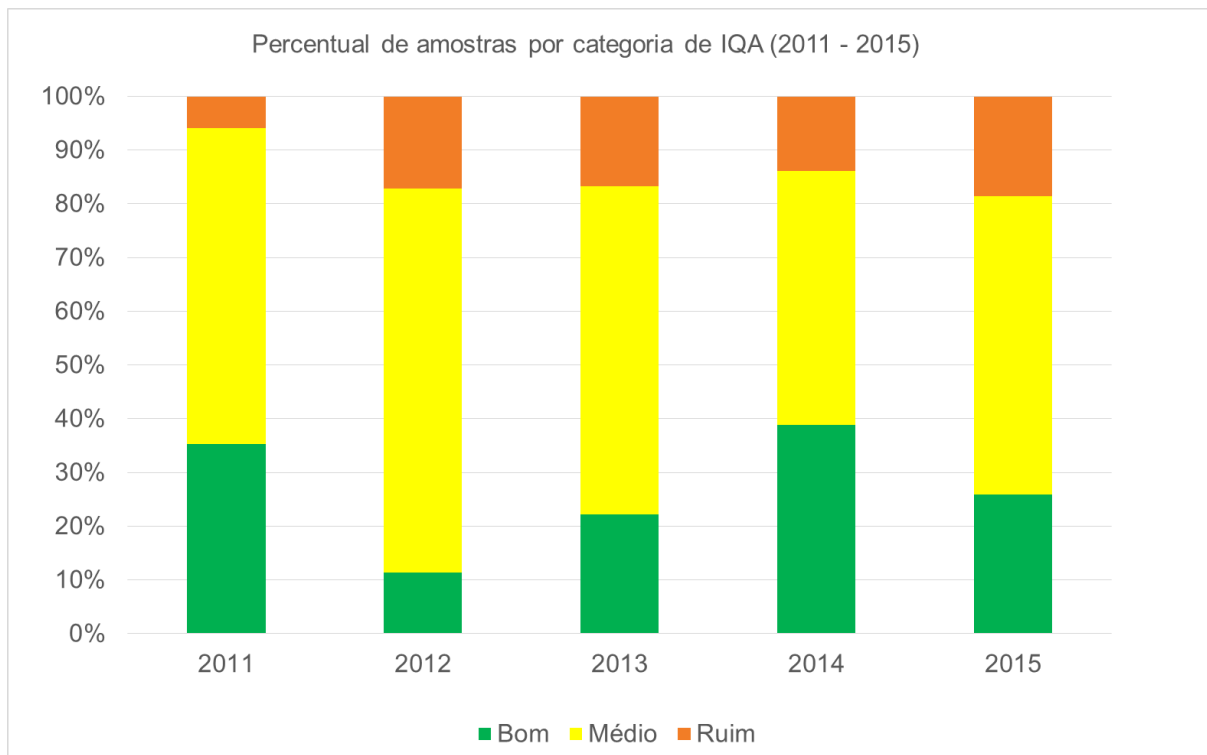


Figura 8.83 –Percentual de amostras por categoria, na porção mineira das Bacias PCJ.

Os resultados mostram que o IQA na porção mineira das Bacias PCJ possui uma amplitude menor de variação ao longo dos três corpos hídricos nos quais apresenta monitoramento. Os IQAs variam entre 31 a 88, sendo que não há em nenhum ponto classificado como “Muito Ruim”, nem como “Excelente”, sendo a maioria dos pontos classificados como “Bom” e “Regular”, e somente o ponto PJ018 (localizado no Rio Camanducaia, a jusante do município de Toledo), com a classificação “Ruim” nos anos 2014 e 2015.

Nota-se que ocorreu uma piora na qualidade da água analisando os IQAs relativos aos anos de 2011 e 2012. No primeiro ano, 35% das amostras foram classificados com IQA “Bom”, 59%, “Médio” e 6%, “Ruim”, passando, em 2012, para 11%, “Bom”, 71%, “Médio”, e 17%, “Ruim”. Em 2013 ocorre uma sensível melhora, passando para 22%, “Bom”, 61%, “Médio”, e 17%, “Ruim”.

Em 2014, ao contrário do que ocorreu na porção paulista das Bacias PCJ, foram observados os melhores resultados, com o maior percentual de amostras classificadas com IQA na faixa do “Bom”. Tais resultados ocorrem, possivelmente, devido a menor influência das cargas difusas nesses pontos. Em 2015, ocorre novamente, uma redução no percentual de amostras classificadas com IQA “Bom” e aumento do IQA “Ruim”, sendo 26% e 19%, respectivamente.

A Figura 8.84 e Figura 8.85 apresentam os resultados dos IQAs considerando os períodos secos e chuvosos, sendo a primeira, o percentual considerando o período de 2011 a 2015, e a segunda, a evolução anual dos resultados.

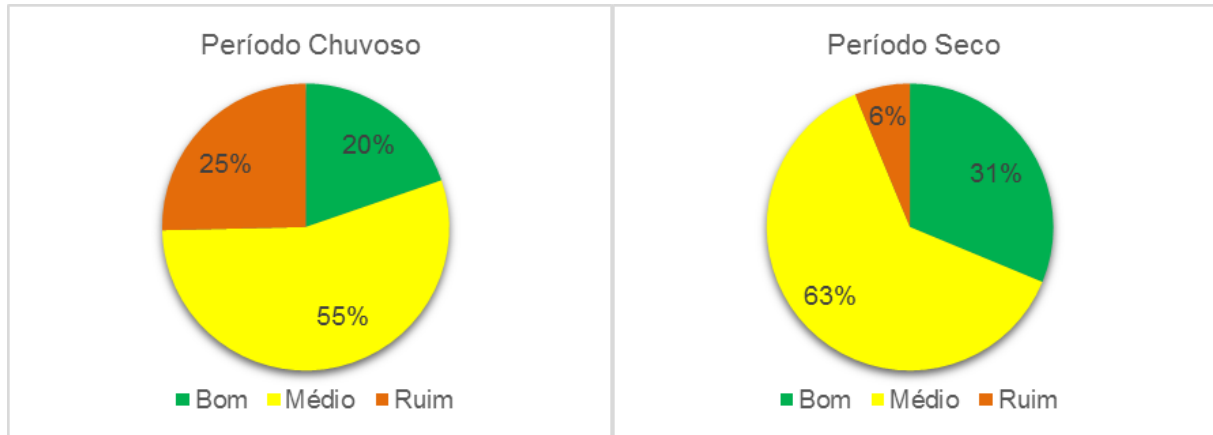


Figura 8.84 – Percentual de amostras, por categoria, no período seco e chuvoso, na porção mineira das Bacias PCJ.

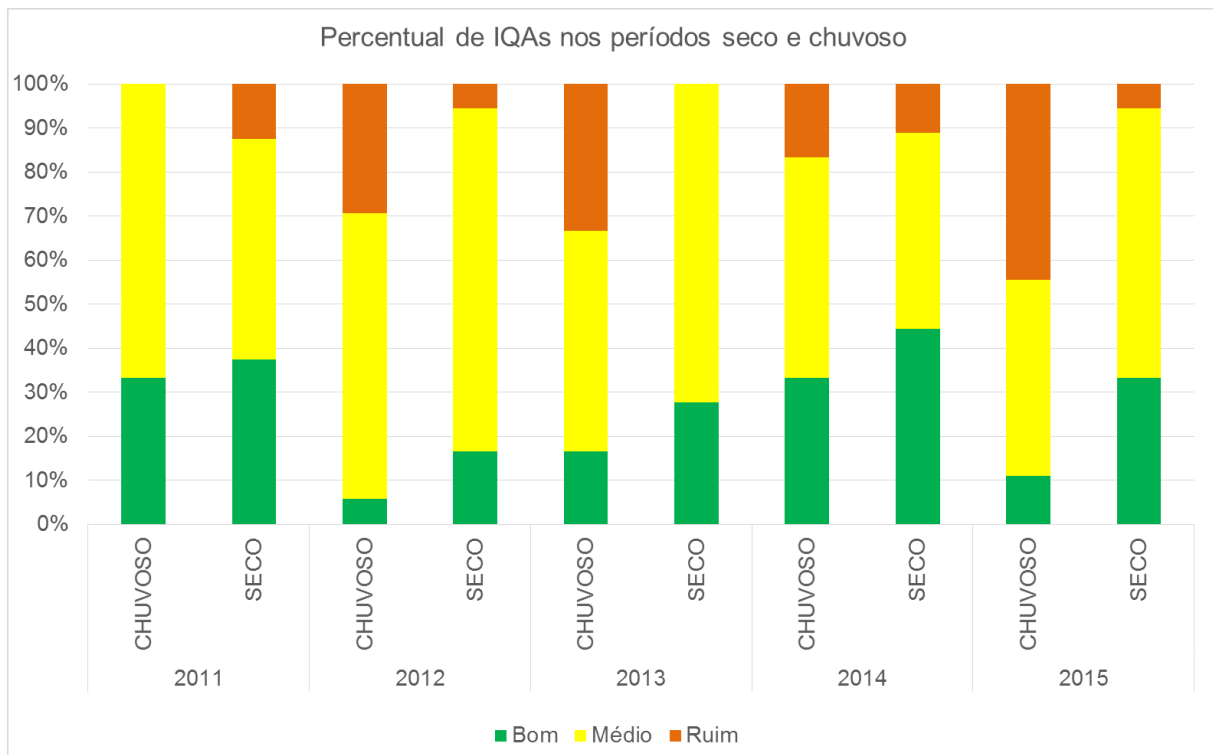


Figura 8.85 – Percentual de amostras, por categoria, considerando o período seco e chuvoso, na porção mineira das Bacias PCJ.

Os resultados mostram comportamento semelhante à porção paulista das Bacias PCJ, sendo os IQAs no período chuvoso piores. No período chuvoso, somente 20% das amostras são classificadas como “Bom”, 55%, “Médio” e 25%, “Ruim”. No período seco, o IQA “Bom” sobe para 31% e o “Ruim” é reduzido para 6%.

A Figura 8.86 apresenta a evolução anual dos IQAs médios nos pontos analisados.

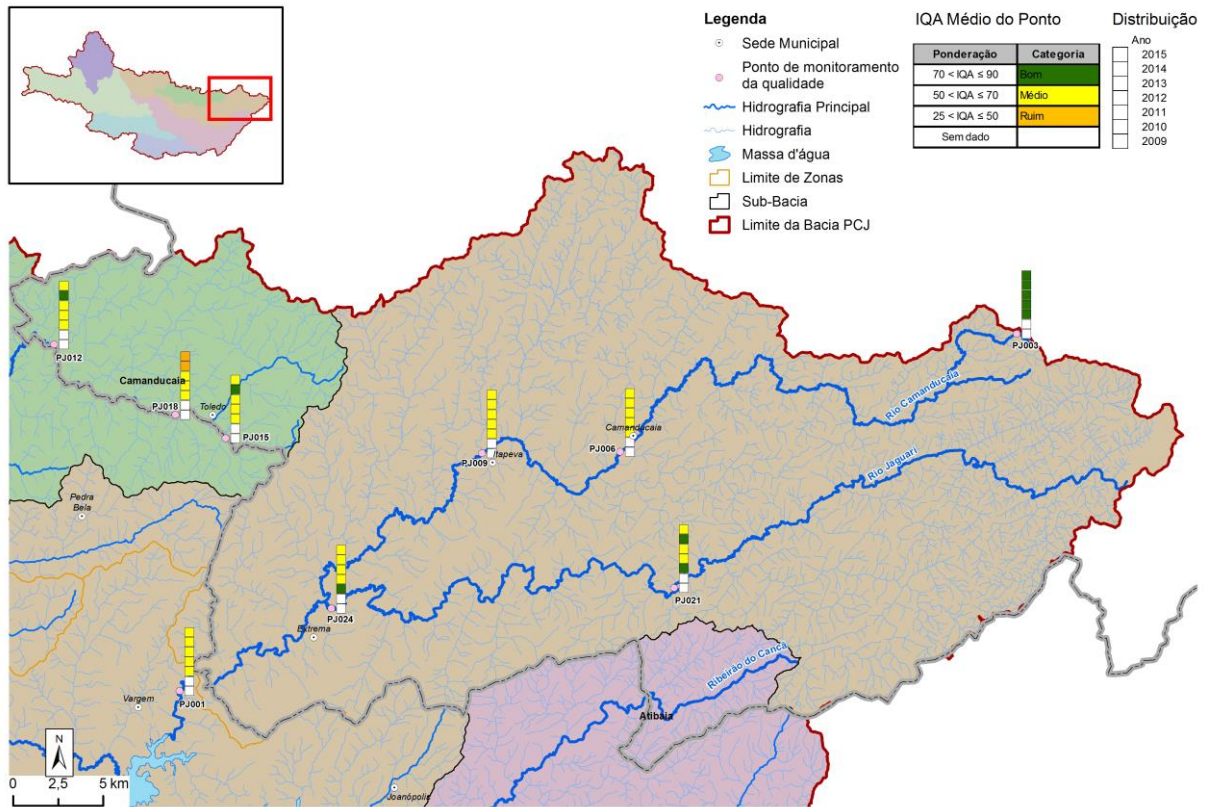


Figura 8.86 –Evolução anual dos IQAs médios dos pontos localizados na porção mineira das Bacias PCJ.

A partir da análise da Figura 8.86 nota-se que o ponto que possui melhor qualidade da água ocorre na nascente do Rio Camanducaia (ponto PJ003), com IQAs médios anuais classificados como “Bom”, em todos os anos. A jusante, encontram-se os pontos PJ006 e PJ009, próximos da área urbana dos municípios de Camanducaia e Itapeva, com IQAs médios anuais na faixa do “Médio”. Ambos municípios não tratam seus esgotos domésticos, de acordo com o diagnóstico do saneamento, descrito no item 4.2 (Tomo I).

Destaca-se o ponto PJ018 (Rio do Gardinha), próximo ao município de Toledo, que também possui índices de tratamento de 0%, que possui os IQAs nas faixas “Médio” e “Ruim”, nos últimos dois anos. Os demais pontos possuem IQAs médios anuais na faixa do “Médio”, na maioria dos anos.

8.1.3.2 IAP - Índice de Qualidade das Águas Brutas para fins de Abastecimento Público

O IAP, conforme já mencionado, foi analisado somente para a porção paulista das Bacias PCJ. De acordo com CETESB (2016b), o IAP é calculado nos pontos de amostragem dos rios e reservatórios que são utilizados para o abastecimento público. Este índice é produto da ponderação dos resultados atuais do IQA (Índice de Qualidade de Águas) e do ISTO (Índice de Substâncias Tóxicas e Organolépticas), que é composto pelo grupo de substâncias que afetam a qualidade organoléptica da água (Ferro, Manganês, Alumínio, Cobre e Zinco), bem como de substâncias tóxicas (Potencial de Formação de Trihalometanos - PFTHM, Número de Células de Cianobactérias, Cádmiio, Chumbo, Cromo Total, Mercúrio e Níquel).

O IAP é calculado a partir do produto entre o IQA e o ISTO, sendo a classificação apresentada no Quadro 8.10.

Quadro 8.10 – Classificação do IAP, de acordo com CETESB (2016b).

Categoria	Ponderação
Ótima	$79 < IAP \leq 100$
Boa	$51 < IAP \leq 79$
Regular	$36 < IAP \leq 51$
Ruim	$19 < IAP \leq 36$
Péssima	$IAP \leq 19$

Fonte: CETESB (2016b).

O IAP foi obtido diretamente do portal InfoÁGUAS, da CETESB, (<https://servicos.cetesb.sp.gov.br/infoaguas/>). A CETESB realiza o monitoramento da qualidade da água e calcula o IAP para 26 pontos, localizados nas captações de alguns municípios, que são, em sua maioria, localizados nos corpos hídricos principais, conforme mostra o Quadro 8.11.

Quadro 8.11 – Pontos de monitoramento do IAP, realizado pela CETESB.

Ponto	Corpo Hídrico	Sub-bacia	Descrição simplificada
ATIB02010	Rio Atibaia	Atibaia	Na captação do município de Atibaia.
ATIB02030	Rio Atibaia		Na captação de Itatiba.
ATIB02035	Rio Atibaia		Na captação de Valinhos
ATIB02065	Rio Atibaia		Na captação de Campinas, na divisa de municípios Campinas/Valinhos.
ATIB02800	Rio Atibaia		Na captação de Sumaré.
CMDC02300	Rio Camanducaia	Camanducaia	A montante da captação de Amparo.
CPIV02130	Rio Capivari	Capivari	Na captação de Campinas-ETA Capivari, na Rodovia dos Bandeirantes.
CRUM02080	Rio Corumbataí	Corumbataí	Na captação da ETA II de Rio Claro, a montante do barramento.
CRUM02500	Rio Corumbataí		Na captação da SEMAE de Piracicaba.
GERT02500	Córrego Santa Gertrudes		Na captação de Santa Gertrudes
LARO02500	Rio Claro		Na captação Eta I-Rio Claro, próximo do horto florestal
CXBU02900	Ribeirão do Caxambu	Jundiá	Na captação de Itupeva
IRIS02100	Rio Pirai		Na captação de Cabreúva, no Bairro do Jacaré.
IRIS02900	Rio Pirai		Na barragem de captação dos municípios de Salto e Indaiatuba.
JUMI00800	Ribeirão Jundiá-Mirim		Na captação de Jundiá.
JUNA02010	Rio Jundiá		Na captação de Campo Limpo Paulista.
JAGR00002	Rio Jaguari		Jaguari

Ponto	Corpo Hídrico	Sub-bacia	Descrição simplificada
JAGR02010	Rio Jaguari		Na captação da SABESP de Bragança Paulista, no bairro Curitibanos.
JAGR02200	Rio Jaguari		Na captação de Pedreira.
JAGR02300	Rio Jaguari		Na captação de Jaguariúna - DAE.
JAGR02500	Rio Jaguari		Próximo às captações de Paulínia e Hortolândia. A montante do lançamento Antibióticos do Brasil e a jusante do lançamento da Globe Química.
JAGR02800	Rio Jaguari		Na captação de Limeira.
JARI00800	Reservatório Jaguari		No corpo central do Res. Jaguari.
PIAL02900	Ribeirão do Pinhal		
PCAB02100	Rio Piracicaba	Piracicaba	Na captação de água de Americana.
PCAB02200	Rio Piracicaba		Na captação de Piracicaba, 2,5 Km a jusante da foz do Ribeirão Piracica-Mirim.

De acordo com a Quadro 8.11, nota-se que, ao longo das 7 sub-bacias da UGRHI – 5 (porção paulista das Bacias PCJ), cinco (5) pontos são monitorados no Rio Atibaia, um (1) no Camanducaia, um (1) no Capivari, quatro (4) no Corumbataí, cinco (5) no Jundiá, oito (8) no Jaguari e dois (2) no Piracicaba.

Em relação à disponibilidade dos dados de IAP no InfoÁGUAS, ressalta-se o seguinte: Em 2009, somente o ponto CPIV02130 tem dado de IAP disponível. O ponto JAGR00002 teve o IAP calculado somente em uma amostra de qualidade no ano de 2014. Já o ponto JARI00800, começou a ser monitorado a partir de 2014. O IAP dos demais pontos começou a ser calculado rotineiramente a partir de 2010.

Os resultados mostram que o IAP varia muito ao longo dos corpos hídricos das Bacias PCJ, com pontos de qualidade “Péssima” e outros com qualidade “Ótima”, sendo o IAP variando de 0 até 89, ao longo destes sete anos considerados. A Figura 8.87 apresenta o número de pontos por categoria, considerando o IAP médio anual de cada ponto, no período compreendido entre 2009 e 2015.

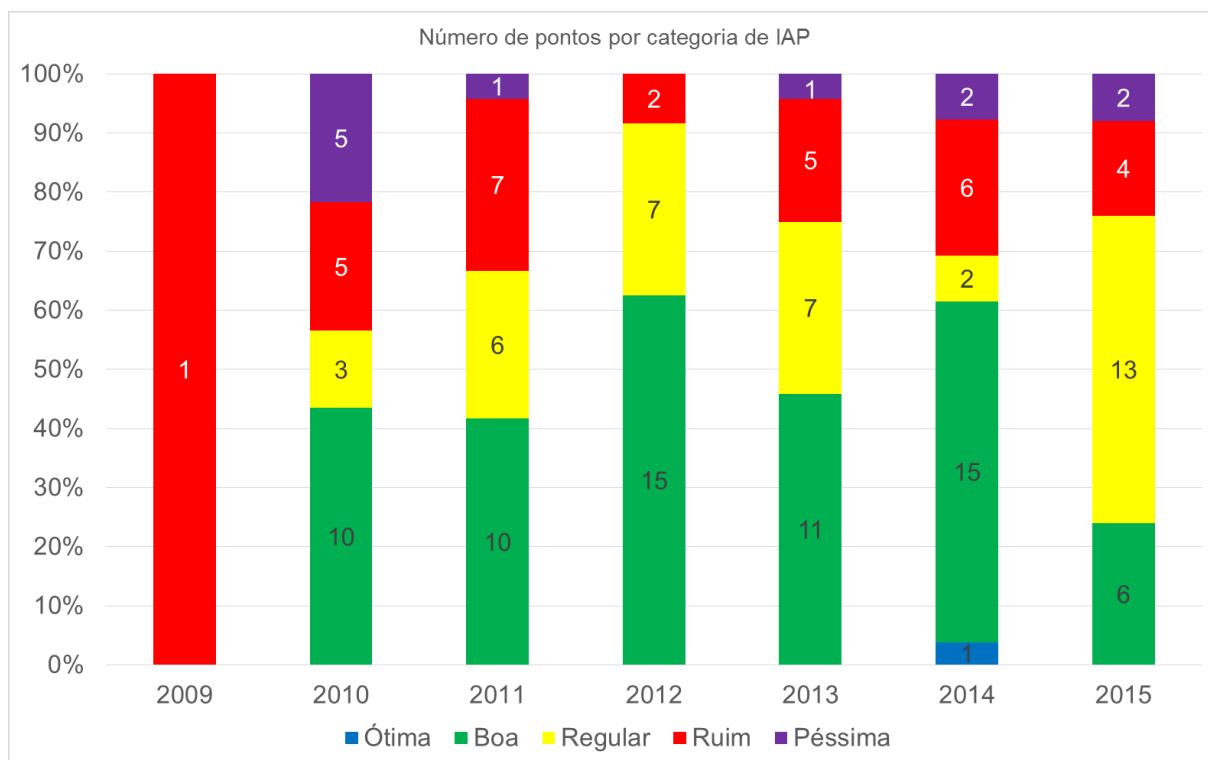


Figura 8.87 – Número de pontos por categoria de IAP, considerando a média anual dos IAPs.

Nota-se que no ano de 2009, o IAP do ponto CPIV02130 (único ponto com dado de IAP disponível), localizado no Rio Capivari, na captação da ETA Capivari, que abastece o município de Campinas, foi classificado como “Ruim”.

A partir da Figura 8.87 pode-se observar que até 2012 as condições da qualidade da água melhoram, passando de 10 pontos com classificação do IAP “Boa”, em 2010, para 15, em 2012, sendo que esta melhora também é observada para o indicador IQA. Ocorre também a redução do número de pontos em condições “Péssimas”, passando de 5 pontos em 2010, para nenhum em 2012. Em 2013 pode ser observada a piora da qualidade da água, com a redução para 11 pontos na condição “Boa”, 5, “Ruim” e 1, “Péssima”.

Em 2014, ocorre um aumento no número de pontos com a classificação “Boa”, e, da mesma forma que o IQA, somente o ponto JUMI00800, na captação do município de Jundiá, apresentou o IAP classificado como “Ótima”. De acordo com CETESB (2015), este ponto foi classificado na categoria “Ótima”, em 2014, pela primeira vez nos últimos cinco anos, devido a melhora do IQA.

De acordo com as conclusões gerais de CETESB (2015), no que tange este indicador, as categorias “Ruim” e “Péssima” foram influenciadas pelos parâmetros do IQA (principalmente Oxigênio Dissolvido e Demanda Bioquímica do Oxigênio) e pelos resultados da variável Potencial de Formação de Trihalometanos (PFTHM). Dois pontos classificados na categoria “Péssima” em 2014, CPIV02130 (Rio Capivari) e PCAB02220 (Rio Piracicaba), haviam sido classificados nessa categoria nos últimos cinco anos devido a influência do Potencial de formação de Trihalometanos e devido a classificação “Ruim” do IQA. No entanto, neste mesmo ano, seis (6) pontos foram classificados com IQA “Ruim” e dois (2) pontos foram classificados com qualidade “Péssima”, CPIV02130 (Captação de Campinas) e PCAB02220 (Captação de Piracicaba).

Em 2015 pode ser observada piora da qualidade da água para fins de abastecimento. Neste ano, somente 6 pontos foram classificados com IQA médio na faixa “Boa”, sendo quatro (4), “Ruim”, dois (2) “Péssimo” e treze (13) pontos na condição “Regular”. Neste ano, de acordo com CETESB (2016), o grupo das substâncias tóxicas teve uma maior influência no resultado do IAP do que o grupo das substâncias organolépticas. O Potencial de Formação de Trihalometanos e o Número de Células de Cianobactérias foram as variáveis (tóxicas) de maior influência na classificação do IAP, e no grupo das substâncias organolépticas, os resultados do IAP foram mais influenciados pelas variáveis Ferro Total, Alumínio Total e Manganês Total.

A Figura 8.88 e Figura 8.89 referem-se a análise considerando os períodos secos e chuvosos característicos da porção Paulista das Bacias PCJ, sendo, na primeira, o percentual considerando todos os anos, e a segunda, a evolução anual dos resultados. Os resultados das duas figuras são complementares e mostram que o referido indicador, da mesma forma que para o IQA, é melhor no período seco, com, aproximadamente, 71% das amostras classificadas como IAP “Bom”, e 20 % das amostras com IAPs “Ruim” e “Péssimo”. Já no período chuvoso, as condições boas são reduzidas para 35%, e as condições piores, “Ruim” e “Péssima”, aumentadas para 41%. Tal resultado evidencia a importância das cargas poluentes difusas carregadas para os corpos hídricos durante os eventos de chuva, que prejudicam significativamente a qualidade da água. Ao contrário do que é observado para o IQA, as condições piores, analisando os IAPs péssimos, de acordo com a Figura 8.89 também são observadas nos períodos chuvosos.

De acordo com CETESB (2016), a piora do IAP no tempo chuvoso, pode ser relacionado aos valores elevados do Potencial de Formação de Trihalometanos (PFTHM) e dos metais Ferro, Alumínio e Manganês, os quais estão associados com o arraste e transporte da matéria orgânica e de partículas de solo para os corpos d’água em eventos de chuvas, processo esse que é intensificado na ausência de cobertura vegetal e, nas regiões marginais de rios e reservatórios, de mata ciliar.

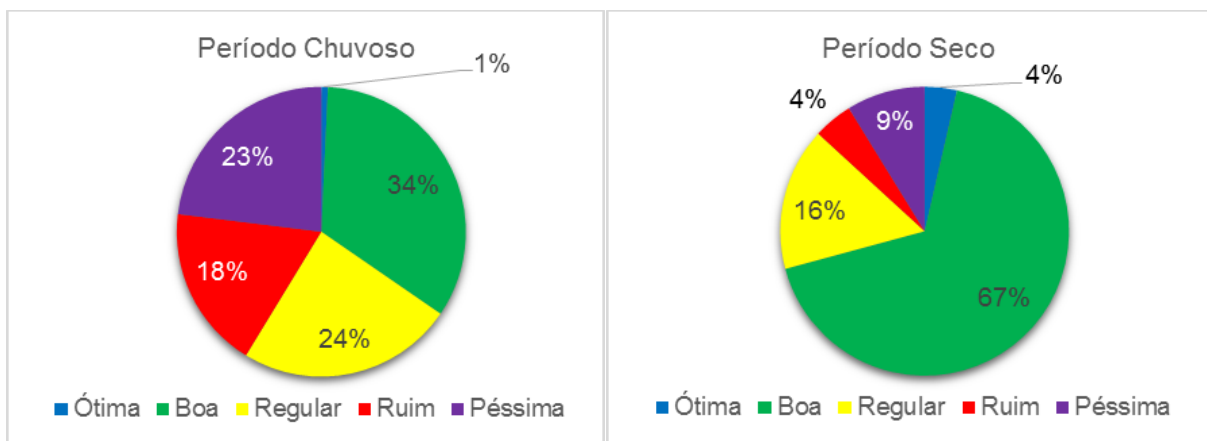


Figura 8.88 –Percentual das classes de IAP nos períodos secos e chuvosos.

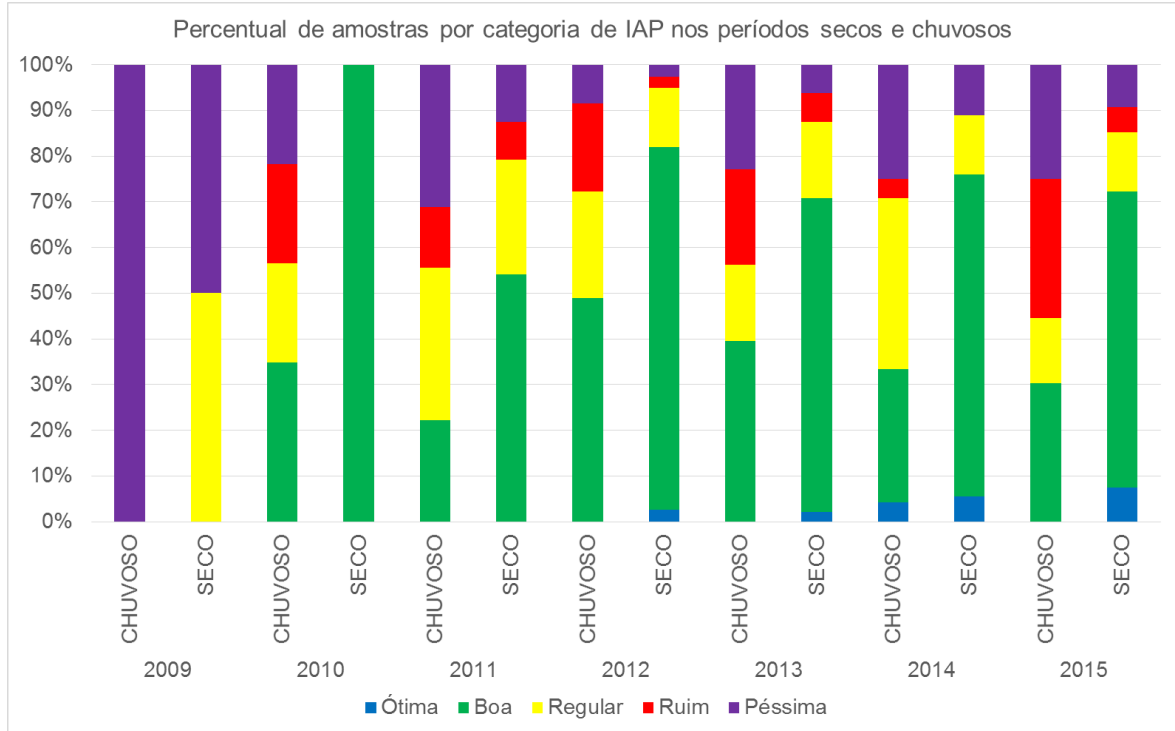


Figura 8.89 – Percentual de amostras por categoria de IAP nos períodos secos e chuvosos.

Visando a análise do IAP nas sub-bacias, apresenta-se a Figura 8.90, que mostra o percentual de amostras em cada classe de IAP, no período compreendido entre 2009 e 2015, em cada sub-bacia. Já a Figura 8.91 possibilita a análise dos resultados, com base nos IQAs médios, para todos os anos, em cada sub-bacia, apontando os anos mais críticos em cada região. Por fim, no Mapa 8.11 pode-se observar a evolução anual dos IQAs médios em cada ponto.

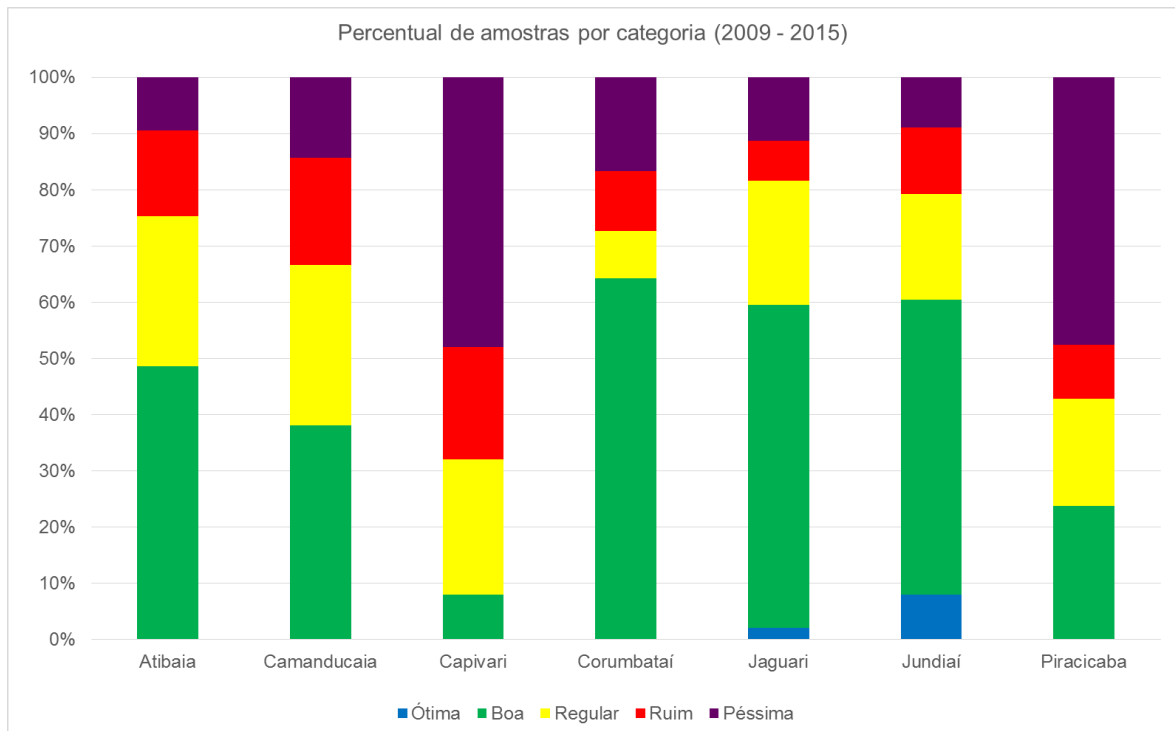


Figura 8.90 – Percentual do IAP em cada sub-bacia.

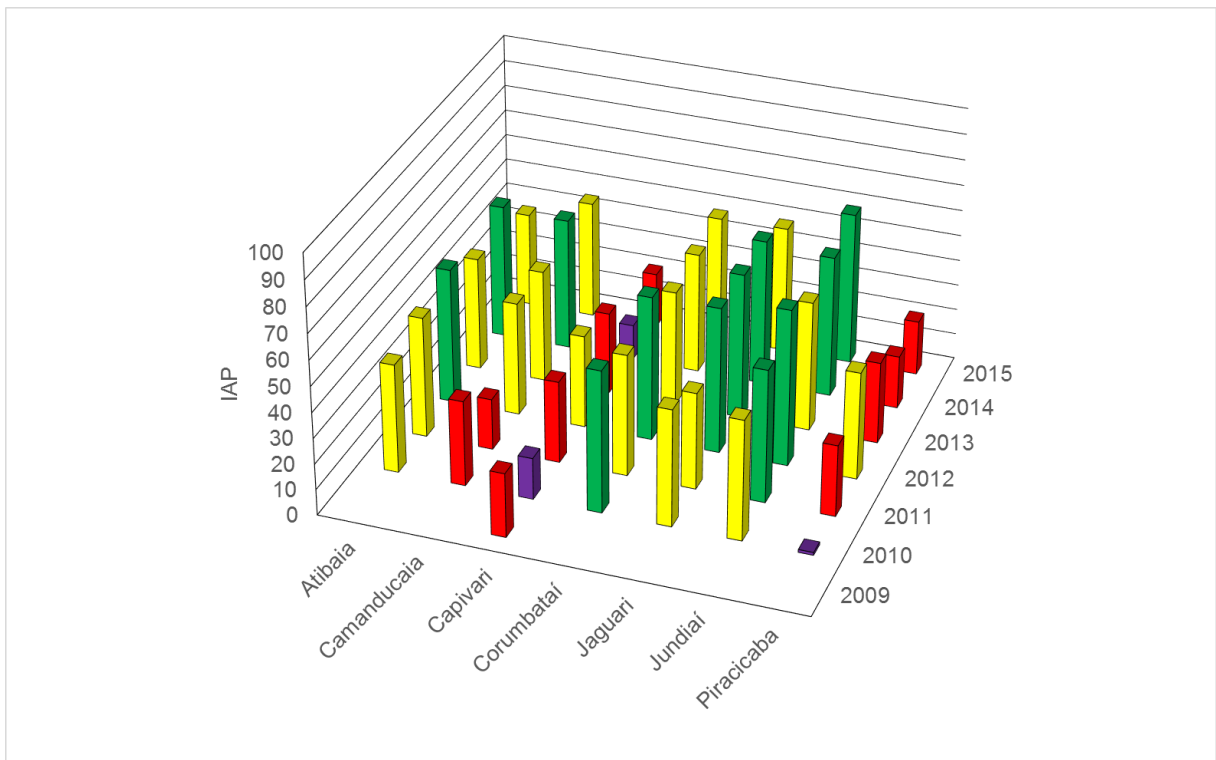
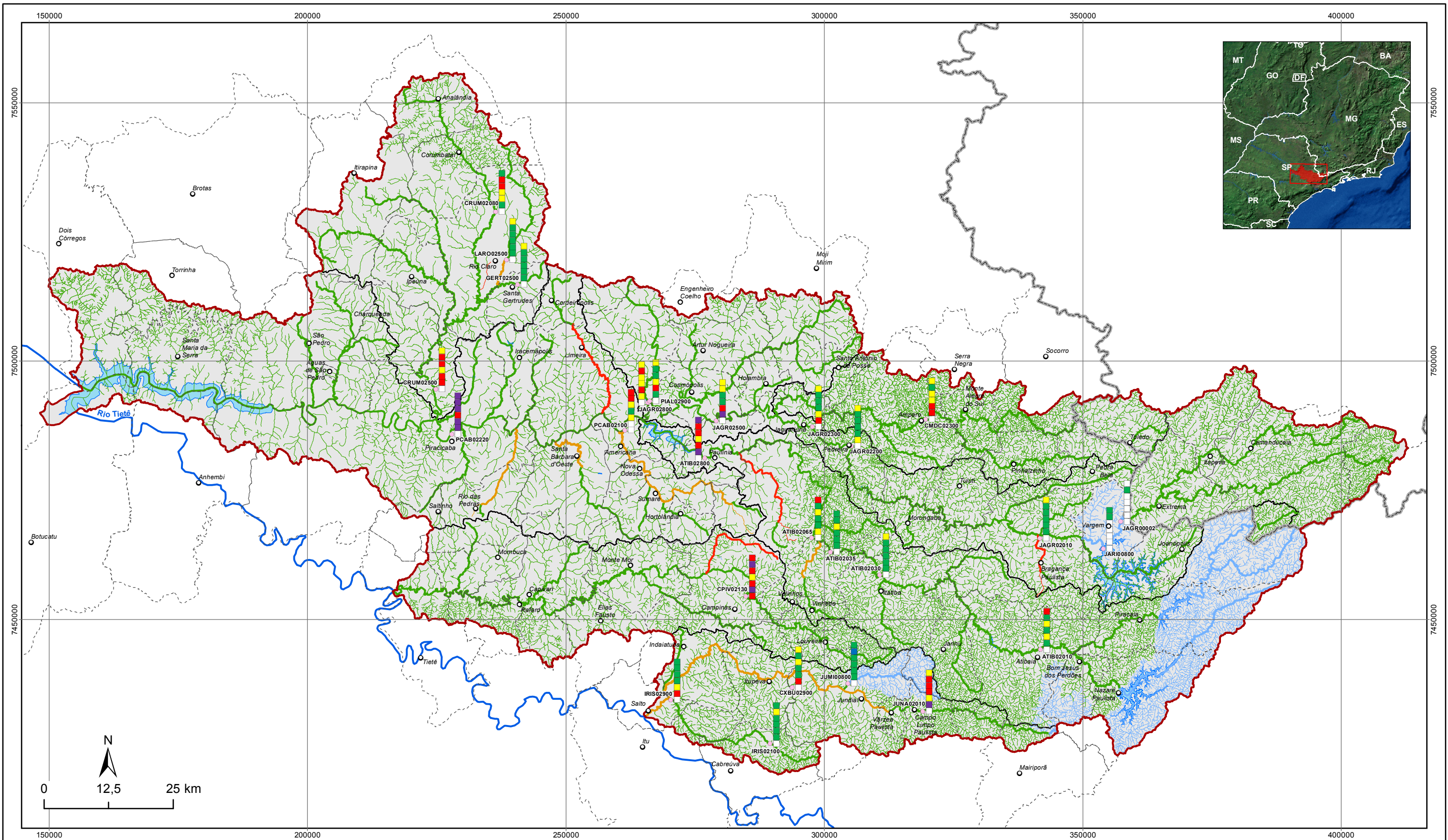


Figura 8.91 – Evolução anual dos IAPs.



LEGENDA

- Sede municipal
- Ponto de Monitoramento da Qualidade da Água com IAP
- ~ Rio Tietê
- ~ Represas
- Sub-bacia
- ~ Limite da Bacia PCJ

- Limite Municipal
 - Limite Estadual
- Classe de enquadramento**
- 1
 - 2
 - 3
 - 4

IAP Médio do Ponto

Ponderação	Categoria
79 < IAP ≤ 100	Ótima
51 < IAP ≤ 79	Boa
36 < IAP ≤ 51	Regular
19 < IAP ≤ 36	Ruim
IAP ≤ 19	Péssima
Sem dado	

- Distribuição**
- Ano
- 2015
 - 2014
 - 2013
 - 2012
 - 2011
 - 2010
 - 2009



**DIAGNÓSTICO
PRIMEIRA REVISÃO DO PLANO DAS BACIAS HIDROGRÁFICAS
DOS RIOS PIRACICABA, CAPIVARI E JUNDIAÍ 2010 A 2020**



Sistema de Coordenadas UTM
Datum SIRGAS2000
Zona 23S
Escala: 1:725.000

Mapa 8.11– Evolução anual dos IAPs médios em cada ponto da UGRHI – 05

Fonte de dados:
- Sede municipal: IBGE, 2010
- Limite municipal: IBGE, 2010
- Limite estadual: IBGE, 2010
- Hidrografia: ANA, 2013
- Limite da bacia: Adaptado de ANA, 2003
- Limite sub-bacia: Adaptado de ANA, 2003
- IAP: CETESB, 2015
- Enquadramento: Adaptado de CETESB, 2017

A análise dos resultados mostra que as sub-bacias que apresentaram as piores condições de qualidade da água, no período entre 2009 e 2015, são as sub-bacias dos Rios Capivari e Piracicaba e Camanducaia, sendo a primeira, a sub-bacia com os piores IAPs (aproximadamente 70% das amostragens nas classes “Péssima” e “Ruim”). As demais sub-bacias, apresentaram IAPs nas classes “Boa” e “Ótima” em mais de 50% das amostras, com exceção da Sub-bacia do Rio Atibaia, com 49%.

A sub-bacia do Rio Capivari apresentou, no período compreendido entre 2009 e 2015, 68% das amostras classificadas como “Péssima” e “Ruim”, 24%, “Regular” e 8%, “Boa” (Figura 8.90). A referida sub-bacia apresenta, em termos médios anuais (Figura 8.91) apresenta IAPs “Ruins” na maioria dos anos considerados, sendo em 2010 e 2014, a média dos IAPs na classe “Péssima”, e somente em 2012, “Regular”. Destaca-se que nesta sub-bacia há somente um (1) ponto de monitoramento, sendo o CPIV2130, localizado na Captação da ETA Capivari (ETA Bandeirantes), que abastece Campinas (aproximadamente 7,9% do atendimento do município, segundo informações consistidas no campo).

A sub-bacia do Rio Piracicaba apresentou 48% das amostras classificadas como “Péssima”, 10%, “Ruim”, 19% “Regular” e somente 24% das amostras classificadas como “Boa”. Os resultados mostram que, em termos médios (Figura 8.91), a sub-bacia do Rio Piracicaba apresentou, a maior parte dos IQAs médios anuais, na classe “Ruim”, sendo em 2010, “Péssimo” e 2012, “Regular”. Nesta sub-bacia encontram-se dois pontos de monitoramento, sendo o ponto PCAB02220 com os piores IAPs anuais foram classificados na faixa “Péssima”, em todos os anos, com exceção de 2012, quando ficou na faixa “Ruim”. Analisando os 26 pontos monitorados na área de estudo, este é o que possui os piores resultados de IAP, conforme pode ser observado no Mapa 8.11. O ponto PCAB02100 (localizado na captação de Americana), apresentou IAP variando nas faixas bom a ruim, sendo que, nos dois últimos anos, o IAP ficou na faixa “Ruim”.

A sub-bacia do Rio Camanducaia apresentou a terceira pior qualidade da água, em termos de IAP. Com 14,24% das amostras na classe “Péssima”, 19,05%, “Ruim”, 28,57%, “Regular”, e 38,10%, “Boa”. Em termos médios anuais, apresentou IAP “Ruim” em 2010 e 2011, mostrando melhora em 2012 e 2013 com IAP “Regular”, sendo em 2014, IAP médio na classe “Boa”, voltando para a condição “Regular”, em 2015. Estes resultados referem-se ao ponto CMD02300, localizando no Rio Camanducaia, a montante da captação de Amparo. De acordo com o Mapa 8.11, nota-se que, a qualidade da água melhorou em relação a 2010 e 2011, quando foi classificada como “Ruim”, passando a condição “Regular”, em 2015.

A sub-bacia do Rio Atibaia, conforme apresentado na Figura 8.90, 9,52% das amostras na classe “Péssima”, 15,24%, “Ruim”, 26,67%, “Regular”, e 48,57%, “Boa”. Em termos médios anuais (Figura 8.91), apresentou IAP “Regular” na maior parte dos anos, sendo classificado na faixa boa nos anos 2012 e 2014. Nesta sub-bacia o ponto ATIB02800, localizado na captação de Sumaré, apresenta os piores resultados, sendo em 2015, o IAP médio classificado na faixa “Péssima”, apresentando piora em relação aos anos anteriores, em que foi classificado como “Ruim”. Outro ponto que em 2015 apresentou IAP “Ruim” foi o ATIB02010, na captação do município de Atibaia. Os anos anteriores, no entanto, oscilaram entre a condição “Boa” e “Regular”.

A sub-bacia do Rio Jaguari, segundo a Figura 8.90, apresenta 11,35% das amostras classificadas com IAP “Péssimo”, 7,09%, “Ruim”, 21,99%, “Regular”, 57,45%, “Bom” e 2,13%, “Ótima”. A evolução anual dos IAPs médios mostra que este indicador vem melhorando nos últimos anos, passando da condição “Regular”, em 2010 e 2011, a “Boa”, nos anos subsequentes, voltando a condição “Regular”, em 2015. Nesta sub-bacia, o Mapa 8.11 mostra que os pontos JAGR02500, a montante da captação de Paulínia, e mais a jusante, o ponto JAGR02800, na captação de Limeira, apresentam “IAPs” regulares, sendo que o

primeiro apresentou piora em relação aos anos anteriores, e o segundo, melhora em relação a 2014. A maioria dos oito pontos localizados nesta sub-bacia apresentou IAPs regulares.

A sub-bacia do Rio Jundiá, segundo a Figura 8.90, apresenta 8,91% das amostras classificadas com IAP “Péssimo”, 11,88%, “Ruim”, 18,81%, “Regular”, 52,48%, “Bom” e 7,92%, “Ótima”. A evolução anual dos IAPs médios mostra que este indicador melhorou nos últimos anos, passando da condição “Regular”, em 2010, a “Boa”, em 2015. Nesta sub-bacia, o Mapa 8.11 mostra que o ponto JUNA02010, a jusante da captação do sistema integrado de Campo Limpo Paulista/ Várzea Paulista, que abastece esses municípios, apresentou os piores IAPs anuais. Nota-se, no entanto, melhora no ano de 2015, em que o IAP médio foi classificado como “Regular”, sendo precedido de três anos com IAP médio na faixa “Ruim”. Outro ponto que apresenta bastante variação é o ponto CXBU02900, na captação de Itupeva, sendo que, nos últimos anos, a condição oscilou entre “Regular” a “Boa”. Os demais pontos apresentaram IAPs médios na maioria dos anos, classificados como bons.

A sub-bacia do Rio Corumbataí, segundo a Figura 8.90, apresenta 16,67% das amostras classificadas com IAP “Péssimo”, 10,71%, “Ruim”, 8,33%, “Regular” e 64,29%, “Bom”. A evolução anual dos IAPs médios (Figura 8.91) mostra que este indicador está apresentando piora nos últimos anos, passando da classificação boa, em 2010 a regular nos últimos três anos. Nesta sub-bacia, o Mapa 8.11 mostra que o ponto CRUM02080, próximo à captação de Rio Claro, apresentou melhora no ano de 2015, passando da condição “Ruim” nos últimos dois anos, para “Bom”, em 2015. Os pontos LARO2500 (Rio Claro) e GERT02500 (Córrego Santa Gertrudes) apresentaram piora na qualidade da água em 2015, passando da condição boa, em todos os anos precedentes, para a condição “Regular”, no último ano. O ponto com os piores IAPs está localizado na captação de Piracicaba, com IAPs variando entre as condições regulares e ruins ao longo dos anos.

8.1.3.3 IET – Índice de Estado Trófico

O enriquecimento artificial dos corpos d’água por nutrientes causa o fenômeno da eutrofização, considerado um dos problemas ambientais mais difundidos das águas continentais (CHORUS & BARTRAM, 1999). A eutrofização pode ser entendida como o processo de enriquecimento das águas por nutrientes, principalmente nitrogênio e fósforo, que acarretam o aumento da produção primária e o crescimento excessivo de algas e macrófitas aquáticas. Tal processo causa desequilíbrio ecológico do ecossistema aquático e progressiva degeneração da qualidade ambiental (VON SPERLING, 2005).

Segundo Ferguson et al. (1996) e Von Sperling (1996), os maiores problemas associados à eutrofização incluem: a ocorrência de florações de cianobactérias e necessidade de remoção dos produtos tóxicos (por elas produzidos) no tratamento da água potável; deterioração da qualidade da água, crescimento de plantas aquáticas, que podendo causar a obstrução do fluxo de água nos rios; redução do oxigênio dissolvido, condições anaeróbias de fundo, e redução da diversidade animal e vegetal.

O Índice do Estado Trófico tem por finalidade classificar corpos d’água em diferentes graus de trofia, ou seja, avalia a qualidade da água quanto ao enriquecimento por nutrientes e seu efeito relacionado ao crescimento excessivo das algas e cianobactérias (CETESB, 2016b).

O Índice do Estado Trófico foi calculado tanto para a porção paulista, quanto para a porção mineira das Bacias PCJ, com base na metodologia de CETESB (2016b), a partir dos dados brutos de Fósforo Total e Clorofila *a*, disponíveis no InfoÁGUAS (CETESB) e no InfoHidro (IGAM). O IET foi calculado para 80 estações da Rede Básica da CETESB e 9 estações da Rede Básica do IGAM. Ainda, são analisados alguns pontos localizados em ambientes lênticos (nos reservatórios), que não foram considerados no universo amostral da análise da qualidade da água, devido a estes pontos terem sido incluídos na rede de

monitoramento em 2014, no entanto, devido a esses pontos estarem em ambiente favorável aos processos de eutrofização, foram analisados separadamente.

Conforme metodologia de CETESB (2016b), a partir da concentração de Fósforo Total e Clorofila *a* é calculado o IET (P) e o IET (CL), com equações diferentes para os ambientes lóticos e lênticos. O resultado final do IET corresponde à média dos IETs. De acordo com CETESB (2016b), os resultados correspondentes ao fósforo, IET(P), devem ser entendidos como uma medida do potencial de eutrofização, já que este nutriente atua como o agente causador do processo. A avaliação correspondente à clorofila *a*, IET(CL), por sua vez, deve ser considerada como uma medida da resposta do corpo hídrico ao agente causador, indicando de forma adequada o nível de crescimento de algas que tem lugar em suas águas. Assim, o índice médio engloba, de forma satisfatória, a causa e o efeito do processo. Salienta-se que até 2010, a CETESB considerava somente um dos IETs, IET(P) ou IET(CL), caso a concentração de um dos dois parâmetros não estivesse disponível, no entanto, a partir de 2011 passaram a ser consideradas somente a média dos dois IETs, sendo esta metodologia adotada neste diagnóstico.

As classes de trofia variam de Ultraoligotrófico, com muito baixa produtividade, a Hipereutrófico, com produtividade elevadíssima em comparação com o nível natural. As categorias de trofia para rios, em função dos valores do IET, estão indicadas no Quadro 8.12.

Quadro 8.12 – Classe de estado trófico e suas características principais.

Categoria	Ponderação	Características
Ultraoligotrófico	$IET \leq 47$	Corpos d'água limpos, de produtividade muito baixa e concentrações insignificantes de nutrientes que não acarretam em prejuízos aos usos da água.
Oligotrófico	$47 < IET \leq 52$	Corpos d'água limpos, de baixa produtividade, em que não ocorrem interferências indesejáveis sobre os usos da água, decorrentes da presença de nutrientes.
Mesotrófico	$52 < IET \leq 59$	Corpos d'água com produtividade intermediária, com possíveis implicações sobre a qualidade da água, mas em níveis aceitáveis, na maioria dos casos.
Eutrófico	$59 < IET \leq 63$	Corpos d'água com alta produtividade em relação às condições naturais, com redução da transparência, em geral afetados por atividades antrópicas, nos quais ocorrem alterações indesejáveis na qualidade da água decorrentes do aumento da concentração de nutrientes e interferências nos seus múltiplos usos
Supereutrófico	$63 < IET \leq 67$	Corpos d'água com alta produtividade em relação às condições naturais, de baixa transparência, em geral afetados por atividades antrópicas, nos quais ocorrem com frequência alterações indesejáveis na qualidade da água, como a ocorrência de episódios florações de algas, e interferências nos seus múltiplos usos
Hipereutrófico	$IET > 67$	Corpos d'água afetados significativamente pelas elevadas concentrações de matéria orgânica e nutrientes, com comprometimento acentuado nos seus usos, associado a episódios florações de algas ou mortandades de peixes, com consequências indesejáveis para seus múltiplos usos, inclusive sobre as atividades pecuárias nas regiões ribeirinhas.

Fonte: ANA (2017).

A Figura 8.92 e a Figura 8.93 apresentam os resultados referentes ao número de pontos, de acordo com cada categoria de IET.

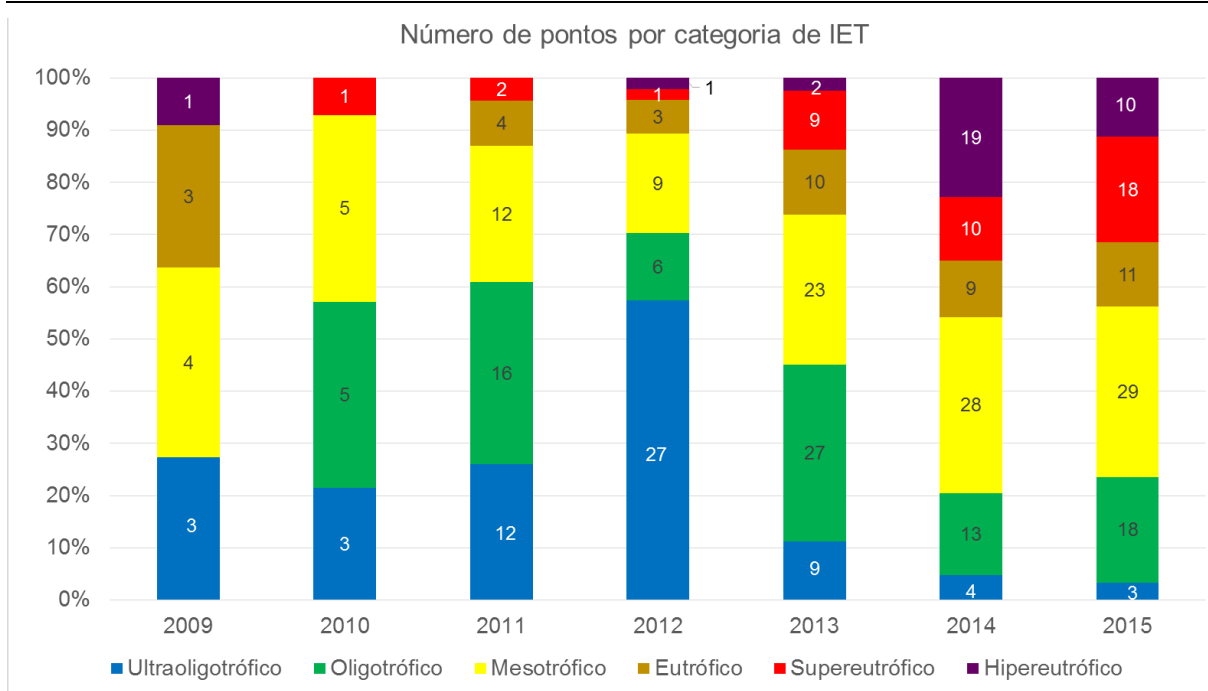


Figura 8.92 – Número de pontos por categoria de IET, no período compreendido entre 2009 e 2015.

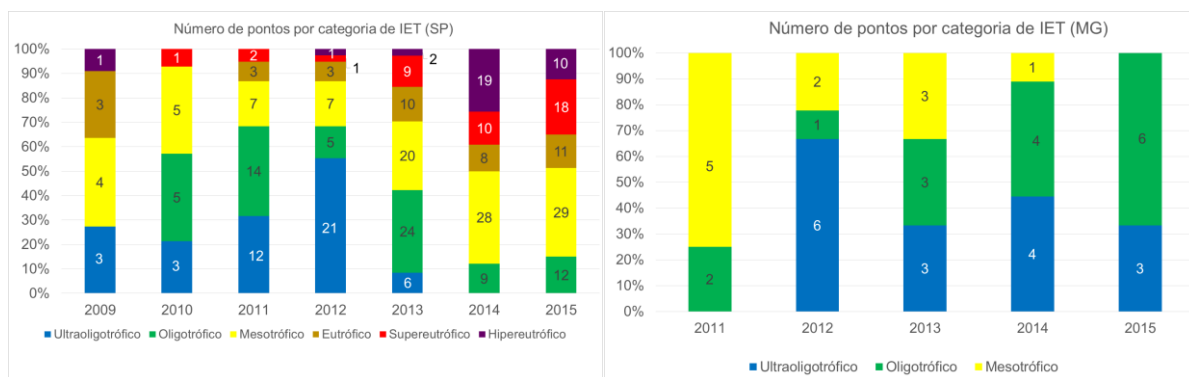


Figura 8.93 - Número de pontos por categoria de IET, na porção paulista das bacias PCJ (a esquerda) e na porção mineira das Bacias PCJ (a direita).

Os resultados da Figura 8.92 e Figura 8.93 permitem observar realidades bastante distintas, principalmente, avaliando os resultados para as porções paulistas e mineiras das Bacias PCJ, sendo as melhores condições observadas na porção mineira, que são regiões menos urbanizadas, onde encontram-se nascentes importantes das Bacias PCJ, e piores nos corpos hídricos com menor vazão, e próximo de áreas urbanizadas. Tais resultados podem ser explicados pelas principais fontes de fósforo estarem associadas aos despejos urbanos, e às cargas difusas, sendo consequência direta da urbanização.

Os resultados evidenciam que o número de pontos analisados, considerando a metodologia de análise supracitada foi crescente, passando de onze (11) pontos, nos anos de 2009, número baixo devido à ausência de informações de clorofila *a*, passando a 47 pontos, em 2012, chegando a 89 pontos, em 2015.

Nota-se que, da mesma forma que para os demais indicadores de qualidade da água, o ano com os melhores resultados para o IET foi 2012, com 27 pontos (57%) classificados em níveis de trofia muito baixos, com IET médio anual na classe Ultraoligotrófico, sendo que os melhores pontos, neste ano, localizados no Rio Atibaia (ATIB02010 e ATIB02030), Corumbataí (CRUM02080 e CRUM02500), Jaguari (todos) e Jundiá

(JUNA02010 e JUNA02030). Em relação aos graus de trofia mais elevados, os dois piores pontos foram encontrados no Rio Capivari, sendo um (1) ponto classificado na classe Supereutrófico (CPIV02900, localizado na foz do Rio Capivari) e um (1), Hipereutrófico (CPIV02160). Destaca-se que, como pôde ser observado na Figura 8.2, 2012 foi o ano com as mais baixas concentrações de fósforo nos corpos hídricos, sendo esse impacto direto no IET.

A partir de 2013, pode ser observada piora na qualidade da água, sendo que o número de pontos classificados em baixos graus de trofia caíram substancialmente, sendo a classe Ultraoligotrófico obtida em nove (9) pontos (11%), e nos anos subsequentes, 2014 e 2015, quatro (4) (5%) e três (3) (3%). Destaca-se que nestes dois últimos anos, os pontos com os melhores IETs estiveram localizados na porção mineira das Bacias PCJ, como pode ser observado na Figura 8.93.

Os piores resultados referentes ao IET foram observados no ano de 2014, refletindo os efeitos da forte estiagem ocorrida neste ano. Tais fatores como elevada insolação, baixas vazões, baixa turbidez, elevadas temperaturas, somadas ao aporte de nutrientes, provenientes, principalmente, pelos esgotos domésticos, são os principais fatores associados às florações algáceas, e conseqüentemente, ao processo de eutrofização.

Em 2014, 19 pontos (23%) foram classificados em estado Hipereutrófico, 10 pontos (12%), Supereutrófico e 9 pontos (11%), Eutrófico, somando, 46% dos pontos em graus de trofia altos, indicativas de locais já considerados eutrofizados. Os resultados mostraram que apenas 21% dos pontos apresentaram baixos graus de trofia, portanto, qualidade da água boa, nas classes Oligotrófico e Ultraoligotrófico. Os piores pontos estão localizados no Rio Atibaia, a partir do ponto ATIB02300 (na captação da Rhodia, em Paulínia), até foz, a jusante do Reservatório Salto Grande (ATIB02900). Outros pontos com qualidade da água comprometida, considerando os elevados graus de trofia, estiveram localizados no Rio Camanducaia, os dois pontos mais próximos à foz (CMDC02400 e CMDC02900), no Rio Capivari, CPIV02200, CPIV02700 e CPIV02900, próximos a foz, no Rio Pirai, com exceção dos pontos IRIS02100 e IRIS02900, que apresentaram IET classificado como Mesotrófico. Todos os pontos localizados no Rio Jundiá, apresentaram classificação variando entre os estados Eutrófico e Hipereutrófico, sendo piores as condições no sentido de montante para jusante, sendo que, somente o ponto JUNA02010 apresentou condição Mesotrófica, na captação de Campo Limpo Paulista. No Rio Piracicaba os sete pontos monitorados apresentaram graus de trofia muito elevados, assim como os pontos localizados no Ribeirão dos Toledos e Quilombo.

Em 2015 observou-se melhora nos IETs em relação ao ano de 2014, no entanto, 10 pontos (11%) ainda foram classificados na classe Hipereutrófica, 18 (20%), Supereutrófica e 11 (12%), Eutrófica. Nota-se que, mesmo que alguns pontos tenham passado da classe Hipereutrófica para as classes Supereutrófica ou Eutrófica, tal melhora ainda indica que tais pontos continuam com graus de trofia bastante elevados. Os percentuais e número de pontos nos demais níveis de trofia permaneceram, praticamente, inalterados, sendo 29 pontos (33%) na classe Mesotrófica, 18 (20%), Oligotrófica, e 3 pontos (3%), Ultraoligotrófica.

A Figura 8.94 se refere à análise da sazonalidade neste indicador, considerando os períodos secos e chuvosos. Os resultados mostram que o IET, de acordo com a Figura 8.94, apresenta pouca variação nos períodos secos e chuvosos, apresentando resultados muito semelhantes, sendo observados resultados melhores no período seco, com, aproximadamente, 38% das amostras em graus de trofia muito baixos, Ultraoligotrófico e Oligotrófico, 28% em graus de trofia elevados (Eutrófico, Supereutrófico e Hipereutrófico) e 34% em condições regulares (Mesotrófico). Já no período chuvoso, as condições boas são reduzidas para 32%, e os graus de trofia elevados, somando 33%.

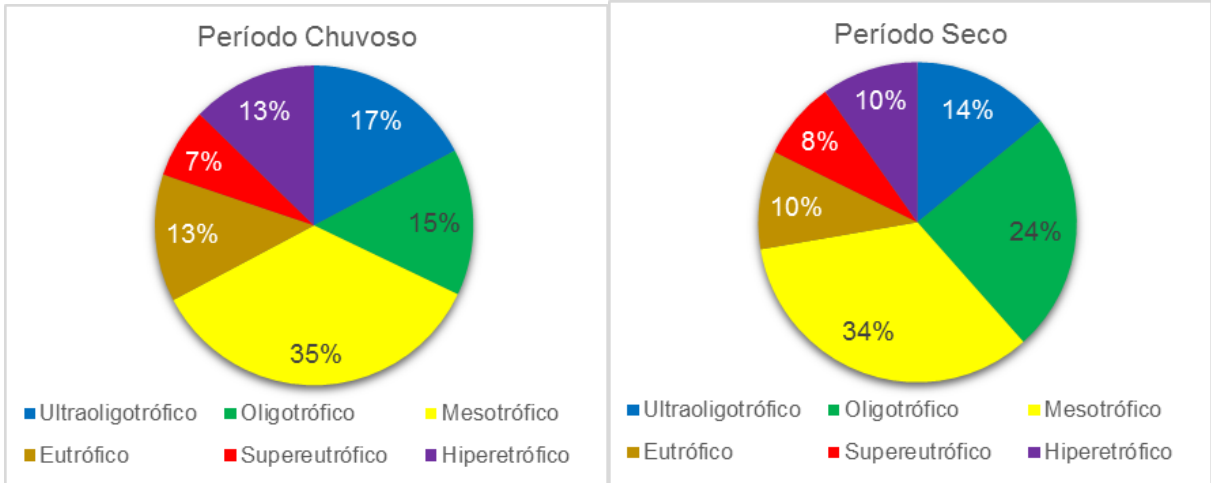


Figura 8.94 - Percentual das classes de IET nos períodos secos e chuvosos, no período entre 2009 e 2015.

Visando a análise do IET nas sub-bacias, apresenta-se a Figura 8.95, que mostra o percentual de amostras em cada classe de IET, no período compreendido entre 2009 e 2015, em cada sub-bacia. Já a Figura 8.96 possibilita a análise dos resultados, com base nos IETs médios, para todos os anos, em cada sub-bacia, apontando os anos mais críticos em cada região. Por fim, pode-se observar a evolução anual dos IETs médios em cada ponto (Mapa 8.12).

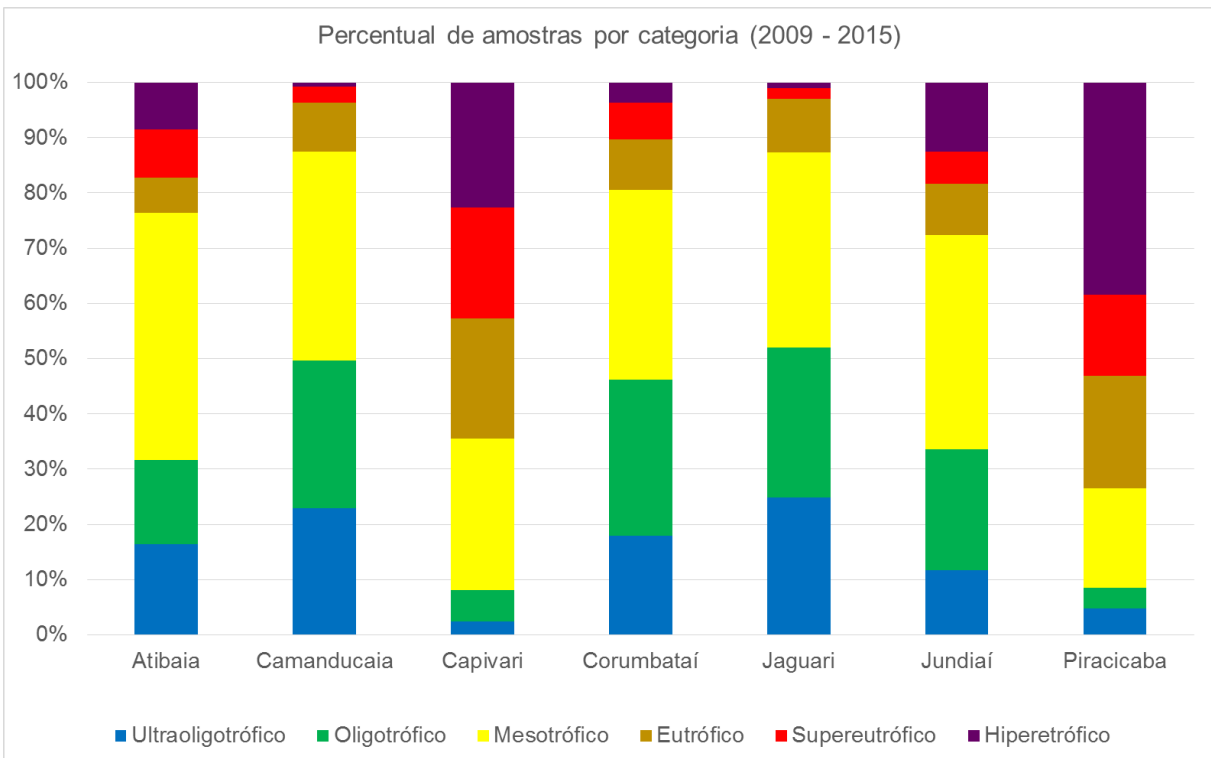


Figura 8.95 – Percentual do IET em cada sub-bacia.

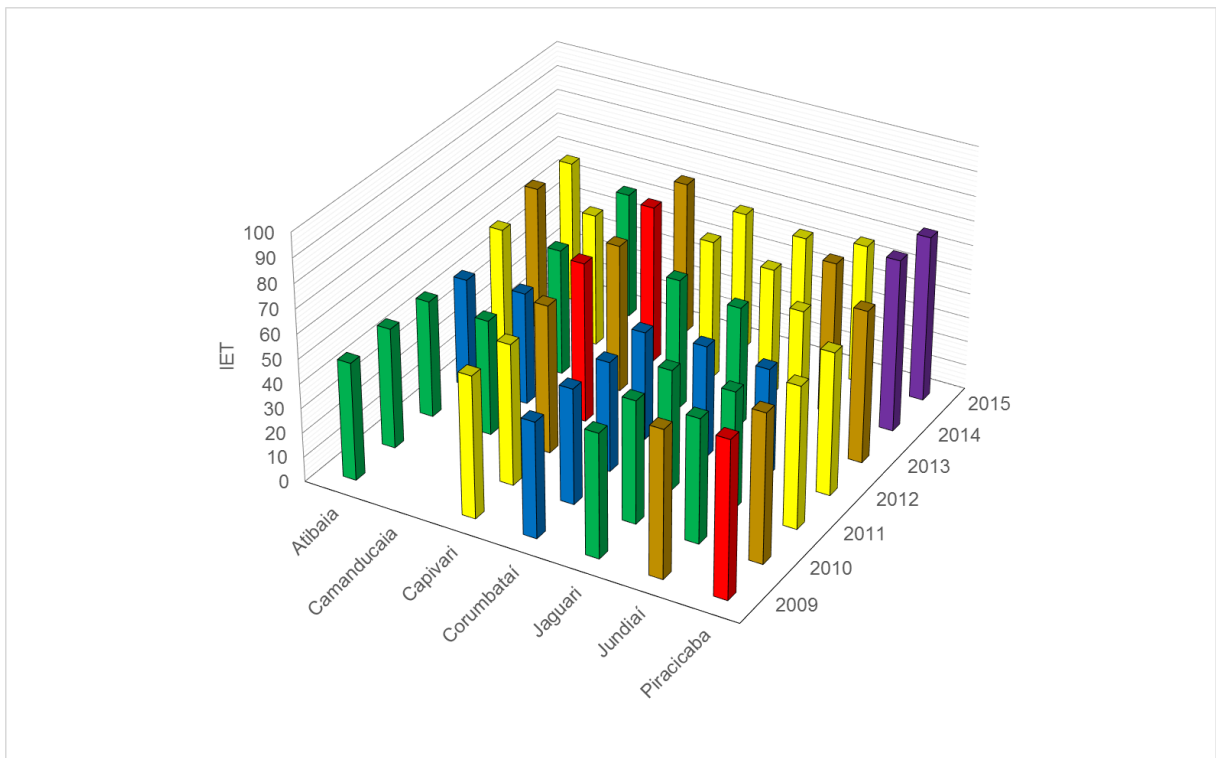
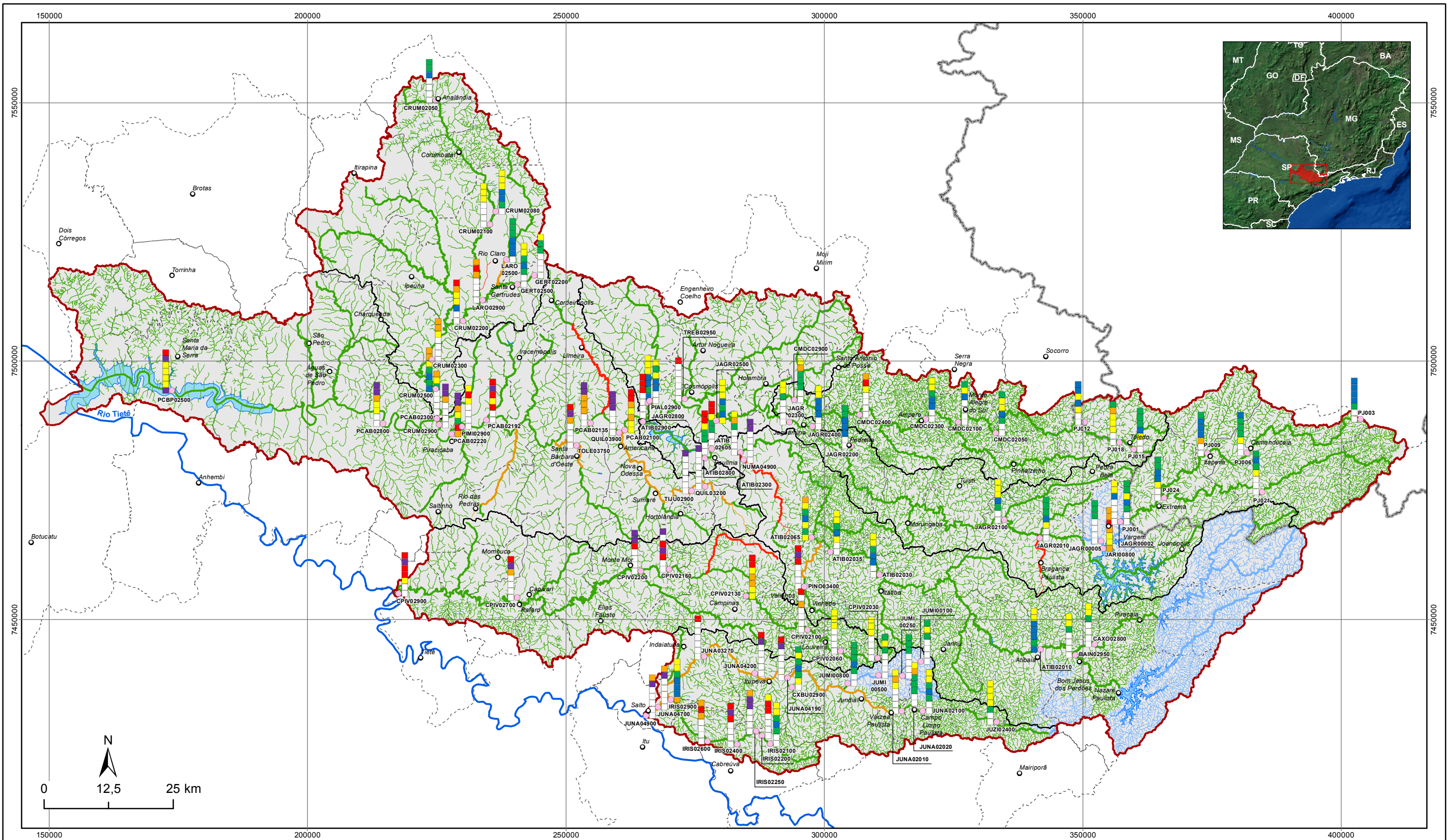


Figura 8.96 – Evolução anual dos IETs médios.



LEGENDA

- Sede municipal
- Ponto de monitoramento da qualidade da água com dado de IET
- ~ Rio Tietê
- Represas
- Sub-bacia
- Limite da Bacia PCJ

- Limite Municipal
 - Limite Estadual
- Classe de enquadramento**
- 1
 - 2
 - 3
 - 4

IET Médio do Ponto

Ponderação	Categoria
IET ≤ 47	Ultraoligotrófico
47 < IET ≤ 52	Oligotrófico
52 < IET ≤ 59	Mesotrófico
59 < IET ≤ 63	Eutrófico
63 < IET ≤ 67	Supereutrófico
IET > 67	Hipereutrófico
Sem dado	

- Distribuição**
- Ano
- 2015
 - 2014
 - 2013
 - 2012
 - 2011
 - 2010
 - 2009



DIAGNÓSTICO
PRIMEIRA REVISÃO DO PLANO DAS BACIAS HIDROGRÁFICAS
DOS RIOS PIRACICABA, CAPIVARI E JUNDIAÍ 2010 A 2020



Sistema de Coordenadas UTM
 Datum SIRGAS2000
 Zona 23S
 Escala: 1:725.000

Mapa 8.12 – Evolução anual dos IETs médios em cada ponto das Bacias PCJ

Fonte de dados:
 - Sede municipal: IBGE, 2010
 - Limite estadual: IBGE, 2010
 - Hidrografia: ANA, 2013
 - Limite da bacia: Adaptado de ANA, 2013
 - Limite sub-bacia: Adaptado de ANA, 2003
 - IET: CETESB, 2015/IGAM, 2015
 - Enquadramento: Adaptado de CETESB, 2017

A análise dos resultados, de acordo com a Figura 8.95, mostra que as sub-bacias que apresentaram as piores condições de qualidade da água, no período entre 2009 e 2015, são as sub-bacias dos Rios Piracicaba e Capivari, com estados tróficos nas classes Hipereutrófica e Supereutrófica e Eutrófica em mais de 50% das amostragens, sendo 73% na sub-bacia do Rio Piracicaba e 65%, na sub-bacia do Rio Capivari. As demais sub-bacias, apresentaram IETs em níveis de trofia variando nas condições intermediários a baixas, em mais de 70% das amostragens.

A sub-bacia do Rio Piracicaba, como pode ser observado na Figura 8.95, apresentou 38% das amostras classificadas no estado Hipereutrófico, 15%, Supereutrófico, 20% Eutrófico, 18% Mesotrófico e 9% somando as classes Oligotrófico e Ultraoligotrófico. Os resultados mostram que, em termos médios (Figura 8.96), a sub-bacia do Rio Piracicaba apresentou, a maior parte dos IETs médios anuais em estados tróficos elevados, podendo ser observada piora na qualidade da água nos últimos dois anos, passando do estado Eutrófico para o estado Hipereutrófico. Somente nos anos 2011 e 2012 as condições médias estiveram no nível Mesotrófico, indicando corpos d'água com produtividade intermediária, com possíveis implicações sobre a qualidade da água, mas em níveis aceitáveis.

A sub-bacia do Rio Capivari apresentou, no período compreendido entre 2009 e 2015, 23% das amostras classificadas como Hipereutrófico, 20%, Supereutrófico e 22%, Eutrófico. Somente 8% das amostras indicaram níveis de trofia baixos, e 27 % no estado Mesotrófico (Figura 8.95). A referida sub-bacia apresenta, em termos médios anuais (Figura 8.96), IETs na classe Mesotrófica, nos anos 2009 e 2010, anos em que somente um (1) ponto foi considerado (ponto CPIV02130, localizado na captação de Campinas, da ETA Capivari). Os demais pontos do Rio Capivari não haviam dados de clorofila *a*, inviabilizando o cálculo até 2010. A partir de 2011, foram incorporados novos pontos, sendo observada a piora na qualidade da água, que passou a alternar entre os estados Eutrófico e Supereutrófico.

A sub-bacias dos Rios Jundiá e Atibaia apresentaram resultados muito semelhantes, de acordo com a Figura 8.95, sendo 27% e 23% dos pontos classificados com elevados graus de eutrofização, respectivamente. Em graus médios (Mesotrófico), 39% e 45%, respectivamente, e, nos graus de baixa trofia, 34% e 31%, respectivamente. Em termos médios anuais (Figura 8.96), nota-se que os resultados somente diferem no ano de 2009, sendo a sub-bacia do Rio Atibaia classificada como Oligotrófica, e a do Rio Jundiá, Eutrófica. Nos demais anos, observa-se melhora até 2012, quando os resultados mostraram dos IETs médios anuais chegaram ao mais baixo nível trófico, sendo Ultraoligotrófico. No entanto, em 2013 e 2015, as sub-bacias foram classificadas como Mesotrófico e 2014, Eutrófico.

A sub-bacias dos Rios Jaguari, Camanducaia e Corumbataí também apresentaram resultados muito semelhantes, de acordo com a Figura 8.95, sendo os maiores percentuais representados por baixos graus de trofia, que somam, aproximadamente, 50% das amostras, no período entre 2009 e 2015. As sub-bacias apresentam entre 13% (Camanducaia e Jaguari), e 20% (Corumbataí), dos pontos em elevados graus de trofia (de Hipereutrófico a Eutrófico). Na classe Mesotrófica, os percentuais variam entre 34% e 38%. Em termos médios anuais (Figura 8.96), nota-se que a sub-bacia do Rio Corumbataí apresentou os melhores resultados nas Bacias PCJ até 2012, onde todos os pontos foram classificados na classe Ultraoligotrófica. As demais sub-bacias também apresentaram baixo grau de trofia. A partir de 2013, a sub-bacia do Rio Corumbataí passou ao grau Mesotrófico, sendo que os piores pontos desta sub-bacia são, de montante para jusante: CRUM02200, CRUM02300, CRUM02500, CRUM02900, localizados no Rio Corumbataí, e LARO02900, localizado no Rio Claro). Na sub-bacia do Rio Jaguari, o ponto mais comprometido encontra-se no Reservatório Jaguari JARI00800, sendo este o único corpo hídrico lântico que há resultados do monitoramento do IET para todos os anos, sendo este em condições Eutróficas nos dois últimos anos.

A Figura 8.97 apresenta o percentual de amostras nos pontos localizados em corpos hídricos lânticos, considerando os pontos presentes nos reservatórios das Bacias PCJ. Destaca-se que tais corpos hídricos apresentam maior potencial para ocorrência de eutrofização devido as condições favoráveis como: altos tempos de residência da água, baixas velocidades do fluxo, menores profundidades (em geral), e baixa turbidez. Essas condições favorecem a entrada de luz, que somada a fatores como temperaturas elevadas e ao aporte de nutrientes, podem acarretar o crescimento algáceo e, conseqüentemente, levar ao processo de eutrofização.

Destaca-se que somente o ponto JARI00800, conforme mencionado anteriormente, foi considerado na análise anterior, e possui dados de 2009 a 2015. Os demais pontos não foram considerados no universo de análise pois foram incluídos na malha amostral da CETESB em 2014, sendo apresentados para os anos de 2014 e 2015.

Os resultados mostram que nos dois últimos anos as condições no Reservatório Jacareí variaram entre as classes Oligotrófica, Mesotrófica e Eutrófica, sendo o ponto JCRE00100, localizado a cerca de 500m do túnel 7, que apresentou a pior qualidade da água (66% das amostras nas classes Eutrófica e Supereutrófica). Os pontos CACH00500 e JARI0800 apresentaram, aproximadamente, 60 e 65% das amostragens em graus de trofia elevados (Eutrófico e Supereutrófico). O ponto RAN00800, localizado na represa Atibainha apresentou as melhores condições sendo 20% em graus de trofia elevados, e o demais em classes intermediárias e boas (Mesotrófico e Oligotrófico).

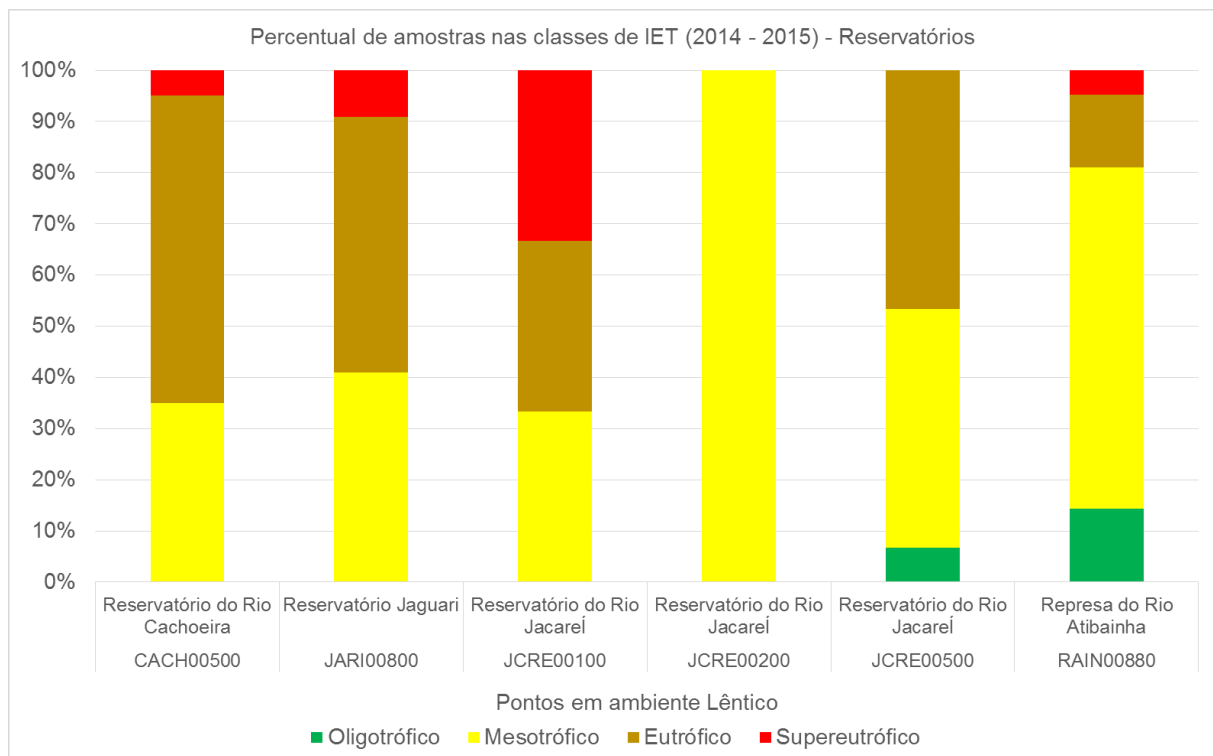


Figura 8.97 – Percentual de amostras em cada grau de trofia, nos pontos localizados em reservatórios.

8.1.3.4 IVA –Índice de Qualidade das Águas para a Proteção da Vida Aquática

O IVA, conforme já mencionado, foi analisado somente para a porção paulista das Bacias PCJ. O IVA tem o objetivo de avaliar a qualidade das águas para fins de proteção da fauna e flora em geral. O índice leva em consideração a presença e concentração de contaminantes químicos tóxicos, seu efeito sobre os organismos aquáticos (toxicidade) e duas das variáveis consideradas essenciais para a biota (pH e oxigênio dissolvido), variáveis essas agrupadas no IPMCA – Índice de Variáveis Mínimas para a Preservação da Vida Aquática, bem como o IET – Índice do Estado Trófico de Carlson modificado por Lamparelli (2004). Desta forma, o IVA fornece informações não só sobre a qualidade da água em termos ecotoxicológicos, como também sobre o seu grau de trofia (CETESB, 2016b).

A metodologia completa para o cálculo do IVA encontra-se descrita em CETESB (2016b), sendo a classificação do IVA apresentada no Quadro 8.13.

Quadro 8.13 – Classificação do IVA, de acordo com CETESB (2016b).

Categoria	Ponderação
Ótima	$IVA \leq 2,5$
Boa	$2,6 \leq IVA \leq 3,3$
Regular	$3,4 \leq IVA \leq 4,5$
Ruim	$4,6 \leq IVA \leq 6,7$
Péssima	$6,8 \leq IVA$

Fonte: CETESB (2016b).

O IVA foi obtido por meio do site InfoÁGUAS, da CETESB, (<https://servicos.cetesb.sp.gov.br/infoaguas/>). A CETESB realiza o monitoramento da qualidade da água, sendo que, serão avaliados os resultados do IVA para 78 pontos, sendo esse número de pontos variável, e crescente, ao longo dos anos.

A Figura 8.98 mostra o número de pontos por categoria de IVA, de acordo com a média anual do indicador. Os resultados ilustram que o número de pontos com resultados disponíveis no Infoáguas cresceu, consideravelmente, desde o início do período de análise, passando de 1 ponto, em 2009, para 8 pontos, em 2010, 38, em 2011 e 2012, 72, em 2013, 76, em 2014 e 74, em 2015.

Nota-se, com base na Figura 8.98, que os melhores resultados são observados até o ano de 2012. Em 2009, o IVA só estava disponível para o ponto CPIV02130, localizado no Rio Capivari, sendo a sua classificação regular.

Como o número de pontos analisados não foi constante ao longo dos anos, pode-se notar que em 2010, cinco (5) pontos foram classificados nas classes “Boa” e “Ótima”, representando 63% dos pontos analisados. Em 2012, 23 pontos (61%), foram classificados nestas mesmas classes. O número de pontos na classificação “Péssima” não aumentou muito até 2012, variando entre 1 e 3 pontos. No entanto, observa-se, gradualmente, o maior comprometimento da qualidade da água, com a redução no número de pontos e com a classificação “Boa”, “Ótima” e “Regular” e aumento na nas classes “Ruim” e “Péssima”. Além do número de pontos analisados ter, praticamente, duplicado nos últimos três anos, os resultados evidenciam os graves impactos do déficit hídrico de 2014, para a proteção da vida aquática. Neste referido ano, 25 pontos foram classificados “Ruim”, e 19, “Péssima”, representando 58% das amostras. Em 2015, nota-se a redução do número de pontos na classe “Péssima”, que passou de 19 (em 2014) para 10 pontos (14%).

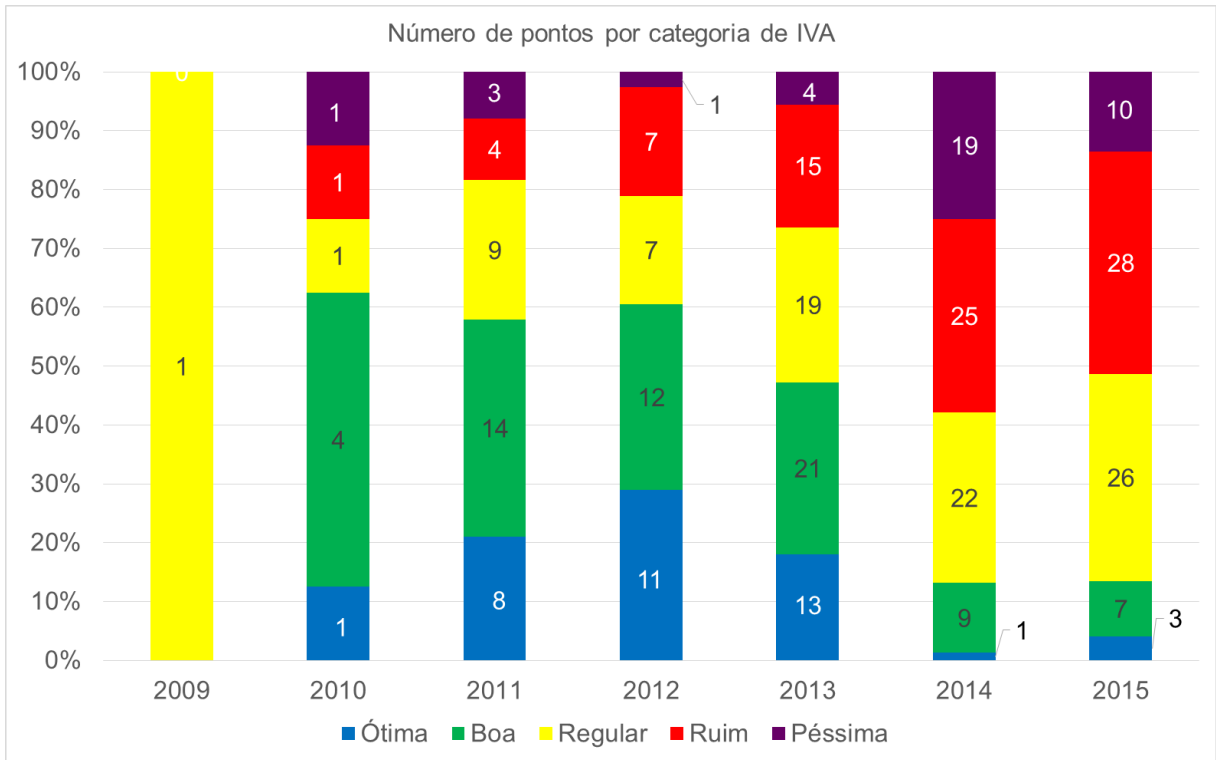


Figura 8.98 – Número de pontos por categoria de IVA, considerando a média anual dos IVAs.

A Figura 8.99 e a Figura 8.100 referem-se a análise considerando os períodos secos e chuvosos característicos da porção Paulista das Bacias PCJ. Os resultados mostram que a condição da qualidade da água, com base nas amostragens realizadas entre 2009 e 2015 (Figura 8.99), é muito semelhante, sendo o IVA pouco influenciado pela chuva ou pelo tempo seco. Nota-se que no período seco, as condições ótimas e péssimas são um pouco melhores do que no período chuvoso, sendo no período seco 16% “Péssima” e no período chuvoso, 18%, e a condição “Ótima”, 18%, no período Seco e 14%, no período chuvoso.

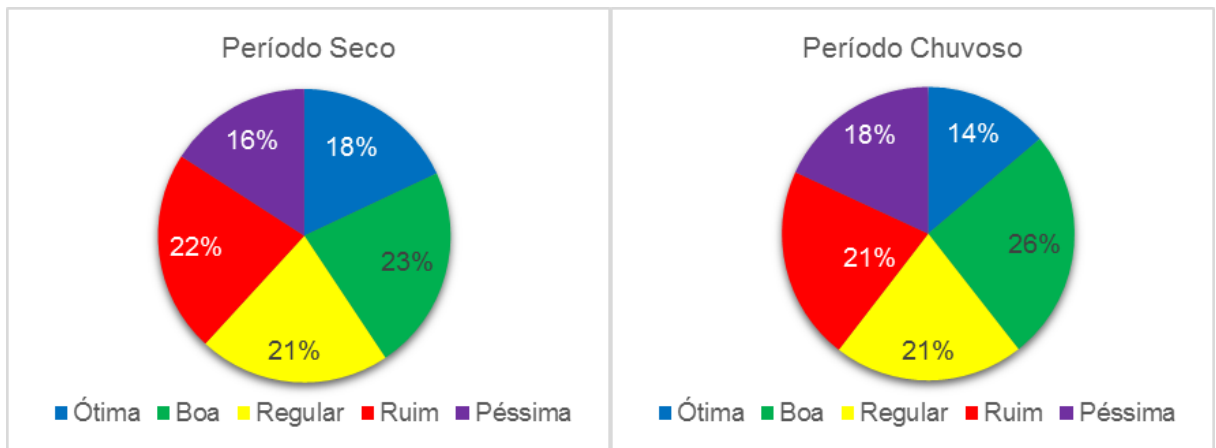


Figura 8.99 - Percentual das classes de IVA nos períodos secos e chuvosos.

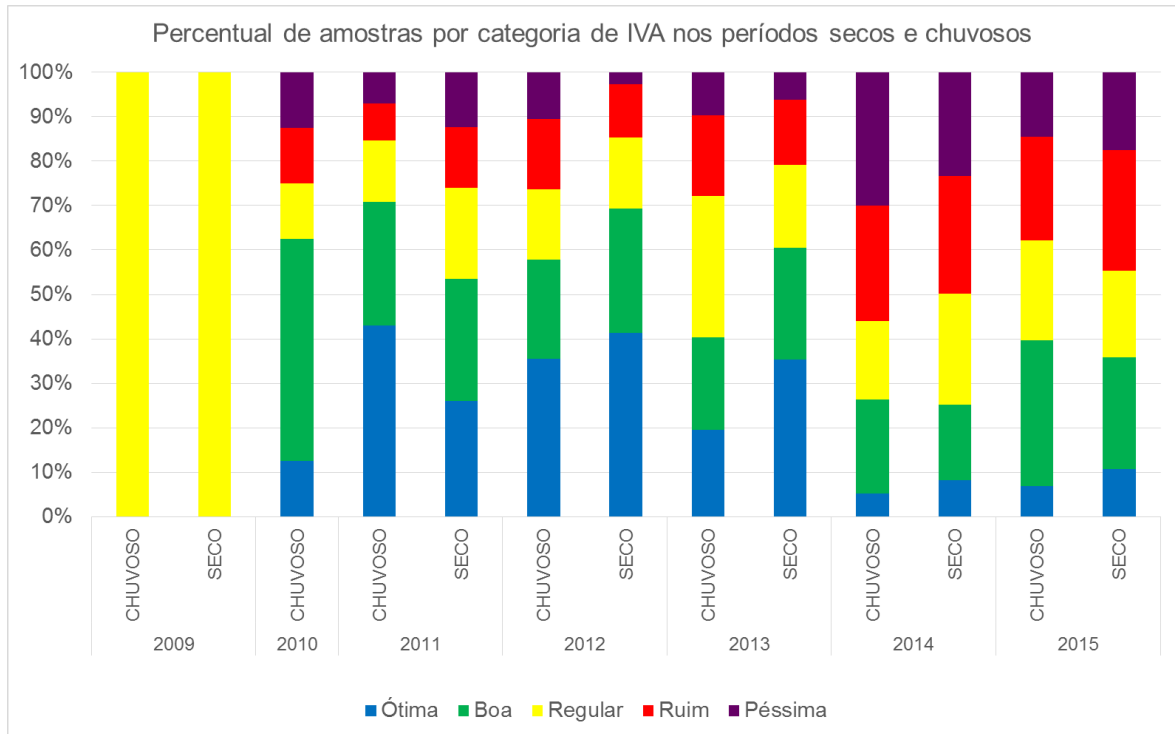


Figura 8.100 - Percentual de amostras por categoria de IVA nos períodos secos e chuvosos.

Visando a análise do IVA nas sub-bacias, apresenta-se a Figura 8.101, que mostra o percentual de amostras em cada classe de IVA, no período compreendido entre 2009 e 2015, em cada sub-bacia. Já a Figura 8.102 possibilita a análise dos resultados, com base nos IVAs médios, para todos os anos, em cada sub-bacia, apontando os anos mais críticos em cada região. Por fim, pode-se observar a evolução anual dos IVAs médios em cada ponto (Mapa 8.13).

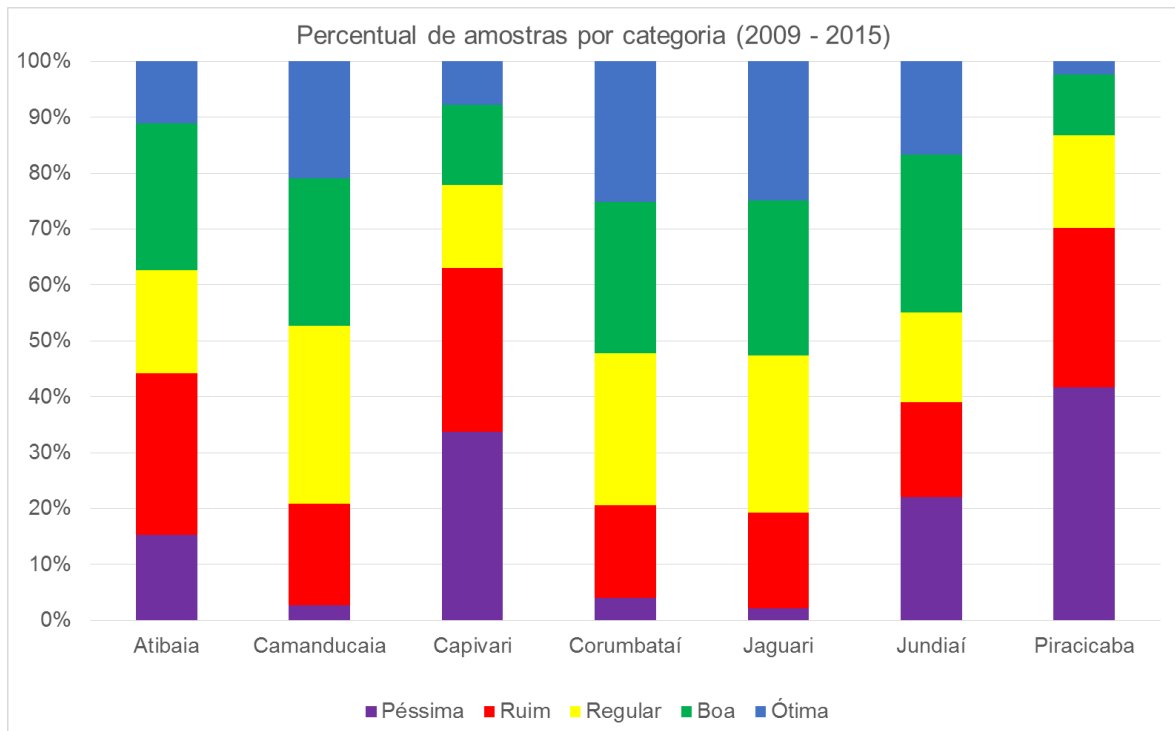


Figura 8.101 - Percentual de amostras por classe de IVA em cada sub-bacia.

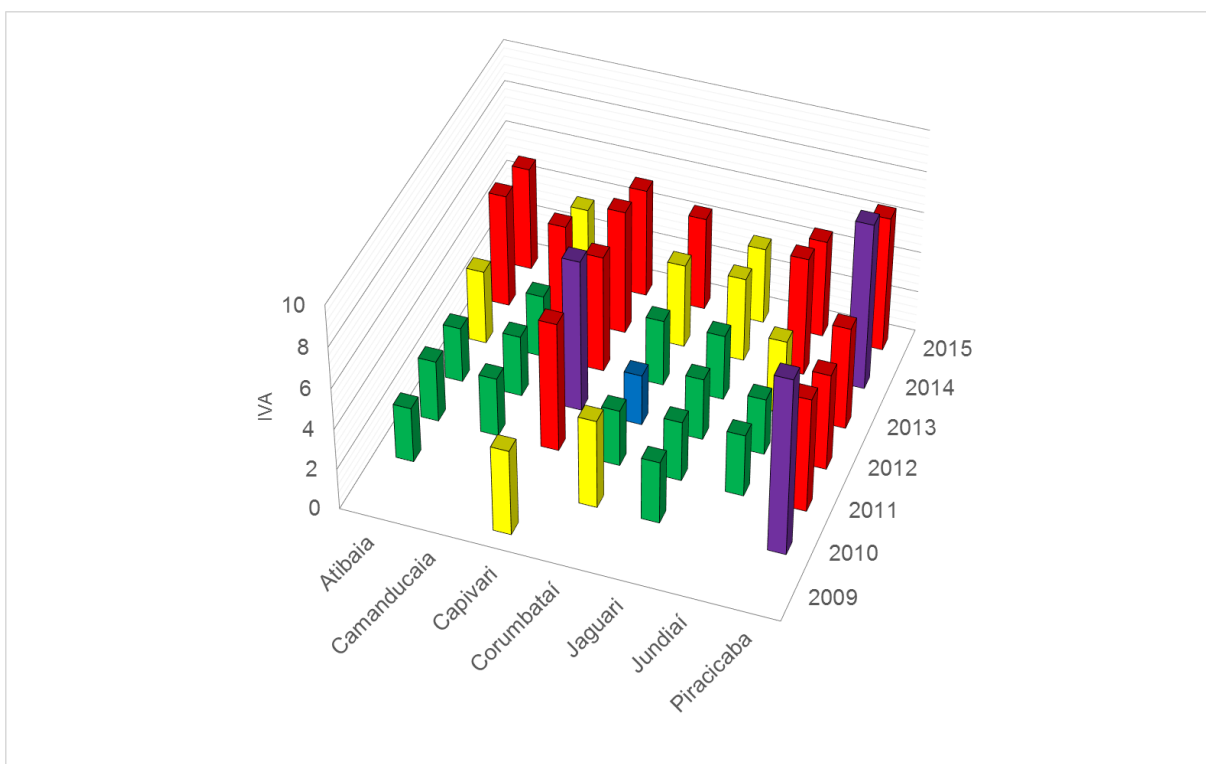
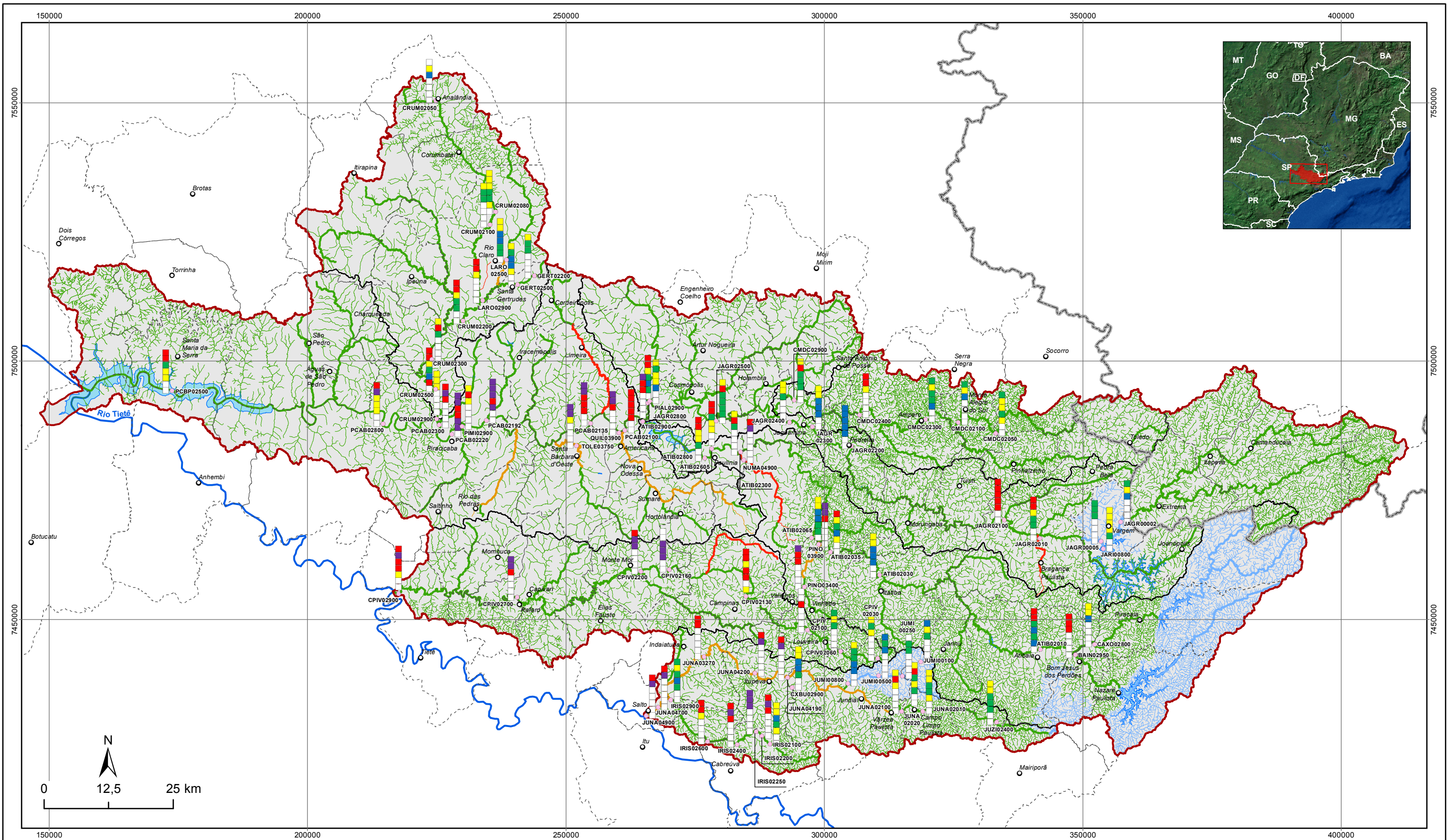


Figura 8.102 – Evolução anual dos IVAs médios, em cada sub-bacia.



LEGENDA

- Sede municipal
- Ponto de Monitoramento da Qualidade da Água com IVA
- Represas
- Rio Tietê
- Sub-bacia
- Limite PCJ

- Limite Municipal
- Limite Estadual
- Classe de enquadramento**
- 1
- 2
- 3
- 4

IVA Médio do Ponto

Ponderação	Categoria
IVA ≤ 2,5	Ótima
2,6 < IVA ≤ 3,3	Boa
3,4 < IVA ≤ 4,5	Regular
4,6 < IVA ≤ 6,7	Ruim
6,8 ≤ IVA	Péssima
Sem dado	

- Distribuição**
- Ano
- 2015
 - 2014
 - 2013
 - 2012
 - 2011
 - 2010
 - 2009



**DIAGNÓSTICO
PRIMEIRA REVISÃO DO PLANO DAS BACIAS HIDROGRÁFICAS
DOS RIOS PIRACICABA, CAPIVARI E JUNDIAÍ 2010 A 2020**



Sistema de Coordenadas UTM
Datum SIRGAS2000
Zona 23S
Escala: 1:725.000

Mapa 8.13 – Evolução anual dos IVAs médios em cada ponto das Bacias PCJ

Fonte de dados:
- Sede municipal: IBGE, 2010
- Limite municipal: IBGE, 2010
- Limite estadual: IBGE, 2010
- Hidrografia: ANA, 2013
- Limite da bacia: Adaptado de ANA, 2003
- Limite sub-bacia: Adaptado de ANA, 2003
- IVA: CETESB, 2015
- Enquadramento: Adaptado de CETESB, 2017

A análise dos resultados, de acordo com a Figura 8.101, mostra que as sub-bacias que apresentaram as piores condições de qualidade da água, no período entre 2009 e 2015, são as sub-bacias dos Rios Piracicaba e Capivari, com estados tróficos nas classes “Péssima” e “Ruim”, em mais de 60% das amostragens. Em tais sub-bacias também foram observados graus de trofia elevados, sendo estes dois indicadores relacionados. As demais sub-bacias, apresentaram IVAs em níveis bons e ótimos em mais de 40% das amostragens.

A sub-bacia do Rio Piracicaba, como pode ser observado na Figura 8.101, apresentou 42% das amostras classificadas como “Péssima” e 28%, “Ruim” e 13% considerando as classes “Boa” e “Ótima”. Os resultados mostram que, em termos médios (Figura 8.102), a sub-bacia do Rio Piracicaba apresentou IVAs variando entre a classificação “Péssima” e “Ruim”, sendo os piores anos 2009 e 2014.

A sub-bacia do Rio Capivari apresentou, no período compreendido entre 2009 e 2015, 34% das amostras na classe “Péssima” e 29%, “Ruim”, sendo a soma das classes “Boa” e “Ótima”, 22%. A referida sub-bacia apresenta, em termos médios anuais (Figura 8.102), resultados variando de “Regular” (em 2009, ano em que somente o ponto CPIV02130 foi considerado) a “Péssima”, no ano de 2012. Nos demais anos a condição apresentou-se na condição “Ruim”. O Ponto CPIV02160 apresentou em todos os anos IVA na condição “Péssima”. Nota-se que os pontos com os melhores IVAs são localizados próximo as nascentes, até o município de Valinhos.

A sub-bacias dos Rios Jundiá e Atibaia apresentaram resultados muito semelhantes, de acordo com a Figura 8.101, em termos médios anuais também (Figura 8.102), nota-se que ambas apresentaram também comportamento muito semelhante, sendo que até 2012, a média dos IVAs esteve na classe “Boa”, e nos anos subsequentes a condição piora, especialmente em 2014 e 2015.

A sub-bacias dos Rios Jaguari, Camanducaia e Corumbataí também apresentaram resultados muito semelhantes, de acordo com a Figura 8.101, que somam, aproximadamente, 50% das amostras nas classes “Boa” e “Ótima”, no período entre 2009 e 2015. As classes Ruim e Péssima somam, em torno, 20%.

8.1.3.5 Índice de Balneabilidade

O Índice de Balneabilidade, conforme já mencionado, foi analisado somente para a porção paulista das Bacias PCJ. O IB visa avaliar a qualidade da água para fins de recreação de contato primário, sendo aplicado em praias de águas interiores, localizadas em rios e reservatórios. As praias possuem frequência semanal de amostragem, exceto aquelas que apresentam, de um modo geral, condição boa para banho, além de serem mais afastadas das áreas urbanas.

A classificação das praias é estabelecida pela Resolução CONAMA 274/200. A CETESB, através da Decisão de Diretoria Nº 112/2013/E, de 09/04/2013 estabeleceu novos valores, mais restritivos, para classificação do indicador *Escherichia coli*, disponíveis, na íntegra, em CETESB (2016b). A classificação adotada pela CETESB encontra-se descrita no Quadro 8.14.

Quadro 8.14 – Classificação do IB de acordo com CETESB (2016b).

Classificação	
Ótima	Praias classificadas como excelentes em 100% do tempo.
Boa	Praias classificadas como Próprias em 100% do tempo, exceto as excelentes.
Regular	Praias classificadas como impróprias em até 25% do tempo.
Ruim	Praias classificadas como impróprias entre 25% e 50% do tempo.
Péssima	Praias classificadas como impróprias em mais de 50% do temp.

Fonte: CETESB (2016b).

De acordo com CETESB (2017), balneabilidade é a qualidade das águas destinadas à recreação de contato primário, sendo este entendido como um contato direto e prolongado com a água (natação, mergulho, esqui-aquático, etc), onde a possibilidade de ingerir quantidades apreciáveis de água é elevada.

O parâmetro indicador básico para a classificação das praias quanto a sua balneabilidade em termos sanitários é a densidade de coliformes fecais. Mesmo que as Bacias PCJ não façam parte da região litorânea, a CETESB monitora seis (6) pontos em reservatórios, sendo três pontos no reservatório Atibainha, dois no Reservatório Jaguari/Jacareí e um no reservatório do Rio Cachoeira.

As informações foram retiradas do Relatório de Qualidade das Águas Superficiais no Estado de São Paulo do ano de 2016 (CETESB, 2016a), sendo os pontos analisados descritos no Quadro 8.15 e os resultados do monitoramento da balneabilidade, apresentados na Figura 8.103.

Quadro 8.15 – Pontos monitorados pela CETESB, de acordo com CETESB (2016a).

Ponto	Local	Local de Amostragem
CACH00902	Reservatório do Rio Cachoeira	Praia da Tulipa
JCRE00521	Reservatório do Rio Jaguari/Jacareí	Praia do Condomínio Novo-Horizonte
JCRE00701	Reservatório do Rio Jaguari/Jacareí	Praia da Serrinha - Píer da Marina Confiança
RAIN00402	Reservatório do Rio Atibainha	Praia do Utinga
RAIN00802	Reservatório do Rio Atibainha	Rodovia Dom Pedro II
RAIN00901	Reservatório do Rio Atibainha	Praia do Lava-Pés

Fonte: CETESB (2016a, p. 267).

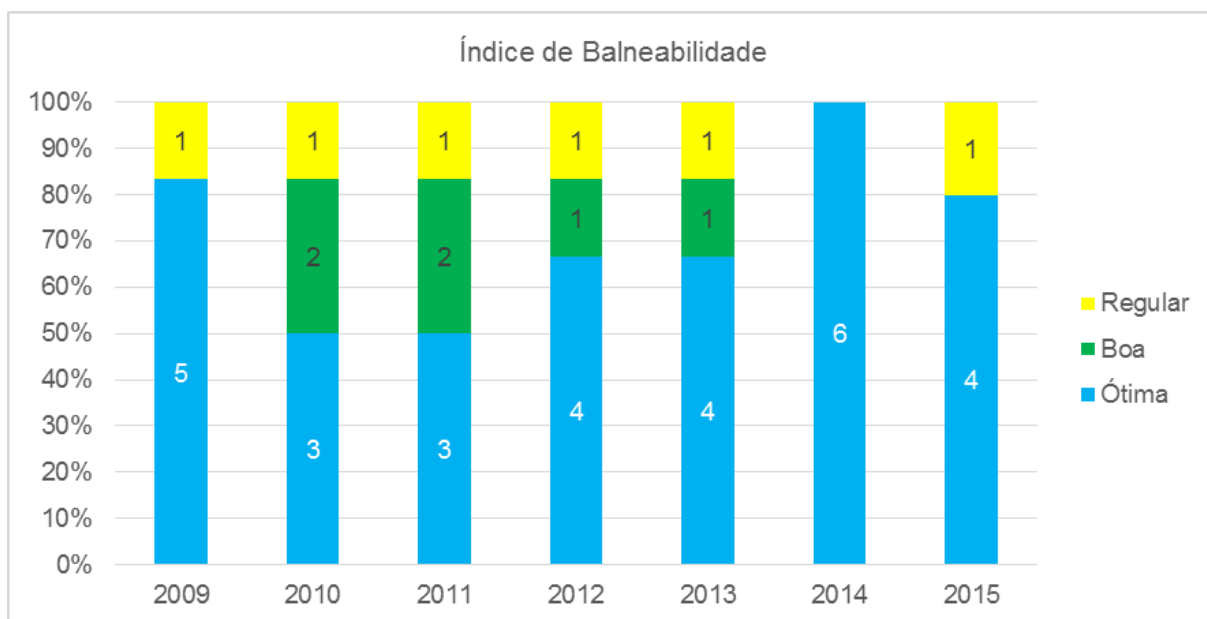


Figura 8.103 – Resultados referentes ao Índice de Balneabilidade da porção Paulista das Bacias PCJ.

Os resultados mostram que os pontos situados no reservatório do Rio Atibainha, na praia do Utinga, na Praia do Lavapés, e na Rodovia Dom Pedro II, apresentaram, ao longo dos 7 anos, condições regulares em um dos três pontos monitorados, sendo que em 2009 somente o ponto RAIN00802 (Rodovia Dom Pedro II) foi classificado como regular, nos anos de 2010 e 2011 foi o ponto situado na Praia do Lava-pés (RAIN00901) e, nos dois anos seguintes, 2012, 2013 e 2015, observou-se piora no ponto RAIN00402 (Praia da Utinga).

De acordo com a análise de CETESB 2016a, os resultados obtidos para a praia da Serrinha (JCRE00701) e da Tulipa (CACH00902), localizadas, respectivamente, nos reservatórios de Jaguari/Jacareí e Cachoeira mantiveram o histórico de classificação Excelente. Na praia localizada na Rodovia D. Pedro I (reservatório Atibainha) e na Lava-pés mantiveram Índice de balneabilidade na categoria Excelente em relação a 2014. Já a praia do Utinga (reservatório Atibainha) piorou, passando da classificação Excelente para Regular. O baixo nível d'água não permitiu a execução de amostragem na praia do condomínio Novo Horizonte em 2015.

8.1.3.6 Atendimento à legislação (Oxigênio Dissolvido)

Este item apresenta o levantamento do percentual de amostras que atendem e que não atendem o Enquadramento, para o parâmetro Oxigênio Dissolvido.

A Figura 8.104 apresenta o número de pontos, considerando a concentração média anual, em relação ao Enquadramento.

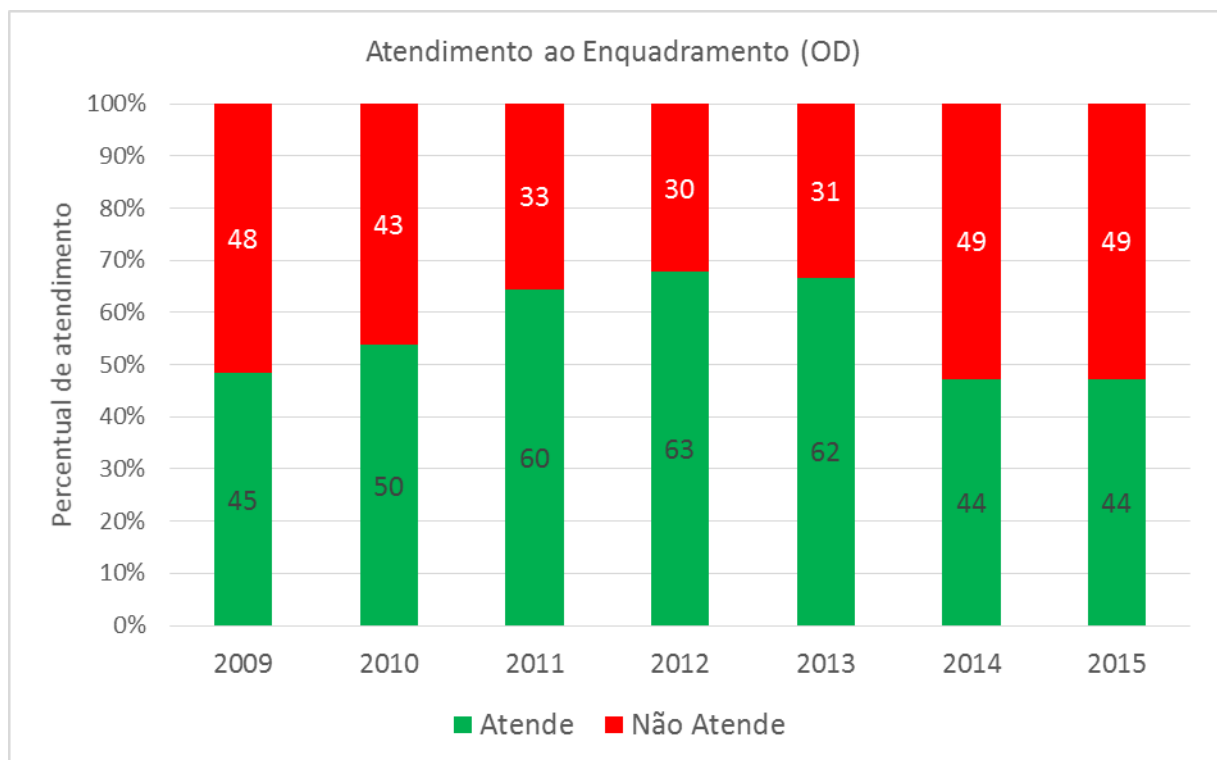


Figura 8.104 – Percentual de atendimento e número de pontos que atendem e não atendem o Enquadramento (relativo ao OD) das Bacias PCJ.

A Figura 8.105 apresenta a evolução das amostras de OD, em relação ao atendimento ao Enquadramento, considerando as porções paulista e mineira das Bacias PCJ. A Figura 8.106, por sua vez, apresenta o percentual de atendimento por sub-bacia.

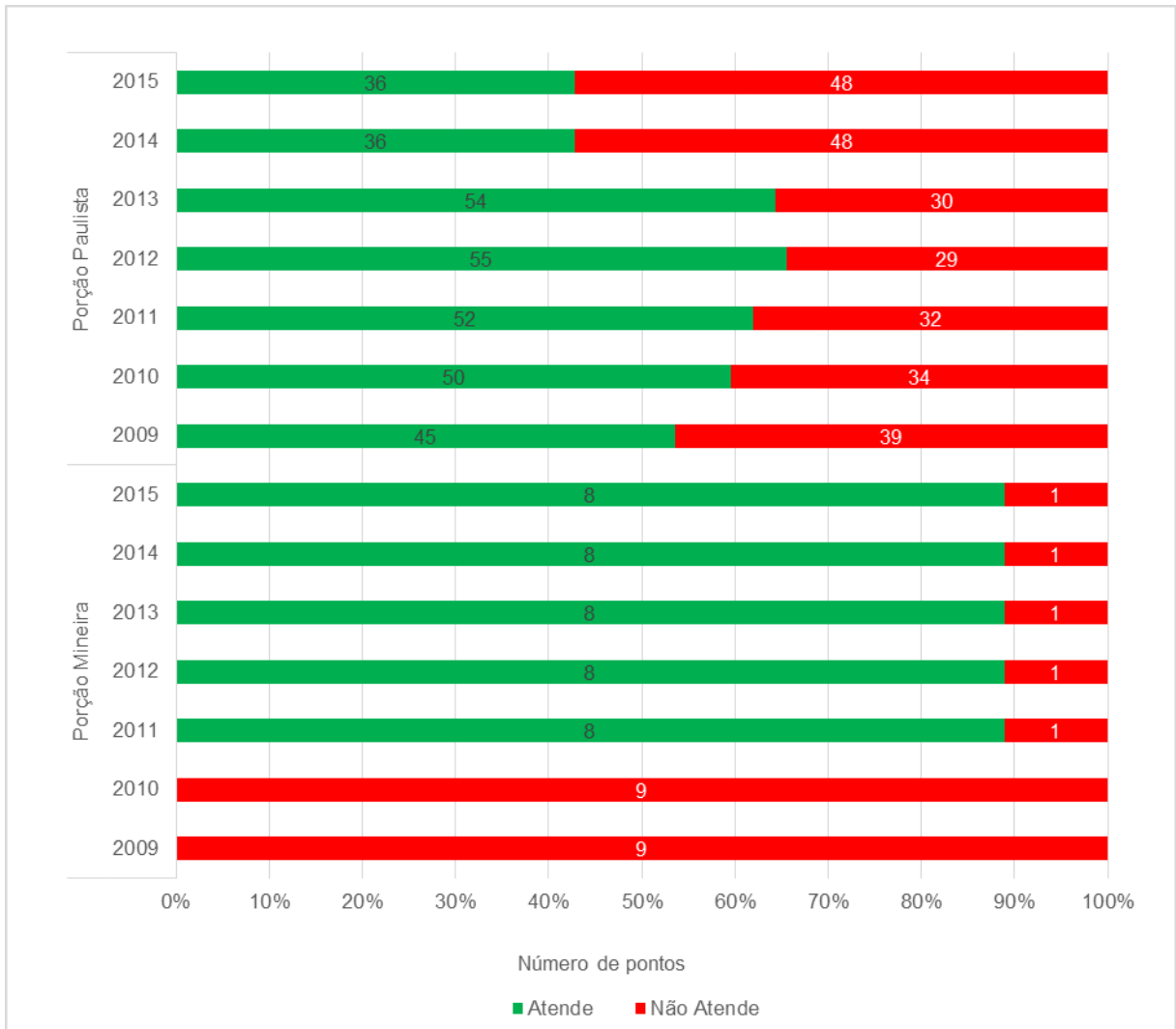


Figura 8.105 – Evolução anual do Percentual de atendimento ao Enquadramento, relativo ao OD.

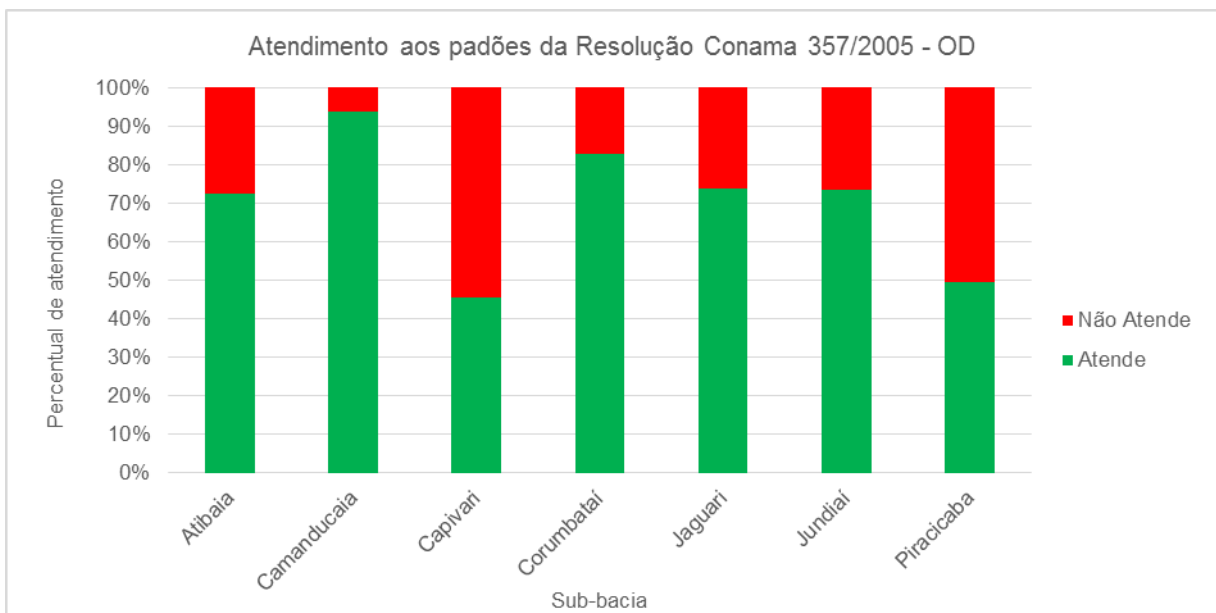


Figura 8.106 – Percentual de atendimento ao Enquadramento (relativo ao OD), por sub-bacias.

Analisando os resultados da Figura 8.105 e Figura 8.106, pode-se perceber que há uma tendência de melhora, especialmente, até o ano de 2012. Nota-se, que os resultados são melhores especialmente nos pontos situados na porção mineira das Bacias PCJ. O ano de 2014 é claramente o mais problemático, devido à escassez hídrica, que impactou de forma muito significativa os corpos d'água, que acabaram sendo mais impactados pelas cargas pontuais na bacia, reduzindo o poder de auto-depuração dos corpos hídricos.

8.1.4 Lançamento de efluentes

Nas Bacias PCJ são verificados diversos pontos de lançamentos, sendo que neste item é apresentada a quantificação das vazões apresentadas nos cadastros da cobrança (paulista e Cnarh), sendo que os lançamentos da indústria são apresentados no item demanda da industrial (6.1.2), e reapresentados no Quadro 8.16, que sintetiza os lançamentos do setor de saneamento e da indústria, em cada zona e sub-bacia. A Figura 8.107 apresenta os lançamentos nas sub-bacias.

Quadro 8.16 – Lançamentos do setor do saneamento das Bacias PCJ.

Sub-bacia	Zona	Lançamentos saneamento			Lançamentos indústria	Saneamento e indústria Tota (m³/s)l
		Cadastro Paulista (m³/s)	Cnarh (m³/s)	Total (m³/s)	Total (m³/s)	
Capivari	Zona 27	0,007	0	0,007	0,000	0,007
	Zona 28	0,254	0	0,254	0,040	0,294
	Zona 29	0,72	0	0,72	0,007	0,727
	Zona 30	0,007	0	0,007	0,000	0,007
	Zona 31	0,552	0	0,552	0,557	1,109
	Zona 32	0	0	0	0,002	0,002
	<i>Capivari Total</i>	<i>1,539</i>	<i>0</i>	<i>1,539</i>	<i>0,606</i>	<i>2,145</i>
Jundiá	Zona 33	0,021	0	0,021	0,000	0,021
	Zona 34	0,525	0	0,525	0,150	0,675
	Zona 35	0,98	0	0,98	0,006	0,986
	Zona 36	0,043	0	0,043	0,021	0,064
	Zona 37	0,35	0	0,35	0,025	0,375
	<i>Jundiá Total</i>	<i>1,919</i>	<i>0</i>	<i>1,919</i>	<i>0,201</i>	<i>2,120</i>
Atibaia	Zona 09	0,244	0,089	0,332	0,047	0,379
	Zona 10	0,357	0	0,357	0,132	0,489
	Zona 11	0,456	0	0,456	0,056	0,512
	Zona 12	0,746	0	0,746	0,104	0,850
	Zona 13	0,409	0	0,409	2,480	2,889
	<i>Atibaia Total</i>	<i>2,211</i>	<i>0,089</i>	<i>2,3</i>	<i>2,820</i>	<i>5,120</i>
Camanducaia	Zona 05	0,037	0,003	0,04	0,036	0,076
	Zona 06	0,141	0	0,141	0,123	0,264
	<i>Camanducaia Total</i>	<i>0,178</i>	<i>0,003</i>	<i>0,181</i>	<i>0,159</i>	<i>0,340</i>
Corumbataí	Zona 17	0,106	0	0,106	0,000	0,106
	Zona 18	0,151	0	0,151	0,007	0,158
	Zona 19	0	0	0	0,003	0,003
	Zona 20	0,181	0	0,181	0,003	0,184
	Zona 21	0,035	0	0,035	0,189	0,224
	<i>Corumbataí Total</i>	<i>0,473</i>	<i>0</i>	<i>0,473</i>	<i>0,201</i>	<i>0,674</i>

Sub-bacia	Zona	Lançamentos saneamento			Lançamentos indústria	Saneamento e indústria Total (m³/s)
		Cadastro Paulista (m³/s)	Cnarh (m³/s)	Total (m³/s)	Total (m³/s)	
Jaguari	Zona 01	0	0,156	0,156	0,013	0,169
	Zona 02	0,028	0	0,028	0,006	0,034
	Zona 03	0,623	0	0,623	0,057	0,680
	Zona 04	0,034	0,004	0,038	0,002	0,040
	Zona 07	0,058	0	0,058	0,001	0,059
	Zona 08	0,621	0	0,621	0,491	1,112
	Zona 14	0	0	0	0,018	0,018
	<i>Jaguari Total</i>	<i>1,365</i>	<i>0,16</i>	<i>1,525</i>	<i>0,588</i>	<i>2,113</i>
Piracicaba	Zona 15	0,002	0	0,002	0,042	0,044
	Zona 16	0,002	0	0,002	0,000	0,002
	Zona 22	3,828	0	3,828	1,681	5,509
	Zona 23	0,006	0	0,006	0,004	0,010
	Zona 24	0,057	0	0,057	0,015	0,072
	Zona 25	0,061	0	0,061	0,000	0,061
	Zona 26	0,005	0	0,005	0,029	0,034
	<i>Piracicaba Total</i>	<i>3,961</i>	<i>0</i>	<i>3,961</i>	<i>1,771</i>	<i>5,732</i>
<i>Total bacia do Piracicaba</i>		<i>8,188</i>	<i>0,252</i>	<i>8,441</i>	<i>5,539</i>	<i>13,980</i>
Total		11,646	0,252	11,898	6,346	18,244

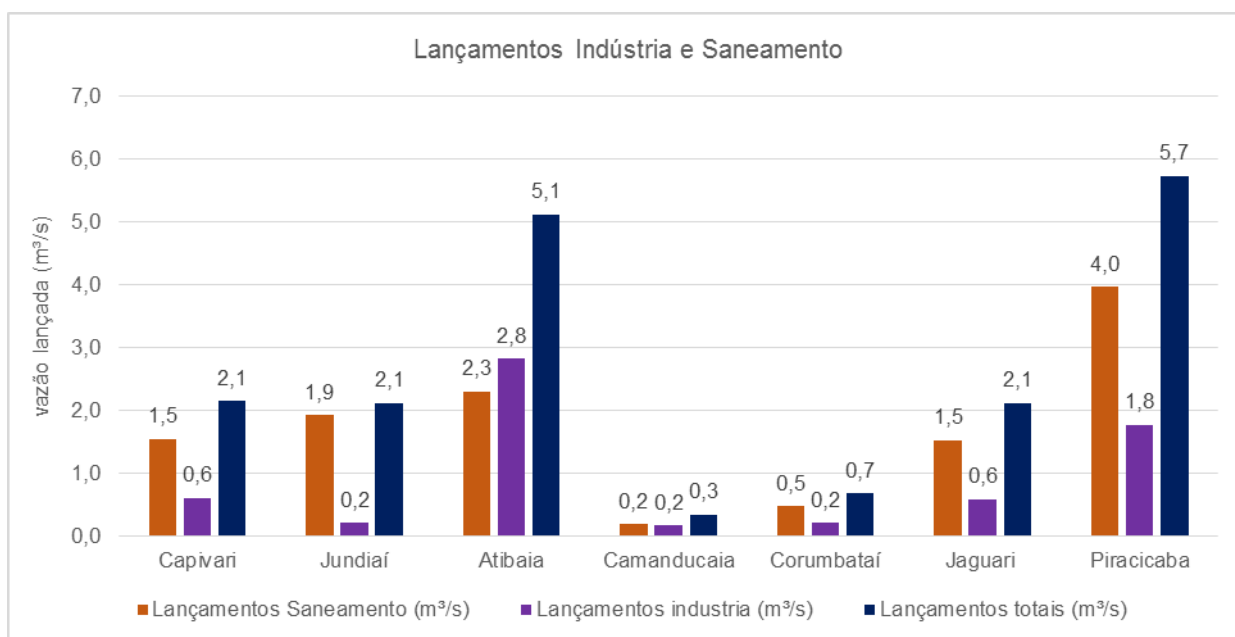


Figura 8.107 – Lançamentos industriais e do setor de saneamento por sub-bacia.

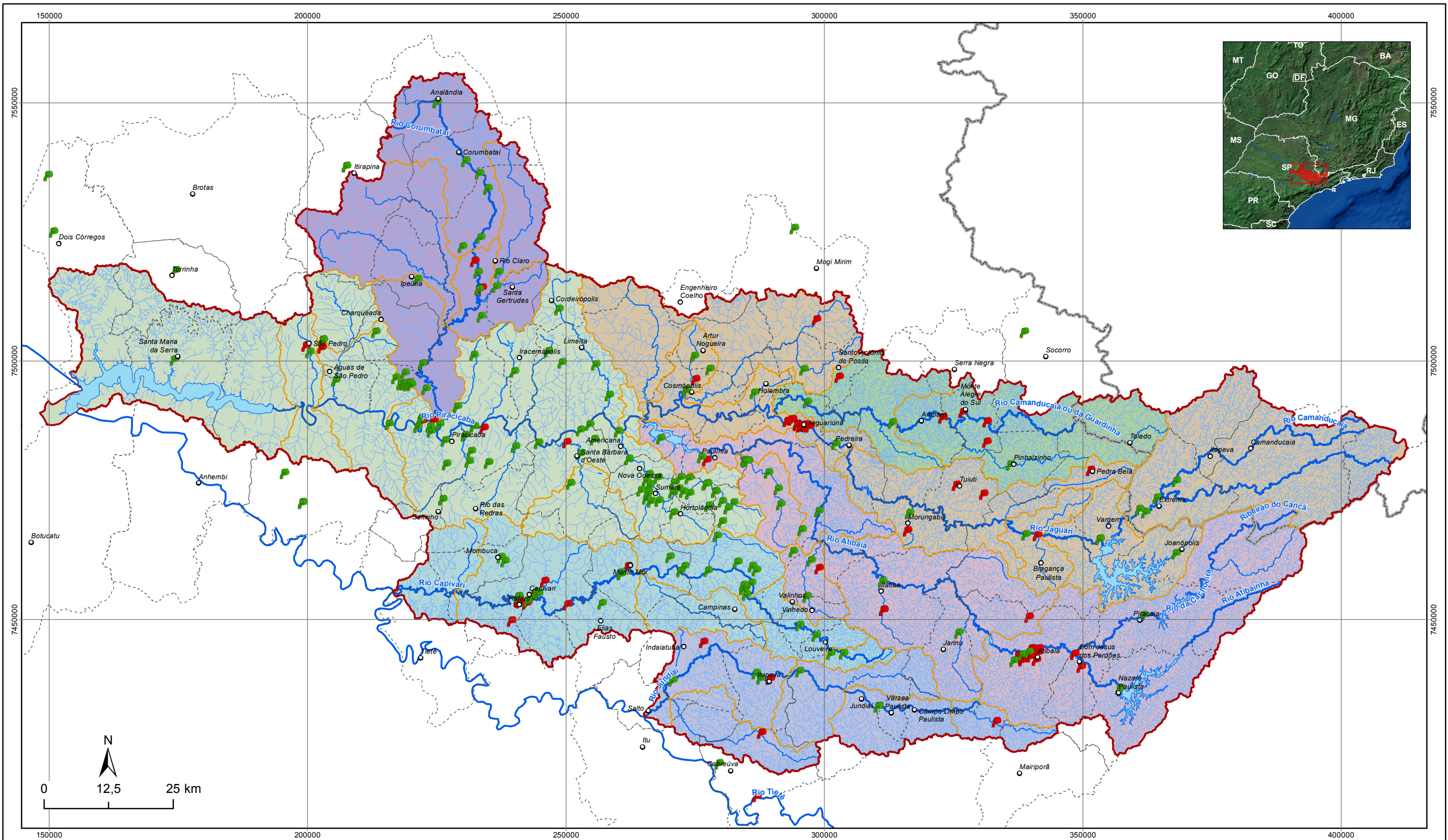
A Figura 8.107 mostra que as sub-bacias que apresentam a maior quantidade de lançamentos industriais é a sub-bacia do Rio Piracicaba, com destaque para a zona 22, onde o setor de saneamento é responsável pelo lançamento de 3,83 m³/s de efluentes, e 1,8 m³/s, industriais. A segunda sub-bacia que recebe a maior quantidade de efluentes é a sub-bacia Atibaia, com 5,12 m³/s no total, sendo 2,3 m³/s, provenientes do saneamento e 2,8 m³/s, da indústria. Destaca-se a zona 13, fortemente impactada por efluentes industriais.

As sub-bacias dos rios Capivari, Jundiá e Jaguari lançam aproximadamente 2,1 m³/s, sendo a maior parte de efluentes oriundos do esgotamento sanitário, seja ele tratado ou não. As sub-bacias dos rios Camanducaia e Corumbataí são as menos impactadas pelo lançamento de efluentes, com 0,3 m³/s, e 0,7 m³/s, respectivamente.

Nota-se que 65% dos esgotos lançados nas Bacias PCJ são de origem sanitária, e 35% de origem industrial. Impactos desses lançamentos são evidenciados no monitoramento da qualidade da água, que reflete o grau de comprometimento dos corpos hídricos devido ao lançamento de efluentes.

O Mapa 8.14 apresenta os pontos de lançamentos de efluentes provenientes de ETEs e de lançamentos in natura, do cadastro da cobrança. Uma visão mais precisa acerca deste tema será fornecida com o uso do SSD.

O Mapa 9.10, apresentado no item de Poluição Ambiental, apresenta o resultado dos lançamentos de efluentes sanitários, por sub-bacia.



LEGENDA

- Sede municipal
- Lançamento de ETE
- Lançamento in natura
- Hidrografia Principal
- Hidrografia
- Represas
- - - Limite Municipal
- - - Limite Estadual
- - - Limite de Zonas
- Limite das Bacias PCJ
- Sub-Bacia**
- Atibaia
- Camanducaia
- Capivari
- Corumbataí
- Jaguari
- Jundiaí
- Piracicaba



**DIAGNÓSTICO
PRIMEIRA REVISÃO DO PLANO DAS BACIAS HIDROGRÁFICAS
DOS RIOS PIRACICABA, CAPIVARI E JUNDIAÍ 2010 A 2020**



Sistema de Coordenadas UTM
Datum SIRGAS2000
Zona 23S
Escala: 1:725.000

Mapa 8.14 – Pontos de lançamento in natura e de ETEs, com base nas visitas e no cadastro da cobrança

Fonte de dados:
- Sede municipal: IBGE, 2010
- Limite municipal: IBGE, 2010
- Limite estadual: IBGE, 2010
- Hidrografia: ANA, 2013
- Limite da bacia: Adaptado de ANA, 2013
- Limite sub-bacia: Adaptado de ANA, 2013
- Lançamentos de ETE: Visitas de campo
- Lançamentos in natura: Cadastro da Cobrança

8.1.5 Cargas potenciais e remanescentes

As cargas potenciais de origem doméstica foram estimadas com base na população urbana, sendo considerado um per capita de 54g de DBO/hab.dia. Foram estimadas as cargas coletadas, tratadas, de solução individual, não coletadas, coletadas não tratadas, com base nos índices de coleta (IC), tratamento (IT em relação ao gerado) e solução individual (ISI) dos municípios das Bacias PCJ, conforme descrição no capítulo 4.

As cargas remanescentes foram calculadas com base nas eficiências das ETEs, atualizadas com os dados das visitas. A carga remanescente foi estimada considerando a soma da carga tratada, considerando a eficiência, as cargas não coletadas, coletadas não tratadas e de solução individual. Para a estimativa de redução de carga das soluções individuais, foi considerado a eficiência de 30%, de acordo com Von Sperling (2005).

No Quadro 8.17 é apresentada a quantificação das cargas potenciais, coletadas, tratadas, coletadas não tratadas e a carga remanescente total. No Mapa 8.15 são apresentadas as cargas não tratadas, considerando a soma das cargas não coletadas e não tratadas e as cargas coletadas e não tratadas, e ainda o percentual das cargas tratadas, não tratadas e solução individual, por município.

O Mapa 8.15 e a Figura 8.108 são apresentadas as cargas potenciais geradas e as cargas remanescentes nas zonas e sub-bacias, respectivamente.

Quadro 8.17 - Quantificação das cargas potenciais, coletadas, tratadas, coletadas não tratadas e remanescente.

Município	IC*	SNIS IN024	ITC*	ITG*	ISI*	Eficiência Remoção DBO	Remoção de DBO	Carga de DBO potencial (kg/dia)	Carga não coletada (kg/dia)	Carga tratada (kg/dia)	Carga coletada não tratada (kg/dia)	Carga Remanescente sol individual (kg/dia)	Carga remanescente total (kg/dia)
Águas de São Pedro	97%	86%	100%	97%	0%	85%	82%	159,35	4,77	154,59	0,00	0,45	28,41
Americana	98%	100%	85%	83%	1%	49%	41%	12.068,68	241,37	10.053,21	1.774,10	52,02	7.185,46
Amparo ¹	95%	95%	70%	67%	5%	80%	53%	2.877,77	143,89	1.913,72	820,16	100,72	1.447,52
Analândia ¹	93%	85%	100%	93%	2%	75%	70%	197,37	13,20	184,17	0,00	3,32	62,57
Artur Nogueira	97%	97%	35%	34%	2%	98%	33%	2.427,52	72,83	824,14	1.530,55	33,99	1.653,84
Atibaia	65%	50%	65%	42%	28%	88%	37%	6.504,68	2.276,64	2.748,23	1.479,81	1.282,66	5.359,53
Bom Jesus dos Perdões	84%	97%	0%	0%	14%	0%	0%	1.069,69	172,74	0,00	896,95	107,73	1.069,69
Bragança Paulista	87%	83%	100%	87%	9%	97%	84%	7.985,14	1.058,83	6.926,31	0,00	483,54	1.750,16
Cabreúva ¹	80%	74%	100%	80%	12%	95%	76%	1.750,25	341,95	1.408,30	0,00	144,51	556,87
Camanducaia ¹	78%	72%	0%	0%	4%	0%	0%	841,27	183,17	0,00	658,10	25,62	841,27
Campinas	79%	92%	86%	68%	11%	90%	61%	60.243,70	12.777,69	40.967,91	6.498,10	4.638,76	27.915,72
Campo Limpo Paulista	70%	60%	96%	67%	12%	95%	64%	4.254,44	1.263,57	2.871,24	119,63	363,25	1.890,01
Capivari	96%	95%	30%	29%	4%	90%	26%	2.634,71	105,39	758,80	1.770,53	73,77	2.025,10
Charqueada	87%	84%	96%	83%	5%	81%	67%	795,15	105,75	659,06	30,33	27,57	289,54
Cordeirópolis	99%	95%	0%	0%	0%	0%	0%	1.121,04	10,72	0,00	1.110,32	3,69	1.121,04
Corumbataí ¹	97%	100%	100%	97%	3%	85%	82%	114,53	3,56	110,98	0,00	2,41	22,61
Cosmópolis	94%	100%	0%	0%	1%	0%	0%	3.329,21	189,57	0,00	3.139,63	20,90	3.329,21
Dois Córregos ¹	98%	93%	100%	98%	1%	80%	78%	7,67	0,15	7,51	0,00	0,05	1,71
Elias Fausto ¹	93%	95%	100%	93%	1%	95%	88%	670,41	46,83	623,58	0,00	3,33	81,33

Município	IC*	SNIS IN024	ITC*	ITG*	ISI*	Eficiência Remoção DBO	Remoção de DBO	Carga de DBO potencial (kg/dia)	Carga não coletada (kg/dia)	Carga tratada (kg/dia)	Carga coletada não tratada (kg/dia)	Carga Remanescente sol individual (kg/dia)	Carga remanescente total (kg/dia)
Extrema	78%	74%	46%	36%	6%	80%	29%	1.549,80	337,08	557,85	654,87	59,95	1.162,46
Holambra	95%	100%	100%	95%	5%	80%	76%	520,56	26,03	494,53	0,00	18,22	143,15
Hortolândia	86%	92%	100%	86%	15%	94%	81%	11.371,59	1.626,14	9.745,45	0,00	1.188,04	3.398,90
Indaiatuba ¹	96%	96%	90%	87%	4%	90%	78%	11.350,42	427,91	9.843,91	1.078,60	299,54	2.790,44
Ipeúna	94%	92%	100%	94%	2%	80%	75%	322,60	19,69	302,91	0,00	4,32	84,59
Iracemópolis	100%	100%	100%	100%	5%	68%	68%	1.174,72	0,00	1.174,72	0,00	41,54	417,45
Itapeva	96%	90%	0%	0%	1%	0%	0%	269,30	11,58	0,00	257,72	2,38	269,30
Itatiba	95%	97%	100%	95%	1%	83%	79%	5.090,47	229,18	4.861,29	0,00	47,63	1.103,23
Itirapina ¹	95%	81%	100%	95%	5%	89%	85%	129,98	6,50	123,48	0,00	4,35	24,44
Itupeva	95%	79%	97%	93%	5%	94%	87%	2.480,71	114,36	2.304,82	61,52	80,05	405,75
Jaguariúna	90%	95%	68%	61%	6%	85%	52%	2.631,10	261,56	1.600,38	769,15	117,95	1.388,72
Jarinu	28%	20%	100%	28%	30%	94%	27%	1.147,34	821,48	325,86	0,00	237,12	1.078,15
Joanópolis	90%	59%	100%	90%	12%	87%	78%	457,87	46,98	410,89	0,00	39,49	139,88
Jundiá	98%	100%	100%	98%	2%	95%	93%	20.292,55	470,79	19.821,76	0,00	329,55	1.772,94
Limeira	100%	100%	100%	100%	0%	51%	51%	14.999,36	0,00	14.999,36	0,00	0,00	7.335,91
Louveira	70%	89%	100%	70%	9%	90%	63%	2.294,78	688,44	1.606,35	0,00	144,57	993,64
Mairiporã ¹	35%	26%	76%	26%	33%	75%	20%	1.035,83	675,46	273,88	86,49	239,82	1.070,24
Mogi Mirim	99%	99%	65%	64%	2%	98%	63%	135,05	2,03	86,47	46,56	1,42	51,73
Mombuca	95%	97%	100%	95%	1%	67%	64%	146,88	6,70	140,18	0,00	0,69	53,54
Monte Alegre do Sul	77%	79%	0%	0%	12%	0%	0%	232,52	53,67	0,00	178,86	19,34	232,52
Monte Mor	63%	66%	100%	63%	16%	90%	57%	2.690,55	1.000,88	1.689,67	0,00	298,95	1.463,73

Município	IC*	SNIS IN024	ITC*	ITG*	ISI*	Eficiência Remoção DBO	Remoção de DBO	Carga de DBO potencial (kg/dia)	Carga não coletada (kg/dia)	Carga tratada (kg/dia)	Carga coletada não tratada (kg/dia)	Carga Remanescente sol individual (kg/dia)	Carga remanescente total (kg/dia)
Morungaba	93%	97%	100%	93%	7%	93%	86%	580,99	42,88	538,11	0,00	28,97	109,52
Nazaré Paulista ¹	73%	15%	100%	73%	40%	90%	65%	597,35	162,78	434,57	0,00	168,63	374,86
Nova Odessa	97%	100%	100%	97%	0%	90%	87%	2.936,52	88,10	2.848,42	0,00	5,34	378,28
Paulínia	96%	100%	97%	93%	4%	95%	89%	5.193,34	223,31	4.840,81	129,22	140,73	735,30
Pedra Bela	82%	81%	0%	0%	3%	0%	0%	77,65	14,24	0,00	63,41	1,59	77,65
Pedreira	98%	99%	100%	98%	2%	78%	76%	2.360,18	47,20	2.312,97	0,00	33,04	589,10
Pinhalzinho	87%	89%	100%	87%	5%	80%	69%	373,79	49,79	324,00	0,00	14,07	128,65
Piracaia	82%	47%	100%	82%	16%	64%	52%	1.163,65	210,74	952,91	0,00	128,98	682,76
Piracicaba ¹	100%	100%	100%	100%	0%	94%	94%	19.949,06	0,00	19.949,06	0,00	0,00	1.259,20
Rafard ¹	98%	97%	0%	0%	0%	0%	0%	418,93	9,22	0,00	409,72	0,31	418,93
Rio Claro	100%	100%	98%	98%	0%	48%	46%	10.245,10	51,23	9.989,99	203,88	0,00	5.493,25
Rio das Pedras	96%	100%	0%	0%	2%	0%	0%	1.652,35	66,09	0,00	1.586,25	27,38	1.652,35
Saltinho ¹	99%	100%	100%	99%	1%	80%	79%	342,04	4,79	337,25	0,00	2,97	75,20
Salto ¹	90%	95%	76%	68%	3%	96%	66%	1.907,50	190,75	1.304,73	412,02	41,81	696,77
Santa Bárbara D'oeste	100%	99%	54%	54%	0%	91%	49%	9.910,30	0,00	5.351,56	4.558,74	0,00	5.050,44
Santa Gertrudes	100%	100%	99%	99%	0%	86%	85%	1.292,49	0,00	1.279,57	12,92	0,00	197,18
Santa Maria da Serra	100%	92%	100%	100%	0%	40%	40%	278,15	0,00	278,15	0,00	0,00	166,89
Santo Antônio De Posse	80%	97%	100%	80%	26%	85%	68%	1.082,05	216,41	865,64	0,00	199,67	545,93
São Pedro ¹	97%	97%	12%	12%	1%	82%	10%	1.504,12	45,12	175,08	1.283,91	11,36	1.371,91
Sumaré	95%	91%	28%	27%	0%	83%	22%	14.255,57	712,78	3.791,98	9.750,81	0,00	11.127,15

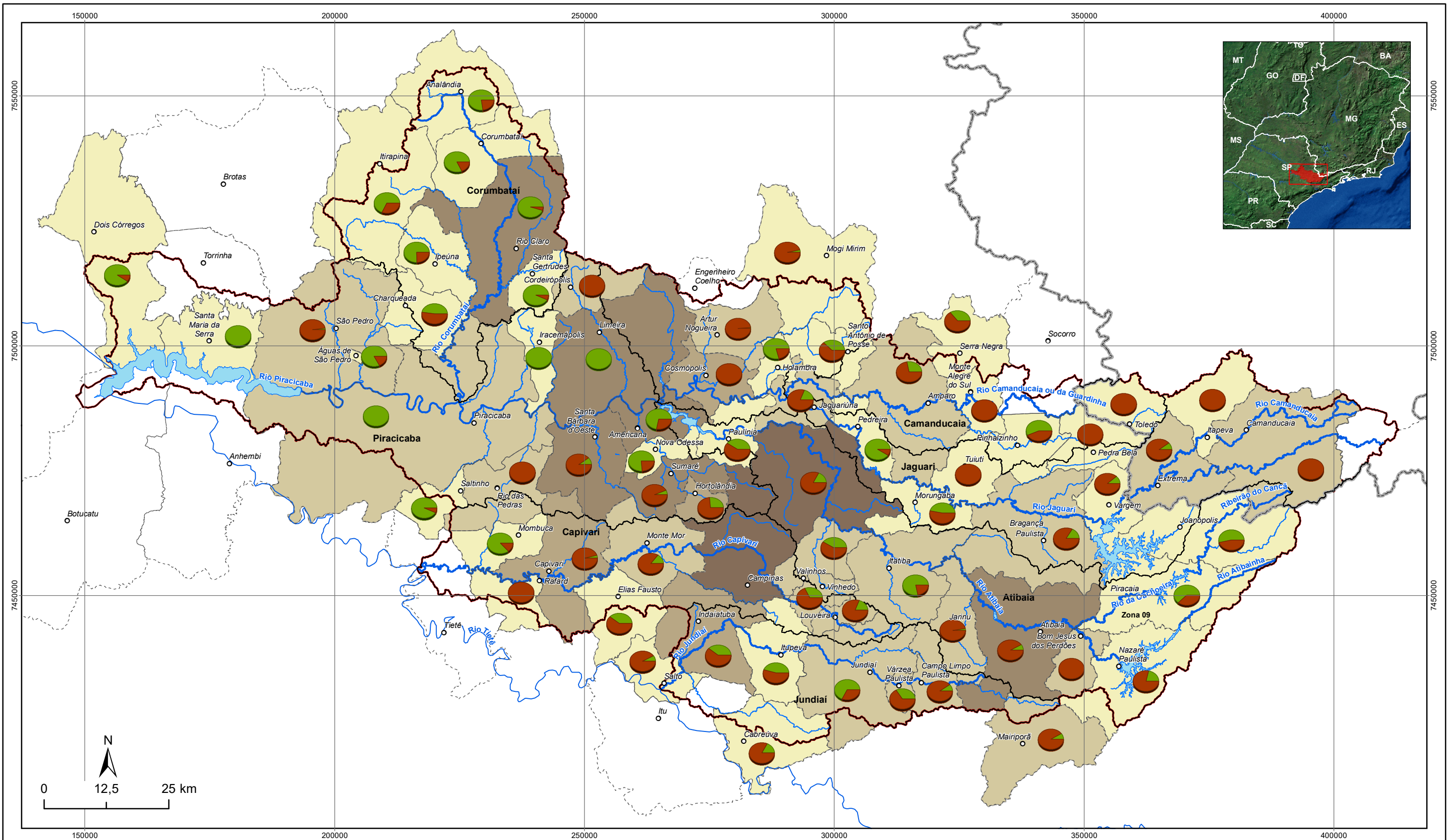
Município	IC*	SNIS IN024	ITC*	ITG*	ISI*	Eficiência Remoção DBO	Remoção de DBO	Carga de DBO potencial (kg/dia)	Carga não coletada (kg/dia)	Carga tratada (kg/dia)	Carga coletada não tratada (kg/dia)	Carga Remanescente sol individual (kg/dia)	Carga remanescente total (kg/dia)
Toledo	96%	0%	0%	0%	1%	0%	0%	125,66	5,21	0,00	120,44	0,44	125,66
Tuiuti	44%	69%	0%	0%	56%	0%	0%	170,64	95,56	0,00	75,08	66,89	170,64
Valinhos	90%	91%	100%	90%	10%	92%	83%	6.092,55	609,26	5.483,30	0,00	426,48	1.474,40
Vargem	71%	62%	100%	71%	1%	95%	68%	258,39	74,65	183,74	0,00	2,33	86,17
Várzea Paulista	91%	85%	100%	91%	5%	95%	87%	6.229,39	536,97	5.692,41	0,00	206,65	1.028,24
Vinhedo	85%	85%	100%	85%	0%	92%	78%	3.750,19	562,53	3.187,66	0,00	11,55	841,53

*Informações validadas nas atividades de campo

IN024 – Indicador do Snis, Índice de atendimento urbano de esgoto referido aos municípios atendidos com água

1: População parcialmente inserida nas Bacias PCJ sendo os percentuais apresentados no item 2.2.1.

Fonte: Elaboração Consórcio Profill-Rhama



LEGENDA

- Sede municipal
 - Hidrografia Principal
 - Represas
 - - - Limite Municipal
 - ▭ Limite Estadual
 - Limite de Zonas
 - Sub-bacia
 - Limite PCJ
- | Carga remanescente total (kg/dia) | Porcentual da carga |
|---|--|
| <ul style="list-style-type: none"> 1,7 - 750,0 750,1 - 2000,0 2000,1 - 5000,0 5000,1 - 15000,0 15000,1 - 27915,7 | <ul style="list-style-type: none"> ● Tratada ● Não tratada |



**DIAGNÓSTICO
PRIMEIRA REVISÃO DO PLANO DAS BACIAS HIDROGRÁFICAS
DOS RIOS PIRACICABA, CAPIVARI E JUNDIÁ 2010 A 2020**



Sistema de Coordenadas UTM
Datum SIRGAS2000
Zona 23S
Escala: 1:750.000

Mapa 8.15 – Cargas não tratadas por município e percentual das cargas tratadas, não tratadas e solução individual

Fonte de dados:
- Sede municipal: IBGE, 2010
- Limite municipal: IBGE, 2010
- Limite estadual: IBGE, 2010
- Hidrografia: ANA, 2013
- Limite da bacia: Adaptado de ANA, 2003
- Limite sub-bacia: Adaptado de ANA, 2003
- Cargas: Profill/Rhama, 2017

Quadro 8.18 - Cargas potenciais nas zonas e sub-bacias.

SUB BACIA	ZONA	Carga de DBO potencial (kg/dia)	Carga remanescente (kg/dia)
Atibaia	Zona 09	8.929,33	7115,62
	Zona 10	6.818,42	2532,14
	Zona 11	9.785,02	2750,82
	Zona 12	16.141,57	7449,17
	Zona 13	6.013,87	2046,13
Atibaia Total		47.688,21	21893,88
Camanducaia	Zona 05	3.343,41	1802,85
	Zona 06	1.969,06	1059,94
Camanducaia Total		5.312,47	2862,79
Capivari	Zona 27	420,28	43,49
	Zona 28	4.458,83	1553,15
	Zona 29	33.477,52	15605,99
	Zona 30	3.351,73	1406,76
	Zona 31	4.710,37	3035,82
	Zona 32	56,00	56,00
Capivari Total		46.474,72	21701,21
Corumbataí	Zona 17	1.839,13	902,04
	Zona 18	2.861,14	1534,09
	Zona 19	215,41	47,26
	Zona 20	7.252,36	3437,92
	Zona 21	2.400,62	339,06
Corumbataí Total		14.568,66	6260,38
Jaguari	Zona 01	2.660,36	2.273,03
	Zona 02	1.202,42	334,27
	Zona 03	7.184,38	1574,65
	Zona 04	1.299,56	485,86
	Zona 07	1.625,83	1142,16
	Zona 08	10.003,93	5846,16
	Zona 14	200,07	98,46
Jaguari Total		24.176,56	11.754,58
Jundiá	Zona 33	1.075,09	1103,52
	Zona 34	22.451,90	3891,90
	Zona 35	8.113,12	832,68
	Zona 36	1.752,03	557,16
	Zona 37	14.913,29	3702,01
Jundiá Total		48.305,43	10087,26
Piracicaba	Zona 15	1.652,83	983,97
	Zona 16	916,54	467,48
	Zona 22	90.689,11	39331,10
	Zona 23	274,54	142,10
	Zona 24	1.015,96	496,95
	Zona 25	989,01	898,04
	Zona 26	285,82	168,60
Piracicaba Total		95.823,81	42488,24
Total Geral		282.349,85	117.048,35

Fonte: Elaboração Consórcio Profill-Rhama

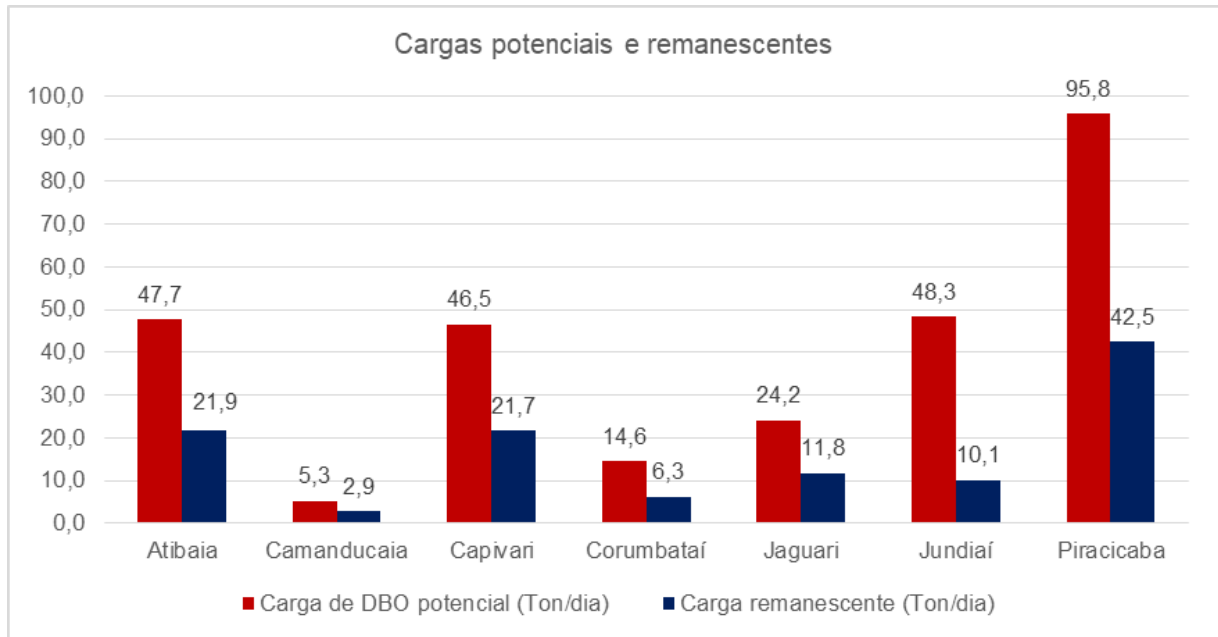


Figura 8.108 – Cargas potenciais e remanescentes

Com base nos resultados apresentados, nota-se que os municípios que mais contribuem com cargas potenciais são aqueles mais populosos, com destaque para Campinas, Piracicaba, Jundiá, Americana, Limeira e Sumaré.

Comparando aos resultados de Cobrape (2010), nota-se que houve um aumento em relação as cargas potenciais, que somavam 262.665 kg de DBO/dia, sendo que atualmente, as cargas potenciais somam 282.349 kg de DBO/dia.

Em relação as sub-bacias, nota-se que a que possui a maior carga potencial e remanescente é a sub-bacia do Rio Piracicaba, com uma carga potencial de aproximadamente 96 t/dia de DBO e remanescente de 42,5 t/dia. Esta sub-bacia também é a mais populosa e uma das mais problemáticas em termos de qualidade da água, sendo reflexo direto das cargas lançadas diariamente nos corpos hídricos. As sub-bacias do Rio Jundiá (48 t/dia), Capivari (46 t/dia) e Atibaia (48 t/dia) também concentram elevadas cargas potenciais. No entanto, analisando a carga remanescente, observa-se que a sub-bacia do Rio Jundiá, que está entre as que mais geram carga potencial, está entre as menores cargas remanescentes, com 10 t/dia, e redução de aproximadamente 80% na carga gerada.

Salienta-se que para avaliação mais precisa do impacto das cargas, e as projeções do impacto delas na qualidade da água, será utilizado o SSD.

8.2 Qualidade das águas subterrâneas

8.2.1 Caracterização Hidroquímica

A descrição da qualidade das subterrâneas na PCJ ampara-se nos resultados sistemáticos de qualidade desenvolvidos pela CETESB e nos instrumentos legais existentes para controle da referida qualidade.

O monitoramento sistemático da qualidade das águas subterrâneas realizado pela CETESB teve início na década de 1990, com base em legislação específica, particularmente o Decreto Estadual nº 8468/1976 e a Lei Estadual nº 6134/1988, que atribuem ao órgão ambiental a competência de monitorar e fiscalizar a qualidade das águas subterrâneas.

A rede estadual é formada principalmente por poços utilizados para abastecimento público de água, pela facilidade e baixo custo de implantação. Em 2009, em parceria com o DAEE – Departamento de Águas e Energia Elétrica, foi inaugurada a rede de monitoramento integrado qualidade e quantidade das águas subterrâneas, com objetivo de mensuração do nível d'água e caracterização hidroquímica, de forma a conhecer a qualidade e o comportamento hidráulico das águas subterrâneas dos aquíferos freáticos no estado de São Paulo. Essa rede é composta por poços rasos, instalados com objetivo específico de monitoramento do aquífero livre. Seu objetivo, portanto, é de avaliar a qualidade da água bruta utilizada para abastecimento público e fornecer um dado histórico desta evolução hidroquímica. Dita rede evoluiu ao longo do tempo tendo sido ampliada em número de pontos, aquíferos e parâmetros monitorados, conforme Figura 8.109.



Figura 8.109 - Evolução geral da rede de monitoramento de qualidade de água subterrânea para o Estado de São Paulo (Extraído de Qualidade das águas subterrâneas 2013-2015 no Estado de São Paulo, CETESB)

Em função da existência desta rede e dos respectivos dados históricos, torna-se possível aplicar instrumentos legais de controle e evolução da sua qualidade:

- (i) A Portaria do Ministério da Saúde nº 2914 de 12/12/2011 (BRASIL, 2011), que substituiu a Portaria MS nº 518/04, estabelece os padrões de qualidade da água para o consumo humano, fixados com base em risco à saúde humana e, em alguns casos, em características organolépticas da água, conforme orientação da Organização Mundial da Saúde – OMS. A Portaria estabeleceu concentrações máximas para níquel e urânio, não previstas em sua antecessora;

- (ii) A Lista de Valores Orientadores para Solos e Águas Subterrâneas (CETESB, 2014), que objetiva estabelecer critérios para proteção da qualidade dos solos e águas subterrâneas, foi publicada pela primeira vez pela CETESB em 2001 (CETESB, 2001a). A revisão publicada em 2014 é a terceira edição da série, sendo utilizada no gerenciamento de áreas contaminadas. Para as águas subterrâneas foram adotados os valores de intervenção que indicam as concentrações máximas de determinadas substâncias acima das quais existe potencial de risco à saúde humana em um cenário genérico, enquanto para os solos foram também adotados os valores de referência de qualidade e valores de prevenção. Para as águas subterrâneas, foram adotados como valores de intervenção os padrões de potabilidade, uma vez que foram definidos com base em risco à saúde humana. Os valores orientadores para etilbenzeno, tolueno e xileno, relacionados ao padrão de aceitação para consumo humano (Anexo da Portaria MS nº 2914/11), foram substituídos pelas concentrações máximas definidas pela OMS com base em avaliação de risco a saúde humana (WHO, 2011). Para outras substâncias, que não constam da Portaria nº 2914/11, os valores de intervenção seguiram a mesma orientação ou foram calculados segundo a metodologia da OMS1;
- (iii) Em 2009, a Resolução CONAMA nº 420 de 28/12/2009 (Brasil, 2009) publicou uma lista de valores orientadores para proteção da qualidade dos solos e águas subterrâneas visando o gerenciamento de áreas contaminadas em todo o território nacional. Os valores de intervenção do estado de São Paulo, com algumas alterações, serviram de base para definição dos valores de investigação dessa lista. O valor de investigação para zinco da Resolução CONAMA foi calculado com base em risco a saúde humana utilizando a metodologia da OMS, portanto, difere dos valores orientadores da lista paulista, baseados nos padrões de aceitação ao consumo humano da Portaria do Ministério da Saúde nº 518/04, vigente na época;
- (iv) A Resolução CONAMA nº 396 de 03/04/2008 (Brasil, 2008), que dispõe sobre a classificação e diretrizes para enquadramento das águas subterrâneas, definiu seis classes para enquadramento das águas subterrâneas segundo os usos preponderantes. Para cada classe foram estabelecidos valores máximos permitidos para as substâncias de interesse de forma a garantir água com qualidade adequada a cada uso específico. Os valores de referência de qualidade para águas subterrâneas foram publicados no Relatório de Qualidade das Águas Subterrâneas 2004–2006, para cada um dos sistemas aquíferos do estado de São Paulo. Definiu-se como valor de referência para as substâncias inorgânicas o terceiro quartil (75%) da série de dados obtidos pela Rede de Monitoramento da Qualidade das Águas Subterrâneas no período de 1994 a 2006, expurgados aqueles resultados com valores superiores à soma da mediana e três vezes o desvio padrão (CETESB, 2007). Esses valores devem ser considerados como valores-base (background) para o estado de São Paulo, de forma a orientar ações de prevenção e controle de contaminação das águas subterrâneas. A potabilidade das águas subterrâneas brutas é um dos indicadores de sua qualidade e qualquer desconformidade representa a necessidade de tratamentos adicionais da água, além da cloração, que as concessionárias ou departamentos municipais responsáveis pelo abastecimento público de águas devem garantir antes de sua distribuição para consumo humano. Por tratar-se de

uma rede constituída basicamente por poços utilizados para abastecimento público de água, foi adotado um indicador de potabilidade das águas para a Rede de Monitoramento de Qualidade das Águas Subterrâneas da CETESB, a partir do triênio 2007-2009. O Indicador de Potabilidade das Águas Subterrâneas – IPAS representa o percentual das amostras de águas subterrâneas em conformidade com o padrão de potabilidade para substâncias que representam risco à saúde e o padrão organoléptico, estabelecidos pelo Ministério da Saúde por meio da Portaria MS nº 2914/2011; é calculado anualmente e considera os parâmetros determinados nas duas campanhas semestrais de amostragem dos pontos da Rede CETESB. O indicador possui três classes para classificação de qualidade das águas: ruim (0 – 33%), regular (33,1 – 67%) e boa (67,1 – 100%). Nas Bacias PCJ foram monitorados vinte pontos, cujas características e localização estão contidas no Quadro 8.19 e Figura 8.110. São dezoito poços tubulares e duas nascentes, que captam água dos aquíferos Cristalina, Tubarão, Guarani e Serra Geral, sendo que três novos poços foram incluídos nesse triênio.

Quadro 8.19 - Pontos de Monitoramento na PCJ.

Município	Ponto	Descrição	Aquífero	Prof. (m)	NE (m)	Lat (S)	Long (O)
Americana	TU0176N	P Bica Cariobinha	Tubarão	96 a 204	107	22° 43' 20"	47° 19' 14"
Amparo	PC0298P	P2 Jardim Vitória - PM	Cristalino	11 a 150	2	22°40'51"	46°46'40"
Analândia	GU0227P	P6 Morada do Sol	Guarani	48 a 200	78	22° 07' 46"	47° 39' 04"
Elias Fausto	TU0036P	P4 - Sabesp	Tubarão	42 a 162	6	23° 04' 11"	47° 18' 26"
Itupeva	PC0345P	P Pedágio km 78 - Rod. Dom Gabriel Paulino	Cristalino	35 a 220	12	23° 14' 07"	47° 02' 31"
Joanópolis	PC0251P	P Bairro do Mosquito / Porto Danalis - Sabesp	Cristalino	17 a 210	6	22° 57' 34"	46° 18' 10"
Limeira	TU0153P	P TRW - Varga S/A	Tubarão	176 a 488	106	22° 33' 05"	47° 22' 19"
Limeira	TU0177P	P Bairro Tatu - Águas de Limeira	Tubarão	*	*	22° 39' 07"	47° 21' 15"
Mombuca	TU0071P	P1 - Sabesp	Tubarão	102 a 203	30	22° 55' 43"	47° 34' 25"
Monte Alegre do Sul	PC0321P	P Mostardas - PM	Cristalino	10 a 107	5	22° 43' 26"	46° 37' 52"
Monte Mor	TU0074P	P3 - Sabesp	Tubarão	40 a 350	7	22° 56' 55"	47° 17' 47"
Nazaré Paulista	PC0262P	P Bairro Cuiabá - Sabesp	Cristalino	21 a 233	7	23° 14' 56"	46° 23' 17"
Paulínia	SG0199N	P Nascente Fontanário	Serra Geral	Nascente	0	22° 45' 09"	47° 09' 51"
Pedra Bela	PC0094P	P2 - Sabesp	Cristalino	37 a 180	0	22° 47' 31"	46° 26' 21"
Rafard	TU0270P	P23 - PM	Tubarão	11 a 297	69	23° 02' 06"	47° 32' 24"
Rio Claro	PD0353P	P Pedágio - Rod Wilson Finardi km 59	Passa Dois	30 a 101	35	22° 22' 23"	47° 28' 51"
Santa Maria da Serra	GU0276P	P3 - Sabesp	Guarani	18 a 240	*	22° 33' 47"	48° 09' 01"
Santo Antônio de Posse	PC0278P	P Beef Snacks do BR	Cristalino	171 a 300	54	22° 36' 09"	47° 00' 24"
Tuiuti	PC0145P	P1 Arraial - Sabesp	Cristalino	26 a 141	1	22° 49' 57"	46° 38' 48"
Valinhos	PC0148P	P San Fernando - PM	Cristalino	19 a 150	2	22°57' 56"	46° 58' 21"

Fonte: Extraído e modificado de (Qualidade das águas subterrâneas 2013-2015 no Estado de São Paulo, CETESB).

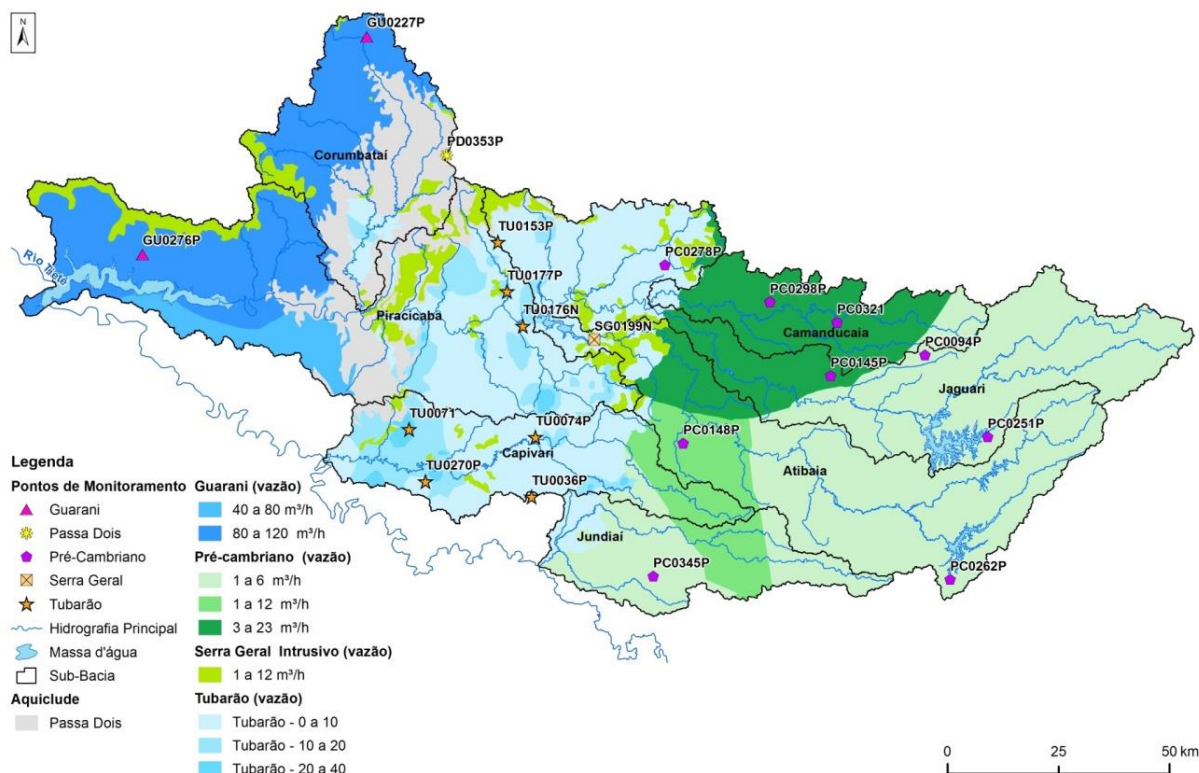


Figura 8.110 - Pontos de monitoramento na PCJ conforme unidade aquífera.

A caracterização química das águas dos principais aquíferos da Bacia, pode ser apreciada no Quadro 8.20.

Quadro 8.20 - Síntese geral das características hidroquímicas dos principais aquíferos da PCJ.

Aquífero	Característica Hidroquímica
Serra Geral	As águas desse aquífero são bicarbonatadas cálcicas ou magnesianas e, secundariamente, bicarbonatadas sódicas. Os resultados da qualidade das águas desse aquífero mostram de modo geral águas pouco mineralizadas. Para os elementos fluoreto, sulfato, chumbo, crômio e ferro, bem como bactérias heterotróficas, as concentrações máximas ultrapassaram os valores máximos permitidos. Também foram encontradas concentrações de nitrogênio nitrato acima do valor de prevenção da CETESB (5 mg L ⁻¹), referentes às amostras provenientes de um único poço localizado no município de Miguelópolis.
SAG	As águas são pouco mineralizadas, porém as concentrações de sais aumentam no sentido de fluxo das águas subterrâneas, das áreas de recarga até as porções confinadas e profundas. O SAG enquadra-se no grupo das águas moles, sendo localmente intermediárias. Os valores de pH variam de 4,51 a 10,2 refletindo, geralmente, seu caráter ácido nas porções superficiais (livres), e básico em suas porções mais profundas (confinadas). A amplitude de variação da temperatura, de 21,3 a 45,4°C, assim como o pH, é resultado das diferentes profundidades de captação dos poços monitorados. No geral, o SAG apresenta boa qualidade quanto aos seus constituintes inorgânicos, exceto pela presença pontual de alguns metais e ametais.
Tubarão	As águas variam de doces a fracamente salinas, com pH variando de 4,5 a 10. Podem ocorrer não conformidades para os elementos chumbo, ferro, fluoreto, manganês, mercúrio, sódio e sulfato. São preponderantemente bicarbonatadas sódicas e, subordinadamente, bicarbonatadas mistas e cálcicas.

Aquífero	Característica Hidroquímica
Cristalino	As águas desse aquífero são pouco salinizadas e apresentam as menores temperaturas dentre os aquíferos monitorados. Como o Aquífero Tubarão, podem ocorrer pontos com concentrações elevadas de sulfato, fluoreto e sódio. Predominância nesse aquífero de águas bicarbonatadas cálcicas e mistas e, subordinadamente bicarbonatadas sódicas.

O monitoramento específico para a Bacia PCJ revelou algumas desconformidades em relação aos padrões de referência, conforme exposto no Quadro 3. O ponto de controle de Rio Claro é no Aquífero Passa Dois, de Amparo/Itupeva/Monte Alegre do Sul/Pedra Bela/Santo Antônio de Posse e Valinhos situam-se no aquífero Cristalino e pontos em Americana/Elias Fausto/Limeira e Monte Mor encontram-se no aquífero Tubarão.

Quadro 8.21 - Relação de pontos com desconformidades químicas na PCJ

Município	Ponto	Parâmetro	VMP	Amostra	Resultado
Rio Claro	PD0353P	Fe	300µg/L	Out15	401µg/L
		F	1,5mg/L	Abr15	2,73mg/L
Amparo	PC0298P	Coliformes	Ausentes em 100mL	Abr13	Presente
Itupeva	PC0345P	Pb	10µg/L	Abr15	12,3µg/L
		Fe	300µg/L	Abr14	432µg/L
				Abr15	749µg/L
				Set15	349µg/L
Coliformes	Ausentes em 100mL	Abr15	Presente		
Monte Alegre do Sul	PC0321P	Coliformes	Ausentes em 100mL	Out15	Presente
Pedra Bela	PC0094P	Coliformes	Ausentes em 100mL	Abr13	Presente
Santo Antônio de Posse	PC0278P	F	1,5mg/L	Abr13	9mg/L
				Out13	9mg/L
				Abr14	10mg/L
				Out14	9mg/L
				Abr15	9mg/L
Valinhos	PC0148P	Coliformes	Ausentes em 100mL	Abr15	Presente
		F	1,5mg/L	Set15	9mg/L
Americana	TU0176N	Coliformes	Ausentes em 100mL	Set15	Presente
Elias Fausto	TU0036P	Pb	10µg/L	Out13	13,9µg/L
		Mn	100µg/L	Abr13	191µg/L
				Out13	120µg/L
				Abr14	125µg/L
				Abr15	108µg/L
		Coliformes	Ausentes em 100mL	Abr13	Presente
		Fe	300µg/L	Out13	586µg/L
Mar15	650µg/L				
Bactérias	500UFC/mL	Set15	14000UFC/mL		
Monte Mor	TU0074P	Coliformes	Ausentes em 100mL	Out15	Presente

Fonte: Extraído e modificado de (Qualidade das águas subterrâneas 2013-2015 no Estado de São Paulo, CETESB).

A Figura 8.111 fornece a distribuição espacial de dados hidroquímicos na Bacia PCJ, os quais foram extraídos do projeto intitulado Águas Subterrâneas no Estado de São Paulo: Diretrizes de utilização e Proteção.

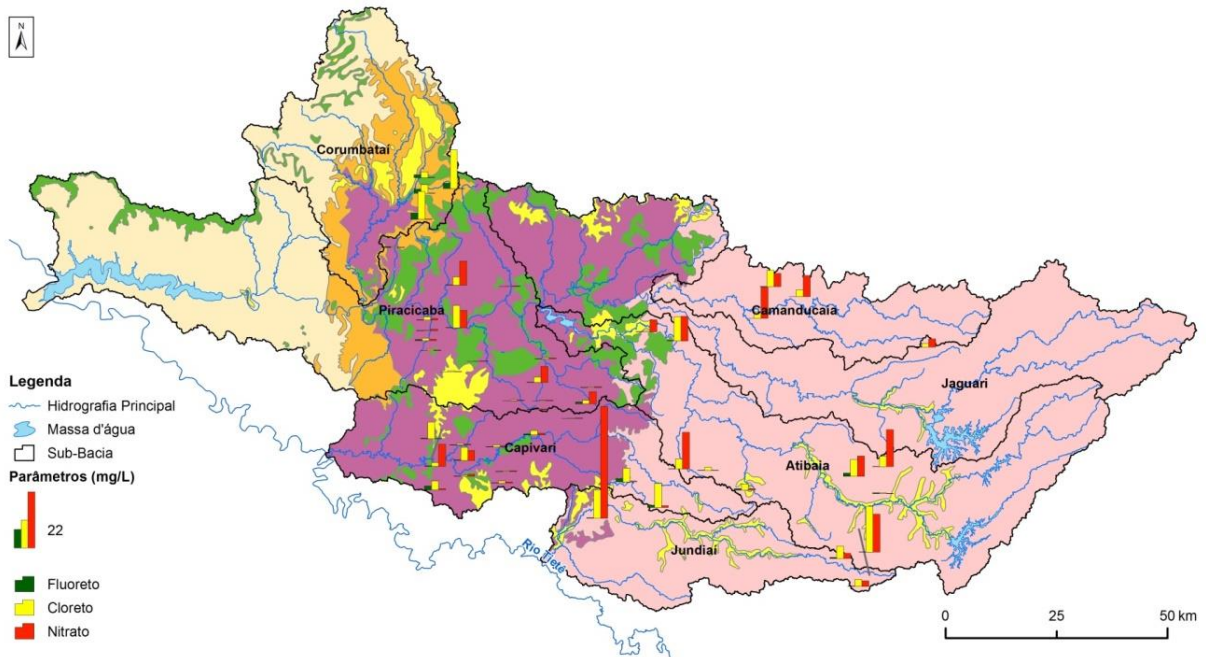


Figura 8.111 - Distribuição espacial dos principais íons com maior probabilidade desconformidades.

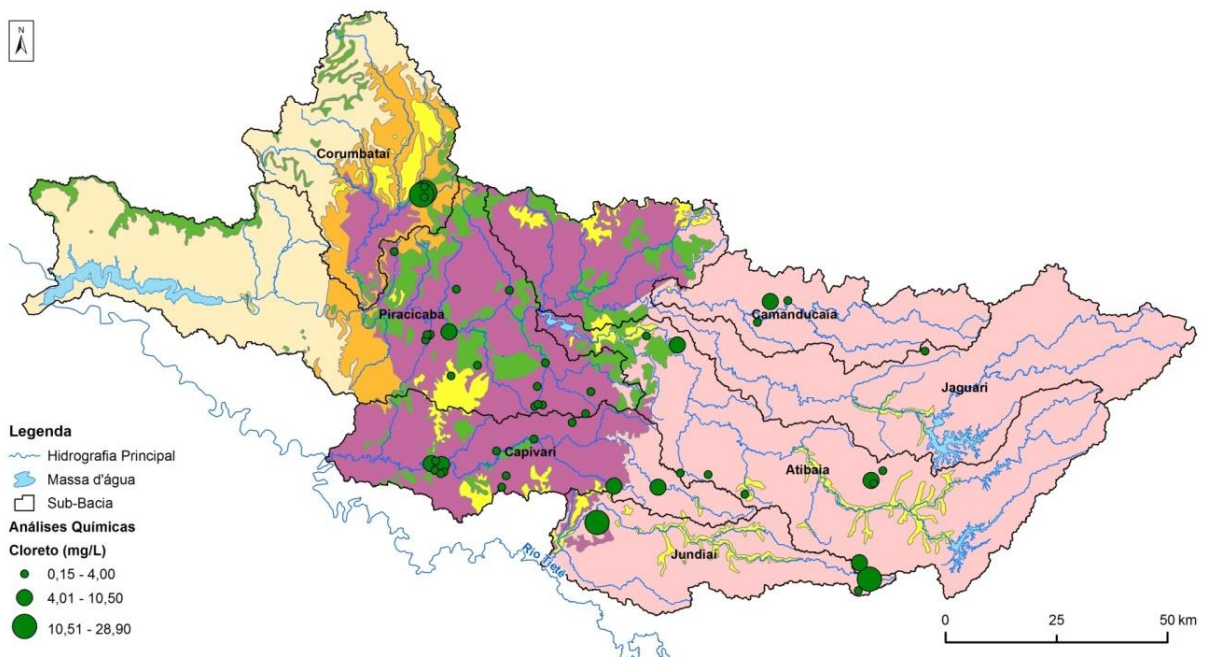


Figura 8.112 - Distribuição espacial do íon Cloreto.

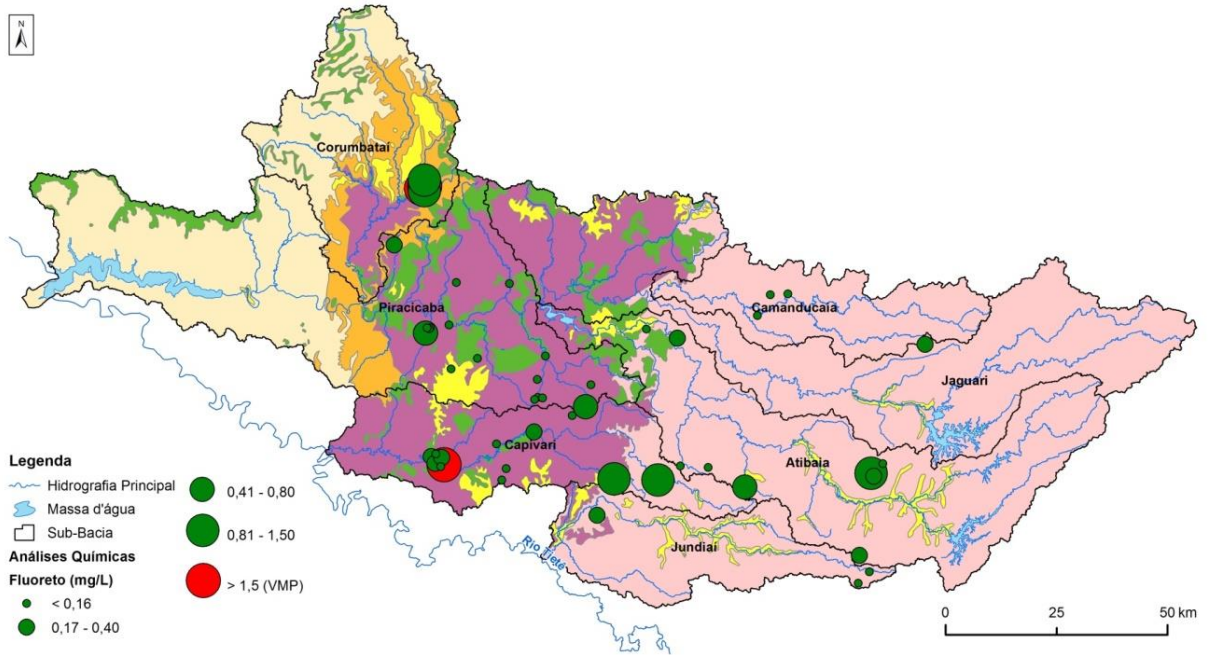


Figura 8.113 - Distribuição espacial do íon Fluoreto.

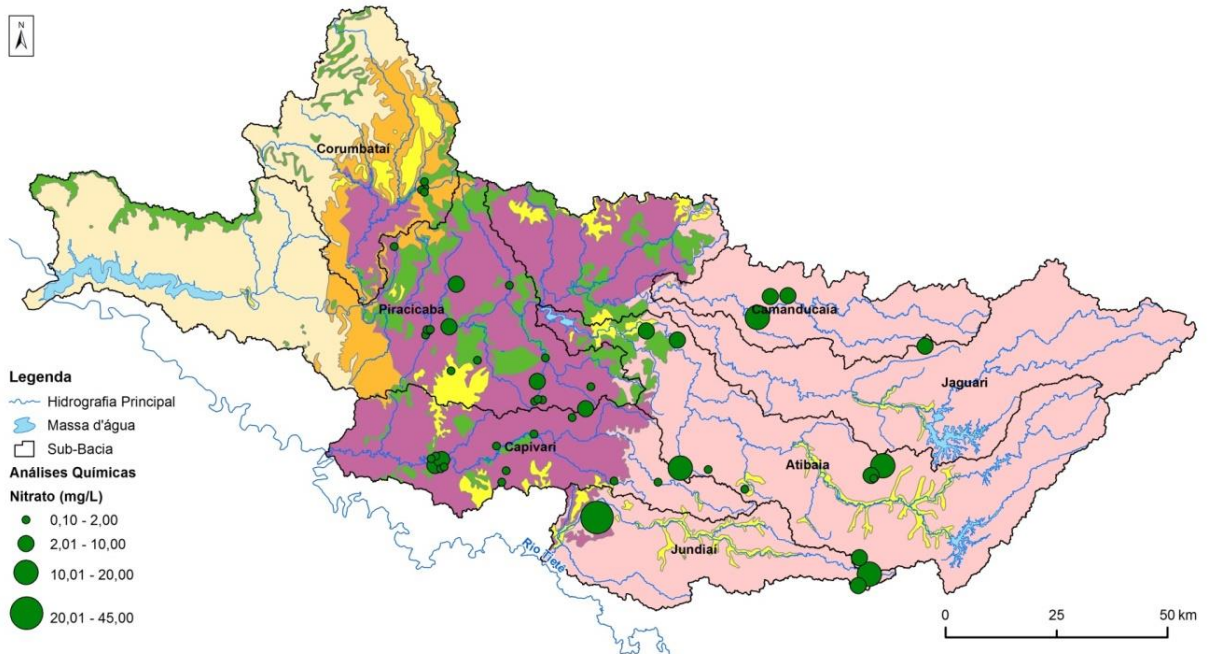


Figura 8.114 - Distribuição espacial do íon Nitrato.

8.2.2 Vulnerabilidade

O termo vulnerabilidade de aquífero à contaminação representa sua maior suscetibilidade intrínseca em ser adversamente afetado por uma carga contaminante imposta em superfície. É um conceito inverso da capacidade de assimilação de contaminantes de um corpo receptor de água superficial, uma vez que os aquíferos possuem uma cobertura de substratos que proporciona uma maior proteção.

Dessa forma, a vulnerabilidade de um aquífero é função de (i) acessibilidade hidráulica da penetração de contaminantes; e (ii) capacidade de atenuação dos estratos acima da zona saturada do aquífero, como resultado de sua retenção física e reações químicas com o contaminante.

Estes dois componentes da vulnerabilidade do aquífero interagem com os seguintes componentes da carga contaminante no subsolo: (i) o modo e disposição do contaminante no subsolo e em particular a magnitude de qualquer carga hidráulica associada; e (ii) a classe do contaminante, em termos de sua mobilidade e persistência.

Esta interação determinará o tempo de residência na zona não-saturada e o tempo de chegada do contaminante ao aquífero. Estabelecerá também o grau de atenuação, retenção ou eliminação, antes da chegada à zona saturada. A zona não-saturada merece atenção especial uma vez que representa a primeira e mais importante defesa natural contra a contaminação das águas subterrâneas. Isto ocorre não somente por sua posição estratégica, entre a superfície e o nível freático, como também porque seu ambiente, em termos físicos, químicos e biológicos, é geralmente mais efetivo na atenuação e eliminação de contaminantes.

Dentre os agentes antrópicos – elementos ou compostos químicos inorgânicos e orgânicos sintéticos perigosos – mais comumente detectados no solo, subsolo e/ou águas subterrâneas, destacam-se contaminantes inorgânicos não metálicos, tais como arsênio, fósforo, selênio, nitrogênio, enxofre e flúor; metais tóxicos, tais como arsênio, mercúrio, cromo, cádmio, chumbo, zinco; e compostos orgânicos sintéticos do grupo BTEX - benzeno, tolueno, etil benzeno e xileno -, compostos aromáticos, fenóis, organoclorados diversos, voláteis, mais densos ou menos densos do que a água, formando soluções multifásicas, tais como DNAPL's, LNAPL's, hidrocarbonetos, dentre outros. De maneira geral, observa-se que em praticamente todas as áreas urbanas do Estado ocorrem problemas relativos à qualidade e à quantidade dos reservatórios subterrâneos. Esse problema tende a agravar-se nas regiões costeiras, onde se situam os aquíferos não-confinados e vulneráveis, onde se manifestam os problemas de emissão de resíduos industriais bem como a emissão de resíduos orgânicos pela falta de saneamento básico.

Segundo o Relatório de Situação 2004-2006 e as avaliações referentes ao presente relatório as áreas mais vulneráveis das Bacias PCJ são aquelas localizadas nos aluviões dos principais cursos d'água e nos locais de afloramento das principais unidades aquíferas, notadamente das formações Pirambóia e Botucatu, que constituem áreas de recarga do aquífero Guarani.

Em 2005, o Instituto Geológico (IG), em parceria com o Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo (IPT) e o Departamento de Águas e Energia Elétrica, publicou o "Mapa de Águas Subterrâneas do Estado de São Paulo. Nesta publicação, a vulnerabilidade dos aquíferos foi tratada como um dos 7 indicadores da situação das águas subterrâneas que, em conjunto, determinaram um diagnóstico das águas subterrâneas do estado. O resultado desta análise foi apresentado para cada uma das Unidades de Gerenciamento de Recursos Hídricos do Estado de São Paulo, entre elas a UGRHI 5 (PCJ). O indicador de vulnerabilidade foi definido em função do mapa de vulnerabilidade do Estado (HIRATA et al, 1997) e, basicamente, expressa a área total de alta vulnerabilidade à contaminação em relação à área total da UGRHI 5.

Os resultados apresentados pelo indicador de vulnerabilidade para a UGHRI 5 expressam esse caráter sob o aspecto de três categorias (vulnerabilidade baixa, média e alta) em função da porcentagem do território total da bacia. Assim, temos o seguinte quadro:

- Vulnerabilidade baixa para 45% do território da UGHRI 5;
- Vulnerabilidade média para 10% do território da UGHRI 5;
- Vulnerabilidade alta para 5% do território da UGHRI 5;
- Vulnerabilidade não definida em 40% do território.

Como recomendação, a publicação indica que, para uma efetiva proteção dos aquíferos, é necessária a realização de novos estudos sobre vulnerabilidade em escala semi-regional (1:50.000).

Na sequência, apresenta-se o mapa de Vulnerabilidade dos Aquíferos para as Bacias PCJ (Figura 8.115), extraído de *Águas Subterrâneas no Estado de São Paulo: Diretrizes de Utilização e Proteção 2013*, DAEE, UNESP, Governo do Estado de São Paulo. A Figura 8.116 apresenta o "Mapeamento da vulnerabilidade e risco de poluição das águas subterrâneas do Estado de São Paulo - detalhamento da Região Metropolitana de Campinas", produzido pelo IG/SMA – CETESB (DAEE/LEBAC, 2013).

A elaboração do mapa de vulnerabilidade dos aquíferos existentes nas PCJ baseou-se em método proposto por Foster & Hirata (1988), no qual são atribuídos valores para três parâmetros físicos: ocorrência do aquífero, tipo litológico e profundidade do nível de água. O produto destes valores gera um índice que varia de 0 a 1 e permite o enquadramento em classes de vulnerabilidade que vão desde insignificante até extrema. Para o parâmetro "ocorrência do aquífero" foi atribuído valor único para todos os aquíferos, em virtude de o mapa representar somente as porções não confinadas. A valoração do parâmetro "tipo litológico" foi baseada no Quadro 22 da publicação "Mapeamento da Vulnerabilidade e Risco de Poluição das Águas Subterrâneas no Estado de São Paulo – volume I" (IG, DAEE, CETESB –1997), considerando as características litológicas das diferentes unidades aquíferas definidas no projeto. A profundidade do nível de água (NA) foi estimada com base em mapa potenciométrico gerado a partir da subtração de grids do modelo digital de terreno (MDT) e da superfície numérica gerada a partir dos pontos de intersecção da topografia com as drenagens superficiais (pontos de descarga de água subterrânea). Em relação ao método original (Foster & Hirata, 1988) foi adaptada nova classificação das profundidades, agrupadas em cinco categorias.



Figura 8.115 - Vulnerabilidade dos aquíferos para a PCJ.

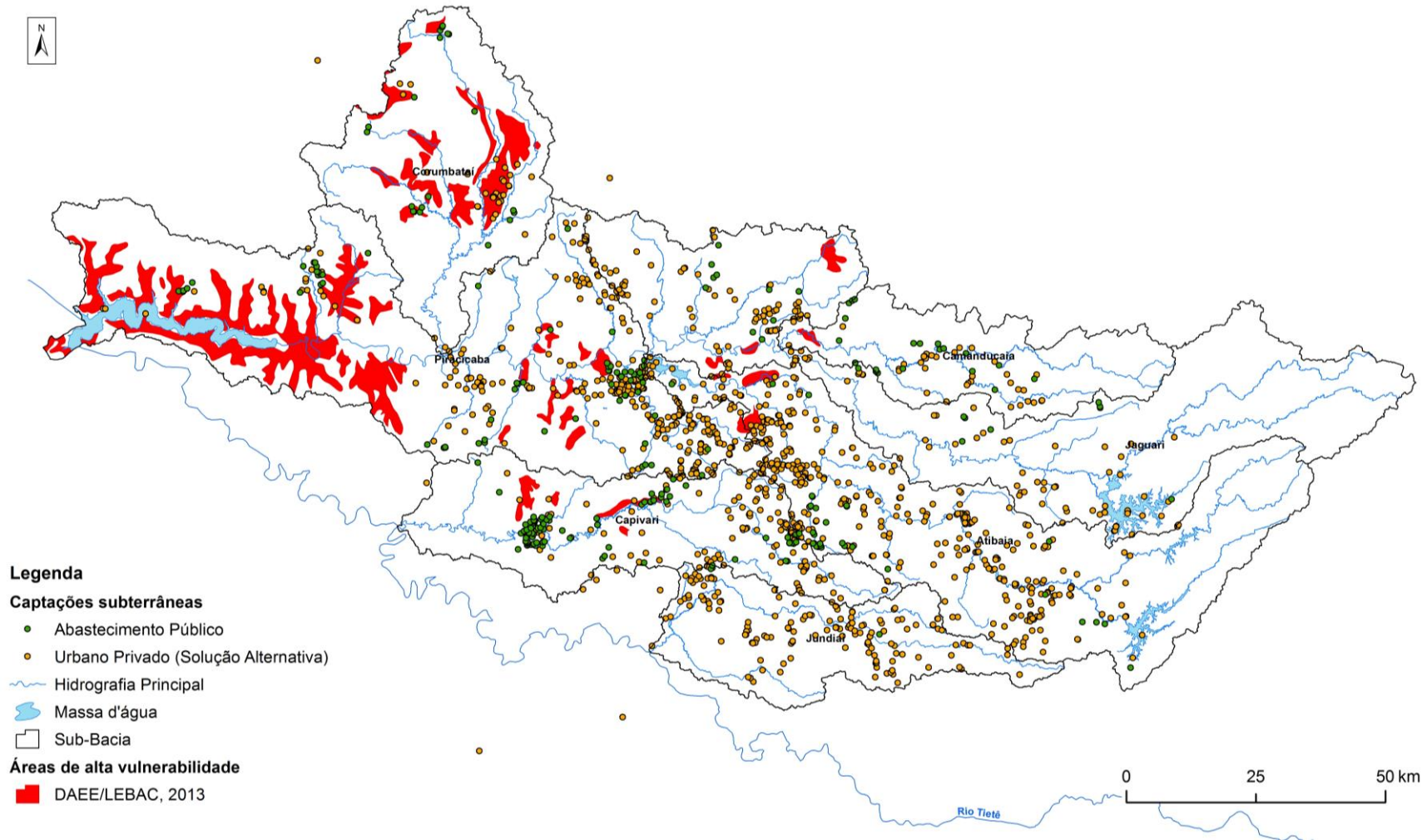


Figura 8.116: Áreas de vulnerabilidade de aquíferos (DAEE/LEBAC, 2013) e pontos de captação subterrânea (de acordo com os cadastros da cobrança e visitas).

De forma a estimar o potencial poluidor instalado nas áreas urbanas dos municípios da PCJ (extraído de trabalho realizado para todo o Estado de SP), foi cunhado um índice, denominado Índice de Potencial Poluidor, fundamentado na classificação dos empreendimentos licenciados pela CETESB, com base no potencial de fontes poluidoras sugerido pelo método POSH (Pollutant Origin, Surcharge Hydraulically), aplicado para zonas urbanizadas, conforme descrito por Foster et al. (2002). O tema é representado por elementos do tipo polígono.

I – índice de potencial poluidor

LC – número de licenças para cada índice POSH

A – área da mancha urbana (km²)

IP – índice POSH

O mapa de índice de potencial poluidor foi elaborado com base no cadastro estadual de empreendimentos potencialmente poluentes licenciados e divulgados pela CETESB. A inexistência de georreferenciamento nesse cadastro impossibilitou a avaliação da distribuição espacial desses empreendimentos.

O método proposto para avaliação do potencial poluidor instalado nos municípios classificou os empreendimentos cadastrados em três classes de potencial poluidor: elevado, moderado ou reduzido, correspondentes aos índices 3, 2 e 1, respectivamente, da metodologia POSH. Em seguida, o número de empreendimentos por município, correspondente a cada classe, foi multiplicado por seu próprio índice e totalizado. O valor resultante foi normalizado pela área representativa da mancha urbana do município, obtida a partir do mapa de uso e ocupação do solo elaborado pela Coordenadoria de Planejamento Ambiental – CPLA –, da Secretaria de Meio Ambiente do Estado de São Paulo, na escala 1:50.000. O resultado da aplicação do método resulta na Figura 8.117.

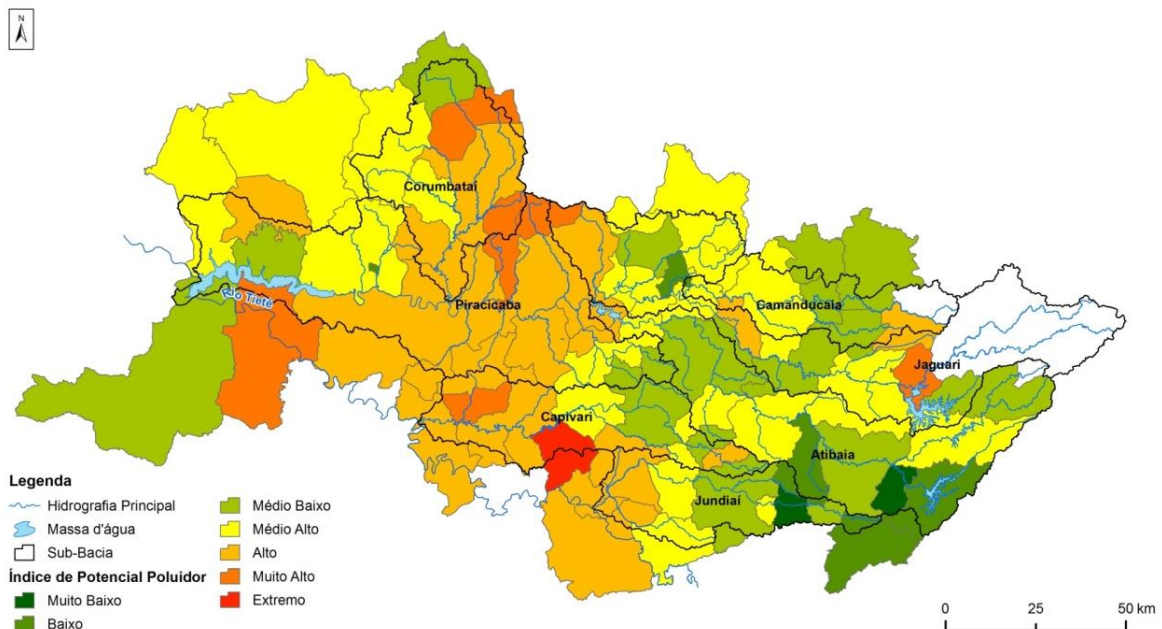


Figura 8.117 - Índice do potencial poluidor para os municípios da PCJ (extraído de Águas Subterrâneas no Estado de São Paulo: Diretrizes de Utilização e Proteção 2013, DAEE, UNESP, Governo do Estado de São Paulo)

Já o mapa de regionalização das diretrizes de utilização e proteção identifica as áreas da bacia do PCJ (em consonância com metodologia aplicada a todo o Estado de SP) que, a partir da avaliação da intensidade de uso e qualidade das águas subterrâneas, devem ter orientações específicas de gestão e uso racional. A delimitação dessas áreas embasou-se em critérios específicos, como a densidade de poços, quantidade de empreendimentos potencialmente poluidores, criticidade em relação à disponibilidade hídrica subterrânea, ocorrência de poços com alteração da qualidade natural e quantidade de áreas contaminadas (Figura 8.118).

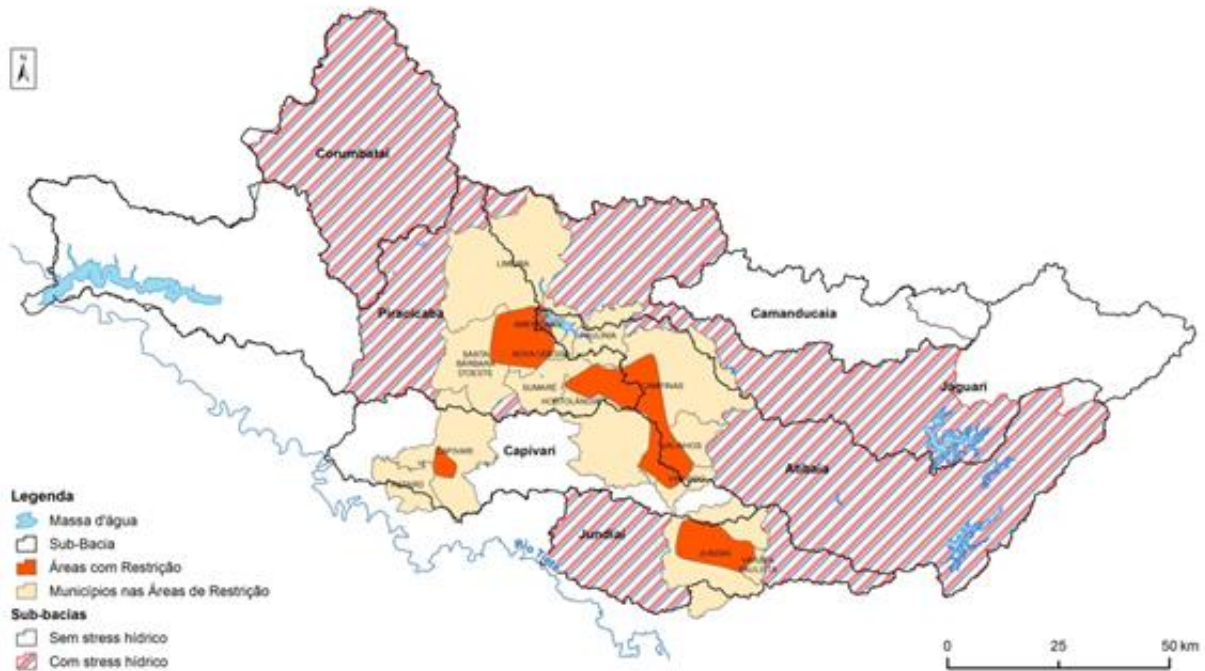


Figura 8.118 - Mapa de diretrizes de uso e ocupação ((extraído de Águas Subterrâneas no Estado de São Paulo: Diretrizes de Utilização e Proteção 2013, DAEE, UNESP, Governo do Estado de São Paulo).

Para as áreas com restrição foram propostas diretrizes específicas para utilização e proteção, enquanto nas demais áreas, sem restrição, foram propostas diretrizes gerais.

1) Áreas sem restrição

- Implantar programa de capacitação técnica dos órgãos municipais e estaduais relacionados à produção e distribuição de água, gestão ambiental e planejamento;
- Promover campanhas de educação ambiental;
- Cadastrar, controlar e fiscalizar as captações e outorgas de uso da água subterrânea;
- Consolidar a participação dos municípios na gestão dos recursos hídricos e promover articulação com os órgãos gestores estaduais e os comitês de bacias;
- Implantar rede de monitoramento de nível de água e de parâmetros indicadores de qualidade;
- Elaborar planejamento do uso da água subterrânea a curto e longo prazos.

2) Áreas com restrição

- Proteger as captações de água subterrânea;
- Adequar o zoneamento municipal e o Plano Diretor, visando à proteção dos poços e aquíferos importantes ao abastecimento público;
- Implantar programa de capacitação técnica dos órgãos municipais e estaduais relacionados à produção e distribuição de água, gestão ambiental e planejamento;
- Promover campanhas de educação ambiental;
- Cadastrar, controlar e fiscalizar as captações e outorgas de uso da água subterrânea;
- Consolidar a participação dos municípios na gestão dos recursos hídricos e promover sua articulação com os órgãos gestores estaduais e os comitês de bacias;
- Implantar rede de monitoramento de nível de água e de parâmetros indicadores de qualidade;
- Elaborar planejamento do uso da água subterrânea a curto e longo prazos.

Medida importante a aplicar nas áreas com restrição consiste na proteção das captações de águas subterrâneas destinadas ao abastecimento público. Primeiro, estabelece-se um Perímetro Imediato de proteção sanitária, abrangendo raio de 10 (dez) metros, a partir do ponto de captação, cercado e protegido com telas e, além disso, deve-se instituir um Perímetro de Alerta contra poluição, tomando-se por base uma distância coaxial ao sentido do fluxo, a partir do ponto de captação, equivalente ao tempo de trânsito de cinquenta dias de água no aquífero. A proteção das captações de água subterrânea é prevista na Lei Estadual nº 6.134/88 e no Decreto nº 32.955/91 que a regulamentou. Objetiva garantir a qualidade das águas subterrâneas ao estabelecer os limites dentro dos quais deverá haver restrições de ocupação e de determinados usos que possam vir a comprometer o seu aproveitamento. Instruções técnicas destinadas à proteção de poços de abastecimento encontram-se no “Roteiro Orientativo para Delimitação de Área de Proteção de Poços” publicado pelo Instituto Geológico (Iritani & Ezaki, 2010).

9 GESTÃO DO TERRITÓRIO E DE ÁREAS SUJEITAS A GERENCIAMENTO ESPECIAL

9.1 Remanescentes de Vegetação Natural e Áreas Protegidas

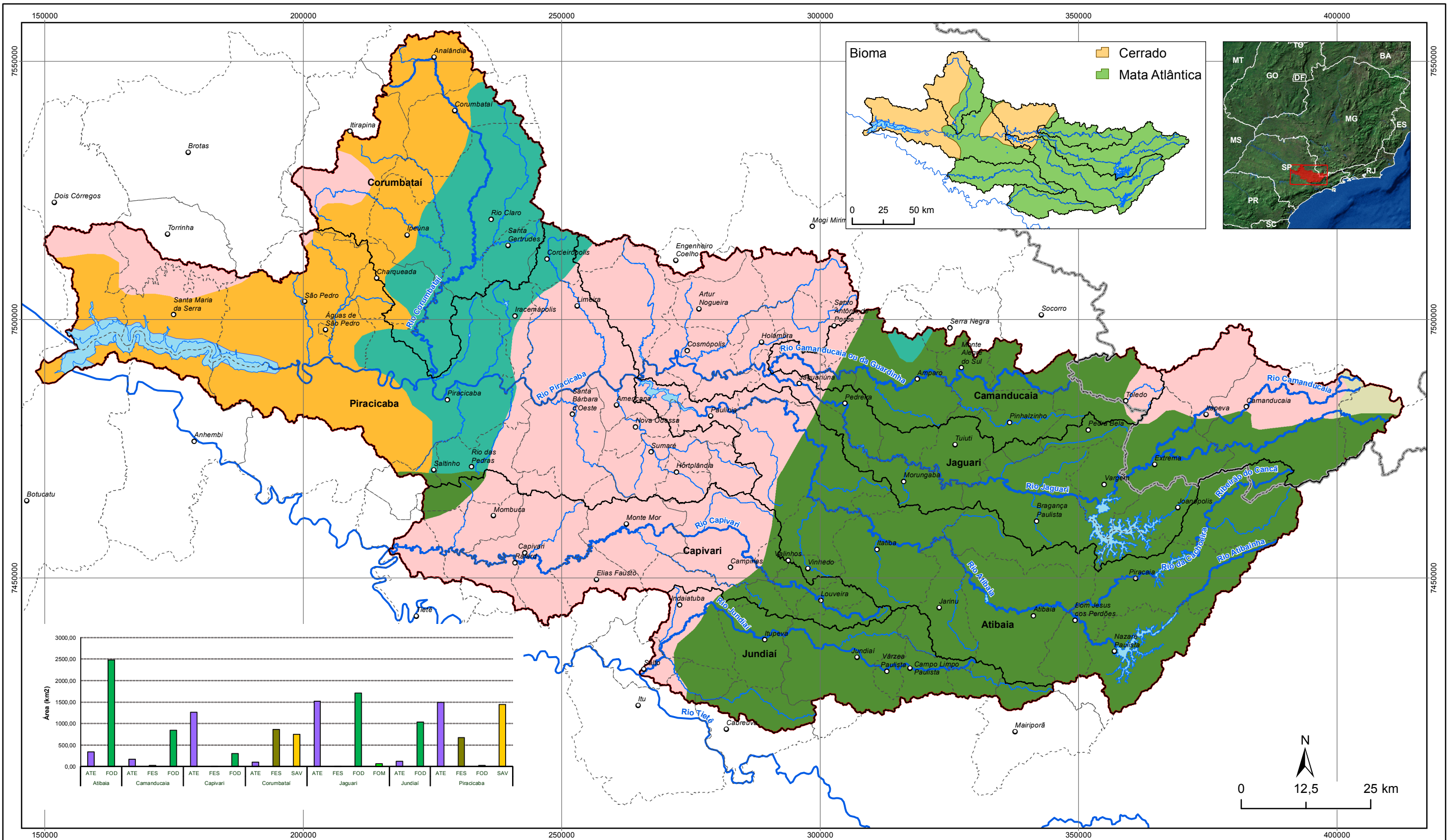
9.1.1 Enquadramento fitogeográfico e Remanescentes de Vegetação Natural

Com base no Sistema de Classificação da Vegetação Brasileira, Enquadramento adotado pelo IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, as Bacias Hidrográficas dos Rios Piracicaba, Capivari e Jundiá abrangem dois dos seis biomas continentais do Brasil, Mata Atlântica e Cerrado, e ocupam cinco regiões fitogeográficas. Destas, três correspondem a **formações florestais** - Floresta Ombrófila Densa (ou *Mata Atlântica*), Floresta Ombrófila Mista (ou *Mata com Araucária*) e Floresta Estacional Decidual, e uma (01) **formação campestre** - Savana. Além das regiões supracitadas, grande parte da área de estudo (33%) é classificada como Área de Tensão Ecológica, onde ocorre o contato entre diferentes tipos de vegetação. A distribuição destas tipologias vegetais nas Bacias PCJ é apresentado no Quadro 9.1, ilustradas no Mapa 9.1.

Quadro 9.1– Regiões Fitogeográficas (IBGE) presentes nas Bacias PCJ. Onde: MA = Bioma Mata Atlântica; CE = Bioma Cerrado.

Bioma	Região Fitog.	Bacia Hidrográfica	Sub-bacia	Área (km ²)	Total (km ²)
MA	Áreas de Tensão Ecológica	Capivari	Capivari	1264,62	5.012,23
MA		Jundiá	Jundiá	124,30	
MA / CE		Piracicaba	Atibaia	340,14	
MA / CE			Camanducaia	165,96	
CE			Corumbataí	107,26	
MA / CE			Jaguari	1518,67	
MA / CE		Piracicaba	1491,28		
MA	Floresta Estacional Semidecidual	Capivari	Capivari	0,16	1.577,34
MA		Piracicaba	Camanducaia	31,38	
MA			Corumbataí	863,86	
MA			Jaguari	10,22	
MA			Piracicaba	671,71	
MA	Floresta Ombrófila Densa	Capivari	Capivari	303,56	6.382,49
MA		Jundiá	Jundiá	1030,16	
MA		Piracicaba	Atibaia	2475,98	
MA			Camanducaia	842,66	
MA			Jaguari	1706,08	
MA			Piracicaba	24,06	
MA	Floresta Ombrófila Mista	Piracicaba	Jaguari	68,99	68,99
CE	Savana	Piracicaba	Corumbataí	748,34	2.188,94
CE			Piracicaba	1440,60	
Área das Bacias PCJ					15.377,81

Fonte: IBGE (1992) adaptado por PROFILL/RHAMA



LEGENDA

- Sede municipal
 - Hidrografia Principal
 - Represas
 - - Limite Municipal
 - - Limite Estadual
 - ⊞ Sub-bacia
 - ⊞ Limite PCJ
- Região fitogeográfica**
- Área de Tensão Ecológica (ATE)
 - Floresta Estacional Semidecidual (FES)
 - Floresta Ombrófila Densa (FOD)
 - Floresta Ombrófila Mista (FOM)
 - Savana (SAV)



**DIAGNÓSTICO
PRIMEIRA REVISÃO DO PLANO DAS BACIAS HIDROGRÁFICAS
DOS RIOS PIRACICABA, CAPIVARI E JUNDIAÍ 2010 A 2020**



Sistema de Coordenadas UTM
Datum SIRGAS2000
Zona 23S
Escala: 1:725.000

Mapa 9.1 - Limites dos Biomas Cerrado e Mata Atlântica e Regiões Fitogeográficas presentes nas Bacias PCJ

Fonte de dados:
- Sede municipal: IBGE, 2010
- Limite municipal: IBGE, 2010
- Limite estadual: IBGE, 2010
- Hidrografia: ANA, 2013
- Limite da bacia: Adaptado de ANA, 2013
- Limite sub-bacia: Adaptado de ANA, 2013
- Região Fitogeográfica: IBGE, 1992
- Bioma: IBGE, 2006

Os dados do mapeamento do uso do solo e cobertura vegetal das Bacias PCJ apresentados no item 2.3 (Tomo I) expõem aproximadamente 22% da área total coberta por remanescentes da vegetação nativa, sendo para tanto computado as diferentes tipologias ou regiões fitogeográficas e estágios sucessionais das formações florestais (no uso do solo classificado como *mata nativa*) e campestres (*campo úmido*) (Mapa 9.2); do total, apenas 2% representam formações campestres e 20% formações florestais (Figura 9.1).

Formações florestais são comunidades vegetais caracterizadas fisionomicamente pelo predomínio de espécies de hábito arbóreo, com formação de um dossel, contínuo ou não; Formações campestres são fitofisionomias formadas por estrato herbáceo, associadas ou não a espécies de hábito arbustivo. Campo úmido é uma comunidade campestre situada onde o lençol freático fica próximo à superfície, durante a estação chuvosa; podem ocorrer às margens de matas de galeria, em faixas laterais aos vales. Os dados quantitativos (área) destas formações presentes na Bacia Hidrográfica PCJ são apresentados no Quadro 9.2.

Quadro 9.2 - Vegetação campestre (V.Camp) e florestal (V.Flor) remanescentes nas sub-bacias da Bacia Hidrográfica PCJ.

Bacia	Sub-bacia	Vegetação remanescente (km ²)		
Capivari	Capivari	256,11	V.Camp - Campo úmido	59,41
			V.Flor. – Mata Nativa	196,70
Jundiá	Jundiá	334,05	V.Camp - Campo úmido	9,17
			V.Flor. – Mata Nativa	324,88
Piracicaba	Atibaia	834,78	V.Camp - Campo úmido	53,70
			V.Flor. – Mata Nativa	781,08
Piracicaba	Camanducaia	239,85	V.Camp - Campo úmido	19,83
			V.Flor. – Mata Nativa	220,02
Piracicaba	Corumbataí	422,25	V.Camp - Campo úmido	31,86
			V.Flor. – Mata Nativa	390,40
Piracicaba	Jaguari	697,29	V.Camp - Campo úmido	33,20
			V.Flor. – Mata Nativa	664,09
Piracicaba	Piracicaba	664,63	V.Camp - Campo úmido	112,25
			V.Flor. – Mata Nativa	552,38
Total:		3448,96 km ²		

Comparando-se a área total de vegetação nativa do Quadro 9.2 com os resultados obtidos no Inventário Florestal de São Paulo datado de 2009 para as Bacias PCJ (191.148 km² de vegetação, aproximadamente 12,6% da área total), ocorre um acréscimo de 153.748 hectares de vegetação nativa no mapeamento de uso do solo e cobertura vegetal do Plano de Bacia. Sobrepondo os mapas de ambos os estudos é visível que este representa pequenos capões de mata nativa dispersos em áreas abertas e estreitas faixas de mata ciliares, não apresentadas no Inventário Florestal, devido a diferenças na escala de mapeamento.

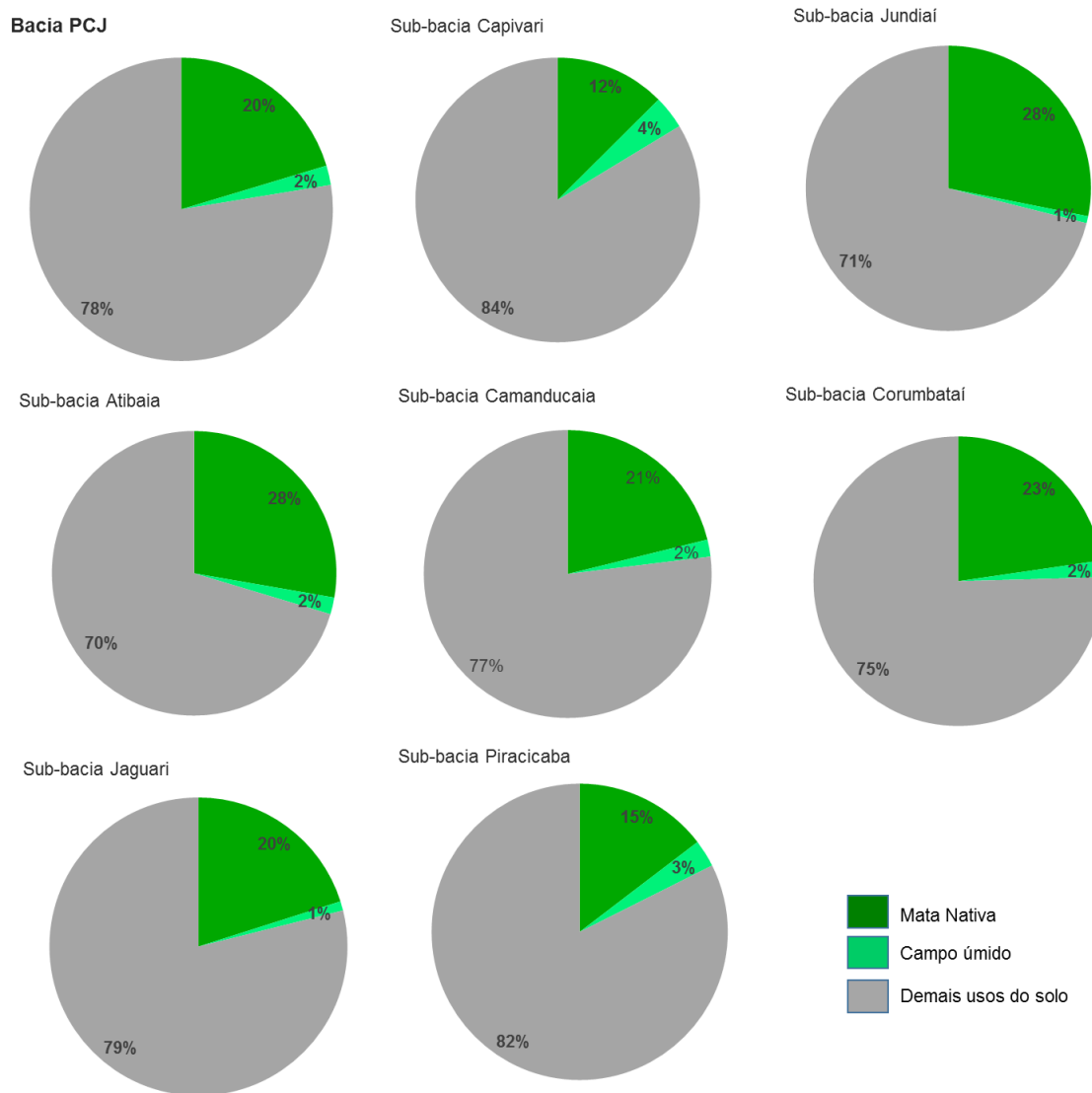
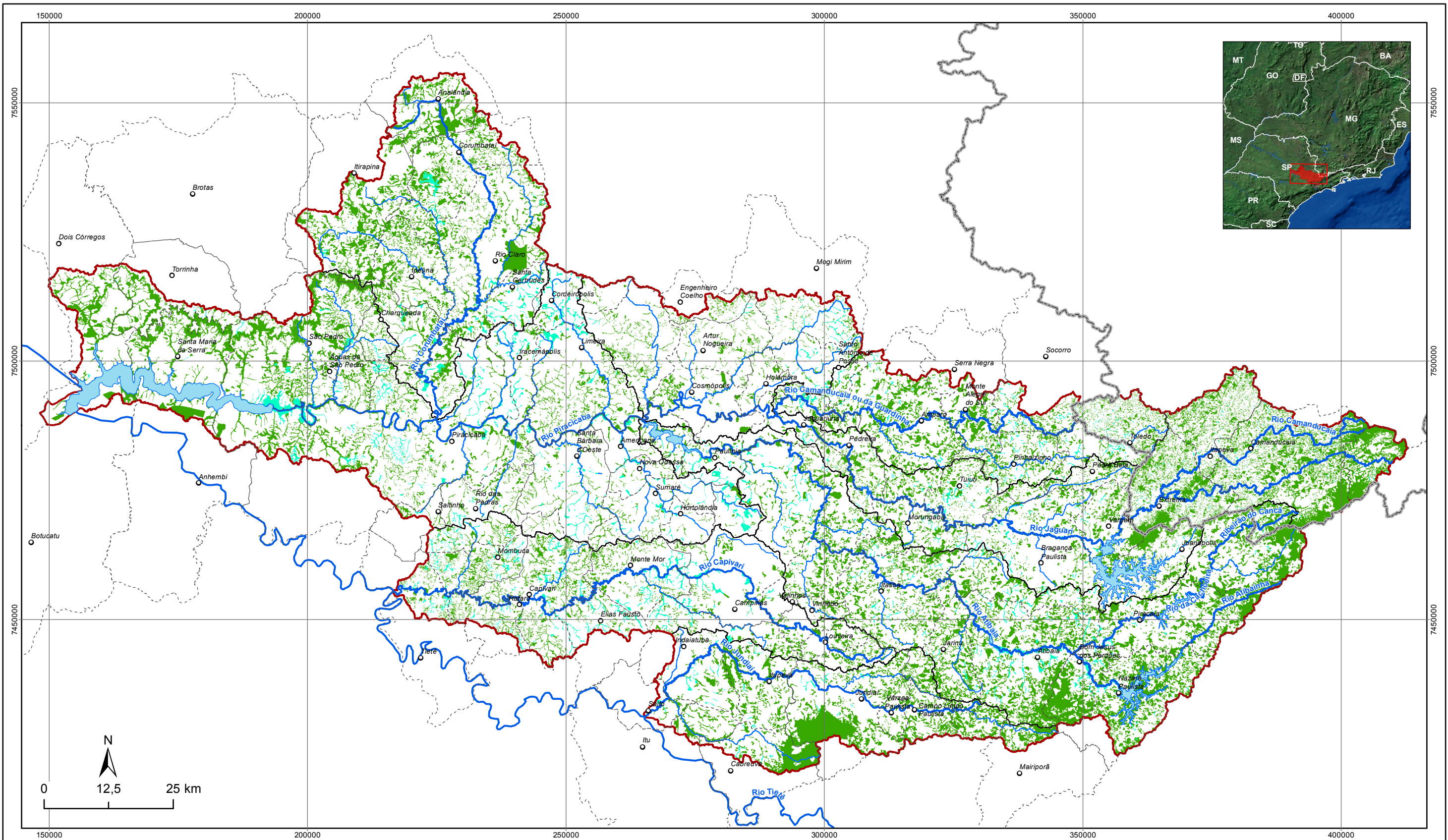


Figura 9.1– Distribuição dos Remanescentes vegetais nas sub-bacias das Bacias PCJ.
 Nota: “Demais usos do solo” correspondem ao somatório de todas as outras classes apresentadas no Capítulo 2.3 (Uso e Ocupação do Solo).



LEGENDA

- Sede municipal
- Hidrografia Principal
- Reservas
- - - Limite Municipal
- ▭ Limite Estadual
- ⊞ Sub-bacia
- ⊞ Limite PCJ
- Remanescentes vegetais**
- Campo Úmido
- Mata Nativa



**DIAGNÓSTICO
PRIMEIRA REVISÃO DO PLANO DAS BACIAS HIDROGRÁFICAS
DOS RIOS PIRACICABA, CAPIVARI E JUNDIAÍ 2010 A 2020**



Sistema de Coordenadas UTM
Datum SIRGAS2000
Zona 23S
Escala: 1:725.000

Mapa 9.2 – Remanescentes vegetais

Fonte de dados:
- Sede municipal: IBGE, 2010
- Limite municipal: IBGE, 2010
- Limite estadual: IBGE, 2010
- Hidrografia: ANA, 2013
- Limite da bacia: Adaptado de ANA, 2013
- Limite sub-bacia: Adaptado de ANA, 2013
- Remanescentes vegetais: PROFILL/RHAMA, 2016

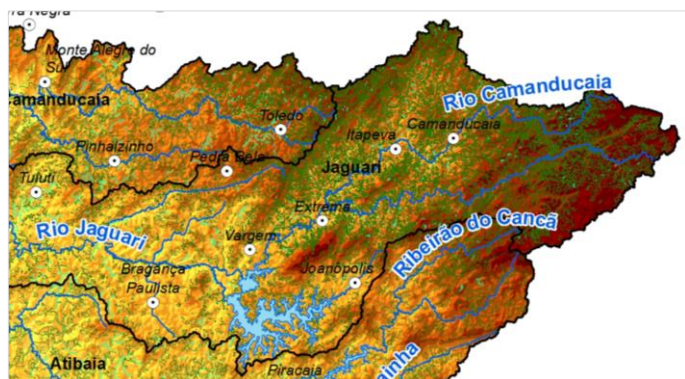
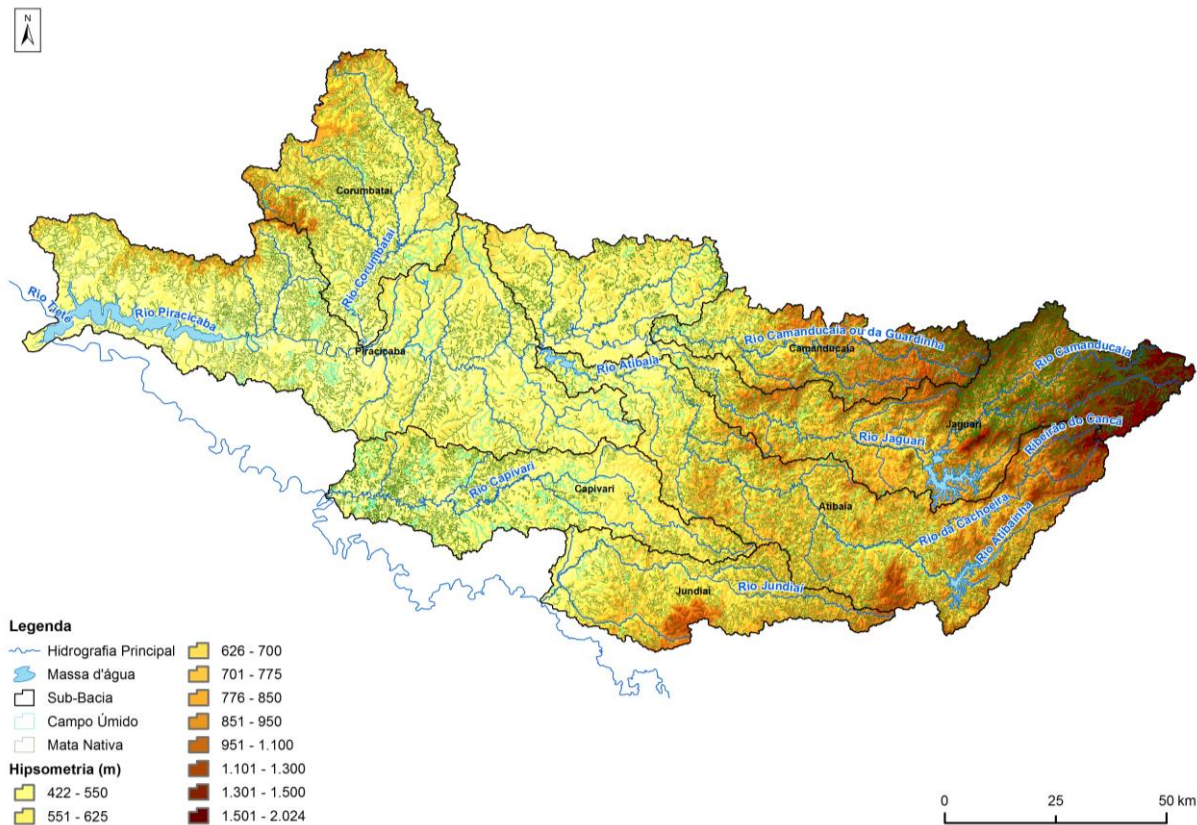
As sub-bacias com maior representatividade (percentual) de remanescentes florestais, são Atibaia e Jundiá (ambas com 28% da sub-bacia), onde ocorre Floresta Ombrófila Densa (“mata atlântica”) a montante das Bacias PCJ. Em segundo e terceiro lugar estão Corumbataí (23%) e Jaguari (20%).

Nas regiões com maior altitude e relevo mais acentuado, os fragmentos de mata nativa ultrapassam os limites das faixas marginais dos cursos d’água, ao passo que em zonas com as menores classes hipsométricas (onde predomina áreas urbanizadas e lavouras temporárias) os fragmentos florestais estão em maior parte situados em Áreas de Preservação Permanente – APP’s dos cursos d’água (Figura 9.2).

Merece destaque quanto à biodiversidade os remanescentes florestais situados nas encostas da Serra do Japi - quadrante sudeste das Bacias PCJ, em área de interface entre a Floresta Ombrófila Densa e Floresta Estacional (Comite PCJ²).

As sub-bacias com menor percentual de remanescentes florestais são Capivari (12%) e Piracicaba (15%), ilustradas no detalhe (b) da Figura 9.2. Em contrapartida, estas sub-bacias apresentam destaque quanto à área ocupada por campos úmidos.

² <http://www.comitepcj.sp.gov.br/download/PB/PB-2008-2011.pdf>



(a)



(b)

Figura 9.2 - Remanescentes vegetais em regiões com diferentes classes hipsométricas, nas Bacias PCJ. Destaque para: (a) zona com maior altitude, com grandes fragmentos de mata nativa; (b) menor altitude, onde os fragmentos de mata acompanham as APP's.

Quanto às dimensões dos fragmentos vegetais, cerca de 96% apresentam área inferior a 100 hectares. Para as duas sub-bacias com maior representatividade de remanescentes vegetais, Atibaia e Jundiá, os percentuais de fragmentos com área igual ou superior a 100 hectares são, respectivamente, 6% e 7%; as sub-bacias com presença de fragmento(s) vegetal(is) superiores a 5000 hectares são Atibaia, Jundiá, Corumbataí e Jaguari. A distribuição dos fragmentos vegetais mapeados para sub-bacias em classes de tamanho (área) é apresentado na Figura 9.3.

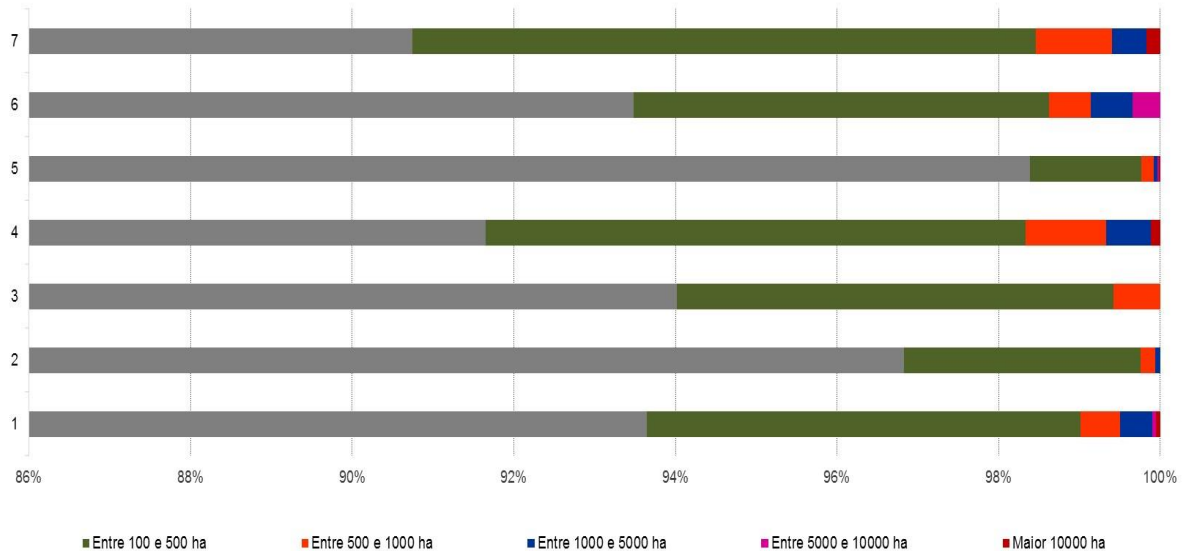


Figura 9.3 - Distribuição dos remanescentes vegetais de acordo com a área (hectares) dos polígonos, em cada sub-bacia. Onde: 1= Atibaia; 2 = Camanducaia; 3 = Capivari; 4 = Corumbataí; 5 = Jaguari; 6 = Jundiá; 7 = Piracicaba.

A *fragmentação do habitat* é o processo pelo qual uma área contínua é reduzida e subdividida em vários fragmentos; desta forma os fragmentos vegetais remanescentes sofrem ameaças permanentes, devido aos efeitos de borda e às atividades antrópicas praticadas nas áreas lindeiras (Primack & Rodrigues, 2001).

Observando-se o mapa de uso do solo e cobertura vegetal das Bacias PCJ conforme item 2.3 (Tomo I), percebe-se fortes fatores de pressão aos remanescentes vegetais, destaque para lavouras temporárias (ex. cana-de-açúcar) e permanentes na porção oeste, e área urbanizada, pastagem e silvicultura no centro-leste das bacias.

A sub-bacia do Atibaia se destaca quanto ao total de áreas protegidas por Unidades de Conservação de Proteção Integral (*vide* item 9.1.2), com reflexo positivo sobre o percentual de áreas verdes remanescentes.

A participação de vegetação florestal em Áreas de Preservação Permanente (APP) dos cursos d'água nas sub-bacias é ilustrada na Figura 9.4.

A

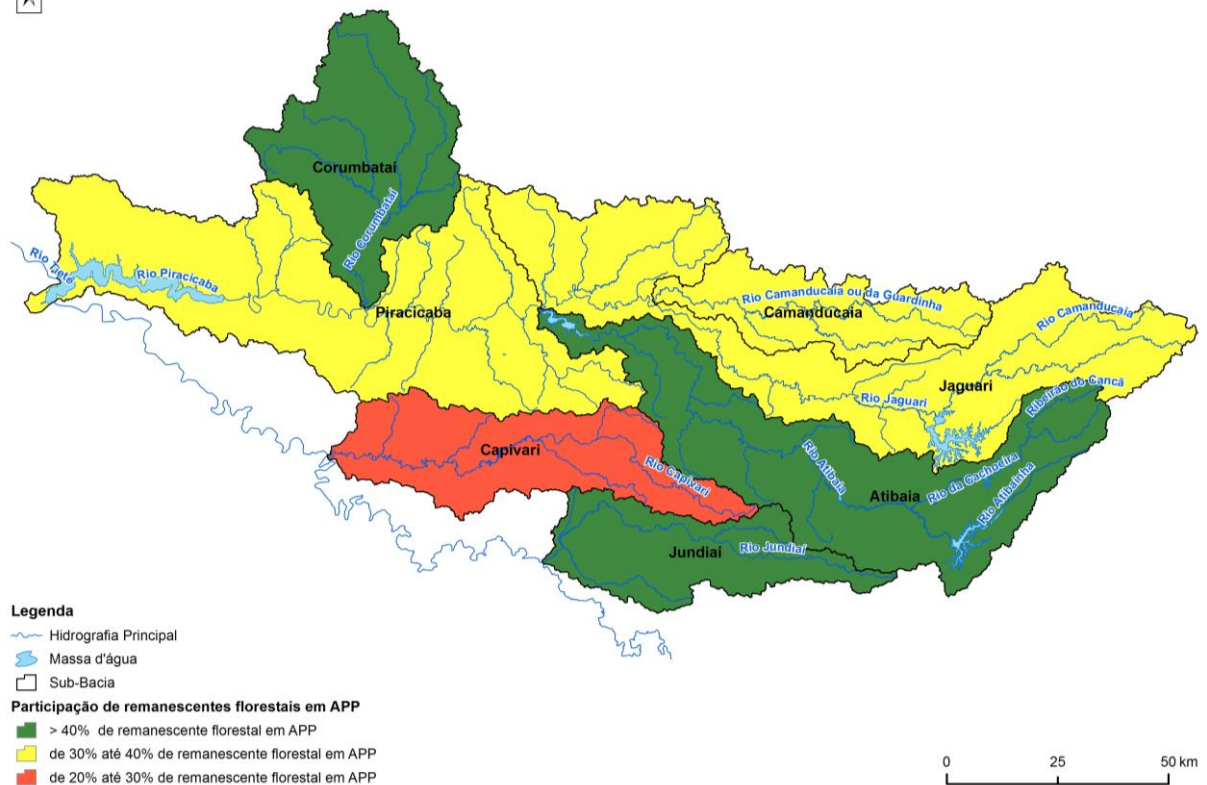


Figura 9.4 - Sub-bacias classificadas em classes de participação dos remanescentes florestais (total) em Áreas de Preservação Permanente dos cursos d'água.

9.1.2 Áreas Protegidas

Unidades de Conservação (UC's) são as áreas naturais a serem protegidas através do Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza (SNUC), amparado pela Lei Nº 9.985 de 18 de julho de 2000, conceituadas como "... espaços territoriais e seus recursos ambientais, incluindo as águas jurisdicionais, com características naturais relevantes, legalmente instituídos pelo Poder Público, com objetivos de conservação e limites definidos, sob regime especial de administração, ao qual se aplicam garantias adequadas de proteção".

Além das UC's, estende-se como *áreas protegidas* os demais espaços territorialmente demarcados, cuja principal função é a conservação e/ou a preservação de recursos, naturais e/ou culturais, a elas associados (Medeiros, 2003). Desta forma, neste capítulo, também é abordado as Áreas Prioritárias Para Conservação da Biodiversidade³.

³ Conforme www.mma.gov.br "Áreas Protegidas" é um termo que engloba as Unidades de Conservação (UCs), mosaicos e corredores ecológicos, espaços considerados essenciais do ponto de vista econômico por conservarem a sociobiodiversidade, além de serem provedores de serviços ambientais e geradores de oportunidades de negócios".

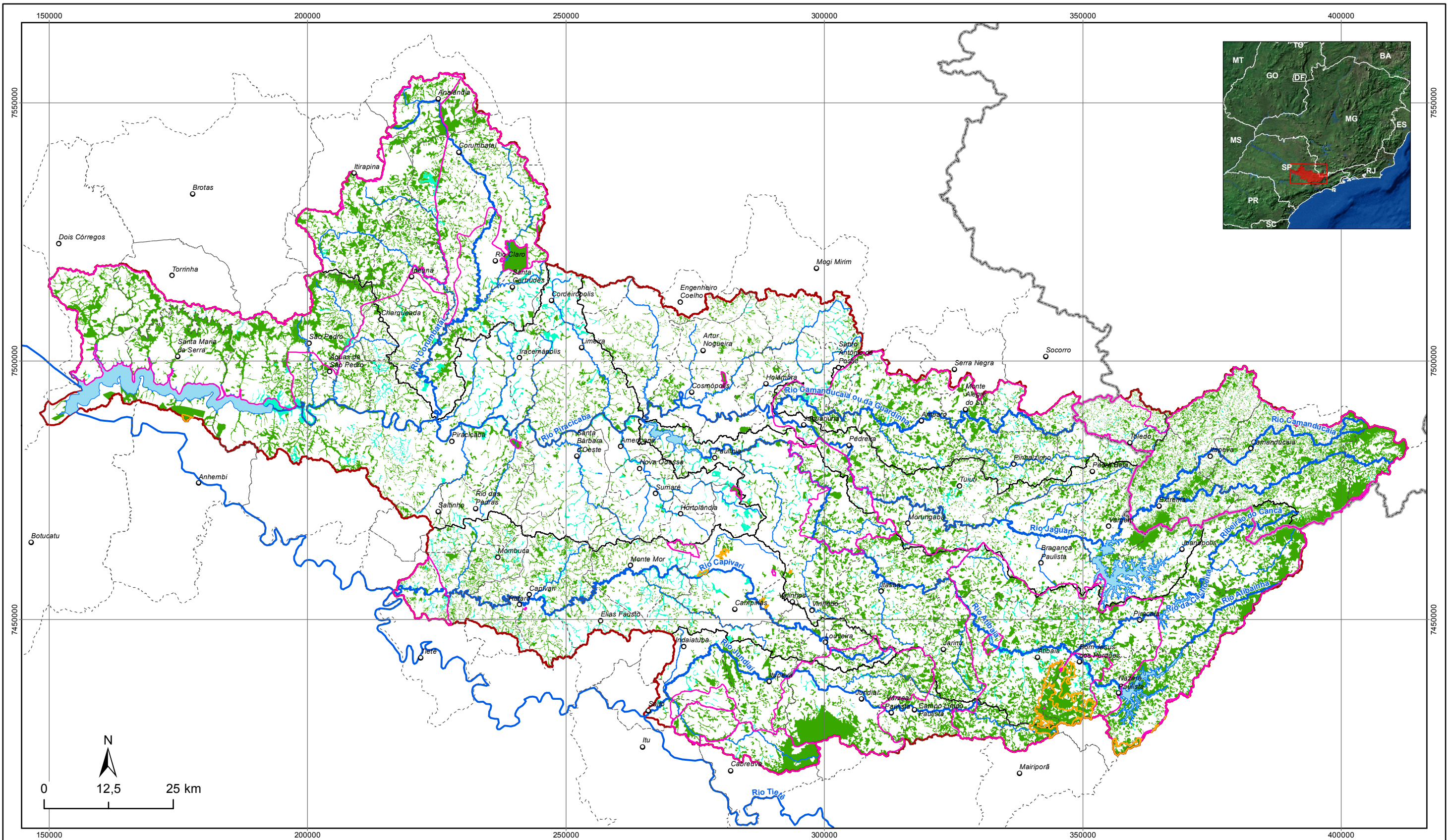
9.1.2.1 Unidades de Conservação

Segundo MMA (consultado em 2016), nas Bacias PCJ estão presentes 27 UC's, sendo 20 de Uso Sustentável (categorias: APA, RPPN, Floresta e Área de Relevante Interesse Ecológico) e 07 de Proteção Integral (categorias: Estação Ecológica, Monumento Natural e Parque), ocupando, respectivamente, cerca de 101 km² e 7776 km², o que juntas corresponde a aproximadamente 51% dos territórios das Bacias PCJ. Quanto a esfera administrativa, 03 UC's estão em esfera federal, 19 estadual e 05 municipal.

As Unidades de Conservação com maior representatividade espacial nas Bacias PCJ são: APA Piracicaba Juquerí-Mirim Área II (2714,966 km² dentro das Bacias), APA Corumbataí, Botucatu e Tejupá Perímetro Corumbataí (1585,531 km²) e APA Fernão Dias (1140,514 km²).

As Áreas de Proteção Ambiental têm como objetivos básicos proteger a diversidade biológica, disciplinar o processo de ocupação e assegurar a sustentabilidade do uso dos recursos naturais (art. 15 do SNUC). O objetivo específico da APA Piracicaba Juquerí-Mirim Area II é proteger as cabeceiras do Rio Juqueri-Mirim para o abastecimento (MMA, 2004).

A relação direta entre o predomínio de remanescentes vegetais em regiões protegidas por Unidades de Conservação é observada no Mapa 9.3.



LEGENDA

- Sede municipal
- Hidrografia Principal
- Represas
- - - Limite Municipal
- ▭ Limite Estadual
- ⊞ Sub-bacia
- ⊞ Limite PCJ
- Unidade de Conservação**
- ▭ Proteção integral
- ▭ Uso Sustentável
- Remanescentes vegetais**
- ▭ Campo Úmido
- ▭ Mata Nativa



**DIAGNÓSTICO
PRIMEIRA REVISÃO DO PLANO DAS BACIAS HIDROGRÁFICAS
DOS RIOS PIRACICABA, CAPIVARI E JUNDIAÍ 2010 A 2020**



Sistema de Coordenadas UTM
Datum SIRGAS2000
Zona 23S
Escala: 1:725.000

**Mapa 9.3 - Remanescentes vegetais e
Unidades de Conservação na Bacias PCJ**

Fonte de dados:
- Sede municipal: IBGE, 2010
- Limite municipal: IBGE, 2010
- Limite estadual: IBGE, 2010
- Hidrografia: ANA, 2013
- Limite da bacia: Adaptado de ANA, 2013
- Limite sub-bacia: Adaptado de ANA, 2013
- Remanescentes vegetais: PROFILL/RHAMA, 2016
- Unidades de Conservação: MMA, 2016

Para fins de comparação entre as sub-bacias, o Quadro 9.3 aponta: a sub-bacia com maior número de UC's é Atibaia (13 UC's), seguida por Capivari (08), Jaguari e Jundiá (06 cada); apenas três das sub-bacias apresentam UC's de Proteção Integral. No entanto, quanto à área total protegida por UC's, tem destaque a sub-bacia Camanducaia, sendo que 97,2% do seu território por duas Áreas de Proteção Ambiental. Todas as 37 zonas das Bacias PCJ apresentam Unidade(s) de Conservação(s) e/ou parte desta(s) em seus limites.

Quadro 9.3 - Dados sobre as Unidades de Conservação (UC) presentes em cada sub-bacia das Bacias Hidrográficas PCJ

Sub-bacia	Área da SB (km ²)	Nº total UC's	UC's Uso Sustentável			UC's Proteção Integral		
			Nº UC's	Área ocupada (km ²)	Área ocupada (%)	Nº UC's	Área ocupada (km ²)	Área ocupada (%)
Atibaia	2868,73	13	9	1627,9230	56,7	4	92,2257	3,2
Camanducaia	1030,07	2	2	1001,5080	97,2	0	0	0
Corumbataí	1679,22	3	3	1135,4543	67,6	0	0	0
Jaguari	3289,70	6	6	2219,1103	67,5	0	0	0
Piracicaba	3700,55	4	4	949,3297	25,7	0	0	0
Capivari	1616,88	8	5	150,2535	9,3	3	3,1094	0,2
Jundiá	1118,14	6	4	692,5988	61,9	2	5,4798	0,5

A distribuição das UC's nas Bacias PCJ e os dados referentes a estas Unidades de Conservação é apresentado no Mapa 9.4 e Quadro 9.4.

De acordo com a Lei do SNUC (Lei nº 9985/2000), Zona de Amortecimento é “o entorno de uma unidade de conservação, onde as atividades humanas estão sujeitas a normas e restrições específicas, com o propósito de minimizar os impactos negativos sobre a unidade”. O artigo 25 da referida Lei estabelece que as UC's, exceto Área de Proteção Ambiental e Reserva Particular do Patrimônio Natural, devem possuir uma zona de amortecimento e, quando conveniente, corredores ecológicos. Para avaliação das condições e atividades antrópicas desenvolvidas nas periferias das UC's de Proteção Integral das Bacias PCJ, considerou-se um raio de 3km (Distância definida com base na Resolução CONAMA nº 428, de 17 de dezembro de 2010) no entorno dos polígonos das sete UC's de Proteção Integral.

Desta forma, agrupou-se as classes de uso e ocupação do solo em duas categorias: áreas naturais (afloramento rochoso, campo úmido, corpos d'água e mata nativa) e áreas antropizadas (campo, área urbana, lavoura temporária, lavoura permanente, cana de açúcar, pivôs, mineração, silvicultura e outros usos).

Observa-se na Figura 9.5 que as UC's de Proteção Integral sob maior pressão antrópica são: Parque Natural Municipal do Campo Grande (situado na SB Capivari e Piracicaba) e Parque Estadual da ARA (SB Atibaia e Capivari), seguido Estação Ecológica Valinhos (SB Atibaia e Capivari) e Parque Natural Municipal dos Jatobás (SB Capivari).

No Parque Natural Municipal do Campo Grande e Estação Ecológica Valinhos tem destaque as Áreas Urbanas como principal fator de conflito com a estabilidade e equilíbrio dos ecossistemas preservados, associado à classe de uso do solo campo para o Parque Natural Municipal dos Jatobás. As fronteiras do Parque Estadual da ARA (Capivari) estão expostas aos impactos causados por áreas antrópicas agrícolas, associação de lavoura temporária e áreas de campo.

Em contrapartida, as UC's com Zona de Amortecimento em melhor estado de preservação são: Monumento Natural da Pedra Grande e Parque Estadual de Itapetinga, ambas situadas nas sub-bacias Jundiá e Atibaia.

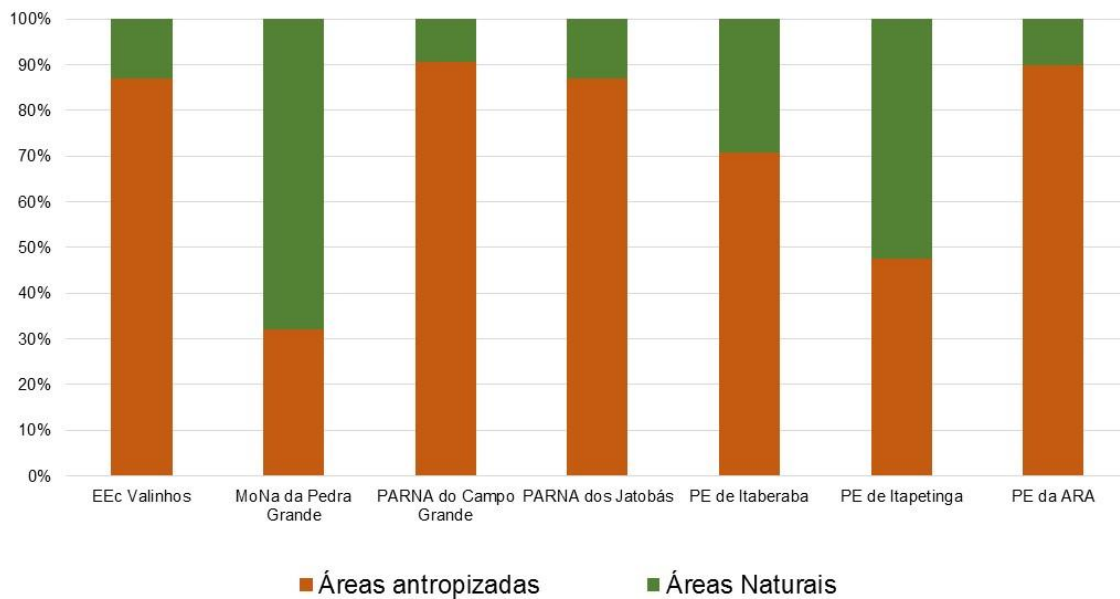


Figura 9.5 – uso do solo na zona de amortecimento (faixa de 3km) das UC's de Proteção Integral, agrupadas nas categoriais “área antropizada” e “área natural”.

Quadro 9.4 - Unidades de Conservação nas Bacias Hidrográficas dos Rios Piracicaba, Capivari e Jundiá - Cadastro Nacional de Unidades de Conservação (CNUC).

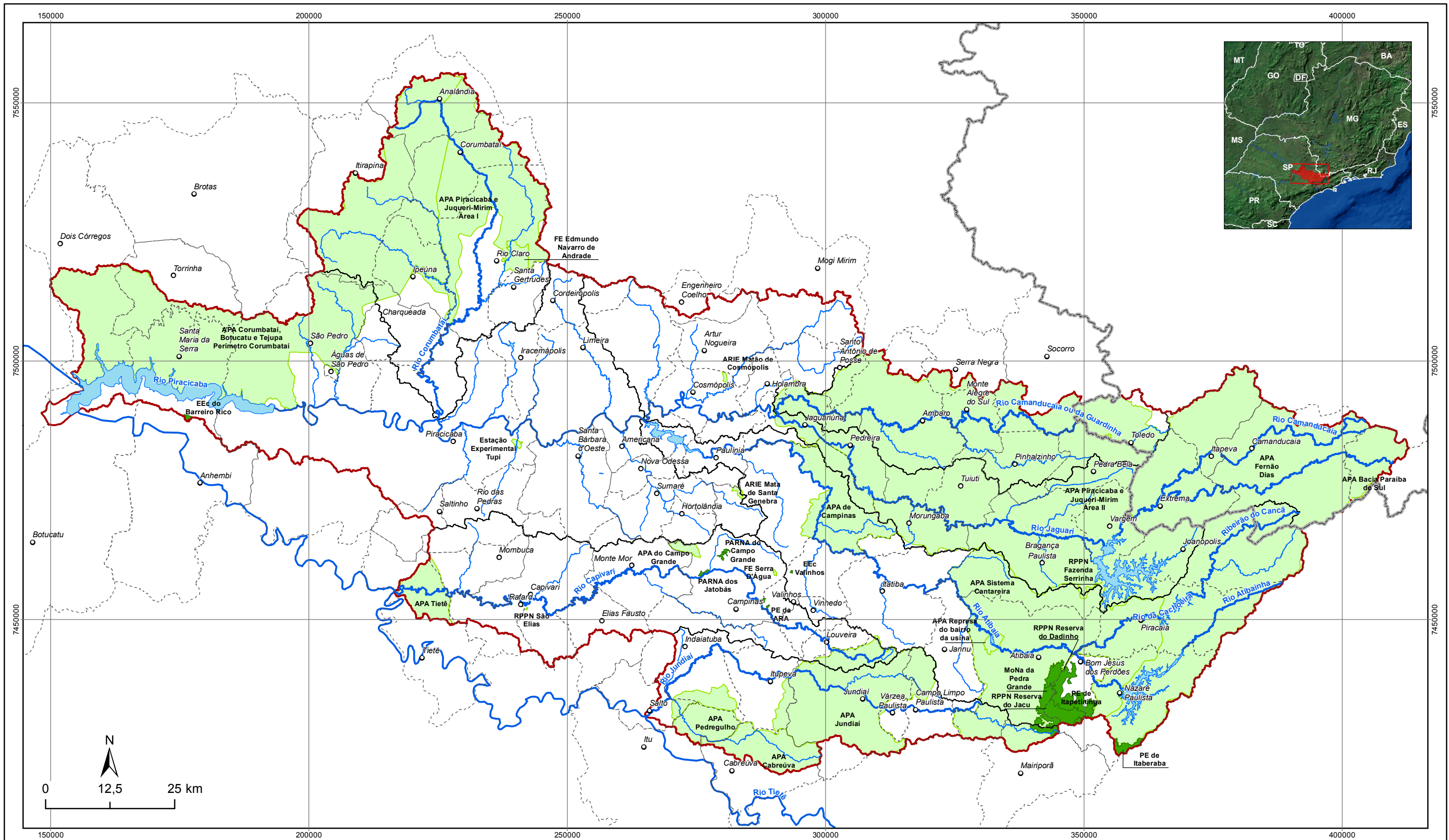
Nome da Unidade	Categoria	Grupo	Criação (Documento/Data)	Órgão Gestor	Esfere Administrativa	Área do Polígono (Km ²)	Área nas Bacias PCJ (Km ²)	Bioma	Plano De Manejo	Bacia(s) Hidrográfica(s) Abrangida(s)	Sub-Bacias Abrangidas	Remanescente Mata Nativa (Km ²)	Remanescente Campo + Campo Úmido (Km ²)	Corpo d'água (Km ²)
APA CABREUVA	Área de Proteção Ambiental	Uso Sustentável	Lei Ordinária 4023/ 1984 Regulam. Decreto N° 43.284/ 1998	Fundação para Conservação e a Produção Florestal do Estado de São Paulo	Estadual	371,8396	159,456	Mata Atlântica	Possui - em andamento	Jundiá	Jundiá	52,41	58,43	0,52
APA CORUMBATAÍ, BOTUCATU E TEJUPÁ PERIMETRO CORUMBATAÍ	Área de Proteção Ambiental	Uso Sustentável	Decreto 20960/ 1983	Fundação para Conservação e a Produção Florestal do Estado de São Paulo	Estadual	2757,127	1585,531	Mata Atlântica	Não possui	Piracicaba	Piracicaba, Corumbataí	428,41	359,67	4,92
APA DE CAMPINAS	Área de Proteção Ambiental	Uso Sustentável	Lei Ordinária 10850/ 2001	Secretaria Municipal de Meio Ambiente - Prefeitura Municipal de Campinas	Municipal	222,9443	222,979	Mata Atlântica	Não possui	Piracicaba	Atibaia, Jaguari	47,83	124,45	3,82
APA DO CAMPO GRANDE	Área de Proteção Ambiental	Uso Sustentável	Decreto 17357/ 2011	Secretaria Municipal de Meio Ambiente - Prefeitura Municipal de Campinas	Municipal	9,452	9,456	Mata Atlântica	Não possui	Capivari, Piracicaba	Capivari, Piracicaba	1,49	4,80	0,03
APA FERNÃO DIAS	Área de Proteção Ambiental	Uso Sustentável	Decreto 38925/ 1994	Instituto Estadual de Florestas de Minas Gerais	Estadual	1792,5181	1140,514	Mata Atlântica	Possui	Piracicaba	Atibaia, Camanducaia, Jaguari	396,21	451,59	2,97
APA JUNDIÁ	Área de Proteção Ambiental	Uso Sustentável	Lei Ordinária 4095/ 1984 Regulam. Decreto N° 43.284/ 1998	Fundação para Conservação e a Produção Florestal do Estado de São Paulo	Estadual	493,2254	440,822	Mata Atlântica	Possui - em andamento	Piracicaba, Capivari, Jundiá	Atibaia, Capivari, Jundiá	134,25	118,56	3,32
APA PEDREGULHO	Área de Proteção Ambiental	Uso Sustentável	Lei Ordinária 1610/ 2013	Secretaria Municipal de Meio Ambiente de Itu - SP	Municipal	74,9684	68,610	Mata Atlântica	Não possui	Jundiá	Jundiá	15,81	40,22	0,14
APA PIRACICABA JUQUERI MIRIM ÁREA I	Área de Proteção Ambiental	Uso Sustentável	Lei Ordinária 7438/ 1991	Fundação para Conservação e a Produção Florestal do Estado de São Paulo	Estadual	1135,941	473,118	Mata Atlântica	Não possui	Piracicaba	Corumbataí	93,82	39,99	2,44
APA PIRACICABA JUQUERI-MIRIM ÁREA II	Área de Proteção Ambiental	Uso Sustentável	Lei Ordinária 7438/ 1992	Fundação para Conservação e a Produção Florestal do Estado de São Paulo	Estadual	2808,1185	2714,966	Mata Atlântica	Possui - em andamento	Piracicaba	Atibaia, Camanducaia, Jaguari	643,13	34,41	93,61
APA REPRESA BAIRRO DA USINA	Área de Proteção Ambiental	Uso Sustentável	Lei Ordinária 5280/ 1986	Fundação para Conservação e a Produção Florestal do Estado de São Paulo	Estadual	9,9747	9,974	Mata Atlântica	Possui - em andamento	Piracicaba	Atibaia	2,99	3,29	1,08

Primeira revisão do Plano das Bacias Hidrográficas dos Rios Piracicaba, Capivari e Jundiá 2010 a 2020

Nome da Unidade	Categoria	Grupo	Criação (Documento/Data)	Órgão Gestor	Esfera Administrativa	Área do Polígono (Km ²)	Área nas Bacias PCJ (Km ²)	Bioma	Plano De Manejo	Bacia(s) Hidrográfica(s) Abrangida(s)	Sub-Bacias Abrangidas	Remanescente Mata Nativa (Km ²)	Remanescente Campo + Campo Úmido (Km ²)	Corpo d'água (Km ²)
APA SISTEMA CANTAREIRA	Área de Proteção Ambiental	Uso Sustentável	Lei Ordinária 10111/ 1998	Fundação para Conservação e a Produção Florestal do Estado de São Paulo	Estadual	2536,6349	839,195	Mata Atlântica	Possui - em andamento	Jundiá, Piracicaba	Jundiá, Atibaia e Jaguari	231,45	334,11	4,75
APA TIETÊ	Área de Proteção Ambiental	Uso Sustentável	Decreto 20959/ 1983	Fundação para Conservação e a Produção Florestal do Estado de São Paulo	Estadual	461,225	82,281	Mata Atlântica	Possui - em andamento	Capivari	Capivari	10,99	23,17	
ÁREA DE RELEVANTE INTERESSE ECOLÓGICO MATÃO DE COSMÓPOLIS	Área de Relevante Interesse Ecológico	Uso Sustentável	Decreto 90791/ 1985	Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade	Federal	1,7309	1,732	Cerrado	Não possui	Piracicaba	Jaguari	1,57	0,07	
ÁREA DE RELEVANTE INTERESSE ECOLÓGICO MATA DE SANTA GENEBRA	Área de Relevante Interesse Ecológico	Uso Sustentável	Decreto 91885/ 1985	Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade	Federal	2,4155	2,416	Mata Atlântica	Possui	Piracicaba	Atibaia, Piracicaba	2,35	0,01	
ESTAÇÃO ECOLÓGICA VALINHOS	Estação Ecológica	Proteção Integral	Decreto 45967-D/ 1966	Fundação para Conservação e a Produção Florestal do Estado de São Paulo	Estadual	0,1809	0,181	Mata Atlântica	Possui	Piracicaba	Atibaia	0,15		
FLORESTA ESTADUAL EDMUNDO NAVARRO DE ANDRADE	Floresta	Uso Sustentável	Decreto 46819/ 2002	Fundação para Conservação e a Produção Florestal do Estado de São Paulo	Estadual	22,2165	22,236	Mata Atlântica	Possui	Piracicaba	Corumbataí	21,28	0,26	
FLORESTA ESTADUAL SERRA D'ÁGUA	Floresta	Uso Sustentável	Decreto 56617/ 2010	Instituto Florestal da Secretaria do Meio Ambiente do Estado de São Paulo - SP	Estadual	0,5102	0,510	Mata Atlântica	Não possui	Capivari	Capivari	0,01		
MONUMENTO NATURAL ESTADUAL DA PEDRA GRANDE	Monumento Natural	Proteção Integral	Decreto 55662/2010	Fundação para Conservação e a Produção Florestal do Estado de São Paulo	Estadual	32,9765	32,891	Mata Atlântica	Possui - em andamento	Jundiá, Piracicaba	Jundiá, Atibaia	26,76	4,15	0,05
PARQUE ESTADUAL DA ARA	Parque	Proteção Integral	Decreto 51988/ 1969	Fundação para Conservação e a Produção Florestal do Estado de São Paulo	Estadual	0,6723	0,672	Mata Atlântica	Não possui	Capivari	Capivari	0,41	0,01	

Primeira revisão do Plano das Bacias Hidrográficas dos Rios Piracicaba, Capivari e Jundiá 2010 a 2020

Nome da Unidade	Categoria	Grupo	Criação (Documento/ Data)	Órgão Gestor	Esfera Administrativa	Área do Polígono (Km ²)	Área nas Bacias PCJ (Km ²)	Bioma	Plano De Manejo	Bacia(s) Hidrográfica(s) Abrangida(s)	Sub-Bacias Abrangidas	Remanescente Mata Nativa (Km ²)	Remanescente Campo + Campo Úmido (Km ²)	Corpo d'água (Km ²)
PARQUE ESTADUAL DE ITABERABA	Parque	Proteção Integral	Decreto 55662/ 2010	Fundação para Conservação e a Produção Florestal do Estado de São Paulo	Estadual	151,1799	11,150	Mata Atlântica	Possui - em andamento	Piracicaba	Atibaia	7,93	0,03	
PARQUE ESTADUAL DE ITAPETINGA	Parque	Proteção Integral	Decreto 55662/ 2011	Fundação para Conservação e a Produção Florestal do Estado de São Paulo	Estadual	101,9385	53,484	Mata Atlântica	Possui - em andamento	Jundiá, Piracicaba	Jundiá, Atibaia	40,13	0,03	0,01
PARQUE NATURAL MUNICIPAL DO CAMPO GRANDE	Parque	Proteção Integral	Decreto 17356/ 2011	Secretaria Municipal de Meio Ambiente - Prefeitura Municipal de Campinas	Municipal	1,363	1,364	Mata Atlântica	Não possui	Capivari	Capivari	0,59	0,68	
PARQUE NATURAL MUNICIPAL DOS JATOBÁS	Parque	Proteção Integral	Decreto 17355/ 2011	Secretaria Municipal de Meio Ambiente - Prefeitura Municipal de Campinas	Municipal	1,0729	1,073	Cerrado	Não possui	Capivari	Capivari		0,80	
RPPN FAZENDA SERRINHA	Reserva Particular do Patrimônio Natural	Uso Sustentável	Portaria 154/ 2001	Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade	Federal	0,1536	0,154	Mata Atlântica	Não possui	Piracicaba	Jaguari	0,07		
RPPN RESERVA DO DADINHO	Reserva Particular do Patrimônio Natural	Uso Sustentável	Resolução 54/ 2012	Fundação para Conservação e a Produção Florestal do Estado de São Paulo	Estadual	0,1162	0,116	Mata Atlântica	Não possui	Piracicaba	Atibaia	0,11	0,01	
RPPN RESERVA DO JACU	Reserva Particular do Patrimônio Natural	Uso Sustentável	Resolução 44/ 2013	Fundação para Conservação e a Produção Florestal do Estado de São Paulo	Estadual	O polígono não apresenta precisão suficiente	0,036	Mata Atlântica	Não possui	Piracicaba	Atibaia	0,04		
RPPN SÃO ELIAS	Reserva Particular do Patrimônio Natural	Uso Sustentável	Resolução 43/ 2013	Fundação para Conservação e a Produção Florestal do Estado de São Paulo	Estadual	O polígono não apresenta precisão suficiente	0,032	Mata Atlântica	Não possui	Capivari	Capivari			
						12.990,50	7874,948							



LEGENDA

- Sede municipal
- Hidrografia Principal
- Represas
- - - Limite Municipal
- ▭ Limite Estadual
- Sub-bacia
- Limite PCJ
- Unidade de Conservação**
- Proteção Integral
- Uso Sustentável



**DIAGNÓSTICO
PRIMEIRA REVISÃO DO PLANO DAS BACIAS HIDROGRÁFICAS
DOS RIOS PIRACICABA, CAPIVARI E JUNDIAÍ 2010 A 2020**



Sistema de Coordenadas UTM
Datum SIRGAS2000
Zona 23S
Escala: 1:725.000

Mapa 9.4 – Unidades de Conservação

Fonte de dados:
- Sede municipal: IBGE, 2010
- Limite municipal: IBGE, 2010
- Limite estadual: IBGE, 2010
- Hidrografia: ANA, 2013
- Limite da bacia: Adaptado de ANA, 2013
- Limite sub-bacia: Adaptado de ANA, 2013
- Unidades de Conservação: MMA, 2016

9.1.2.2 Áreas Prioritárias para Conservação da Biodiversidade (APCB) – MMA

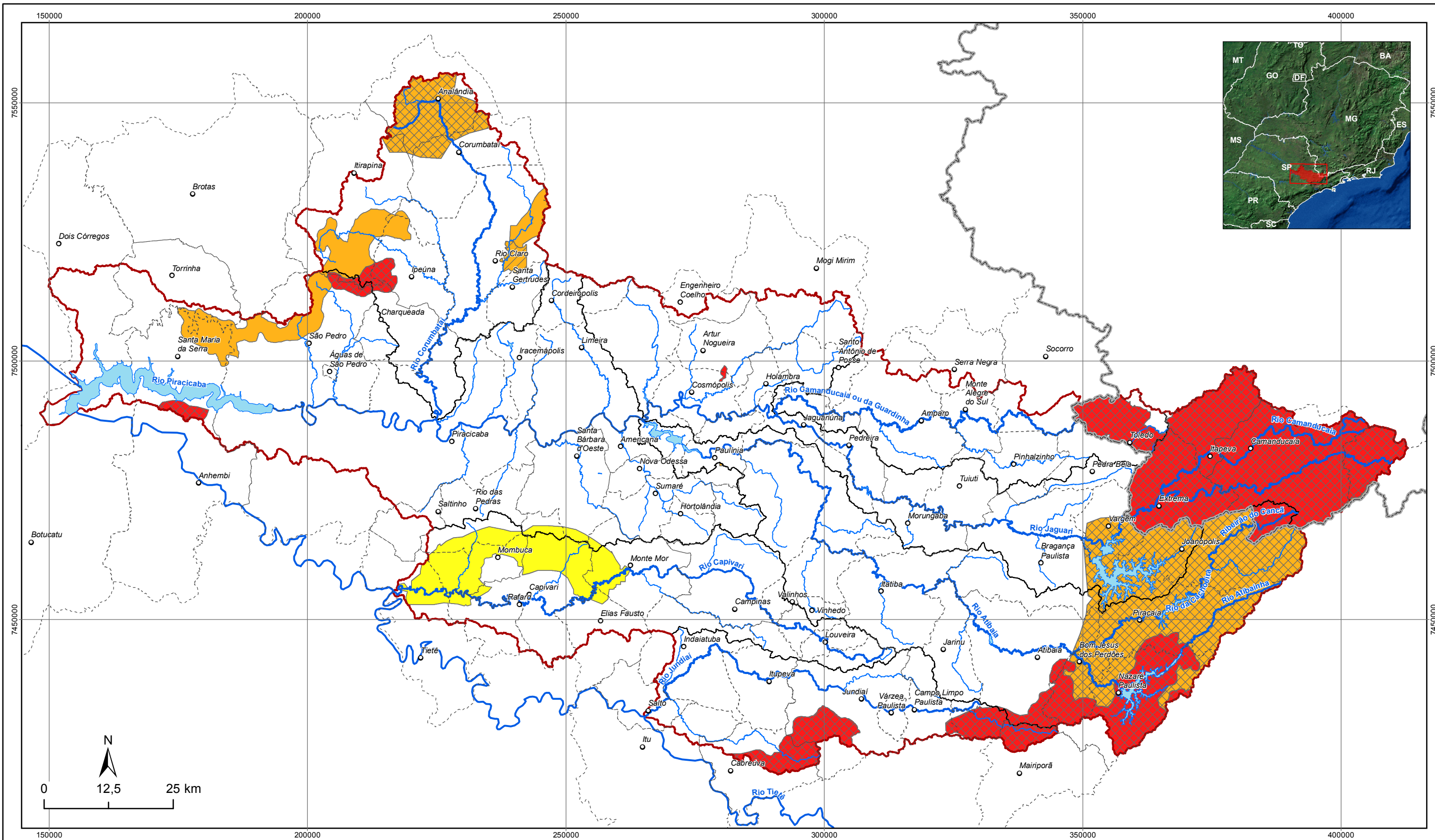
Áreas Prioritárias para a Conservação, Utilização Sustentável e Repartição dos Benefícios da Biodiversidade são “um instrumento de política pública para apoiar a tomada de decisão, de forma objetiva e participativa, no planejamento e implementação de ações como criação de unidades de conservação, licenciamento, fiscalização e fomento ao uso sustentável” (<http://www.mma.gov.br/areas-protetidas>). As Áreas Prioritárias para Conservação da Biodiversidade - APCB presentes nas Bacias PCJ somam 3700 Km² e são apresentadas no Quadro 9.5 e ilustradas no Mapa 9.5.

Quadro 9.5 - Áreas Prioritárias para Conservação da Biodiversidade nos limites das Bacias PCJ.

Sub-bacia	Nome	Prioridade	Importância	Cria UC	Grupo	Área (Km ²)
Atibaia	APA Fernto Dias	Extremamente Alta	Extremamente Alta	Não		45,77
	ARIE Mata de Santa Genebra	Alta	Muito Alta	Não		0,01
	Cantareira - entorno	Extremamente Alta	Extremamente Alta	Sim	Proteção Integral	323,70
	Corredor Cantareira - Mantiqueira	Extremamente Alta	Muito Alta	Sim	Definir Posteriormente	709,82
Camanducaia	APA Fernto Dias	Extremamente Alta	Extremamente Alta	Não		111,32
Capivari	Rafard	Alta	Alta	Não		358,08
Corumbataí	Corumbatan	Alta	Muito Alta	Não		40,09
	Descalvado	Extremamente Alta	Muito Alta	Não		211,43
	FLOES Edmundo Navarro	Muito Alta	Muito Alta	Não		22,24
	Iperna - SPo Pedro	Extremamente Alta	Extremamente Alta	Sim	Proteção Integral	33,31
	São Pedro-Itirapina	Alta	Muito Alta	Não		125,85
Jaguari	APA Fernto Dias	Extremamente Alta	Extremamente Alta	Não		969,35
	ARIE Matto de Cosm polis	Alta	Extremamente Alta	Não		2,30
	Corredor Cantareira - Mantiqueira	Extremamente Alta	Muito Alta	Sim	Definir Posteriormente	293,16
Jundiá	Cantareira - entorno	Extremamente Alta	Extremamente Alta	Sim	Proteção Integral	95,68
	Serra do Japi	Extremamente Alta	Extremamente Alta	Não		124,82
Piracicaba	Anhembi	Muito Alta	Extremamente Alta	Não	Uso Sustentavel	0,24
	ARIE Mata de Santa Genebra	Alta	Muito Alta	Não		0,24
	Barreiro Rico	Extremamente Alta	Extremamente Alta	Não		20,25
	Iperna - SPo Pedro	Extremamente Alta	Extremamente Alta	Sim	Proteção Integral	21,85
	Rafard	Alta	Alta	Não		26,37
	São Pedro-Itirapina	Alta	Muito Alta	Não		164,25
Total						3700,10

Fonte: Revisão das APCB (2007): MMA, 2017

Sobrepondo-se as APCB sobre as Unidades de Conservação já estabelecidas nas Bacias PCJ, observa-se que grande parte destas áreas estão em territórios ocupados por UC's de Uso Sustentável, onde o objetivo principal destas APCB's é a criação de UC de Proteção Integral. A APCB Serra da Cantareira, sobreposta a UC's de Proteção Integral, objetiva a criação de corredores ecológicos entre estas UC's.



LEGENDA

- | | |
|-------------------------|---------------------------------------|
| ○ Sede municipal | Prioridade à Conservação |
| ~ Hidrografia Principal | ☒ Extremamente Alta |
| ▭ Represas | ☒ Muito Alta |
| - - - Limite Municipal | ☐ Alta |
| ▭ Limite Estadual | Importância para a Conservação |
| ⊂ Sub-bacia | ■ Extremamente Alta |
| ⊂ Limite das Bacias PCJ | ■ Muito Alta |
| | ■ Alta |



**DIAGNÓSTICO
PRIMEIRA REVISÃO DO PLANO DAS BACIAS HIDROGRÁFICAS
DOS RIOS PIRACICABA, CAPIVARI E JUNDIAÍ 2010 A 2020**



Sistema de Coordenadas UTM
Datum SIRGAS2000
Zona 23S
Escala: 1:725.000

**Mapa 9.5 – Áreas Prioritárias para a
Conservação da Biodiversidade (APCB)**

Fonte de dados:
- Sede municipal: IBGE, 2010
- Limite municipal: IBGE, 2010
- Limite estadual: IBGE, 2010
- Hidrografia: ANA, 2013
- Limite da bacia: Adaptado de ANA, 2013
- Limite sub-bacia: Adaptado de ANA, 2013
- Revisão das APCB (2007): MMA, 2017

9.2 Áreas Suscetíveis a Erosão, Escorregamento e/ou Assoreamento

A erosão é resultado da desagregação e remoção do solo ou fragmentos e partículas de rochas, pela ação combinada da gravidade com a água (erosão hídrica), vento (erosão eólica), gelo (erosão glacial) e, ou, organismos (erosão organogênica).

No Brasil, a erosão hídrica é a mais frequente, cujo início do processo se dá através do desprendimento das partículas do solo pelo impacto das gotas de chuva na superfície e pelo escoamento superficial (ALMEIDA FILHO, 2016). Conforme IPT/DAEE (2012), no Estado de São Paulo, devido ao clima tropical e subtropical úmido, a erosão hídrica também é mais pronunciada, e tem causado danos ambientais irreversíveis, além de prejuízos sociais e econômicos. Dessa forma, considerando o exposto e o próprio objetivo de um Plano de Recursos Hídricos, o presente trabalho dá enfoque maior à erosão hídrica.

Conceitualmente, os processos de erosão hídrica são separados em laminar e linear, este último envolve a movimentação de grandes massas de solo e sedimentos, conhecidos no Brasil como sulcos, ravinas e boçorocas (ou voçorocas).

A erosão hídrica laminar retira a camada superficial do solo de maneira quase homogênea. Trata-se de um tipo de erosão quase imperceptível quando se encontra no início, levando o solo a uma coloração clara e ao descobrimento das raízes das árvores com o seu avanço (ALMEIDA FILHO, 2016). O estudo da erosão laminar tem sido realizado, essencialmente, no campo agrônômico, uma vez que este processo é comum às áreas agrícolas e menos recorrente em áreas urbanas.

A erosão hídrica linear surge no momento em que a velocidade do fluxo superficial vence a resistência mecânica do solo e consegue fazer incisões no terreno. A intensificação do escoamento superficial leva à formação de fluxo concentrado, promovendo o desenvolvimento das feições erosivas lineares de maior porte como sulcos, ravinas e boçorocas (IPT/DAEE, 2012).

Sulcos ocorrem nas linhas de maior concentração do escoamento superficial, resultando em pequenas incisões no terreno (BERTONI E LOMBARDI NETO, 1985). Os sulcos podem passar despercebidos até que comecem a interferir no trabalho de preparo do solo e diminuir sua produtividade (IPT/DAEE, 2012).

Ravina é um sulco profundo, e que não pode ser combatido pelos métodos simples de conservação do solo. São raras as ramificações e não chega a atingir o lençol freático. O desenvolvimento lateral se dá pelo escoamento das águas pluviais no seu interior, provocando erosão no pé do talude, resultando em desabamentos.

Boçoroca é o estágio mais avançado e complexo das erosões lineares, cujo poder destrutivo local é superior ao das outras formas de erosão e, portanto, de mais difícil contenção. Ocorre principalmente em cabeceiras de drenagens, onde há uma convergência e concentração natural dos fluxos d'águas superficiais e águas subterrâneas. As boçorocas são geralmente ramificadas e tendem a ser maiores quando há erosão interna (*piping*). A erosão interna é provocada pela concentração de água do nível freático, que se caracteriza pelo avanço para o interior do solo na forma de tubos. Os vazios destes tubos, ao se tornarem significativos, originam colapsos do terreno, com desabamentos que alargam a boçoroca ou criam novos ramos (IPT/DAEE, 2012).

A erosão constitui um processo natural da formação da paisagem, mas pode ser intensificada pelas atividades antrópicas, o que caracteriza a erosão acelerada. Dentre as principais ações antrópicas que contribuem para erosão acelerada, pode-se citar: retirada da cobertura vegetal; queimadas; agricultura praticada sem conservação do solo; formação de pastos com alta densidade de animais; aberturas de estradas vicinais sem o devido cuidado

na execução de obras de drenagem; execução de loteamentos sem implantação da infraestrutura; entre outros (ALMEIDA FILHO, 2016).

A erosão acelerada, além de danos ambientais irreversíveis, produz também prejuízos econômicos e sociais, diminuindo a produtividade agrícola, provocando a redução da produção de energia elétrica e do volume de água para abastecimento urbano devido ao assoreamento de rios e reservatórios, além de uma série de transtornos aos demais setores produtivos da economia (adaptado de OLIVEIRA et al, 1987).

Em 1997, IPT/DAEE elaboraram o Mapa de Erosão do Estado de São Paulo com o objetivo de identificar as áreas com maior potencial ao desenvolvimento de processos erosivos, principalmente os lineares, para subsidiar ações de governo no sentido do controle destes processos no gerenciamento das bacias hidrográficas. A metodologia desenvolvida foi baseada na análise integrada da paisagem (KILIAN & ROSSELLI, 1978; IWASA et al., 1987), ponderando-se o comportamento da água e incidências dos processos erosivos, em relação aos fatores geológicos, geomorfológicos e pedológicos (IPT, 1986).

No Plano das Bacias PCJ 2010 a 2020, o Mapa foi complementado, incluindo-se a porção mineira das Bacias PCJ, sendo este apresentado no Mapa 9.6. De acordo com o Mapa de Erosão do Estado de São Paulo (adaptado de IPT/DAEE, 1997), as Bacias PCJ estão predominantemente inseridas nas classes IV – Baixa (30%), II – Alta (28%) e I – Muito Alta (21%) suscetibilidade à erosão. A Figura 9.6 apresenta a distribuição das classes de suscetibilidade à erosão por sub-bacia.

Na Classe I – Muito Alta, predominam solos do tipo podzólico vermelho- amarelo, de textura arenosa no horizonte A e argilosa ou média no horizonte B. A transição entre estes horizontes muitas vezes é abrupta (IPT/DAEE, 2012). Os solos estão associados a relevos muito movimentados de colinas médias e morrotes alongados, tendo, como principais substratos, arenitos pertencentes às Formações Marília, Adamantina, Botucatu, Pirambóia e Itaqueri. Apresentam, portanto, condições naturais muito favoráveis ao desenvolvimento tanto da erosão laminar como da erosão linear. Grande parte dessas áreas caracteriza-se pela possibilidade de deflagração dos processos erosivos independentemente de formas de ocupação do solo. O controle da erosão nessas áreas é muito complexo, exigindo altos investimentos, tornando, em geral, antieconômica a exploração rural criteriosa (IPT/DAEE, 1997). Essa Classe predomina nas sub-bacias Piracicaba e Corumbataí, à leste das Bacias PCJ, nos municípios de Piracicaba, São Pedro, Limeira, Itirapina e Analândia.

Na Classe II – Alta, os solos predominantes são do tipo podzólico vermelho amarelo, com o horizonte A arenoso ou médio e horizonte B de textura média ou argilosa. Neste caso, porém, a transição entre estes horizontes é gradual. Latossolos de textura média ocorrem nos topos aplainados, bastante comuns. O relevo é suave ondulado, com predomínio de colinas amplas e a declividade média é em torno de 10%. O substrato rochoso constitui-se fundamentalmente por arenitos pertencentes às Formações Itararé, Adamantina, Caiuá, Santo Anastácio, Botucatu, Pirambóia e Itaqueri (IPT/DAEE, 2012). Estas áreas apresentam também condições naturais muito favoráveis ao desenvolvimento tanto de processos de erosão laminar como de erosão linear, distinguindo-se das anteriormente descritas principalmente por estarem tais processos erosivos condicionados a determinadas formas de ocupação, que permitam a concentração das águas de escoamento superficial (IPT/DAEE, 1997). Essa Classe predomina nas sub-bacias Atibaia, Camanducaia e Jaguari, à oeste das Bacias PCJ, nos municípios de Camanducaia, Amparo, Piracaia, Joanópolis, Nazaré Paulista, Extrema e Atibaia.

Na Classe IV – Baixa predominam os solos argilosos. Contempla várias formas de relevo que condicionam diferentemente a erosão. Em relevos mais acidentados, desenvolvem-se solos do tipo podzólico e latossolo argilosos, de coloração vermelho amarelado, espessos. Estes solos argilosos superficiais recobrem saprolitos em geral

moderadamente desenvolvidos, com texturas e cores variadas. A erosão laminar é de moderada a intensa nas encostas. Os sulcos e ravinas rasas podem ocorrer nos setores mais íngremes, porém são raros. Somente nos cortes que expõem o saprolito é que os sulcos são mais frequentes. Boçorocas praticamente não ocorrem. Os escorregamentos não são frequentes, mas principalmente os circulares podem ocorrer, em função da espessura dos solos. Em relevo menos acidentados, o substrato é constituído por sedimentos argilo/arenosos das formações São Paulo, Pariquera e do Grupo Taubaté. Os solos derivados são latossolos de coloração amarela, desenvolvidos em relevo de colinas amplas e médias. A erosão laminar é moderada e a linear e os escorregamentos praticamente não ocorrem, a não ser em casos de indução muito forte (IPT/DAEE, 2012). Essa classe predomina mais ao centro das Bacias PCJ, nos municípios de Campinas, Rio Claro, Capivari, Limeira, Indaiatuba e Piracicaba.

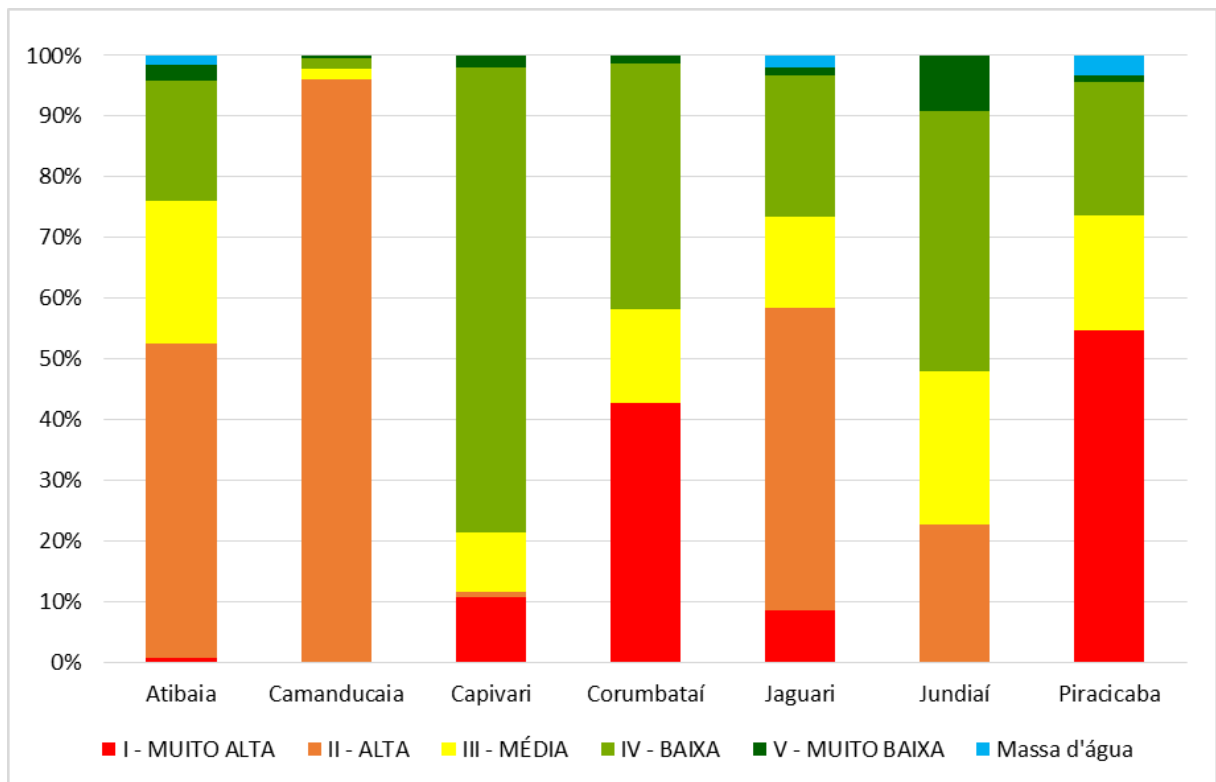
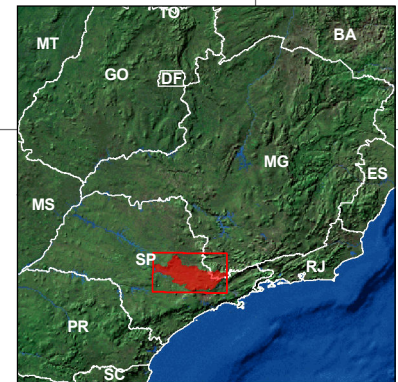
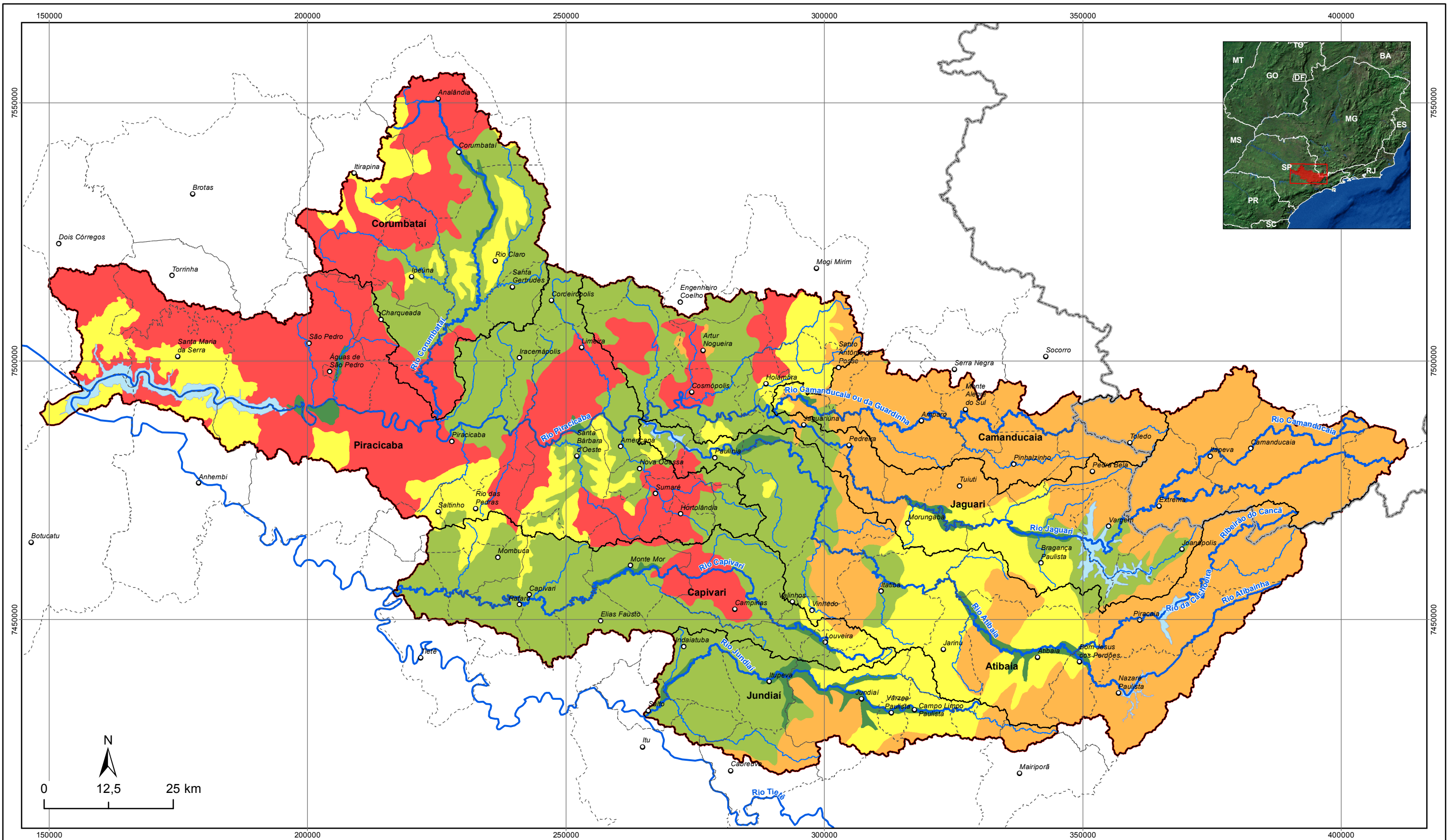


Figura 9.6 –Classes de suscetibilidade à erosão por sub-bacia. Fonte: IPT/DAEE (1997).



LEGENDA

- | | |
|-------------------------|---------------------------------|
| ○ Sede municipal | Suscetibilidade à Erosão |
| ~ Hidrografia Principal | ■ I - Muito Alta |
| - - - Limite Municipal | ■ II - Alta |
| ▭ Limite Estadual | ■ III - Média |
| ⊕ Sub-bacia | ■ IV - Baixa |
| ⊕ Limite PCJ | ■ V - Muito Baixa |
| | ■ Drenagem |



**DIAGNÓSTICO
PRIMEIRA REVISÃO DO PLANO DAS BACIAS HIDROGRÁFICAS
DOS RIOS PIRACICABA, CAPIVARI E JUNDIAÍ 2010 A 2020**



Sistema de Coordenadas UTM
Datum SIRGAS2000
Zona 23S
Escala: 1:725.000

Mapa 9.6 - Mapa de erosão das Bacias PCJ

Fonte de dados:
- Sede municipal: IBGE, 2010
- Limite municipal: IBGE, 2010
- Hidrografia: ANA, 2013
- Limite da bacia: Adaptado de ANA, 2013
- Limite sub-bacia: Adaptado de ANA, 2013
- Suscetibilidade à erosão: Adaptado de IPT/DAEE (1997)

O Quadro 9.6 e o Quadro 9.7 apresentam, respectivamente, o valor absoluto (em km²) e o valor relativo das classes de suscetibilidade à erosão por zona e sub-bacia. Dentre as Zonas, a predominância da Classe I (Muito Alta) ocorre nas Zonas 23, 24, 25 e 26, na sub-bacia do Rio Piracicaba; e Zonas 17 e 19, na sub-bacia do Rio Corumbataí.

Quadro 9.6 – Área (km²) das classes de suscetibilidade à erosão, por zona e sub-bacia

Sub-bacia/ Zona	Classes de Suscetibilidade (km ²)					Massa d'água	Total
	I - Muito Alta	II - Alta	III - Média	IV - Baixa	V - Muito Baixa		
Atibaia	19,77	1.456,83	664,66	558,92	75,72	40,21	2.816,11
Zona 09	0,00	1.064,21	203,70	19,20	41,86	26,41	1.355,37
Zona 10	0,00	266,37	422,83	88,62	15,83	0,00	793,66
Zona 11	0,00	56,84	12,91	56,49	0,00	0,00	126,24
Zona 12	0,00	0,00	6,58	147,83	0,11	0,00	154,52
Zona 13	19,77	69,41	18,64	246,79	17,93	13,80	386,33
Camanducaia	0,00	998,16	18,50	17,97	5,37	0,00	1.040,00
Zona 05	0,00	690,75	0,01	0,00	0,00	0,00	690,75
Zona 06	0,00	307,41	18,49	17,97	5,37	0,00	349,24
Capivari	168,40	13,39	151,80	1.205,14	29,60	0,00	1.568,34
Zona 27	0,00	0,00	44,08	8,33	0,83	0,00	53,24
Zona 28	4,76	13,39	34,97	119,73	13,68	0,00	186,54
Zona 29	115,94	0,00	0,00	149,10	4,29	0,00	269,33
Zona 30	41,15	0,00	0,00	146,61	0,00	0,00	187,76
Zona 31	6,55	0,00	36,51	619,86	10,79	0,00	673,71
Zona 32	0,00	0,00	36,24	161,51	0,00	0,00	197,76
Corumbataí	735,53	0,01	263,11	697,79	23,02	0,00	1.719,46
Zona 17	243,65	0,00	57,62	146,01	22,61	0,00	469,89
Zona 18	0,00	0,01	55,59	140,89	0,00	0,00	196,49
Zona 19	344,06	0,00	101,68	92,71	0,41	0,00	538,86
Zona 20	7,92	0,00	43,61	172,78	0,00	0,00	224,31
Zona 21	139,90	0,00	4,61	145,40	0,00	0,00	289,91
Jaguari	282,16	1.649,58	496,47	770,57	39,23	65,95	3.303,96
Zona 01	0,00	991,59	0,00	0,28	0,00	0,00	991,87
Zona 02	0,00	161,55	3,41	157,50	7,08	64,92	394,46
Zona 03	0,00	39,17	95,67	24,17	7,86	0,00	166,87
Zona 04	0,00	347,97	200,82	0,00	24,24	0,00	573,02
Zona 07	103,89	62,13	156,97	172,57	0,00	0,00	495,57
Zona 08	87,58	45,54	39,60	207,33	0,04	0,03	380,13
Zona 14	90,68	1,62	0,00	208,73	0,00	1,00	302,03
Jundiá	0,00	261,83	291,99	494,73	105,91	0,00	1.154,46
Zona 33	0,00	68,68	37,30	0,00	0,00	0,00	105,99
Zona 34	0,00	56,56	128,38	0,00	33,50	0,00	218,44
Zona 35	0,00	87,78	126,31	32,28	49,50	0,00	295,86
Zona 36	0,00	48,81	0,00	170,65	0,00	0,00	219,45
Zona 37	0,00	0,00	0,00	291,80	22,91	0,00	314,71

Sub-bacia/ Zona	Classes de Suscetibilidade (km ²)					Massa d'água	Total
	I - Muito Alta	II - Alta	III - Média	IV - Baixa	V - Muito Baixa		
Piracicaba	2.066,41	0,01	717,47	827,95	36,77	126,87	3.775,48
Zona 15	0,00	0,00	1,89	31,72	0,00	0,00	33,61
Zona 16	93,78	0,00	77,41	46,22	0,00	0,00	217,41
Zona 22	716,64	0,00	236,00	744,05	5,26	0,00	1.701,95
Zona 23	154,78	0,00	0,00	3,70	0,92	0,00	159,39
Zona 24	359,04	0,00	9,23	2,27	18,10	0,00	388,63
Zona 25	172,29	0,00	36,47	0,00	11,10	0,00	219,85
Zona 26	569,89	0,01	356,47	0,00	1,39	126,87	1.054,63
Total	3.272,27	4.379,80	2.603,99	4.573,09	315,62	233,03	15.377,81

Quadro 9.7 – Distribuição (%) das classes de suscetibilidade à erosão, por zona e sub-bacia

Sub-bacia/ Zona	Classes de Suscetibilidade (%)					Massa d'água	Total
	I - Muito Alta	II - Alta	III - Média	IV - Baixa	V - Muito Baixa		
Atibaia	1%	52%	24%	20%	3%	1%	100%
Zona 09	0%	79%	15%	1%	3%	2%	100%
Zona 10	0%	34%	53%	11%	2%	0%	100%
Zona 11	0%	45%	10%	45%	0%	0%	100%
Zona 12	0%	0%	4%	96%	0%	0%	100%
Zona 13	5%	18%	5%	64%	5%	4%	100%
Camanducaia	0%	96%	2%	2%	1%	0%	100%
Zona 05	0%	100%	0%	0%	0%	0%	100%
Zona 06	0%	88%	5%	5%	2%	0%	100%
Capivari	11%	1%	10%	77%	2%	0%	100%
Zona 27	0%	0%	83%	16%	2%	0%	100%
Zona 28	3%	7%	19%	64%	7%	0%	100%
Zona 29	43%	0%	0%	55%	2%	0%	100%
Zona 30	22%	0%	0%	78%	0%	0%	100%
Zona 31	1%	0%	5%	92%	2%	0%	100%
Zona 32	0%	0%	18%	82%	0%	0%	100%
Corumbataí	43%	0%	15%	41%	1%	0%	100%
Zona 17	52%	0%	12%	31%	5%	0%	100%
Zona 18	0%	0%	28%	72%	0%	0%	100%
Zona 19	64%	0%	19%	17%	0%	0%	100%
Zona 20	4%	0%	19%	77%	0%	0%	100%
Zona 21	48%	0%	2%	50%	0%	0%	100%
Jaguari	9%	50%	15%	23%	1%	2%	100%
Zona 01	0%	100%	0%	0%	0%	0%	100%
Zona 02	0%	41%	1%	40%	2%	16%	100%
Zona 03	0%	23%	57%	14%	5%	0%	100%
Zona 04	0%	61%	35%	0%	4%	0%	100%
Zona 07	21%	13%	32%	35%	0%	0%	100%
Zona 08	23%	12%	10%	55%	0%	0%	100%
Zona 14	30%	1%	0%	69%	0%	0%	100%

Sub-bacia/ Zona	Classes de Suscetibilidade (%)					Massa d'água	Total
	I - Muito Alta	II - Alta	III - Média	IV - Baixa	V - Muito Baixa		
Jundiá	0%	23%	25%	43%	9%	0%	100%
Zona 33	0%	65%	35%	0%	0%	0%	100%
Zona 34	0%	26%	59%	0%	15%	0%	100%
Zona 35	0%	30%	43%	11%	17%	0%	100%
Zona 36	0%	22%	0%	78%	0%	0%	100%
Zona 37	0%	0%	0%	93%	7%	0%	100%
Piracicaba	55%	0%	19%	22%	1%	3%	100%
Zona 15	0%	0%	6%	94%	0%	0%	100%
Zona 16	43%	0%	36%	21%	0%	0%	100%
Zona 22	42%	0%	14%	44%	0%	0%	100%
Zona 23	97%	0%	0%	2%	1%	0%	100%
Zona 24	92%	0%	2%	1%	5%	0%	100%
Zona 25	78%	0%	17%	0%	5%	0%	100%
Zona 26	54%	0%	34%	0%	0%	12%	100%
Total	21%	28%	17%	30%	2%	2%	100%

Fonte: adaptado de IPT/DAEE (1997).

Em 2012, em novo trabalho realizado pelo IPT/DAEE (2012) foi apresentado um cadastramento detalhado dos processos erosivos lineares no Estado de São Paulo. A identificação dos processos foi efetuada nos 645 municípios do Estado, e distritos, por meio da interpretação visual das imagens de satélites disponíveis no software Google Earth, associada à análise das características do relevo utilizando-se as Cartas Topográficas do IBGE. Foram identificadas feições erosivas dos tipos sulcos/ravina e boçorocas e conduzidas visitas de campo com o objetivo de validar os dados.

O estudo identificou 96 erosões lineares urbanas (37 ravinas e 59 boçorocas) e 3.101 erosões rurais (946 ravinas e 2.155 boçorocas) dentro dos limites das Bacias PCJ. Os conceitos de urbano e rural relacionam-se ao provável processo desencadeador da erosão, ou seja, escoamentos superficiais originados em processos urbanos ou rurais, e não necessariamente à localização pontual da feição erosiva.

A partir do número de processos erosivos cadastrados foi possível calcular o Índice de Concentração de Erosões (ICE), ou seja, a relação entre o número de processos erosivos da unidade (município, zona, sub-bacia) com a área da unidade. O ICE foi calculado por município, zona e sub-bacia, considerando somente os processos erosivos e a área do município inserida no interior das Bacias PCJ (porção paulista). A partir da média (μ) e do desvio padrão (σ), foram definidas as seguintes classes para ICE: $ICE \leq \mu - \sigma$ (Baixo), $\mu - \sigma < ICE \leq \mu + \sigma$ (Médio) e $ICE > \mu + \sigma$ (Alto).

Quadro 9.8 - Número de processos erosivos lineares (urbanos e rurais) e Índice de Concentração de Erosões (ICE) na porção paulista das Bacias PCJ.

Município	Área (km ²)	Erosões Rurais	Erosões Urbanas	Total	ICE	Classe
Águas de São Pedro	5,55	3	0	3	0,54	ALTO
Americana	134,01	10	4	14	0,10	MÉDIO
Amparo	389,72	75	4	79	0,20	MÉDIO
Analândia	177,34	19	0	19	0,11	MÉDIO
Anhembi	78,77	4	0	4	0,05	BAIXO
Artur Nogueira	178,03	41	2	43	0,24	MÉDIO

Município	Área (km ²)	Erosões Rurais	Erosões Urbanas	Total	ICE	Classe
Atibaia	477,82	40	2	42	0,09	MÉDIO
Bom Jesus dos Perdões	108,00	7	2	9	0,08	MÉDIO
Botucatu	71,89	4	0	4	0,06	BAIXO
Bragança Paulista	512,53	45	1	46	0,09	MÉDIO
Cabreúva	117,91	14	0	14	0,12	MÉDIO
Campinas	794,66	128	36	164	0,21	MÉDIO
Campo Limpo Paulista	78,76	20	1	21	0,27	MÉDIO
Capivari	320,93	79	0	79	0,25	MÉDIO
Charqueada	176,12	104	0	104	0,59	ALTO
Corumbataí	232,10	119	0	119	0,51	ALTO
Cosmópolis	154,73	24	0	24	0,16	MÉDIO
Dois Córregos	226,74	56	0	56	0,25	MÉDIO
Elias Fausto	103,22	29	0	29	0,28	MÉDIO
Engenheiro Coelho	48,29	11	0	11	0,23	MÉDIO
Holambra	65,60	23	0	23	0,35	MÉDIO
Hortolândia	62,30	7	8	15	0,24	MÉDIO
Indaiatuba	262,98	13	0	13	0,05	BAIXO
Ipeúna	190,25	124	0	124	0,65	ALTO
Iracemápolis	115,22	9	0	9	0,08	MÉDIO
Itatiba	322,26	70	2	72	0,22	MÉDIO
Itirapina	300,99	83	1	84	0,28	MÉDIO
Itu	68,17	23	0	23	0,34	MÉDIO
Itupeva	200,88	46	0	46	0,23	MÉDIO
Jaguariúna	141,44	15	0	15	0,11	MÉDIO
Jarinu	207,63	17	0	17	0,08	MÉDIO
Joanópolis	373,90	55	0	55	0,15	MÉDIO
Jundiá	381,91	28	1	29	0,08	MÉDIO
Limeira	579,97	195	3	198	0,34	MÉDIO
Louveira	55,14	5	0	5	0,09	MÉDIO
Moji Mirim	156,14	20	0	20	0,13	MÉDIO
Mombuca	133,65	78	0	78	0,58	ALTO
Monte Alegre do Sul	110,29	28	1	29	0,26	MÉDIO
Monte Mor	240,55	33	0	33	0,14	MÉDIO
Morungaba	146,75	19	1	20	0,14	MÉDIO
Nazaré Paulista	271,68	16	4	20	0,07	MÉDIO
Nova Odessa	74,36	8	1	9	0,12	MÉDIO
Paulínia	138,78	6	1	7	0,05	BAIXO
Pedra Bela	158,55	32	0	32	0,20	MÉDIO
Pedreira	108,61	41	0	41	0,38	MÉDIO
Pinhalzinho	154,51	45	0	45	0,29	MÉDIO
Piracaia	384,58	74	0	74	0,19	MÉDIO
Piracicaba	1.037,70	326	0	326	0,31	MÉDIO
Rafard	79,21	52	0	52	0,66	ALTO
Rio Claro	488,22	106	6	112	0,23	MÉDIO
Rio das Pedras	222,99	52	1	53	0,24	MÉDIO

Município	Área (km²)	Erosões Rurais	Erosões Urbanas	Total	ICE	Classe
Saltinho	30,03	7	0	7	0,23	MÉDIO
Salto	34,83	1	0	1	0,03	BAIXO
Santa Bárbara D'oeste	271,06	62	1	63	0,23	MÉDIO
Santa Gertrudes	98,37	2	0	2	0,02	BAIXO
Santa Maria da Serra	253,08	50	0	50	0,20	MÉDIO
Santo Antônio de Posse	153,90	19	2	21	0,14	MÉDIO
São Pedro	552,52	241	7	248	0,45	ALTO
Serra Negra	26,65	9	0	9	0,34	MÉDIO
Socorro	100,30	49	0	49	0,49	ALTO
Sumaré	153,60	14	4	18	0,12	MÉDIO
Tietê	76,34	43	0	43	0,56	ALTO
Torrinha	122,93	36	0	36	0,29	MÉDIO
Tuiuti	126,69	39	0	39	0,31	MÉDIO
Valinhos	148,62	17	0	17	0,11	MÉDIO
Vargem	142,57	21	0	21	0,15	MÉDIO
Várzea Paulista	35,12	5	0	5	0,14	MÉDIO
Vinhedo	81,62	5	0	5	0,06	BAIXO

Fonte: IPT/DAEE (2012).

Os municípios com maior número de processos erosivos lineares, na porção paulista das Bacias PCJ, são: Piracicaba (326), São Pedro (248), Limeira (198), Campinas (164), Ipeúna (124), Corumbataí (119), Rio Claro (112) e Charqueada (104). Campinas é o município que apresenta maior número de processos erosivos deflagrados decorrentes de causas urbanas.

Na Figura 9.7 é possível comparar o número de erosões com o ICE, nos municípios com mais de 20 processos cadastrados. Percebe-se que, com base no ICE, os municípios mais críticos quanto à ocorrência de processos erosivos são Ipeúna, Corumbataí, Charqueada, Rafard, Socorro e Tietê.

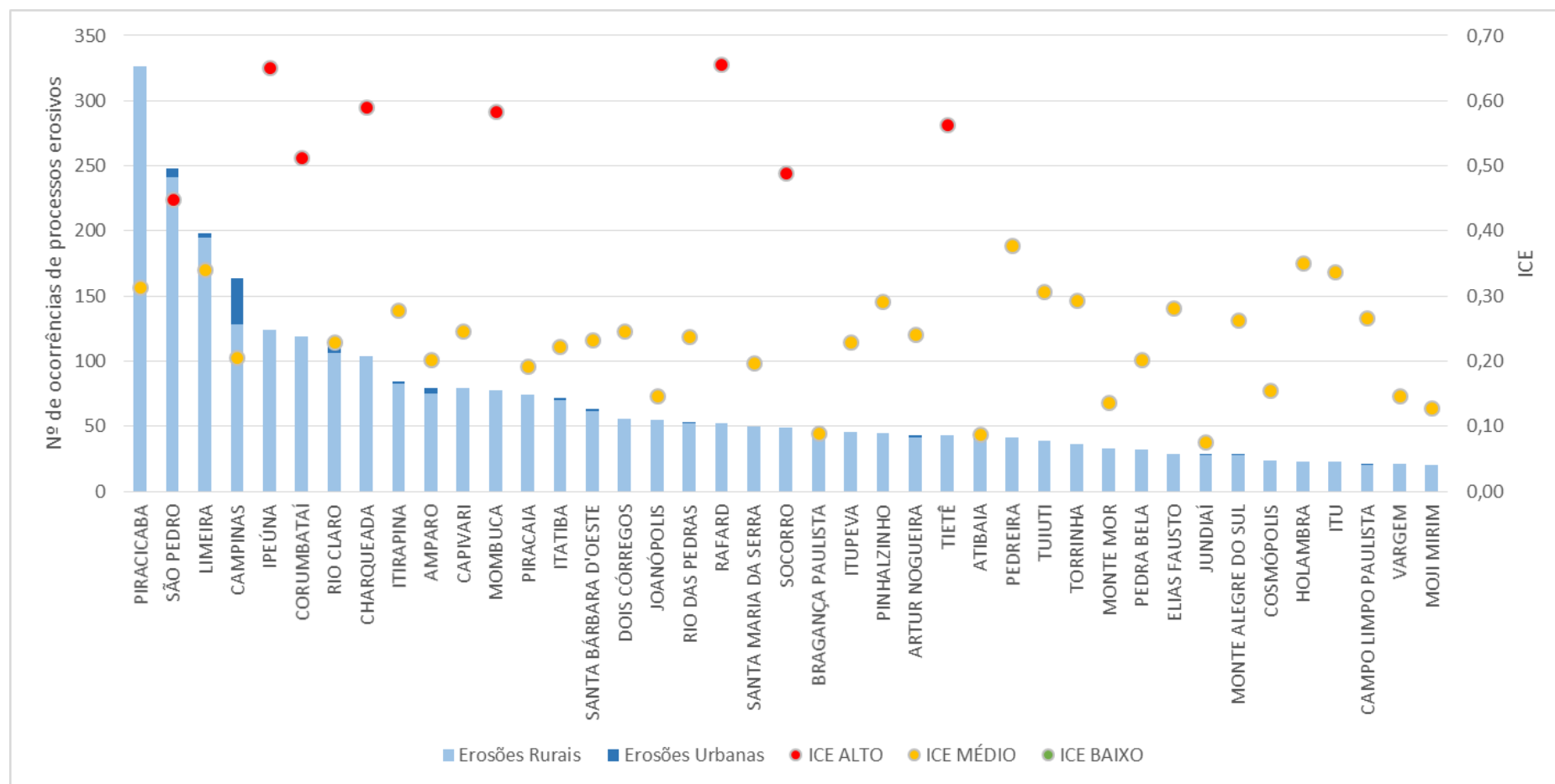


Figura 9.7 – Municípios das Bacias PCJ (porção paulista) com mais de 20 processos erosivos cadastrados. Fonte: IPT/DAEE (2012).

O Quadro 9.9 e a Figura 9.2 apresentam o número de processos erosivos cadastrados e o ICE calculado, por sub-bacia.

Quadro 9.9 – Número de processos erosivos lineares (urbanos e rurais) cadastrados na porção paulista das Bacias PCJ, por sub-bacia

Sub-bacia	Área (km²)	Erosões Rurais	Erosões Urbanas	Total	ICE	Classe
Atibaia	2.770,54	393	16	409	0,15	MÉDIO
Camanducaia	902,45	250	5	255	0,28	MÉDIO
Capivari	1.567,95	370	32	402	0,26	MÉDIO
Corumbataí	1.717,37	527	7	534	0,31	ALTO
Jaguari	2.319,34	379	6	385	0,17	MÉDIO
Jundiá	1.154,23	133	2	135	0,12	BAIXO
Piracicaba	3.773,86	1.049	28	1.077	0,29	ALTO
PCJ (porção paulista)	14.205,74	3.101	96	3.197	0,23	MÉDIO

Fonte: IPT/DAEE (2012).

As sub-bacias com maior número de ocorrências de processos erosivos lineares, considerando somente a porção paulista, são: Piracicaba (1.077) e Corumbataí (534). Estas também são as únicas sub-bacias cujo ICE foi classificado como Alto. Os resultados confirmam o que já havia sido constatado em IPT/DAEE (1997).

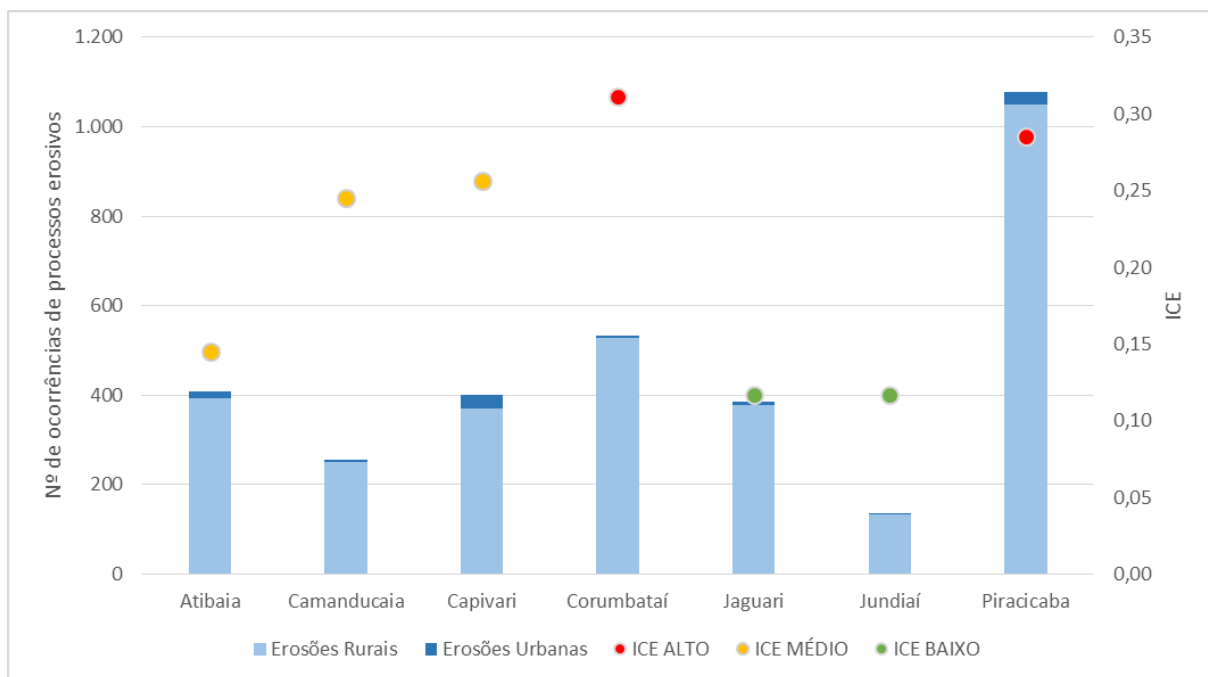


Figura 9.8 – Número de processos erosivos lineares por sub-bacia. Fonte: IPT/DAEE (2012).

O Quadro 9.9 e a Figura 9.2 apresentam o número de processos erosivos cadastrados e o ICE calculado, por zona. Cabe ressaltar que as Zonas 01, 05 e 09 possuem área no Estado de Minas Gerais e essas áreas foram desconsideradas pelo fato de não haver cadastramento de processos erosivos nos municípios mineiros. Dessa forma, os resultados podem não ser representativos da realidade nessas Zonas.

Quadro 9.10 – Número de processos erosivos lineares (urbanos e rurais) cadastrados na porção paulista das Bacias PCJ, por zona

Zona	Área (km ²)	Erosões Rurais	Erosões Urbanas	Total	ICE	Classe
Zona 01	9,63	2		2	0,21	MÉDIO
Zona 02	394,46	39	1	40	0,10	MÉDIO
Zona 03	166,87	14		14	0,08	MÉDIO
Zona 04	573,02	134	1	135	0,24	MÉDIO
Zona 05	553,84	167	4	171	0,31	MÉDIO
Zona 06	348,61	83	1	84	0,24	MÉDIO
Zona 07	495,34	88	2	90	0,18	MÉDIO
Zona 08	380,13	61	2	63	0,17	MÉDIO
Zona 09	1.309,80	154	8	162	0,12	MÉDIO
Zona 10	793,66	136	2	138	0,17	MÉDIO
Zona 11	126,24	8		8	0,06	MÉDIO
Zona 12	154,52	10	4	14	0,09	MÉDIO
Zona 13	386,33	85	2	87	0,23	MÉDIO
Zona 14	299,88	41		41	0,14	MÉDIO
Zona 15	33,61	4		4	0,12	MÉDIO
Zona 16	217,41	26		26	0,12	MÉDIO
Zona 17	469,89	144		144	0,31	MÉDIO
Zona 18	194,48	26	4	30	0,15	MÉDIO
Zona 19	538,86	234	1	235	0,44	ALTO
Zona 20	224,21	24	2	26	0,12	MÉDIO
Zona 21	289,91	99		99	0,34	MÉDIO
Zona 22	1.701,04	355	21	376	0,22	MÉDIO
Zona 23	159,39	126		126	0,79	ALTO
Zona 24	388,63	186	4	190	0,49	ALTO
Zona 25	219,85	94	3	97	0,44	ALTO
Zona 26	1.053,92	258		258	0,24	MÉDIO
Zona 27	53,24	1		1	0,02	BAIXO
Zona 28	186,54	20	1	21	0,11	MÉDIO
Zona 29	269,33	13	31	44	0,16	MÉDIO
Zona 30	187,76	16		16	0,09	MÉDIO
Zona 31	673,32	224		224	0,33	MÉDIO
Zona 32	197,76	96		96	0,49	ALTO
Zona 33	105,97	1		1	0,01	BAIXO
Zona 34	218,22	28	2	30	0,14	MÉDIO
Zona 35	295,86	33		33	0,11	MÉDIO
Zona 36	219,45	36		36	0,16	MÉDIO
Zona 37	314,71	35		35	0,11	MÉDIO
PCJ (porção paulista)	14.205,74	3.101	96	3.197	0,23	MÉDIO

Fonte: IPT/DAEE (2012)

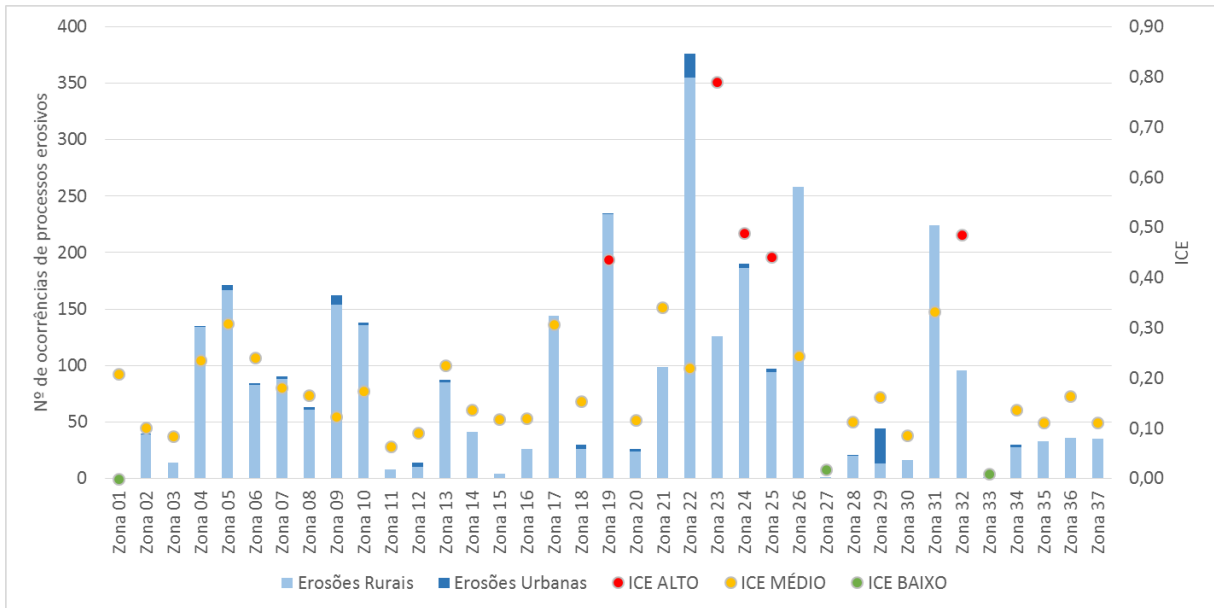
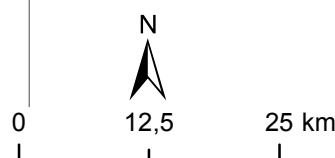
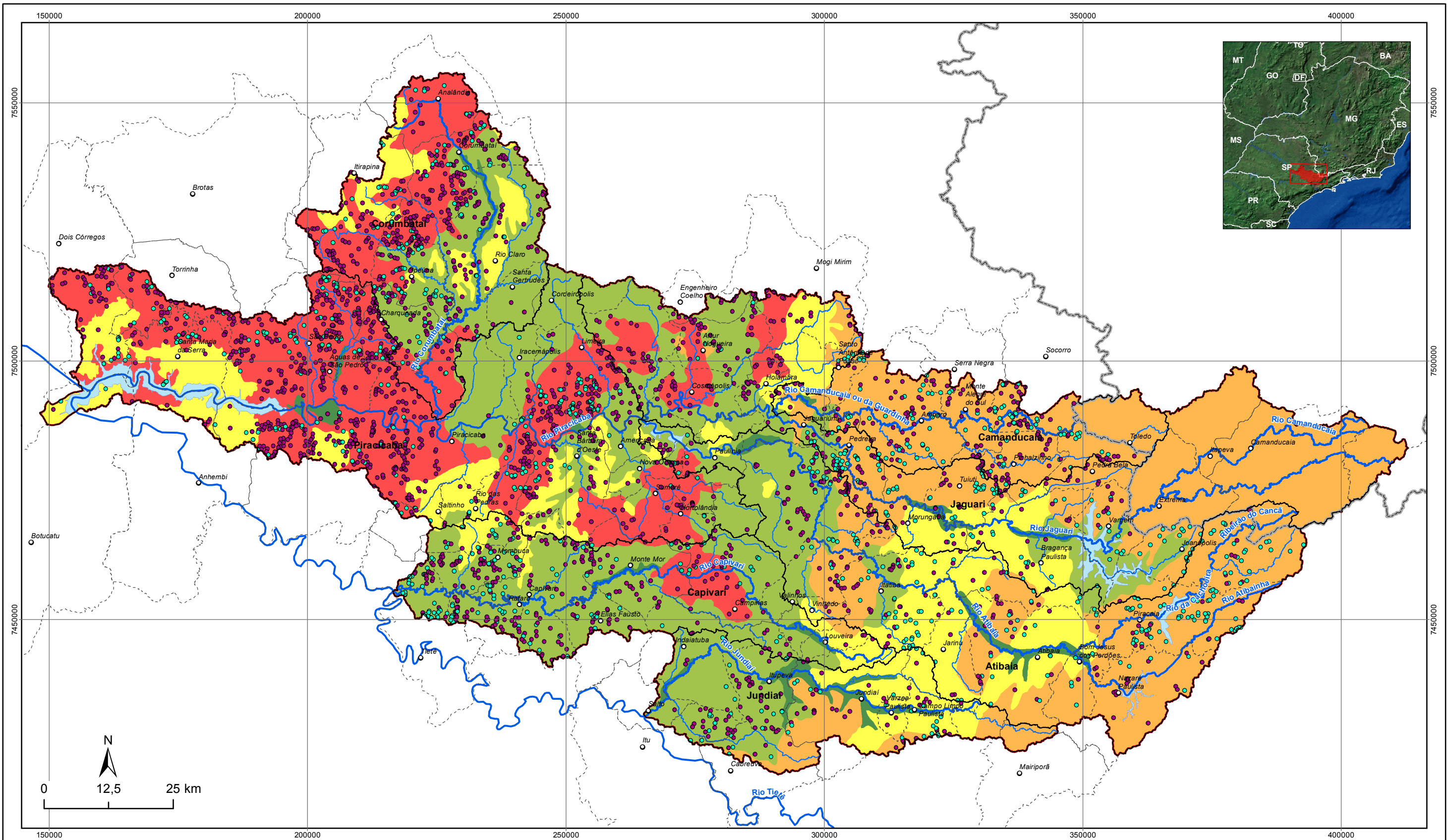


Figura 9.9 - Número de processos erosivos lineares por zona. Fonte: IPT/DAEE (2012).

Dentre as zonas com maior número de processos erosivos cadastrados destacam-se as Zonas 19, 22, 26 e 31, todas com mais de 200 processos cadastrados. Com relação ao ICE, as Zonas com ICE Alto são: 19, 23, 24, 25 e 32 (Figura 9.9)

O Mapa 9.7 apresenta uma comparação entre os processos erosivos lineares cadastrado em IPT/DAEE (2012) e as classes de suscetibilidade à erosão adaptadas de IPT/DAEE (1997). A maioria dos processos cadastrados ocorrem prioritariamente em áreas de muito alta suscetibilidade à erosão (Classe I). Por fim, o Mapa 9.8 apresenta o ICE e os processos erosivos lineares cadastrados, por município.



LEGENDA

- | | |
|------------------------------|---------------------------------|
| ○ Sede municipal | 🗺 Limite PCJ |
| ● Ponto de erosão cadastrado | Suscetibilidade à Erosão |
| ● Boçoroca | ■ I - Muito Alta |
| ● Ravina | ■ II - Alta |
| 🌊 Hidrografia Principal | ■ III - Média |
| 🗺 Limite Municipal | ■ IV - Baixa |
| 🗺 Limite Estadual | ■ V - Muito Baixa |
| 🗺 Sub-bacia | 🌊 Drenagem |



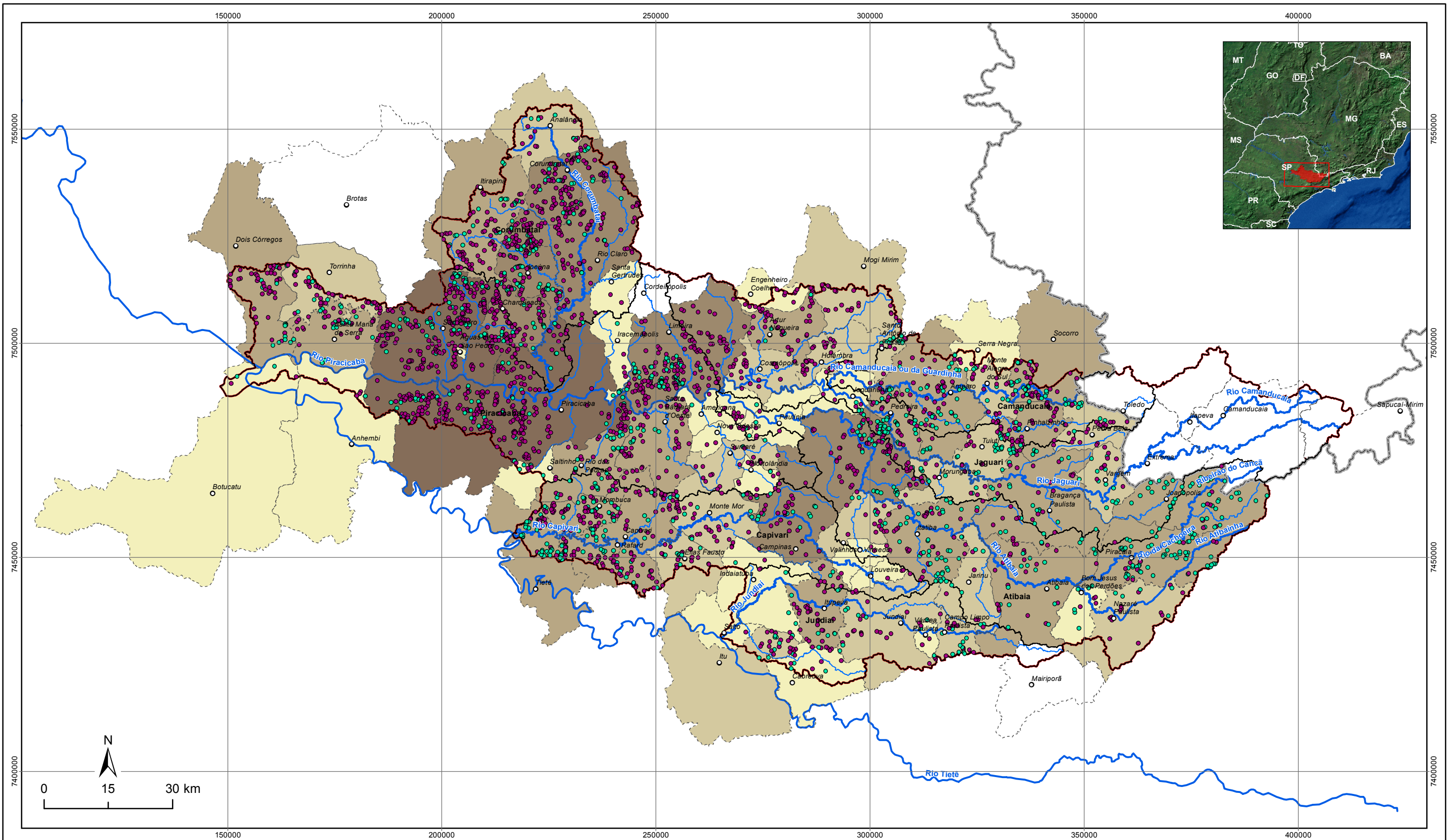
**DIAGNÓSTICO
PRIMEIRA REVISÃO DO PLANO DAS BACIAS HIDROGRÁFICAS
DOS RIOS PIRACICABA, CAPIVARI E JUNDIAÍ 2010 A 2020**



Sistema de Coordenadas UTM
Datum SIRGAS2000
Zona 23S
Escala: 1:725.000

Mapa 9.7 - Mapa de erosão das Bacias PCJ e processos laminares cadastrados

Fonte de dados:
- Sede municipal: IBGE, 2010
- Limite municipal: IBGE, 2010
- Limite estadual: IBGE, 2010
- Hidrografia: ANA, 2013
- Limite da bacia: Adaptado de ANA, 2013
- Limite sub-bacia: Adaptado de ANA, 2013
- Pontos de erosão cadastrados: IPT/DAEE, 2012
- Suscetibilidade à erosão: Adaptado de IPT/DAEE, 1997



LEGENDA

- | | |
|-----------------------------------|--|
| ○ Sede municipal | 🗲 Limite PCJ |
| Ponto de erosão cadastrado | Número de ocorrências de processos erosivos por município |
| ● Boçoroca | 🟡 < 15 |
| ● Ravina | 🟠 16 - 40 |
| 🌊 Hidrografia Principal | 🟤 41 - 85 |
| ⬜ Limite Municipal | 🟢 86 - 200 |
| ⬜ Limite Estadual | 🟣 > 200 |
| 🗲 Sub-bacia | |



**DIAGNÓSTICO
PRIMEIRA REVISÃO DO PLANO DAS BACIAS HIDROGRÁFICAS
DOS RIOS PIRACICABA, CAPIVARI E JUNDIAÍ 2010 A 2020**



Sistema de Coordenadas UTM
Datum SIRGAS2000
Zona 23S
Escala: 1:875.000

Mapa 9.8 – Índice de concentração de erosões na porção paulista das Bacias PCJ

Fonte de dados:
- Sede municipal: IBGE, 2010
- Limite municipal: IBGE, 2010
- Limite estadual: IBGE, 2010
- Hidrografia: ANA, 2013
- Limite da bacia: Adaptado de ANA, 2013
- Limite sub-bacia: Adaptado de ANA, 2013
- Pontos de erosão cadastrados: IPT, 2012
- Número de ocorrências por município: Elaborado a partir de IPT, 2012.

9.3 Áreas Suscetíveis a Inundação, Enxurradas e/ou Alagamento

Conforme a Classificação e Codificação Brasileira de Desastres – Cobrade, tem-se as seguintes definições para inundações, enxurradas e alagamentos:

- *Inundações*: submersão de áreas fora dos limites normais de um curso de água em zonas que normalmente não se encontram submersas. O transbordamento ocorre de modo gradual, geralmente ocasionado por chuvas prolongadas em áreas de planície.
- *Enxurradas*: escoamento superficial de alta velocidade e energia, provocado por chuvas intensas e concentradas, normalmente em pequenas bacias de relevo acidentado. Caracterizada pela elevação súbita das vazões de determinada drenagem e transbordamento brusco da calha fluvial. Apresenta grande poder destrutivo.
- *Alagamentos*: Extrapolação da capacidade de escoamento de sistemas de drenagem urbana e conseqüente acúmulo de água em ruas, calçadas ou outras infraestruturas urbanas, em decorrência de precipitações intensas.

Inundações e enxurradas são fenômenos que ocorrem naturalmente. No entanto, nos centros urbanos, a impermeabilização do solo e a redução da cobertura vegetal reduzem a infiltração de água, provocando o aumento do escoamento superficial e da quantidade de água que chega à calha dos rios. Além disso, obras como aterros, pontes, represas e condutos de drenagem subdimensionados podem produzir obstruções e reduzir a velocidade do escoamento superficial, agravando ainda mais esses fenômenos. Conforme Leopold (1968), para uma mesma bacia, o pico da vazão pode aumentar até seis vezes em decorrência de sua urbanização.

As cidades se desenvolveram às margens dos rios ou no litoral. Pela própria experiência dos antigos moradores, a população procurou habitar as zonas mais altas onde o rio dificilmente chegaria. Com o crescimento desordenado e acelerado das cidades, principalmente na segunda metade do século XX, as áreas de risco considerável, como as várzeas inundáveis, foram ocupadas. Dessa forma, a dinâmica de ocupação das áreas livres agravou ainda mais os impactos causados pelas inundações e enxurradas.

A urbanização também acabou por criar um outro problema: os alagamentos. O crescimento desordenado das áreas urbanas e da impermeabilização do solo não foram acompanhados por medidas de controle do escoamento superficial, e em muitos municípios, as redes de drenagem existentes não suportam novo aporte de vazão. Dessa forma, as chuvas intensas, quando ocorrem, acabam provocando o acúmulo de água nas ruas e calçadas, causando transtorno à população.

Esse diagnóstico visa, portanto, identificar os municípios com ocorrência de inundações, enxurradas e alagamentos nas Bacias PCJ. Para isso, foram consultados o Mapa de Vulnerabilidade a Inundações do Estado de São Paulo e Minas Gerais, elaborado pela Agência Nacional de Água (ANA) no âmbito do Plano Nacional de Gestão de Riscos e Respostas a Desastres Naturais; e os registros da Secretaria Nacional de Defesa Civil (Sedec), vinculada ao Ministério da Integração Nacional (MI), através do S2ID – Sistema Integrado de Informações sobre Desastres.

O Atlas de Vulnerabilidade à Inundação (ANA, 2014c) teve como objetivo identificar a ocorrência e os impactos das inundações graduais nos principais rios das bacias hidrográficas brasileiras. Trata-se de um compilado que agrupa e consolida, em um único padrão, informações dos Estados, do Distrito Federal e da União.

A matriz de vulnerabilidade a inundações foi elaborada a partir do cruzamento das informações de frequência e impacto dos eventos de inundação, conforme Figura 9.10.

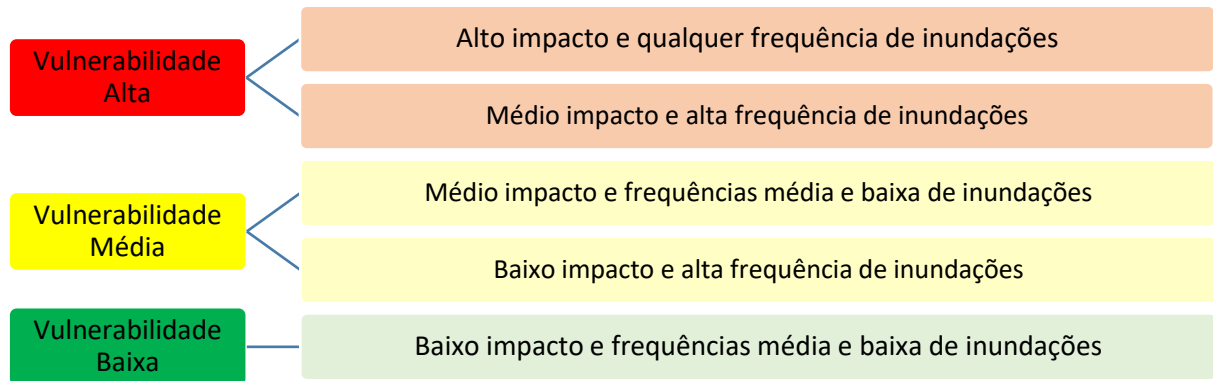


Figura 9.10 – Matriz de vulnerabilidade à inundação. Fonte: ANA (2014).

Conforme ANA (2014), nas Bacias PCJ foram identificados 39 trechos vulneráveis à inundação em 27 cursos d'água, dos quais 2 trechos (5%) foram considerados de alta vulnerabilidade, 19 (49%) de média vulnerabilidade e 18 (46%) de baixa vulnerabilidade. Esses trechos de rios cruzam áreas de 44 municípios. O Quadro 9.11 apresenta os trechos vulneráveis à inundação por sub-bacia, já o Quadro 9.12 apresenta os trechos por zona. A espacialização dos trechos é apresentada no Mapa 9.9.

Os trechos de alta vulnerabilidade compreendem o rio Camanducaia, na porção mineira da sub-bacia do rio Jaguari, que passa pelas áreas urbanas de Camanducaia e Itapeva; e o próprio rio Jaguari, entre os municípios de Extrema e Vargem. Nesses trechos de rios, o impacto associado às inundações é médio (podendo provocar danos razoáveis a serviços essenciais, instalações e obras de infraestrutura públicas e residências), e a frequência de ocorrência é alta.

Em todos os demais trechos mapeados pela ANA (2014) nas Bacias PCJ, o impacto associado às inundações é baixo (compreendendo apenas danos localizados). No entanto, muito são os trechos onde as inundações ocorrem com alta frequência (eventos de inundações graduais observados em um período inferior a cinco anos). Esses trechos são apresentados no Quadro 9.13.

Quadro 9.11 – Rios vulneráveis à inundações graduais, por sub-bacia e município

Sub-bacia	Município	Rio	Frequência	Impacto	Vulnerabilidade	Extensão (km)
Atibaia	Atibaia	Ribeirão Itapetininga	Alta	Baixo	Média	10,79
		Rio Atibaia	Alta	Baixo	Média	4,26
	Bom Jesus Dos Perdões	Rio Atibainha	Alta	Baixo	Média	2,25
	Campinas	Ribeirão das Anhumas	Alta	Baixo	Média	23,30
	Itatiba	Ribeirão Jacaré	Baixa	Baixo	Baixa	17,69
	Joanópolis	Rio da Cachoeira	Baixa	Baixo	Baixa	4,44
	Nazaré Paulista	Rio Atibainha	Alta	Baixo	Média	8,28
	Paulínia	Ribeirão das Anhumas	Alta	Baixo	Média	1,46
	Piracaia	Rio da Cachoeira	Baixa	Baixo	Baixa	26,34
	Valinhos	Ribeirão dos Pinheiros	Alta	Baixo	Média	3,56
Vinhedo	Ribeirão dos Pinheiros	Alta	Baixo	Média	7,29	
Camanducaia	Amparo	Rio Camanducaia ou da Guardinha	Alta	Baixo	Média	18,53
Capivari	Capivari	Rio Capivari	Alta	Baixo	Média	7,38
	Elias Fausto	Rio Capivari	Baixa	Baixo	Baixa	0,69
	Monte Mor	Rio Capivari	Baixa	Baixo	Baixa	12,12
Corumbataí	Corumbataí	Ribeirão Claro	Alta	Baixo	Média	4,47
	Itirapina	Rio Pirapetinga	Baixa	Baixo	Baixa	12,14
	Rio Claro	Ribeirão Claro	Alta	Baixo	Média	31,29
	Santa Gertrudes	Ribeirão Claro	Alta	Baixo	Média	3,08
Jaguari	Amparo	Rio Jaguari	Baixa	Baixo	Baixa	2,12
	Bragança Paulista	Ribeirão Lava-Pés	Alta	Baixo	Média	11,68
	Camanducaia	Rio Camanducaia	Alta	Médio	Alta	34,64
		Rio Jaguari	Alta	Baixo	Média	13,84
	Extrema	Rio Camanducaia	Alta	Baixo	Média	11,08
		Rio Jacareí	Baixa	Baixo	Baixa	1,37
		Rio Jaguari	Alta	Baixo	Média	16,73
Alta			Médio	Alta	9,25	

Sub-bacia	Município	Rio	Frequência	Impacto	Vulnerabilidade	Extensão (km)	
	Holambra	Ribeirão Cachoeira	Baixa	Baixo	Baixa	8,78	
	Itapeva	Rio Camanducaia	Alta	Baixo	Média	3,34	
				Alta	Médio	Alta	3,85
		Sem Nome	Alta	Baixo	Média	17,96	
	Jaguariúna	Rio Jaguari	Baixa	Baixo	Baixa	10,24	
		Ribeirão Cachoeira	Baixa	Baixo	Baixa	1,49	
	Joanópolis	Rio Jacareí	Baixa	Baixo	Baixa	9,84	
	Pedreira	Rio Jaguari	Baixa	Baixo	Baixa	11,64	
	Tuiuti	Ribeirão do Pântano	Baixa	Baixo	Baixa	11,44	
		Ribeirão Passa-três ou Varginha	Baixa	Baixo	Baixa	13,16	
Tuiuti/Morungaba	Rio Jaguari	Baixa	Baixo	Baixa	18,83		
Vargem	Rio Jaguari	Alta	Médio	Alta	11,27		
Jundiá	Atibaia	Rio Jundiá	Baixa	Baixo	Baixa	7,35	
	Campo Limpo Paulista	Rio Jundiá	Baixa	Baixo	Baixa	10,43	
	Indaiatuba	Córrego do Barnabé	Baixa	Baixo	Baixa	8,78	
		Rio Jundiá	Baixa	Baixo	Baixa	0,57	
	Itupeva	Rio Jundiá	Baixa	Baixo	Baixa	15,09	
	Jarinu	Rio Jundiá	Baixa	Baixo	Baixa	4,11	
	Jundiá	Rio Jundiá	Baixa	Baixo	Baixa	6,92	
	Mairiporã	Rio Jundiá	Baixa	Baixo	Baixa	4,60	
	Salto	Córrego do Barnabé	Baixa	Baixo	Baixa	0,85	
Várzea Paulista	Rio Jundiá	Baixa	Baixo	Baixa	5,12		
Piracicaba	Americana	Ribeirão do Quilombo	Alta	Baixo	Média	0,31	
		Ribeirão do Tatu	Baixa	Baixo	Baixa	0,18	
		Ribeirão do Quilombo	Baixa	Baixo	Baixa	5,63	
	Cordeirópolis	Ribeirão do Tatu	Baixa	Baixo	Baixa	12,21	
	Hortolândia	Ribeirão Jacaba	Alta	Baixo	Média	8,63	
	Limeira	Ribeirão do Tatu	Baixa	Baixo	Baixa	20,65	

Sub-bacia	Município	Rio	Frequência	Impacto	Vulnerabilidade	Extensão (km)
	Nova Odessa	Ribeirão do Quilombo	Alta	Baixo	Média	6,04
	Piracicaba	Rio Piracicaba	Alta	Baixo	Média	14,69
	Santa Bárbara D'oeste	Rio dos Toledos	Alta	Baixo	Média	12,89
	Sumaré	Ribeirão do Quilombo	Alta	Baixo	Média	5,31
		Ribeirão Jacaba	Alta	Baixo	Média	2,88
Total						575,15

Fonte: ANA (2014).

Quadro 9.12 - Rios vulneráveis à inundações graduais, por zona e município

Zona	Município	Rio	Frequência	Impacto	Vulnerabilidade	Extensão (km)
Zona 01	Camanducaia	Rio Camanducaia	Alta	Médio	Alta	34,64
		Rio Jaguari	Alta	Baixo	Média	13,84
	Extrema	Rio Camanducaia	Alta	Baixo	Média	11,08
		Rio Jacareí	Baixa	Baixo	Baixa	1,27
		Rio Jaguari	Alta	Baixo	Média	16,73
	Itapeva	Rio Camanducaia	Alta	Baixo	Média	3,34
			Alta	Médio	Alta	3,85
		Sem Nome	Alta	Baixo	Média	17,96
	Vargem	Rio Jaguari	Alta	Médio	Alta	0,39
	Zona 02	Extrema	Rio Jacareí	Baixa	Baixo	Baixa
Rio Jaguari			Alta	Médio	Alta	0,02
Joanópolis		Rio Jacareí	Baixa	Baixo	Baixa	9,84
Vargem		Rio Jaguari	Alta	Médio	Alta	10,87
Zona 03	Bragança Paulista	Ribeirão Lava-Pés	Alta	Baixo	Média	11,68
Zona 04	Amparo	Rio Jaguari	Baixa	Baixo	Baixa	2,12
	Pedreira	Rio Jaguari	Baixa	Baixo	Baixa	4,75
	Tuiuti	Ribeirão do Pântano	Baixa	Baixo	Baixa	11,44

Zona	Município	Rio	Frequência	Impacto	Vulnerabilidade	Extensão (km)
		Ribeirão Passa-Três ou Varginha	Baixa	Baixo	Baixa	13,16
		Rio Jaguari	Baixa	Baixo	Baixa	18,83
Zona 05	Amparo	Rio Camanducaia ou da Guardinha	Alta	Baixo	Média	15,12
Zona 06	Amparo	Rio Camanducaia ou da Guardinha	Alta	Baixo	Média	3,41
Zona 08	Holambra	Ribeirão Cachoeira	Baixa	Baixo	Baixa	8,78
	Jaguariúna	Rio Jaguari	Baixa	Baixo	Baixa	10,24
		Ribeirão Cachoeira	Baixa	Baixo	Baixa	1,49
	Pedreira	Rio Jaguari	Baixa	Baixo	Baixa	6,88
Zona 09	Atibaia	Ribeirão Itapetininga	Alta	Baixo	Média	10,79
		Rio Atibaia	Alta	Baixo	Média	4,26
	Bom Jesus Dos Perdões	Rio Atibainha	Alta	Baixo	Média	2,25
	Joanópolis	Rio da Cachoeira	Baixa	Baixo	Baixa	4,44
	Nazaré Paulista	Rio Atibainha	Alta	Baixo	Média	8,28
	Piracaia	Rio da Cachoeira	Baixa	Baixo	Baixa	26,34
Zona 10	Itatiba	Ribeirão Jacaré	Baixa	Baixo	Baixa	17,69
Zona 11	Valinhos	Ribeirão dos Pinheiros	Alta	Baixo	Média	3,56
	Vinhedo	Ribeirão dos Pinheiros	Alta	Baixo	Média	7,29
Zona 12	Campinas	Ribeirão das Anhumas	Alta	Baixo	Média	23,30
	Paulínia	Ribeirão das Anhumas	Alta	Baixo	Média	1,46
Zona 15	Americana	Ribeirão do Quilombo	Baixa	Baixo	Baixa	0,13
Zona 16	Santa Bárbara D'oeste	Rio dos Toledos	Alta	Baixo	Média	3,78
Zona 18	Corumbataí	Ribeirão Claro	Alta	Baixo	Média	4,47
	Rio Claro	Ribeirão Claro	Alta	Baixo	Média	28,81
Zona 19	Itirapina	Rio Pirapetinga	Baixa	Baixo	Baixa	12,14
Zona 20	Rio Claro	Ribeirão Claro	Alta	Baixo	Média	2,48
	Santa Gertrudes	Ribeirão Claro	Alta	Baixo	Média	3,08
Zona 22	Americana	Ribeirão do Quilombo	Alta	Baixo	Média	0,31
			Baixa	Baixo	Baixa	5,49

Zona	Município	Rio	Frequência	Impacto	Vulnerabilidade	Extensão (km)
		Ribeirão do Tatu	Baixa	Baixo	Baixa	0,18
	Cordeirópolis	Ribeirão do Tatu	Baixa	Baixo	Baixa	12,21
	Hortolândia	Ribeirão Jacaba	Alta	Baixo	Média	8,63
	Limeira	Ribeirão do Tatu	Baixa	Baixo	Baixa	20,65
	Nova Odessa	Ribeirão do Quilombo	Alta	Baixo	Média	6,04
	Piracicaba	Rio Piracicaba	Alta	Baixo	Média	14,69
	Santa Bárbara D'oeste	Rio dos Toledos	Alta	Baixo	Média	9,11
	Sumaré	Ribeirão do Quilombo	Alta	Baixo	Média	5,31
Ribeirão Jacaba		Alta	Baixo	Média	2,88	
Zona 30	Monte Mor	Rio Capivari	Baixa	Baixo	Baixa	0,12
Zona 31	Capivari	Rio Capivari	Alta	Baixo	Média	7,38
	Elias Fausto	Rio Capivari	Baixa	Baixo	Baixa	0,69
	Monte Mor	Rio Capivari	Baixa	Baixo	Baixa	11,99
Zona 33	Atibaia	Rio Jundiaí	Baixa	Baixo	Baixa	7,35
	Jarinu	Rio Jundiaí	Baixa	Baixo	Baixa	4,10
	Mairiporã	Rio Jundiaí	Baixa	Baixo	Baixa	4,60
Zona 34	Campo Limpo Paulista	Rio Jundiaí	Baixa	Baixo	Baixa	10,43
	Jarinu	Rio Jundiaí	Baixa	Baixo	Baixa	0,01
	Jundiaí	Rio Jundiaí	Baixa	Baixo	Baixa	6,92
	Várzea Paulista	Rio Jundiaí	Baixa	Baixo	Baixa	5,12
Zona 37	Indaiatuba	Córrego do Barnabé	Baixa	Baixo	Baixa	8,78
		Rio Jundiaí	Baixa	Baixo	Baixa	0,57
	Itupeva	Rio Jundiaí	Baixa	Baixo	Baixa	15,09
	Salto	Córrego do Barnabé	Baixa	Baixo	Baixa	0,85
Total						575,15

Fonte: ANA (2014).

Quadro 9.13 – Rios com alta frequência de inundações, por sub-bacia e município

Bacia/ Sub-bacia	Município	Rio	Extensão (km)
Atibaia	Atibaia	Ribeirão Itapetininga	10,79
		Rio Atibaia	4,26
	Bom Jesus Dos Perdões	Rio Atibainha	2,25
	Campinas	Ribeirão das Anhumas	23,30
	Nazaré Paulista	Rio Atibainha	8,28
	Paulínia	Ribeirão das Anhumas	1,46
	Valinhos	Ribeirão dos Pinheiros	3,56
	Vinhedo	Ribeirão dos Pinheiros	7,29
Camanducaia	Amparo	Rio Camanducaia ou da Guardinha	18,53
Capivari	Capivari	Rio Capivari	7,38
Corumbataí	Corumbataí	Ribeirão Claro	4,47
	Rio Claro	Ribeirão Claro	31,29
	Santa Gertrudes	Ribeirão Claro	3,08
Jaguari	Bragança Paulista	Ribeirão Lava-Pés	11,68
	Camanducaia	Rio Camanducaia	34,64
		Rio Jaguari	13,84
	Extrema	Rio Camanducaia	11,08
		Rio Jaguari	25,98
	Itapeva	Rio Camanducaia	7,19
		Sem Nome	17,96
	Vargem	Rio Jaguari	11,27
Piracicaba	Americana	Ribeirão do Quilombo	0,31
	Hortolândia	Ribeirão Jacaba	8,63
	Nova Odessa	Ribeirão do Quilombo	6,04
	Piracicaba	Rio Piracicaba	14,69
	Santa Bárbara D'oeste	Rio dos Toledos	12,89
	Sumaré	Ribeirão do Quilombo	5,31
		Ribeirão Jacaba	2,88
Total			310,33

Fonte: ANA (2014).

A Figura 9.11 apresenta um resumo do número de trechos de rios vulneráveis à inundação, por sub-bacia. A sub-bacia do rio Jaguari, apresenta o maior número de trechos inundáveis (15) e a maior extensão (222,5 km). As sub-bacias Atibaia e Piracicaba apresentam, ambas, oito trechos vulneráveis à inundação. Na sub-bacia do rio Atibaia, os oito trechos somam 109,6 km, e na sub-bacia do rio Piracicaba, somam 89,4 km.

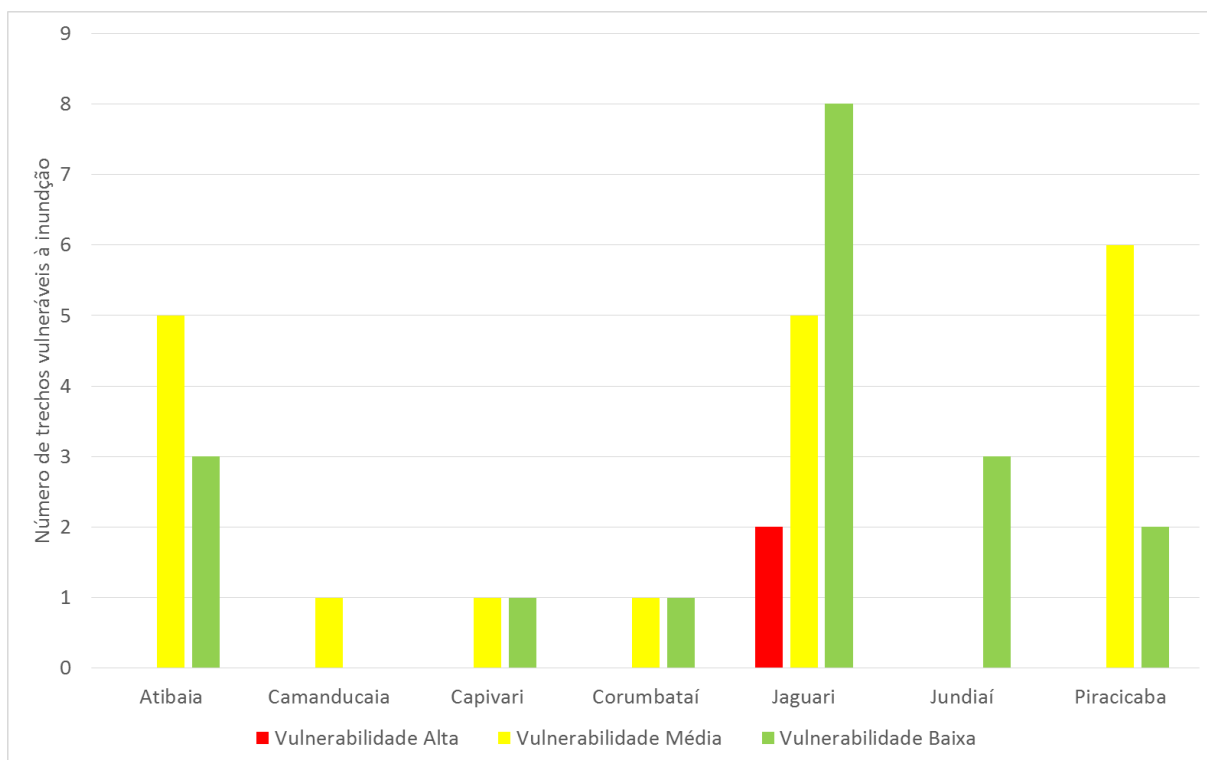


Figura 9.11 – Número de trechos vulneráveis à inundação, por sub-bacia.

Visando complementar as informações da ANA (2014), também foram analisados os dados oriundos da Defesa Civil, constantes no S2ID – Sistema Integrado de Informações sobre Desastres. As informações sobre desastres da Defesa Civil, são discriminadas conforme o tipo de evento ocorrido (Inundação, Enxurrada ou Alagamento) e por município, ou seja, não há informação do local exato ou nome do rio onde ocorreu o evento.

O Quadro 9.14 apresenta, para o período compreendido entre 2003-2016, o nº de ocorrências por tipo de evento, nº de decretos/portarias de situações de emergência (SE) ou de estado de calamidade pública (ECP) e o número de pessoas afetadas, por município.

Quadro 9.14 – Número de ocorrências de desastres de origem hídrica, danos humanos, e número de decretos/portarias por município das Bacias PCJ, entre 2003-2016.

Município	Ocorrências				Pessoas Afetadas	Vítimas Fatais	Decreto SE/ECP
	Inundações	Enxurradas	Alagamentos	Total			
Águas de São Pedro	0	1	0	1	0	0	0
Americana	3	2	2	7	1	0	0
Amparo	1	1	4	6	521	0	1
Analândia	0	1	0	1	0	0	0
Anhembi	0	1	0	1	4	0	0
Atibaia	5	3	7	15	3.327	240	2
Bom Jesus dos Perdões	2	1	0	3	690	0	2
Botucatu	3	0	0	3	35	32	0
Bragança Paulista	2	3	5	10	83	56	1
Cabreúva	3	0	1	4	53	0	0
Camanducaia	5	0	3	8	9.102	0	3
Campinas	12	2	7	21	896	48	0
Campo Limpo Paulista	1	2	0	3	52.668	24	1

Município	Ocorrências				Pessoas Afetadas	Vítimas Fatais	Decreto SE/ECP
	Inundações	Enxurradas	Alagamentos	Total			
Capivari	9	4	2	15	25.893	810	2
Cosmópolis	1	0	0	1	2	0	0
Dois Córregos	0	1	0	1	0	0	1
Extrema	0	1	0	1	5	0	0
Holambra	0	0	1	1	6	5	0
Hortolândia	2	0	5	7	1.153	1.049	0
Indaiatuba	4	1	2	7	173	0	1
Iracemápolis	1	0	0	1	0	0	0
Itapeva	4	5	0	9	1.621	11	3
Itatiba	6	0	0	6	3.258	33	1
Itirapina	0	1	0	1	6	0	1
Itu	1	0	0	1	0	0	0
Itupeva	2	3	2	7	13.576	5	5
Jaguariúna	0	1	1	2	25	0	0
Joanópolis	2	0	0	2	29	4	2
Jundiá	3	2	0	5	287	29	0
Limeira	2	2	1	5	3	1	1
Louveira	1	0	0	1	19	8	0
Mairiporã	2	0	1	3	3	0	0
Moji Mirim	1	2	0	3	16	8	0
Mombuca	1	4	0	5	250	0	4
Monte Alegre do Sul	0	0	1	1	0	0	0
Monte Mor	1	2	0	3	1.429	15	0
Nazaré Paulista	3	0	0	3	21	10	0
Paulínia	1	1	1	3	46	0	0
Pedreira	0	1	1	2	3	0	0
Piracaia	1	3	0	4	996	24	0
Piracicaba	4	2	3	9	31	28	0
Rafard	1	1	0	2	0	0	1
Rio Claro	5	1	4	10	65	21	0
Rio das Pedras	0	1	0	1	5	0	0
Santa Bárbara D`Oeste	2	3	3	8	1.447	244	1
Santa Maria da Serra	0	2	0	2	66	0	1
São Pedro	0	1	0	1	260	0	0
Sapuçaí-Mirim	0	1	0	1	0	0	1
Serra Negra	1	2	1	4	26	0	0
Socorro	0	2	0	2	1.263	20	1
Sumaré	6	4	1	11	14.224	0	1
Tietê	2	1	0	3	25.073	0	1
Torrinha	0	1	0	1	0	0	1
Tuiuti	1	0	0	1	50	0	0
Valinhos	1	1	0	2	2	0	0
Várzea Paulista	2	2	1	5	10	8	0
Vinhedo	1	4	1	6	3	0	0
Total	111	80	61	252	158.725	2.733	39

Fonte: S2ID – Sistema Integrado de Informações sobre Desastres (Defesa Civil).

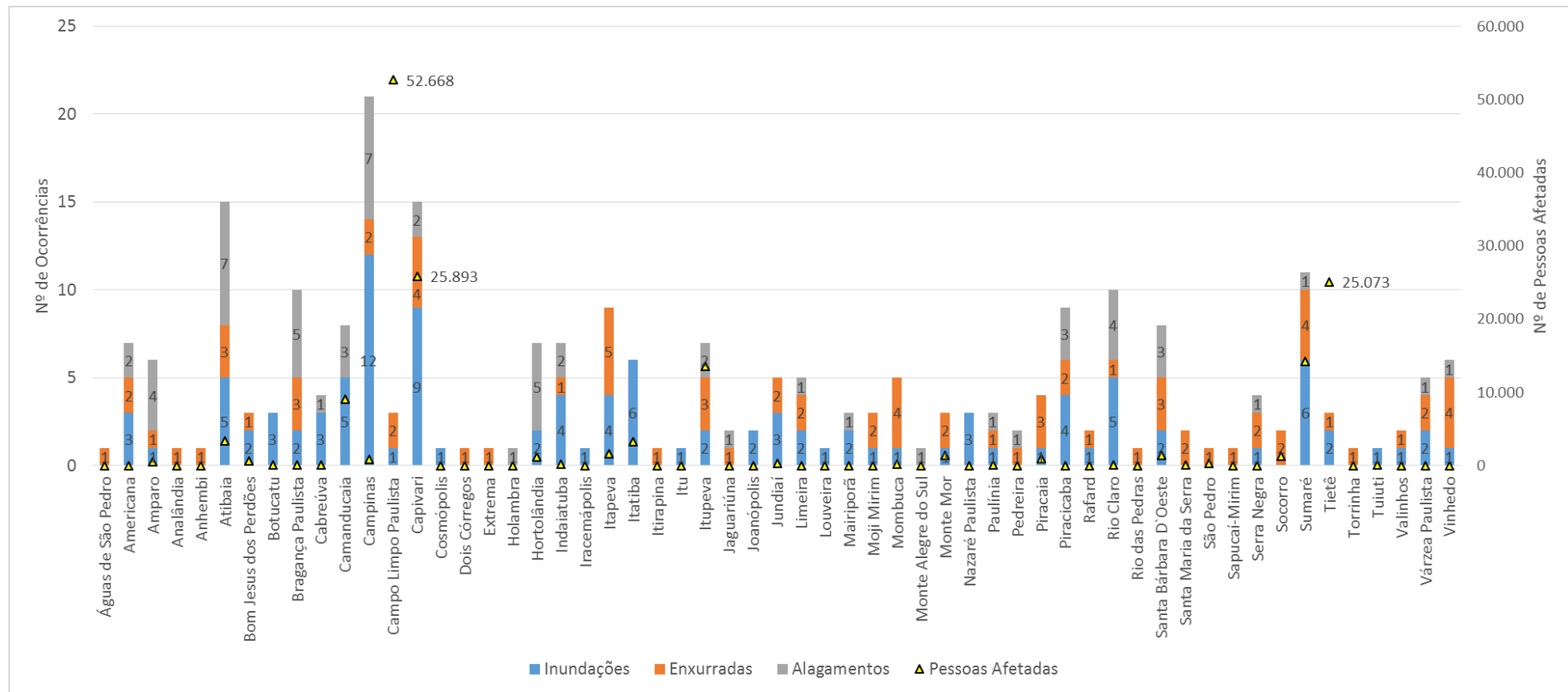


Figura 9.12 - Número de ocorrências de desastres de origem hídrica e danos humanos por município das Bacias PCJ, entre 2003-2016. Fonte: S2ID – Sistema Integrado de Informações sobre Desastres (Defesa Civil).

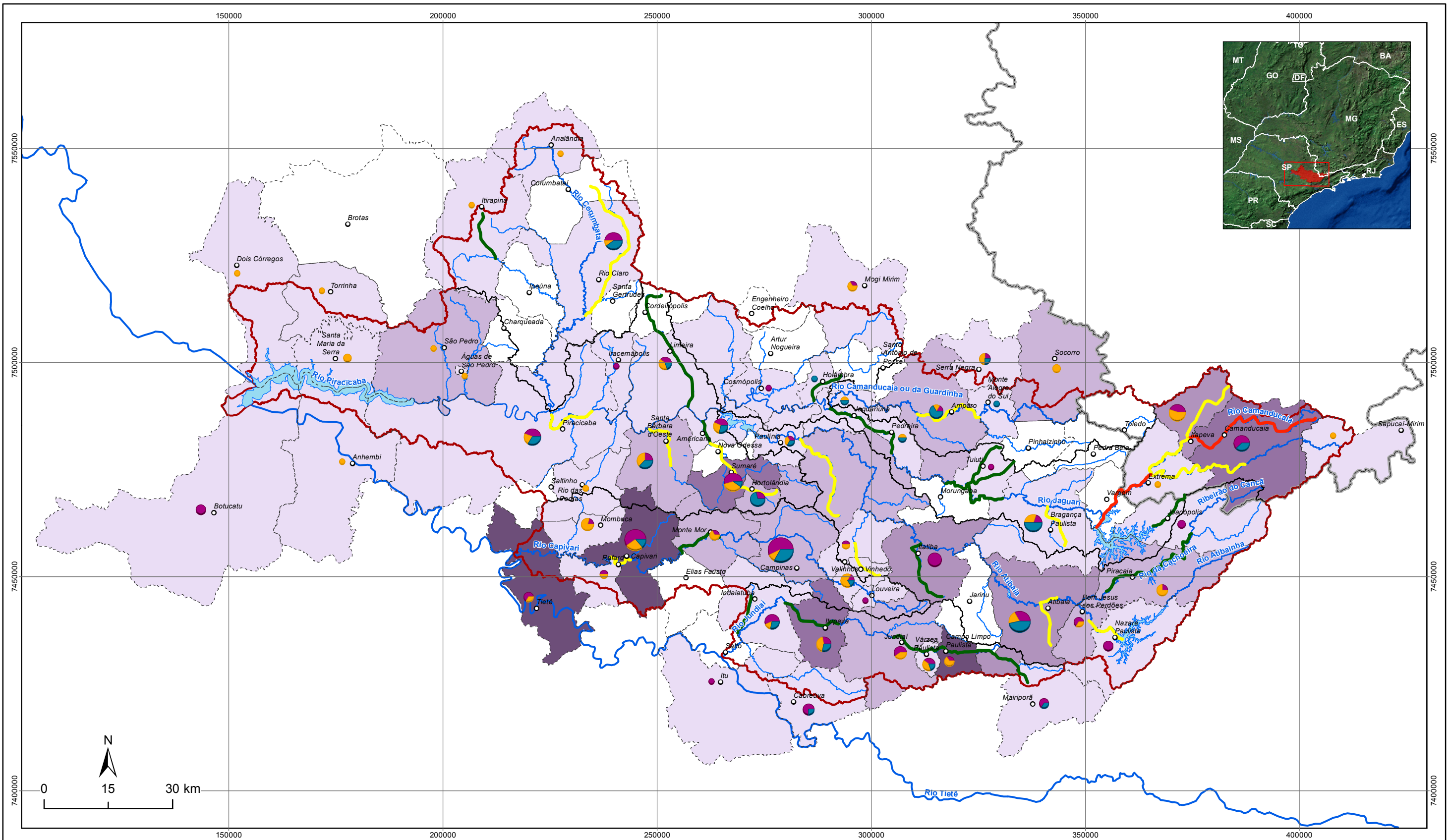
Para melhorar a visualização dos dados, foi elaborado o Mapa 9.9, que especializa e resume as informações da ANA (2014) e da Defesa Civil, conjuntamente.

Com relação às inundações, percebe-se que os municípios com maior ocorrência desses eventos conforme os dados da Defesa Civil são: Campinas (12 ocorrências), seguido por Capivari (09 ocorrências), Sumaré (06 ocorrências), Itatiba (06 ocorrências), Atibaia (05 ocorrências) e Rio Claro (05 ocorrências). Nesses municípios, a ANA (2014) mapeou como trechos vulneráveis à inundação os seguintes rios: Ribeirão das Anhumas (em Campinas); Rio Capivari (em Capivari); Ribeirão do Quilombo e Ribeirão Jacaba (em Sumaré); Ribeirão Jacaré (em Itatiba); Ribeirão Itapetininga, Rio Atibaia e Rio Jundiá (em Atibaia); e Ribeirão Rio Claro (em Rio Claro).

Com relação às enxurradas, os municípios com maior número de ocorrência desses eventos são: Itapeva (05 ocorrências), Capivari, Mombuca, Sumaré e Vinhedo (todos com 04 ocorrências).

Analisando-se os alagamentos, os municípios com maior número de ocorrência são: Atibaia e Campinas (ambos com 07 ocorrências), Bragança Paulista e Hortolândia (ambos com 05 ocorrências).

Verifica-se também que apesar dos municípios Campo Limpo Paulista e Tietê não apresentarem um grande número de ocorrências, o número de pessoas afetadas quando ocorrem inundações e enxurradas é significativo, com mais de 25 mil pessoas afetadas entre 2003 e 2016. Capivari também apresenta significativo número de pessoas afetadas.



LEGENDA

- | | | | |
|--|---|--|--|
| <ul style="list-style-type: none"> ○ Sede municipal — Hidrografia Principal — Represas - - - Limite Municipal ▭ Limite Estadual | <ul style="list-style-type: none"> ⬭ Sub-bacia ⬭ Limite da Bacia PCJ Trechos inundáveis Vulnerabilidade — Baixa — Média — Alta | <p>Eventos extremos de origem hídrica</p> <ul style="list-style-type: none"> ■ Inundações ■ Enxurradas ■ Alagamentos | <p>Pessoas afetadas por eventos extremos de origem hídrica por município</p> <ul style="list-style-type: none"> ■ 0 - 250 ■ 251 - 1.500 ■ 1.501 - 5.000 ■ 5.001 - 20.000 ■ 20.001 - 53.000 |
|--|---|--|--|



DIAGNÓSTICO
PRIMEIRA REVISÃO DO PLANO DAS BACIAS HIDROGRÁFICAS
DOS RIOS PIRACICABA, CAPIVARI E JUNDIAÍ 2010 A 2020



Sistema de Coordenadas UTM
 Datum SIRGAS2000
 Zona 23S
 Escala: 1:875.000

Mapa 9.9 – Trechos de rios vulneráveis à inundação, número de ocorrências de inundação, enxurradas e alagamentos, por município das Bacias PCJ e número de pessoas afetadas

Fonte de dados:
 - Sede municipal: IBGE, 2010
 - Limite estadual: IBGE, 2010
 - Hidrografia: ANA, 2013
 - Limite da bacia: Adaptado de ANA, 2013
 - Trechos vulneráveis à inundação: ANA, 2017
 - Nº de ocorrências e pessoas atingidas: Defesa Civil, 2017

9.4 Poluição Ambiental

Os indicadores e respectivos parâmetros referentes às variáveis de poluição ambiental e ao controle da poluição ambiental utilizados para a análise de ocorrência de poluição, conforme Deliberação CRH 146 de 2012, realizada no atual plano estão listados no Quadro 9.15. Os dados referentes aos anos 2009 a 2016, período de dados selecionado para análise, foram retirados do Banco de Indicadores para Gestão dos Recursos Hídricos do Estado de São Paulo.

Quadro 9.15– Indicadores de poluição ambiental apresentados no Relatório de Situação da Bacia.

Variável	Indicador	Parâmetro
Poluição ambiental	Contaminação Ambiental	Áreas contaminadas em que o contaminante atingiu o solo ou a água. n° de áreas/ano.
		Ocorrência de descarga/derrame de produtos químicos no solo ou na água. n° de ocorrência/ano.
Controle da poluição ambiental	Controle da contaminação ambiental	Proporção de áreas remediadas em relação às áreas contaminadas em que o contaminante atingiu o solo ou a água: %.
		Atendimento a descarga/derrame de produtos químicos no solo ou na água. n° atendimentos/ano.

Fonte: Deliberação CRH 146 de 2012.

Esses parâmetros foram analisados para a região UGRHI 5 como um todo, conforme indicações metodológicas apresentadas no Relatório de Situação, e estão dispostos nas Figura 9.13 e Figura 9.14. Nota-se um aumento no número de áreas contaminadas em que o contaminante atingiu o solo ou a água com o passar dos anos, sendo esse aumento de 4% do ano de 2015 para o ano de 2016 e de 45% de 2009 para 2016. Esse aumento pode ser justificado não apenas pela maior ocorrência de fato, mas também por uma maior fiscalização e número de registros efetuados. Assim como o número de áreas contaminadas, o número de áreas remediadas por ano também aumentou. O número de áreas remediadas foi de 9 áreas remediadas por ano em 2009 para 101 áreas em 2016. Já no caso da quantidade de ocorrências e respectivos atendimentos à descarga/derrame de produtos químicos no solo, percebe-se a diminuição com o passar dos anos analisados.



Figura 9.13 – Número de áreas contaminadas e remediadas na UGRHI 5, dos anos 2009 a 2016.

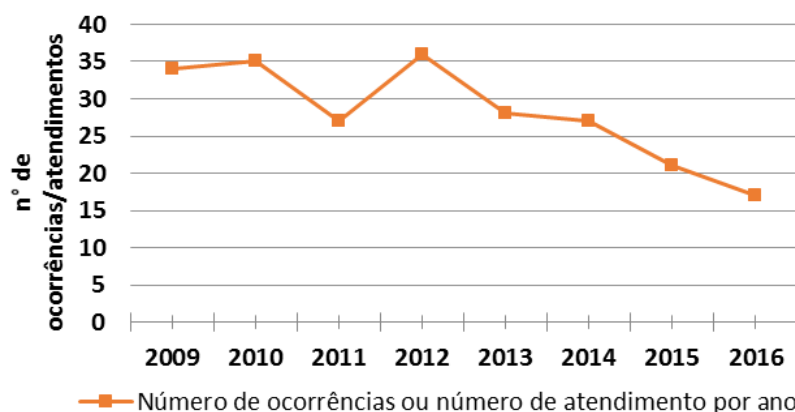


Figura 9.14 – Número de ocorrências/número de atendimentos na UGRHI 5, dos anos 2009 a 2016.

Os dados referentes à essas variáveis também foram analisados por município. Campinas é o município com maior número de áreas contaminadas em que o contaminante atingiu o solo ou a água, para todos os anos analisados. Esses valores ficam em torno de 100 a 150 áreas por ano. Jundiá, Paulínea e Limeira são os que apresentam maior ocorrência de descarga/derrame de produtos químicos no solo, com respectivo atendimento, por ano. Tais valores não são superiores a 10 áreas por ano. Além disso, existem municípios com registros nulos, como: Analândia, Bom Jesus dos Perdões e Pedra Bela. No Quadro 9.16, estão listados os valores referentes ao ano de 2016 para os parâmetros referentes aos indicadores de contaminação e controle da contaminação ambiental. Os municípios não listados não possuíam dados.

Quadro 9.16 Contaminação e controle da contaminação ambiental, por município, no ano de 2016.

Município	Contaminação		Controle da contaminação ambiental	
	Áreas contaminadas em que o contaminante atingiu o solo ou a água: nº de áreas/ano	Ocorrência de descarga/derrame e de produtos químicos no solo ou na água: nº de ocorrências/ ano	Áreas remediadas: nº de áreas/ano	Atendimentos a descarga/derrame de produtos químicos no solo ou na água: nº atendimentos/ano
Águas de São Pedro	3	0	0	0
Americana	27	0	2	0
Amparo	17	1	4	1
Analândia	0	0	0	0
Artur Nogueira	6	0	1	0
Atibaia	23	0	0	0
Bom Jesus dos Perdões	1	0	0	0
Bragança Paulista	17	0	2	0
Campinas	156	1	23	1
Campo Limpo Paulista	7	0	0	0
Capivari	10	0	0	0
Charqueada	2	1	0	1
Cordeirópolis	4	0	1	0
Corumbataí	0	0	0	0
Cosmópolis	10	0	0	0
Elias Fausto	3	0	0	0

Município	Contaminação		Controle da contaminação ambiental	
	Áreas contaminadas em que o contaminante atingiu o solo ou a água: nº de áreas/ano	Ocorrência de descarga/derram e de produtos químicos no solo ou na água: nº de ocorrências/ ano	Áreas remediadas: nº de áreas/ano	Atendimentos a descarga/derrame de produtos químicos no solo ou na água: nº atendimentos/ano
Holambra	4	0	0	0
Hortolândia	14	1	0	1
Indaiatuba	20	0	1	0
Ipeúna	1	1	0	1
Iracemápolis	2	0	0	0
Itatiba	25	0	2	0
Itupeva	6	0	0	0
Jaguariúna	9	0	3	0
Jarinu	2	0	1	0
Joanópolis	0	0	0	0
Jundiá	78	2	13	2
Limeira	47	3	9	3
Louveira	6	0	2	0
Mombuca	0	0	0	0
Monte Alegre do Sul	2	0	2	0
Monte Mor	2	0	1	0
Morungaba	0	0	0	0
Nazaré Paulista	1	0	0	0
Nova Odessa	5	0	0	0
Paulínia	70	2	7	2
Pedra Bela	0	0	0	0
Pedreira	11	0	3	0
Pinhalzinho	2	0	0	0
Piracaia	2	0	0	0
Piracicaba	49	1	11	1
Rafard	3	0	2	0
Rio Claro	29	1	2	1
Rio das Pedras	1	0	0	0
Saltinho	3	0	1	0
Salto	14	1	0	1
Santa Bárbara d'Oeste	16	0	2	0
Santa Gertrudes	4	0	1	0
Santa Maria da Serra	0	1	0	1
Santo Antônio de Posse	3	0	0	0
São Pedro	4	0	0	0
Sumaré	22	1	1	1
Tuiuti	1	0	0	0
Valinhos	20	0	3	0
Vargem	1	0	0	0
Várzea Paulista	10	0	0	0
Vinhedo	9	0	1	0

Fonte: Banco de Indicadores para Gestão dos Recursos Hídricos do Estado de São Paulo.

A CETESB faz um controle ainda maior dessas ocorrências, especificando-as qualitativamente. As agências ambientais dos municípios preenchem formulários mais completos com as seguintes informações de cada área contaminada:

- Coordenada de localização em UTM;
- Etapa do gerenciamento em que se encontra;
- Fontes de contaminação: armazenagem, produção, descarte/disposição, infiltração, manutenção, acidentes, emissões atmosféricas, desconhecida, tratamento de efluentes;
- Meio impactados: solo superficial, subsolo, águas superficiais, águas subterrâneas, sedimentos, ar e biota;
- Contaminantes, como: metais, solventes aromáticos, PAHs, PCBs, metano, fenóis;
- Medidas emergências;
- Medidas de controle institucional;
- Medidas de remediação;
- Medidas de controle de engenharia: adequação de projeto, impermeabilização, pavimentação e outras.

Segundo o Texto Explicativo da Relação de Áreas Contaminadas e Reabilitadas no Estado de São Paulo (CETESB, 2016d), havia um total de 792 áreas contaminadas e reabilitadas na UGRHI 5. Desse total, 50 são referentes à atividades comerciais, 190 à atividades industriais, 30 à resíduos, 518 à postos de combustível e 4 à acidentes/fonte desconhecida/agricultura. Entre os principais contaminantes encontrados, destacam-se aqueles relacionados com as áreas contaminadas por postos de combustíveis. São eles os solventes aromáticos, combustíveis automotivos e PAHs.

Ainda no mesmo documento, a CETESB divide essas 792 áreas conforme classificação estabelecida no Regulamento da Lei 13577/2009 e aprovados pelo Decreto 59.263 de 05 de junho de 2013, sendo: 101 reabilitadas para uso declarado; 193 em processo de remediação; 189 em processo de monitoramento para encerramento; 200 contaminadas sob investigação; 3 contaminadas em processo de reutilização e 106 contaminadas com risco confirmado. No cenário do Estado de São Paulo, as técnicas de remediação implantadas no maior número de áreas com contaminação de água subterrânea são: extração multifásica, bombeamento de tratamento e recuperação de fase livre.

A CETESB também classificou 13 áreas como Áreas Contaminadas Críticas, sendo que a chamada Mansões de Santo Antônio (Concima) no município de Campinas, está localizada na UGRHI 5. Nessa área iniciou-se a construção de um conjunto de apartamento residenciais, pela empresa Concima S.A. construções civis, a qual foi suspensa em 2001 pela CETESB em função da identificação de contaminação da área, principalmente em águas subterrâneas, pela empresa que operava no local anteriormente, a Proquima Produtos Químicos LTDA. Em 2008, celebrou-se um TAC envolvendo a CETESB, Prefeitura de Campinas, Ministério Público e a Concima. No entanto, as responsáveis pela remediação da área são ambas empresas envolvidas: Concima e Proquima.

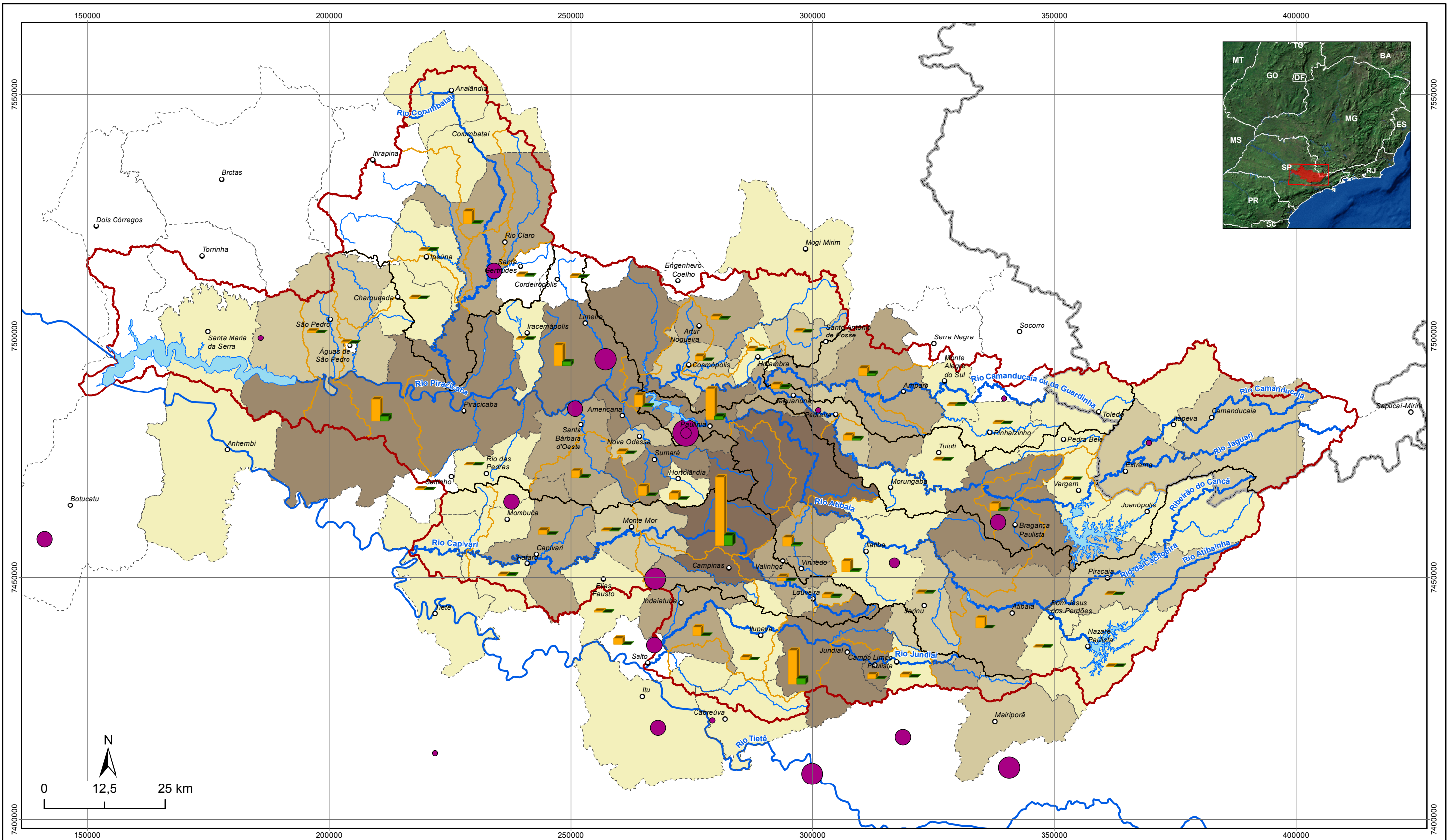
As implicações de poluição ambiental por áreas contaminadas podem atingir tanto os corpos hídricos superficiais quanto subterrâneos, causando danos no ambiente e biota. A população pode estar exposta aos contaminantes, principalmente, por utilização de águas subterrâneas contaminadas captadas para consumo próprio e por utilização para diferentes fins de águas das diferentes porções dos cursos d'água. Os efeitos adversos de contaminantes no ambiente e biota podem ter efeito crônico, decorrentes de repetidas exposições ao contaminante e apresentando efeitos depois de certo período de exposição, ou efeito agudo, manifestando-se de forma súbita em curto período após a exposição.

No caso dos contaminantes provenientes dos produtos de distribuição de postos de combustível – gasolina, diesel, álcool, óleo -, atividade com número mais expressivo de áreas contaminadas na UGHRI 5, foram levantadas algumas implicações relacionadas aos recursos hídricos e efeitos na população:

- Contaminação de aquíferos por vazamento de tanques subterrâneos de armazenamento de combustíveis. Os tanques possuem certa vida útil, que quando ultrapassada compromete a sua função de armazenamento oferecendo alto risco de vazamento. O problema se intensifica quando do uso do aquífero como fonte de abastecimento de água para consumo humano;
- Os hidrocarbonetos mono aromáticos (BTEX), componentes presentes na gasolina, são os primeiros a atingir o lençol freático. Quando ingeridos pelo ser humano podem ser substâncias depressoras do sistema nervoso central e carcinogênicos. (NETTO, P.D., 2000). Assim, um aquífero contaminado se torna impróprio para consumo humano, podendo afetar no abastecimento de água de parte da população;
- Os PAHs, presentes no diesel e óleo lubrificante, apresentam potencial carcinogênico e podem atingir o nível do freático e serem ingeridos pelo ser humano.

Os parâmetros de área contaminada e remediadas em que o contaminante atingiu o solo ou a água foram localizados por município, sem especificação de coordenadas geográficas de cada área, e mapeados em conjunto com os dados do cadastro de cobrança paulista e do CNARH de lançamento de atividades industriais e esgotamento sanitário e dados da CETESB da localização de aterros sanitários (Mapa 9.10). Todas essas atividades caracterizam atividades de poluição ambiental com impacto direto e indireto nos corpos hídricos, comprometendo a qualidade das águas.

No Estado de Minas Gerais, a gestão de áreas contaminadas é de responsabilidade da FEAM. Procede-se o cadastro das áreas com suspeita de contaminação ou contaminadas, de acordo com o que está descrito no Deliberação Normativa COPAM nº 116/2008, que versa sobre a declaração de informações relativas à identificação de áreas suspeitas de contaminação e contaminadas por substâncias químicas no Estado de Minas Gerais. Apresenta-se, nessa deliberação, o Formulário de Cadastro de Áreas Suspeitas de Contaminação ou Contaminadas similar ao da CETESB citado anteriormente. De posse dessas informações qualitativas e quantitativas, é elaborado anualmente o Inventário de Áreas Contaminadas e Reabilitadas em Minas Gerais.



LEGENDA

<ul style="list-style-type: none"> ○ Sede municipal ~ Hidrografia Principal ~ Represas --- Limite Municipal --- Limite Estadual --- Limite de Zonas --- Sub-bacia --- Limite da Bacia PCJ 	<p>Aterro sanitário Volume recebido (ton/dia)</p> <ul style="list-style-type: none"> ● 1,5 - 50,0 ● 50,1 - 100,0 ● 100,1 - 200,0 ● 200,1 - 350,0 ● 350,1 - 2.788,3 	<p>Poluição Ambiental</p> <p>78</p> <ul style="list-style-type: none"> ■ N° Áreas Contaminadas em 2016 ■ N° Áreas remediadas em 2016 	<p>Soma dos lançamentos do saneamento e da indústria por município (m³/s)</p> <ul style="list-style-type: none"> ■ 0,00 - 0,06 ■ 0,07 - 0,20 ■ 0,21 - 0,50 ■ 0,51 - 2,00 ■ 2,01 - 3,29
---	--	---	--



**DIAGNÓSTICO
PRIMEIRA REVISÃO DO PLANO DAS BACIAS HIDROGRÁFICAS
DOS RIOS PIRACICABA, CAPIVARI E JUNDIAÍ 2010 A 2020**



Sistema de Coordenadas UTM
Datum SIRGAS2000
Zona 23S
Escala: 1:775.000

Mapa 9.10 – Número de áreas contaminadas e remediadas, atividades industriais, esgotamento e localização de aterros sanitários

Fonte de dados:
- Sede municipal: IBGE, 2010
- Limite municipal/estadual: IBGE, 2010
- Hidrografia: ANA, 2013
- Limite da bacia: Adaptado de ANA, 2013
- Limite sub-bacia: Adaptado de ANA, 2013
- Aterro sanitário: SNIS, 2016
- Lançamentos do saneamento industrial: Agência, 2016, CNARH, 2016
- Áreas contaminadas: CETESB, 2016

10 AVALIAÇÃO DO PLANO DE BACIA HIDROGRÁFICA

Este capítulo tem por objetivo, proceder uma avaliação do Plano de Recursos Hídricos que está em vigor, no âmbito das bacias PCJ, aprovado pela Deliberação dos Comitês PCJ nº 097/10, de 09/12/2010. Tal avaliação está embasada em três linhas estratégicas de análise:

- Reunião com a Agência das Bacias PCJ e Coordenação da CT-PB para avaliação do Plano;
- Relatórios de acompanhamento da implementação do Plano, elaborados pela Agência das Bacias PCJ; e
- Resultados obtidos neste diagnóstico, em comparação com as metas 2014 e 2020 do Plano.

O Plano de Recursos Hídricos que é objeto de análise é o Plano das Bacias Hidrográficas dos Rios Piracicaba, Capivari e Jundiá 2010 a 2020, com propostas de atualização do Enquadramento dos Corpos d'Água e de Programa para Efetivação do Enquadramento dos Corpos d'Água até o ano de 2035, elaborado entre 2007 e 2010, e aprovado pelos Comitês PCJ em dezembro de 2010, conforme Deliberação já referida.

A reunião entre a equipe técnica da Profill e a Agência das Bacias PCJ para avaliação do Plano 2010 – 2020 ocorreu em 30 de janeiro de 2017, em Piracicaba-SP, na sede da agência. A reunião também contou com a presença da Coordenadora da Câmara Técnica do Plano de Bacia do Comitê PCJ. Também participaram da reunião integrantes da equipe da Ação ECO-Cuencas.

Os relatórios de acompanhamento consultados nesta análise são:

- Monitoramento e avaliação do cumprimento das metas do Plano de Bacia 2010-2020, nas ações relacionadas ao esgotamento sanitário, para o período 2008-2012 – Relatório Final, elaborado pela IRRIGART, em 2013 (IRRIGART, 2013f), fruto do contrato 24/2013 com a Agência das Bacias PCJ.
- Avaliação da implementação do Plano das Bacias PCJ 2010 a 2020 no ano de 2013, elaborado pela Agência das Bacias PCJ, em 2014, no âmbito do Contrato de Gestão com ANA – Relatório de Indicadores (AGÊNCIA PCJ, 2014).
- Monitoramento e acompanhamento das metas do Plano de Bacias 2010-2020, nas ações relacionadas ao esgotamento sanitário para o período de 2015 – Relatório Final, elaborado pela RASA Consultoria, em 2017, sob contratação da Agência das Bacias PCJ (RASA CONSULTORIA, 2017).

Uma primeira avaliação a ser feita aqui, diz respeito ao significado de “avaliar um Plano de Recursos Hídricos”, uma vez que surgem duas linhas de análise:

- Avaliação da efetividade do conteúdo do Plano de Bacia, apontando temas não tratados; e
- Avaliação da efetividade da implementação das ações do Plano de Bacia, apontando o alcance das metas e a execução dos programas de ações e de financiamento.

Conforme será visto a seguir, a avaliação aqui apresentada, para o Plano de Bacia 2010 a 2020, abrange estes dois aspectos. Ressalta-se que na segunda linha de análise, referente a implementação, deve-se avaliar, também, a questão da priorização do atendimento das propostas do Plano, pois percebe-se que os Comitês não seguiram exatamente o que fora priorizado no Plano.

Na reunião com a Agência das Bacias PCJ foram indicados alguns importantes avanços obtidos no processo de elaboração do Plano 2010 – 2020:

- Elaboração da Proposta de Enquadramento e avanços na revisão do modelo de Cobrança pelo uso da água;
- Programa de ações e investimentos com foco no esgotamento sanitário, visando reduzir carga poluidora;
- Utilização de um modelo de qualidade da água, gerando cenários para a bacia, possibilitando a priorização dos investimentos para redução da carga poluidora, configurando uma boa estratégia para tratar deste tema;
- Propostas de atuação no controle de perdas nos sistemas de abastecimento de água; e
- Propostas de metas ambiciosas, tanto na redução da carga poluidora como na redução das perdas.

Percebe-se uma concentração de esforços do Plano 2010 – 2020 na questão do esgotamento sanitário, o que deve evoluir nesta atualização para a temática de reuso da água.

Outro aspecto relevante quanto ao saneamento é que em 2010 a Política Nacional de Saneamento ainda não estava consolidada, de modo que esta revisão do Plano deve promover uma aproximação com os Planos Municipais de Saneamento, pois este é um instrumento que evoluiu muito nos últimos anos.

Quanto as estratégias para redução de cargas poluidoras, conforme já mencionado, foi adotada uma estratégia através da simulação de cenários possíveis e desejáveis, com a avaliação por extensão de trechos de rios não conformes com os padrões do Enquadramento (fora de classe”), indicando a priorização dos investimentos, e orientando o orçamento, para os municípios mais importantes e com maior capacidade de abatimento de cargas. Porém, deve-se reconhecer que há dificuldades em observar as diretrizes estabelecidas no Plano.

Uma dificuldade apontada pela Agência das Bacias PCJ no processo de avaliação do Plano de Bacia é a falta de métricas para monitoramento das metas relativamente a outros temas, principalmente aspectos como florestamento e educação, que são temas objeto de cadernos setoriais na próxima etapa do trabalho. Na conjuntura atual já se verificam avanços no estado de São Paulo em relação a bases oficiais de dados para medições e métricas, como os Relatórios Anuais de Situação.

Assim, deve-se empreender esforços no sentido de incorporar tais métricas e metas aos Relatórios de Gestão, consolidando um método de análise da implementação dos programas de ações. A base de dados para estes indicadores de desempenho e implementação deve estar consolidada nos relatórios de situação, ainda que seja necessário algum aprimoramento nestes documentos para que eles possam cumprir adequadamente este papel.

Outra necessidade apontada neste processo de avaliação do Plano de Bacias é a proposição de instrumentos para o acompanhamento e atualização do Plano, monitorando a observância das prioridades estabelecidas, pela Agência. Mais uma vez, iniciativas em andamento, como o Sistema de Suporte a Decisão (SSD PCJ) e os Relatórios de Situação, já se configuram como importantes avanços nesta direção.

Quanto ao Enquadramento o Plano deve avançar na avaliação da efetividade do Enquadramento para Nutrientes, principalmente Nitrogênio e Fósforo, ainda não suficientemente tratados na edição anterior.

Outro aspecto relativo ao Plano 2010, no que se refere ao Enquadramento, foi o surgimento da Resolução CNRH 91/2008, durante o processo de elaboração do Plano, que trouxe diretrizes sobre como implementar alguns conceitos ao Enquadramento que haviam surgido na Res CONAMA 357/05, como a questão do Programa de Efetivação, que repercute na priorização dos investimentos.

Acontece que na gestão cotidiana, com o financiamento das ações via editais para utilização de recursos da cobrança, nem sempre é possível seguir as diretrizes do Plano. Pois, na tramitação burocrática dos processos, quem conclui primeiro a preparação da documentação acaba recebendo o financiamento, em detrimento de municípios priorizados pelo plano, mas que não foram efetivos do ponto de vista administrativo.

Desse modo, tais editais devem ser revistos, passando a incorporar um critério espacial na seleção dos projetos, guardando maior aderência as diretrizes do Plano de Bacia.

Também devem ser buscadas linhas de financiamento complementares ao Plano, uma vez que o recurso da cobrança é insuficiente para as obras, financiando apenas estudos, planos e projetos. Já houve experiências com o PAC e o REAGUA, mas os resultados não foram totalmente satisfatórios, mais uma vez por falta de métricas para indicadores da implementação.

Este tema do financiamento das obras é uma das questões estudadas pelo projeto ECO-Cuencas, que avalia aspectos de governança para superar a baixa capacidade de endividamento dos municípios, buscando alternativas, incluindo PPPs e Privatização.

Ainda quanto ao financiamento, fica evidente a necessidade do Plano de Bacias dedicar seus esforços financeiros, com recursos da cobrança, ao que vem sendo denominado Orçamento de Gestão (ou orçamento executivo), que trata das ações relacionadas a implementação e ao funcionamento do Sistema de Recursos Hídricos, deixando os Investimentos Associados ao Plano (ou orçamento estratégico), que abrangem as obras de saneamento e infraestrutura, por exemplo, para outras fontes de financiamento.

Nos recentes Planos de Recursos Hídricos do Paranapanema (SP e PR), coordenado pela ANA, e do rio das Velhas (MG), coordenado pela AGB Peixe Vivo, há esta diferenciação entre orçamento de gestão (executivo) e investimentos associados (orçamento estratégico).

Os estudos que a Agência das Bacias PCJ vem realizando para o monitoramento e avaliação da implementação do Plano de Bacias 2010 – 2020, contempla os seguintes temas:

- Avaliação da população residente na bacia.
- Compilação dos dados sobre saneamento: esgotamento sanitário e perdas no abastecimento.
- Análise de consistência dos dados sobre recursos que estão sendo investidos nas bacias.
- Atualização da curva de custos para implantação das obras/serviços para o atendimento das metas previstas para recuperação da qualidade da água.
- Proposição de avaliação baseada em cenário no SSD PCJ.
- Avaliação das Metas do Plano de Bacias 2010 a 2020.

Quanto a projeção de população, o estudo da RASA (2017) compara a população estimada pelo IBGE, para 2014, e a população projetada no prognóstico do Plano de Bacias 2010-2020, para o mesmo ano. O resultado aponta que de um modo geral há uma diferença de 1,3% (aproximadamente 75.000 pessoas) entre as duas estimativas. Percebe-se ainda que esta diferença é bem heterogênea ao longo dos municípios da bacia, alcançando, com frequência, valores da ordem de 20% e 25%, conforme Quadro 10.1.

Quadro 10.1. Comparação entre a população estimada pelo IBGE, para 2014, e população projetada no Plano de Bacias, para o mesmo ano.

Município	População Total 2014 (habitantes)		Variação	
	Estimativa IBGE	Estimativa Plano de Bacias 2010 - 2020	%	Habitantes
Águas de São Pedro	3.073	3.183	-3,46%	-110
Americana	226.970	222.722	1,91%	4.248
Amparo	69.808	65.937	5,87%	3.871
Analândia	4.672	5.013	-6,80%	-341
Artur Nogueira	49.346	48.525	1,69%	821
Atibaia	135.895	129.451	4,98%	6.444
Bom Jesus dos Perdões	22.508	18.851	19,40%	3.657
Bragança Paulista	158.856	151.893	4,58%	6.963
Cabreúva (75%)*	34.373	35.509	-3,20%	-1.137
Camanducaia	21.901	19.569	11,92%	2.332
Campinas	1.154.617	1.138.321	1,43%	16.296
Campo Limpo Paulista	79.982	78.514	1,87%	1.468
Capivari	52.559	46.808	12,29%	5.751
Charqueada	16.268	15.967	1,89%	301
Cordeirópolis	22.945	21.724	5,62%	1.221
Corumbataí	4.027	4.111	-2,04%	-84
Cosmópolis	65.628	60.947	7,68%	4.681
Elias Fausto	16.926	15.330	10,41%	1.596
Extrema	32.402	28.955	11,90%	3.447
Holambra	13.046	10.411	25,31%	2.635
Hortolândia	212.527	247.736	-14,21%	-35.209
Indaiatuba	226.602	212.210	6,78%	14.392
Ipeúna	6.778	5.871	15,45%	907
Iracemópolis	22.191	20.262	9,52%	1.929
Itapeva	9.338	8.188	14,04%	1.150
Itatiba	111.620	103.814	7,52%	7.806
Itupeva	52.627	50.427	4,36%	2.200
Jaguariúna	50.719	42.166	20,28%	8.553
Jarinu	26.921	24.802	8,54%	2.119
Joanópolis	12.610	10.999	14,65%	1.611
Jundiá	397.965	368.240	8,07%	29.725
Limeira	294.128	302.142	-2,65%	-8.014
Louveira	42.796	35.376	20,97%	7.420
Mairiporã (11%)*	9.969	9.775	1,98%	194
Mombuca	3.426	3.465	-1,13%	-39
Monte Alegre do Sul	7.665	7.845	-2,29%	-180
Monte Mor	54.462	50.142	8,62%	4.320
Morungaba	12.779	13.532	-5,56%	-753
Nazaré Paulista	17.625	14.846	18,72%	2.779
Nova Odessa	56.008	49.498	13,15%	6.510
Paulínia	95.221	100.692	-5,43%	-5.471
Pedra Bela	6.027	6.120	-1,52%	-93
Pedreira	45.052	42.075	7,08%	2.977
Pinhalzinho	14.247	12.967	9,87%	1.280

Município	População Total 2014 (habitantes)		Variação	
	Estimativa IBGE	Estimativa Plano de Bacias 2010 - 2020	%	Habitantes
Piracaia	26.532	22.176	19,64%	4.356
Piracicaba (96%)*	372.876	407.407	-8,48%	-34.531
Rafard	8.979	8.140	10,31%	839
Rio Claro	198.413	195.928	1,27%	2.485
Rio das Pedras	32.489	31.174	4,22%	1.315
Saltinho	7.714	7.721	-0,09%	-7
Salto	113.127	115.022	-1,65%	-1.895
Santa Bárbara d'Oeste	189.233	204.648	-7,53%	-15.415
Santa Gertrudes	24.172	22.111	9,32%	2.061
Santa Maria da Serra	5.840	6.496	-10,10%	-656
Santo Antônio de Posse	22.176	21.928	1,13%	248
São Pedro	33.966	32.426	4,75%	1.540
Sumaré	262.308	275.377	-4,75%	-13.069
Toledo	6.066	6.417	-5,47%	-351
Tuiuti	6.452	6.953	-7,21%	-501
Valinhos	118.312	111.469	6,14%	6.843
Vargem	9.704	6.849	41,68%	2.855
Várzea Paulista	115.403	110.901	4,06%	4.502
Vinhedo	71.217	67.455	5,58%	3.762
TOTAL	5.600.083	5.525.529	1,35%	74.554

* Os valores entre parênteses "(xx,x%)", referem-se ao percentual da população total município no pertencente às bacias PCJ.

Fonte: Monitoramento e acompanhamento das metas do Plano de Bacias 2010-2020, nas ações relacionadas ao esgotamento sanitário para o período de 2015 – Relatório Final (RASA, 2017)

Para a atualização dos dados de saneamento e sua comparação com as metas do Plano, optou-se por trabalhar com os resultados do diagnóstico desta atualização do Plano de Bacias, ainda que os estudos da Agência apresentem as mesmas informações.

A seguir apresenta-se o Quadro 10.2 com os dados dos índices de coleta e tratamento (em relação ao gerado) de esgotos sanitários, e ainda os índices de eficiência na remoção de DBO.

São apresentados os dados do diagnóstico do plano anterior (2010 - 2020) e o atualizado neste diagnóstico, comparando a evolução no período entre 2010 e 2015. No mesmo quadro, apresentam-se as metas, para 2014 e 2020, do Plano de Bacias, aprovado pela Deliberação dos Comitês PCJ nº 097/10, para o Cenário Desejado.

No Plano de Bacias 2010 – 2020 foram desenhados dois cenários de Metas: Possível e Desejado. Em ambos se partiu de valores de referência para as três variáveis (índices de coleta, de tratamento e de eficiência), alocando-se recursos financeiros e buscado observar os índices que eram possíveis de alcançar nos dois horizontes temporais 2014 e 2020. Conforme já exposto, Quadro 10.2 apresenta os valores das metas para o Cenário Desejado, indicando os índices alcançados com os investimentos previstos.

O Quadro 10.3 compara os valores do diagnóstico, com as metas propostas indicando o atendimento, ou não, das mesmas. Um resumo do resultado, totalizando-os por municípios é apresentado no Quadro 10.4. Os gráficos de pizza ilustram o resultado.

Quadro 10.2. Dados de Saneamento – Esgotamento Sanitário – e metas do Plano, por município.

Municípios	Atual - Ano Base 2017				Cobrape (2010) - Ano Base 2008				Meta 2014				Meta 2020			
	Coleta	Tratamento	Eficiência remoção de DBO	Remoção de DBO	Coleta	Tratamento	Eficiência remoção de DBO	Remoção de DBO	Coleta	Tratamento	Eficiência remoção de DBO	Remoção de DBO	Coleta	Tratamento	Eficiência remoção de DBO	Remoção de DBO
Águas de São Pedro	97%	97%	85%	82%	100%	0%	0%	0%	81%	77%	80%	62%	71%	68%	85%	58%
Americana	98%	83%	49%	41%	95%	81%	55%	44%	90%	86%	80%	69%	95%	95%	85%	81%
Amparo	95%	67%	80%	53%	89%	0%	0%	0%	90%	86%	80%	69%	95%	95%	85%	81%
Analândia	93%	93%	75%	70%	94%	0%	0%	0%	78%	39%	80%	31%	66%	33%	85%	28%
Artur Nogueira	97%	34%	98%	33%	100%	0%	0%	0%	90%	86%	80%	69%	95%	95%	85%	81%
Atibaia	65%	42%	88%	37%	67%	20%	90%	18%	90%	86%	90%	77%	95%	95%	85%	81%
Bom Jesus dos Perdões	84%	0%	NA	NA	75%	0%	0%	0%	90%	86%	80%	69%	82%	78%	85%	66%
Bragança Paulista	87%	87%	97%	84%	86%	0%	0%	0%	90%	86%	80%	69%	95%	90%	85%	77%
Cabreúva	80%	80%	95%	76%	59%	57%	52%	29%	90%	90%	80%	72%	95%	95%	85%	81%
Camanducaia	78%	0%	NA	NA	0%	0%	0%	0%	90%	86%	80%	69%	87%	83%	85%	71%
Campinas	79%	68%	90%	61%	88%	57%	86%	49%	90%	86%	86%	74%	95%	95%	85%	81%
Campo Limpo Paulista	70%	67%	95%	64%	54%	0%	0%	0%	90%	90%	80%	72%	95%	95%	85%	81%
Capivari	96%	29%	90%	26%	93%	30%	84%	25%	85%	27%	84%	23%	76%	25%	84%	21%
Charqueada	87%	83%	81%	67%	85%	68%	80%	54%	76%	73%	80%	58%	68%	65%	85%	55%
Cordeirópolis	99%	0%	NA	NA	82%	0%	0%	0%	74%	0%	0%	0%	67%	0%	0%	0%
Corumbataí	97%	97%	85%	82%	100%	100%	80%	80%	84%	84%	80%	67%	76%	76%	80%	61%
Cosmópolis	94%	0%	NA	NA	82%	0%	0%	0%	90%	86%	80%	69%	95%	95%	85%	81%
Dois Córregos	98%	98%	80%	78%	NC	NC	NC	NC	90%	86%	80%	69%	95%	95%	85%	81%
Elias Fausto	93%	93%	95%	88%	92%	92%	89%	82%	83%	83%	89%	74%	76%	76%	89%	68%
Extrema	78%	46%	80%	37%	89%	0%	0%	0%	90%	86%	80%	69%	85%	8%	85%	7%
Holambra	95%	95%	80%	76%	91%	91%	75%	68%	76%	76%	80%	61%	70%	70%	75%	53%
Hortolândia	86%	86%	94%	81%	9%	0%	0%	0%	38%	38%	80%	30%	34%	34%	85%	29%
Indaiatuba	96%	87%	90%	78%	96%	10%	81%	8%	90%	86%	8%	7%	95%	95%	85%	81%
Ipeúna	94%	94%	80%	75%	96%	92%	58%	53%	90%	80%	58%	46%	95%	73%	58%	42%
Iracemápolis	100%	100%	68%	68%	100%	100%	85%	85%	90%	90%	85%	77%	84%	84%	85%	71%
Itapeva	96%	0%	NA	NA	49%	0%	0%	0%	45%	0%	0%	0%	40%	0%	0%	0%
Itatiba	95%	95%	83%	79%	70%	70%	80%	56%	90%	90%	80%	72%	80%	80%	85%	68%

Municípios	Atual - Ano Base 2017				Cobrape (2010) - Ano Base 2008				Meta 2014				Meta 2020			
	Coleta	Tratamento	Eficiência remoção de DBO	Remoção de DBO	Coleta	Tratamento	Eficiência remoção de DBO	Remoção de DBO	Coleta	Tratamento	Eficiência remoção de DBO	Remoção de DBO	Coleta	Tratamento	Eficiência remoção de DBO	Remoção de DBO
Itirapina	95%	95%	89%	85%	NC	NC	NC	NC	90%	86%	80%	69%	95%	95%	85%	81%
Itupeva	95%	93%	94%	87%	80%	0%	0%	0%	59%	56%	80%	45%	51%	49%	85%	42%
Jaguariúna	90%	61%	85%	52%	95%	33%	99%	33%	90%	86%	90%	77%	95%	95%	85%	81%
Jarinu	28%	28%	94%	27%	18%	18%	79%	14%	90%	86%	80%	69%	95%	95%	85%	81%
Joanópolis	90%	90%	87%	78%	54%	52%	78%	40%	90%	90%	80%	72%	95%	95%	85%	81%
Jundiá	98%	98%	95%	93%	98%	98%	95%	93%	91%	91%	95%	86%	95%	95%	85%	81%
Limeira	100%	100%	51%	51%	100%	56%	44%	25%	92%	86%	80%	69%	95%	95%	85%	81%
Louveira	70%	70%	90%	63%	90%	0%	0%	0%	77%	0%	0%	0%	70%	0%	0%	0%
Mairiporã	35%	26%	75%	20%	57%	35%	85%	30%	90%	86%	85%	73%	95%	90%	85%	77%
Mogi Mirim	99%	64%	98%	63%	NC	NC	NC	NC	90%	86%	80%	69%	95%	95%	85%	81%
Mombuca	95%	95%	67%	64%	90%	90%	63%	57%	80%	80%	63%	50%	74%	74%	63%	47%
Monte Alegre do Sul	77%	0%	NA	NA	40%	1%	80%	1%	83%	0%	0%	0%	75%	0%	0%	0%
Monte Mor	63%	63%	90%	57%	82%	82%	83%	68%	90%	90%	80%	72%	95%	95%	85%	81%
Morungaba	93%	93%	93%	86%	92%	0%	0%	0%	90%	87%	83%	72%	95%	90%	85%	77%
Nazaré paulista	73%	73%	90%	65%	46%	28%	84%	23%	90%	90%	84%	76%	95%	95%	85%	81%
Nova Odessa	97%	97%	90%	87%	90%	6%	100%	6%	90%	86%	100%	86%	95%	95%	90%	86%
Paulínia	96%	93%	95%	89%	90%	86%	80%	68%	7%	7%	80%	6%	64%	64%	85%	54%
Pedra Bela	82%	0%	NA	NA	94%	0%	0%	0%	90%	86%	80%	69%	95%	90%	85%	77%
Pedreira	98%	98%	78%	76%	97%	0%	0%	0%	89%	86%	80%	69%	95%	95%	85%	81%
Pinhalzinho	87%	87%	80%	69%	80%	68%	86%	58%	90%	90%	86%	77%	95%	95%	85%	81%
Piracaia	82%	82%	64%	52%	41%	12%	96%	12%	90%	90%	96%	86%	95%	95%	85%	81%
Piracicaba	100%	100%	94%	94%	98%	34%	80%	27%	90%	86%	80%	69%	92%	92%	85%	78%
Rafard	98%	0%	NA	NA	90%	9%	80%	7%	90%	34%	80%	27%	95%	33%	85%	28%
Rio Claro	100%	98%	88%	86%	99%	30%	80%	24%	94%	86%	80%	69%	95%	95%	85%	81%
Rio das Pedras	96%	0%	NA	NA	99%	0%	0%	0%	90%	0%	0%	0%	90%	0%	0%	0%
Saltinho	99%	99%	80%	79%	19%	0%	0%	0%	84%	84%	90%	76%	73%	73%	90%	66%
Salto	90%	68%	96%	66%	90%	45%	95%	43%	89%	62%	84%	52%	80%	56%	84%	47%
Santa Bárbara d'Oeste	100%	54%	91%	49%	96%	96%	90%	86%	86%	53%	95%	50%	95%	95%	85%	81%
Santa Gertrudes	100%	99%	86%	85%	98%	69%	84%	58%	88%	59%	80%	47%	81%	54%	85%	46%

Municípios	Atual - Ano Base 2017				Cobrape (2010) - Ano Base 2008				Meta 2014				Meta 2020			
	Coleta	Tratamento	Eficiência remoção de DBO	Remoção de DBO	Coleta	Tratamento	Eficiência remoção de DBO	Remoção de DBO	Coleta	Tratamento	Eficiência remoção de DBO	Remoção de DBO	Coleta	Tratamento	Eficiência remoção de DBO	Remoção de DBO
Santa Maria da Serra	100%	100%	40%	40%	100%	0%	0%	0%	82%	82%	80%	66%	71%	7%	80%	6%
Santo Antônio de Posse	80%	80%	50%	40%	95%	0%	0%	0%	46%	46%	90%	41%	43%	43%	90%	39%
São Pedro	97%	12%	82%	10%	100%	100%	80%	80%	83%	4%	80%	3%	75%	4%	85%	3%
Sapucaí-Mirim	94%	0%	NA	NA	NC	NC	NC	NC	90%	86%	80%	69%	95%	95%	85%	81%
Socorro	88%	87%	95%	83%	NC	NC	NC	NC	90%	86%	80%	69%	95%	95%	85%	81%
Sumaré	95%	27%	82%	22%	88%	9%	98%	9%	90%	86%	98%	84%	95%	95%	85%	81%
Toledo	96%	0%	NA	NA	86%	0%	0%	0%	73%	0%	0%	0%	62%	0%	0%	0%
Torrinha	100%	100%	80%	80%	NC	NC	NC	NC	90%	86%	80%	69%	95%	95%	85%	81%
Tuiuti	44%	0%	NA	NA	35%	0%	0%	0%	29%	0%	0%	0%	24%	0%	0%	0%
Valinhos	90%	90%	92%	83%	85%	85%	92%	78%	90%	86%	90%	77%	86%	82%	85%	70%
Vargem	71%	71%	95%	68%	68%	0%	0%	0%	90%	90%	80%	72%	95%	95%	85%	81%
Várzea Paulista	91%	91%	95%	87%	68%	0%	0%	0%	90%	90%	80%	72%	95%	95%	85%	81%
Vinhedo	85%	85%	92%	78%	92%	55%	95%	52%	90%	86%	95%	82%	95%	95%	85%	81%

Tratamento – índice de tratamento em relação ao esgoto gerado.

NA – Não Aplicável (Tratamento = 0%, não aplicável o conceito de Eficiência)

NC – Não Considerado no Plano de Bacias 2010 – 2020 (Para estes as Metas 2014 e 2020 são as de referência para as Bacias PCJ)

Quadro 10.3. Avaliação do Alcance das Metas do Plano de Bacias 2010 – 2020 para Esgotamento Sanitário.

Municípios	Alcance das metas de 2014				Alcance das metas de 2020			
	Coleta	Tratamento	Eficiência remoção de DBO	Remoção de DBO	Coleta	Tratamento	Eficiência remoção de DBO	Remoção de DBO
Águas de São Pedro	Atende	Atende	Atende	Atende	Atende	Atende	Atende	Atende
Americana	Atende	Não Atende	Não Atende	Não Atende	Atende	Não Atende	Não Atende	Não Atende
Amparo	Atende	Não Atende	Atende	Não Atende	Atende	Não Atende	Não Atende	Não Atende
Analândia	Atende	Atende	Não Atende	Atende	Atende	Atende	Não Atende	Atende
Artur Nogueira	Atende	Não Atende	Atende	Não Atende	Atende	Não Atende	Atende	Não Atende
Atibaia	Não Atende	Não Atende	Não Atende	Não Atende	Não Atende	Não Atende	Atende	Não Atende
Bom Jesus dos Perdões	Não Atende	Não Atende	Atende	Atende	Atende	Não Atende	Atende	Atende
Bragança Paulista	Não Atende	Atende	Atende	Atende	Não Atende	Não Atende	Atende	Atende
Cabreúva	Não Atende	Não Atende	Atende	Atende	Não Atende	Não Atende	Atende	Não Atende
Camanducaia	Não Atende	Não Atende	Atende	Atende	Não Atende	Não Atende	Atende	Atende
Campinas	Não Atende	Não Atende	Atende	Não Atende	Não Atende	Não Atende	Atende	Não Atende
Campo Limpo Paulista	Não Atende	Não Atende	Atende	Não Atende	Não Atende	Não Atende	Atende	Não Atende
Capivari	Atende	Atende	Atende	Atende	Atende	Atende	Atende	Atende
Charqueada	Atende	Atende	Atende	Atende	Atende	Atende	Não Atende	Atende
Cordeirópolis	Atende	Atende	Atende	Atende	Atende	Atende	Atende	Atende
Corumbataí	Atende	Atende	Atende	Atende	Atende	Atende	Atende	Atende
Cosmópolis	Atende	Não Atende	Atende	Atende	Não Atende	Não Atende	Atende	Atende
Dois Córregos	Atende	Atende	Atende	Atende	Atende	Atende	Não Atende	Não Atende
Elias Fausto	Atende	Atende	Atende	Atende	Atende	Atende	Atende	Atende
Extrema	Não Atende	Não Atende	Atende	Não Atende	Não Atende	Atende	Não Atende	Atende
Holambra	Atende	Atende	Atende	Atende	Atende	Atende	Atende	Atende
Hortolândia	Atende	Atende	Atende	Atende	Atende	Atende	Atende	Atende
Indaiatuba	Atende	Atende	Atende	Atende	Atende	Não Atende	Atende	Não Atende
Ipeúna	Atende	Atende	Atende	Atende	Não Atende	Atende	Atende	Atende
Iracemápolis	Atende	Atende	Não Atende	Não Atende	Atende	Atende	Não Atende	Não Atende
Itapeva	Atende	Atende	Atende	Atende	Atende	Atende	Atende	Atende
Itatiba	Atende	Atende	Atende	Atende	Atende	Atende	Não Atende	Atende
Itirapina	Atende	Atende	Atende	Atende	Atende	Atende	Atende	Atende

Municípios	Alcance das metas de 2014				Alcance das metas de 2020			
	Coleta	Tratamento	Eficiência remoção de DBO	Remoção de DBO	Coleta	Tratamento	Eficiência remoção de DBO	Remoção de DBO
Itupeva	Atende	Atende	Atende	Atende	Atende	Atende	Atende	Atende
Jaguariúna	Atende	Não Atende	Não Atende	Não Atende	Não Atende	Não Atende	Atende	Não Atende
Jarinu	Não Atende	Não Atende	Atende	Não Atende	Não Atende	Não Atende	Atende	Não Atende
Joanópolis	Não Atende	Não Atende	Atende	Atende	Não Atende	Não Atende	Atende	Não Atende
Jundiá	Atende	Atende	Atende	Atende	Atende	Atende	Atende	Atende
Limeira	Atende	Atende	Não Atende	Não Atende	Atende	Atende	Não Atende	Não Atende
Louveira	Não Atende	Atende	Atende	Atende	Atende	Atende	Atende	Atende
Mairiporã	Não Atende	Não Atende	Não Atende	Não Atende	Não Atende	Não Atende	Não Atende	Não Atende
Mogi Mirim	Atende	Não Atende	Atende	Não Atende	Atende	Não Atende	Atende	Não Atende
Mombuca	Atende	Atende	Atende	Atende	Atende	Atende	Atende	Atende
Monte Alegre do Sul	Não Atende	Atende	Atende	Atende	Atende	Atende	Atende	Atende
Monte Mor	Não Atende	Não Atende	Atende	Não Atende	Não Atende	Não Atende	Atende	Não Atende
Morungaba	Atende	Atende	Atende	Atende	Não Atende	Atende	Atende	Atende
Nazaré paulista	Não Atende	Não Atende	Atende	Não Atende	Não Atende	Não Atende	Atende	Não Atende
Nova Odessa	Atende	Atende	Não Atende	Atende	Atende	Atende	Atende	Atende
Paulínia	Atende	Atende	Atende	Atende	Atende	Atende	Atende	Atende
Pedra Bela	Não Atende	Não Atende	Atende	Atende	Não Atende	Não Atende	Atende	Atende
Pedreira	Atende	Atende	Não Atende	Atende	Atende	Atende	Não Atende	Não Atende
Pinhalzinho	Não Atende	Não Atende	Não Atende	Não Atende	Não Atende	Não Atende	Não Atende	Não Atende
Piracaia	Não Atende	Não Atende	Não Atende	Não Atende	Não Atende	Não Atende	Não Atende	Não Atende
Piracicaba	Atende	Atende	Atende	Atende	Atende	Atende	Atende	Atende
Rafard	Atende	Não Atende	Atende	Atende	Atende	Não Atende	Atende	Atende
Rio Claro	Atende	Atende	Atende	Atende	Atende	Atende	Atende	Atende
Rio das Pedras	Atende	Atende	Atende	Atende	Atende	Atende	Atende	Atende
Saltinho	Atende	Atende	Não Atende	Atende	Atende	Atende	Não Atende	Atende
Salto	Atende	Atende	Atende	Atende	Atende	Atende	Atende	Atende
Santa Bárbara d'Oeste	Atende	Atende	Não Atende	Não Atende	Atende	Não Atende	Atende	Não Atende
Santa Gertrudes	Atende	Atende	Atende	Atende	Atende	Atende	Atende	Atende
Santa Maria da Serra	Atende	Atende	Não Atende	Não Atende	Atende	Atende	Não Atende	Atende

Municípios	Alcance das metas de 2014				Alcance das metas de 2020			
	Coleta	Tratamento	Eficiência remoção de DBO	Remoção de DBO	Coleta	Tratamento	Eficiência remoção de DBO	Remoção de DBO
Santo Antônio de Posse	Atende	Atende	Não Atende	Atende	Atende	Atende	Não Atende	Atende
São Pedro	Atende	Atende	Atende	Atende	Atende	Atende	Não Atende	Atende
Sapucai-Mirim	Atende	Não Atende	Atende	Atende	Não Atende	Não Atende	Atende	Atende
Socorro	Não Atende	Atende	Atende	Atende	Não Atende	Não Atende	Atende	Atende
Sumaré	Atende	Não Atende	Não Atende	Não Atende	Atende	Não Atende	Não Atende	Não Atende
Toledo	Atende	Atende	Atende	Atende	Atende	Atende	Atende	Atende
Torrinha	Atende	Atende	Atende	Atende	Atende	Atende	Não Atende	Não Atende
Tuiuti	Atende	Atende	Atende	Atende	Atende	Atende	Atende	Atende
Valinhos	Atende	Atende	Atende	Atende	Atende	Atende	Atende	Atende
Vargem	Não Atende	Não Atende	Atende	Não Atende	Não Atende	Não Atende	Atende	Não Atende
Várzea Paulista	Atende	Atende	Atende	Atende	Não Atende	Não Atende	Atende	Atende
Vinhedo	Não Atende	Não Atende	Não Atende	Não Atende	Não Atende	Não Atende	Atende	Não Atende

Quadro 10.4. Resumo dos resultados das avaliações de alcance das metas de esgotamento sanitário.

Ano	2014				2020			
Indicador	Coleta	Tratamento	Eficiência remoção de DBO	Remoção de DBO	Coleta	Tratamento	Eficiência remoção de DBO	Remoção de DBO
Atende a Meta	48	43	52	47	45	39	50	43
	70%	62%	75%	68%	65%	57%	72%	62%
Não atende a Meta	21	26	17	22	24	30	19	26
	30%	38%	25%	32%	35%	43%	28%	38%

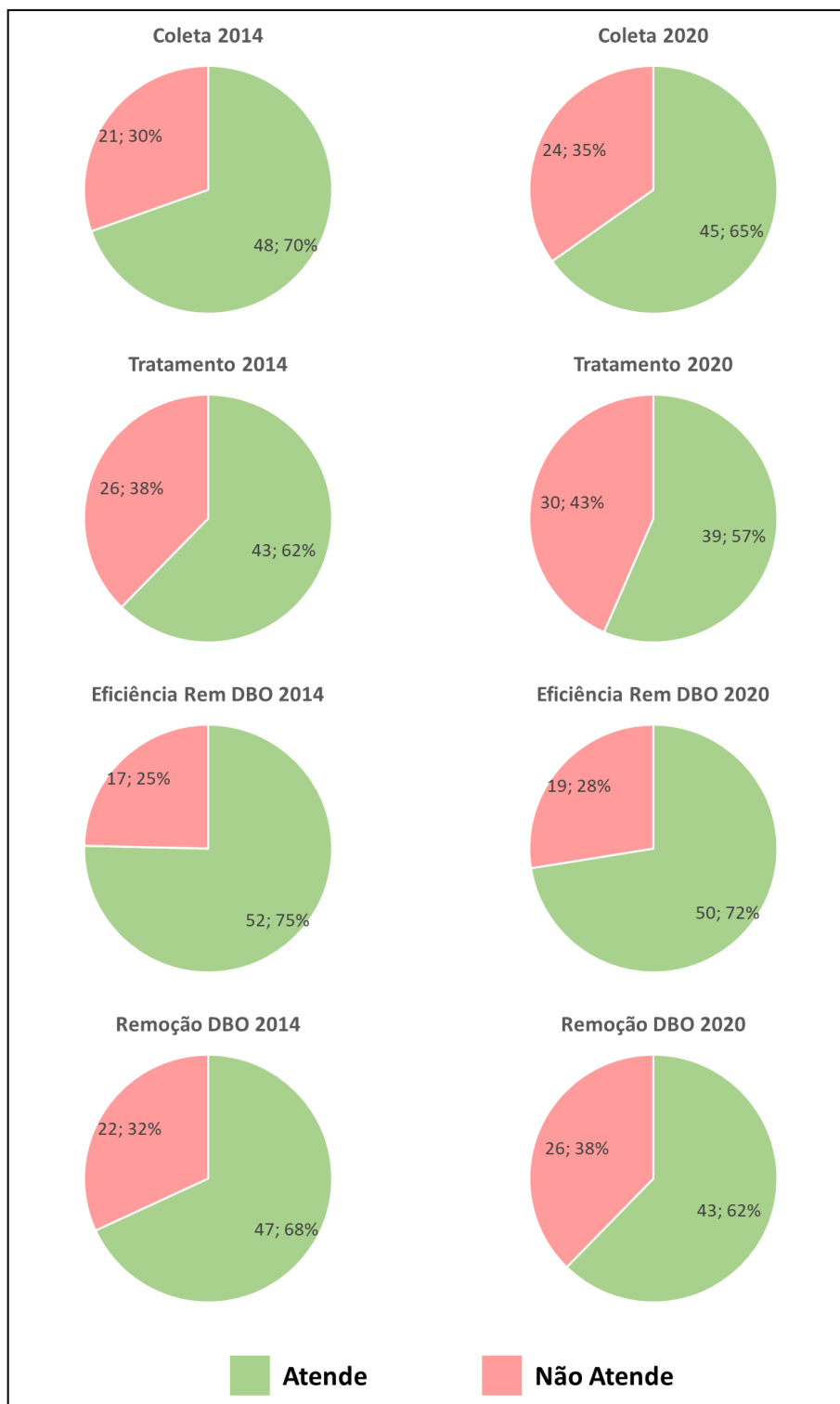


Figura 10.1. Avaliação do alcance das Metas para Esgotamento Sanitário no Plano de Bacias, em número de municípios e percentual.

A seguir apresenta-se a avaliação do alcance das metas quanto a redução dos índices de perdas nos sistemas de distribuição, conforme o Quadro 10.5. Um resumo para a bacia é apresentado no Quadro 10.6, e nos gráficos de pizza.

Foram consideradas metas referenciais a 2014 e 2020, conforme o Plano 2010 – 2020, aprovado pela Deliberação dos Comitês PCJ nº 097/10, de 09/12/2010. Em seu Relatório Final, o Plano estabelece:

“ Para este estudo foi definida uma meta de atingir um IPD de 25% para cada município das Bacias PCJ para o horizonte de 2020. Essa definição foi determinada através do Ofício Agência PCJ n. 031/10, de 07 de janeiro de 2010, que diz:

‘b) Definição da meta de redução de perdas – Considerar a meta de 25% de perdas globais’.

Adicionalmente, após alguns encontros com os Comitês, foi definida a meta de atingir um índice de 35% pelo menos até o ano de 2014. ”

Quadro 10.5. Dados de Saneamento – Índices de Perda – e avaliação de metas do Plano, por município.

Município	Índice de perdas (atual) Validado	Índice de Perdas (Plano Anterior)	Avaliação da Evolução	Avaliação do Alcance das Metas	
				Meta 35% (2014)	Meta 25% (2020)
Águas de São Pedro	30%	35%	Reduziu	Atende	Não atende
Americana	26%	32%	Reduziu	Atende	Não atende
Amparo	41%	40%	Aumentou	Não atende	Não atende
Analândia	50%	37%	Aumentou	Não atende	Não atende
Artur Nogueira	41%	38%	Aumentou	Não atende	Não atende
Atibaia	56%	41%	Aumentou	Não atende	Não atende
Bom Jesus dos Perdões	35%	37%	Reduziu	Atende	Não atende
Bragança Paulista	27%	39%	Reduziu	Atende	Não atende
Cabreúva	31%	43%	Reduziu	Atende	Não atende
Camanducaia	28%	37%	Reduziu	Atende	Não atende
Campinas	22%	26%	Reduziu	Atende	Atende
Campo Limpo Paulista	39%	50%	Reduziu	Não atende	Não atende
Capivari	29%	45%	Reduziu	Atende	Não atende
Charqueada	36%	35%	Aumentou	Não atende	Não atende
Cordeirópolis	20%	28%	Reduziu	Atende	Atende
Corumbataí	17%	37%	Reduziu	Atende	Atende
Cosmópolis	25%	40%	Reduziu	Atende	Atende
Dois Córregos	45%	NC	-	Não atende	Não atende
Elias Fausto	23%	55%	Reduziu	Atende	Atende
Extrema	32%	37%	Reduziu	Atende	Não atende
Holambra	30%	37%	Reduziu	Atende	Não atende
Hortolândia	28%	49%	Reduziu	Atende	Não atende
Indaiatuba	32%	46%	Reduziu	Atende	Não atende
Ipeúna	48%	37%	Aumentou	Não atende	Não atende
Iracemápolis	34%	37%	Reduziu	Atende	Não atende
Itapeva	30%	37%	Reduziu	Atende	Não atende
Itatiba	37%	47%	Reduziu	Não atende	Não atende
Itirapina	29%	NC	-	Atende	Não atende

Município	Índice de perdas (atual) Validado	Índice de Perdas (Plano Anterior)	Avaliação da Evolução	Avaliação do Alcance das Metas	
				Meta 35% (2014)	Meta 25% (2020)
Itupeva	25%	39%	Reduziu	Atende	Atende
Jaguariúna	42%	39%	Aumentou	Não atende	Não atende
Jarinu	39%	43%	Reduziu	Não atende	Não atende
Joanópolis	17%	25%	Reduziu	Atende	Atende
Jundiá	38%	37%	Aumentou	Não atende	Não atende
Limeira	16%	16%	Reduziu	Atende	Atende
Louveira	47%	37%	Aumentou	Não atende	Não atende
Mairiporã	34%	52%	Reduziu	Atende	Não atende
Mogi Mirim	46%	NC	-	Não atende	Não atende
Mombuca	19%	51%	Reduziu	Atende	Atende
Monte Alegre do Sul	25%	37%	Reduziu	Atende	Atende
Monte Mor	30%	49%	Reduziu	Atende	Não atende
Morungaba	32%	51%	Reduziu	Atende	Não atende
Nazaré Paulista	28%	48%	Reduziu	Atende	Não atende
Nova Odessa	29%	42%	Reduziu	Atende	Não atende
Paulínia	30%	49%	Reduziu	Atende	Não atende
Pedra Bela	11%	18%	Reduziu	Atende	Atende
Pedreira	58%	42%	Aumentou	Não atende	Não atende
Pinhalzinho	28%	38%	Reduziu	Atende	Não atende
Piracaia	29%	42%	Reduziu	Atende	Não atende
Piracicaba	54%	50%	Aumentou	Não atende	Não atende
Rafard	45%	35%	Aumentou	Não atende	Não atende
Rio Claro	39%	37%	Aumentou	Não atende	Não atende
Rio das Pedras	43%	45%	Reduziu	Não atende	Não atende
Saltinho	58%	36%	Aumentou	Não atende	Não atende
Salto	44%	40%	Aumentou	Não atende	Não atende
Santa Bárbara d'Oeste	52%	22%	Aumentou	Não atende	Não atende
Santa Gertrudes	20%	40%	Reduziu	Atende	Atende
Santa Maria da Serra	19%	16%	Aumentou	Atende	Atende
Santo Antônio de Posse	12%	36%	Reduziu	Atende	Atende
São Pedro	60%	42%	Aumentou	Não atende	Não atende
Sapucaí-Mirim	17%	NC	-	Atende	Atende
Socorro	23%	NC	-	Atende	Atende
Sumaré	48%	59%	Reduziu	Não atende	Não atende
Toledo	30%	37%	Reduziu	Atende	Não atende
Torrinha	37%	NC	-	Não atende	Não atende
Tuiuti	53%	7%	Aumentou	Não atende	Não atende
Valinhos	38%	31%	Aumentou	Não atende	Não atende
Vargem	30%	46%	Reduziu	Atende	Não atende
Várzea Paulista	35%	51%	Reduziu	Não atende	Não atende
Vinhedo	30%	44%	Reduziu	Atende	Não atende

NC = Não considerado no Plano de Bacias 2010-2020.

Quadro 10.6. Resumo dos resultados das avaliações de alcance das metas de perdas na distribuição.

Ano	2014	2020
Atende a Meta	41	16
	59%	23%
Não atende a Meta	28	53
	41%	77%

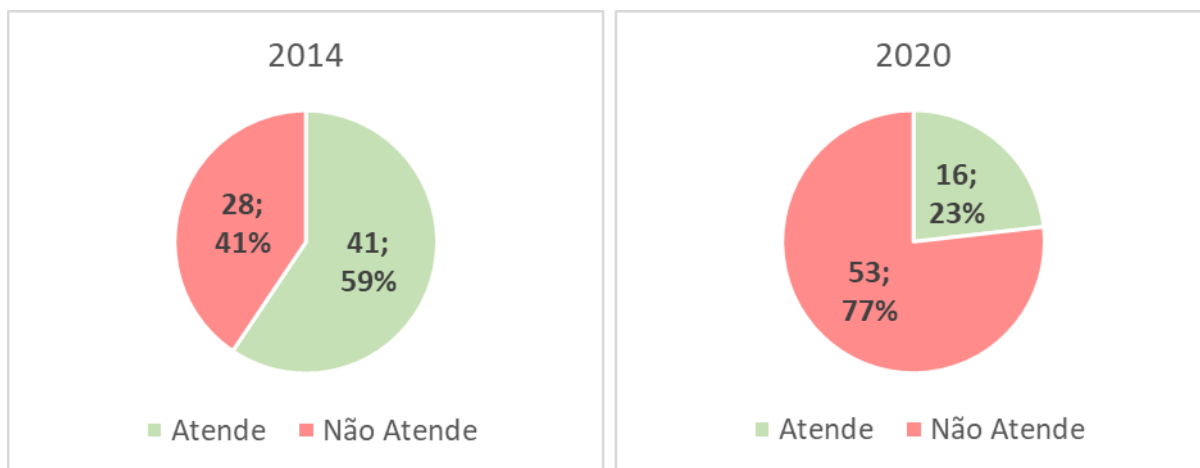


Figura 10.2. Avaliação do alcance das Metas para Redução do Índice de Perdas no Plano de Bacias, em número de municípios e percentual.

11 SÍNTESE DO DIAGNÓSTICO

O **Diagnóstico da Revisão e Atualização do Plano das Bacias PCJ 2010 a 2020** está sub-dividido nos tomos I e tomo II, sendo que o Quadro 11.1 apresenta a Correspondência entre os capítulos da Resolução CRH-SP 146/2012 e o diagnóstico da revisão e atualização do Plano das Bacias PCJ 2010 a 2020.

Quadro 11.1 – Correspondência entre os capítulos da Resolução CRH146/2012 e revisão e atualização do Plano das Bacias PCJ 2010 a 2020.

Sumário da Resolução 146/2012	Diagnóstico PCJ
4.1.1. Caracterização Geral da UGRHI	Capítulo 2
4.1.2. Caracterização Física da UGRHI	Capítulo 3
4.1.3. Disponibilidade de Recursos Hídricos	Capítulo 5
4.1.4. Demandas por Recursos Hídricos	Capítulo 6
4.1.5. Balanço: demanda <i>versus</i> disponibilidade	Capítulo 7
4.1.6. Qualidade das Águas	Capítulo 9
4.1.7. Saneamento Básico	Capítulo 4
4.1.7.1. Abastecimento de água potável	Capítulo 4
4.1.7.2. Esgotamento sanitário	Capítulo 4
4.1.7.3. Manejo de resíduos sólidos	Capítulo 4
4.1.7.4. Drenagem e manejo das águas pluviais urbanas	Capítulo 9. Item 9.3
4.1.8. Gestão do Território e de Áreas Sujeitas a Gerenciamento Especial	Capítulo 9
4.1.8.1. Uso e Ocupação do Solo	Capítulo 2. Item 2.3
4.1.8.2. Remanescentes de Vegetação Natural e Áreas Protegidas	Capítulo 9, item 9.1
4.1.8.3. Áreas Suscetíveis a Erosão, Escorregamento e/ou Assoreamento	Capítulo 9, item 9.2
4.1.8.4. Áreas Suscetíveis a Enchente, Inundação e/ou Alagamento	Capítulo 9, item 9.3
4.1.8.5. Poluição Ambiental	Capítulo 9, item 9.4
4.1.9. Avaliação do Plano de Bacia Hidrográfica	Capítulo 10
4.1.10. Síntese do Diagnóstico	Capítulo 11

No Tomo I foram abordados aspectos de caracterização geral, com informações da socioeconomia, uso e ocupação do solo, bem como a caracterização física das Bacias PCJ (Geologia, Hidrogeologia, Pedologia e Clima, hidrografia e dominialidade).

O Tomo I aborda também o saneamento básico, com a caracterização dos operadores e dos sistemas de abastecimento e esgotamento sanitário, bem como de indicadores de abastecimento, coleta e tratamento, resíduos sólidos e drenagem.

O Tomo II apresenta aspectos relativos a recursos hídricos, sendo feita uma abordagem quantitativa e qualitativa, abrangendo tanto os mananciais superficiais, quanto subterrâneos. São apresentadas as disponibilidades hídricas, as demandas, o balanço hídrico e qualidade das águas. Em termos de qualidade da água, foram abordados aspectos relativos ao Enquadramento e indicadores de qualidade das águas. Foram tratadas também as áreas sujeitas a gerenciamento especial, que abordaram temas como remanescentes de vegetação e áreas protegidas, áreas suscetíveis a erosão e inundação, e o tema de poluição ambiental. Por fim, o diagnóstico se encerra com um capítulo de avaliação do Plano das Bacias Hidrográficas e avaliação do alcance das metas de enquadramento, previstas no Plano das Bacias PCJ 2010 a 2020.

Feita esta síntese dos temas consolidados nestes relatórios, serão retomados aspectos centrais evidenciados no diagnóstico da Revisão do Plano das Bacias PCJ 2010 a 2020.

As Bacias PCJ estão inseridas nos Estados de São Paulo e de Minas Gerais, abrangendo, total ou parcialmente, o território de 71 municípios paulistas e 5 mineiros. Boa parte destes municípios possui a área urbana ou parte expressiva da população na área de contribuição dos rios PCJ. Neste trabalho, as Bacias PCJ são apresentadas em cinco níveis de detalhamento, sendo eles, em ordem de maior ao menor nível de detalhamento: 39.430 áreas de contribuição ottocodificadas (ottobacias), 225 áreas de contribuição, 37 zonas, 7 sub-bacias e 3 bacias.

O conjunto dos 76 municípios totalizava, em 2010, 5,8 milhões de pessoas, sendo que 5,5 milhões, aproximadamente, residiam em áreas urbanas e 282,2 mil em áreas rurais, correspondendo a uma taxa de urbanização de 95,1%. Desse total, 5,1 milhões de pessoas residiam nas Bacias em 2010. Do total de 76 municípios, 52 possuem toda ou praticamente toda a sua população no interior das bacias (pelo menos 99%). O maior município das Bacias em termos populacionais é Campinas, seguido por Jundiá e Piracicaba. No caso das bacias, a maior em termos populacionais é a bacia Piracicaba (67% do total das bacias), seguida pela bacia Jundiá (16,6%) e Capivari (16,5%). A maior população rural também está localizada na bacia Piracicaba. Avaliando o resultado da taxa de urbanização pelas zonas é possível verificar que a maioria delas registra taxas de urbanização superiores a 80%. De posse desses dados, é possível realizar projeções para o ano de 2016. A população estimada, então, para o ano de 2016 nas Bacias PCJ é de 5,5 milhões de habitantes.

As **taxas de crescimento da população** urbana nas bacias são elevadas – apesar de serem reduzidas em relação a anos anteriores, porém apenas oito zonas registraram taxas de crescimento positivas para a população rural. A tendência de redução gradual do dinamismo demográfico nas bacias acompanha a do conjunto dos municípios de São Paulo e é confirmado nas projeções para 2016.

No que tange a **caracterização física** das Bacias PCJ, quanto ao **mapeamento do uso do solo** nas Bacias PCJ, foram identificadas 13 classes, as quais encontram-se distribuídas por toda a extensão das bacias PCJ apresentando, eventualmente, maior ocorrência em determinadas sub-bacias. De acordo com o mapeamento realizado, observa-se que as áreas com campo são predominantes nas bacias PCJ, recobrando 25,30% do total; estas áreas estão mais concentradas a leste de Holambra, em direção às áreas de montante, e a oeste de Ipeúna até as proximidades do divisor de águas. As áreas de mata nativa são a segunda classe mais representativa (20,35%), estão mais concentradas nas áreas de elevadas da Serra da Mantiqueira e do Planalto Ocidental Paulista e, nas margens de cursos de água (mata ciliar) localizados em praticamente todas as Bacias PCJ. Quando consideradas as áreas agrícolas, observa-se que há predomínio das lavouras de cana-de-açúcar, as quais ocupam 19,01% do total das bacias PCJ. Apesar disso, há uma grande variedade de cultivos, tanto temporários quanto permanentes nas Bacias PCJ, tendo sido registradas plantações de grãos e cereais, raízes, hortaliças, floríferas e frutíferas.

As áreas urbanizadas ocupam 12,11% da área total das Bacias PCJ e estão mais concentradas nos municípios da Região Metropolitana de Campinas, sendo que os municípios com maiores áreas urbanizadas nas Bacias PCJ são: Campinas, Piracicaba, Jundiá, Limeira e Bragança Paulista.

A partir dos dados referentes à **geomorfologia**, identificam-se apenas três domínios morfoestruturais nas Bacias, são eles, em ordem decrescente de abrangência na região: Bacias e Coberturas Sedimentares Fanerozóicas, Cinturões Móveis Neoproterozóicos e Depósitos Sedimentares Quaternários. Em relação à pedologia, mais da metade da área das Bacias PCJ é formada por Argissolos, sendo que predominam os Argissolos Vermelho-Amarelos. Essa classe é, também, a mais representativa em todas as sub-bacias. Os Latossolos ocupam 35,6% da área total das Bacias PCJ, sendo que a classe mais representativa corresponde aos Latossolos Vermelho-Amarelos. Os Neossolos recobrem 4,9% do total das Bacias PCJ, sendo os Neossolos Litólicos predominantes. Os Gleissolos,

representados pela classe Gleissolos Háplicos cobrem 1,4% da área das Bacias PCJ. Os Cambissolos Háplicos são representados por 0,7% da área, enquanto os Nitossolos Vermelhos são a classe menos representativa e correspondem a 0,4% da área das Bacias PCJ. Áreas urbanas e represas somadas, chegam a 6% do total das Bacias PCJ.

O **clima** da região sudeste é influenciado pela posição latitudinal, localização na borda ocidental do oceano Atlântico e pela topografia. Ao caracterizar os parâmetros climáticos, médias de temperatura e precipitação para municípios localizados em 4 porções extremas diferentes das Bacias é possível observar que as menores temperaturas são registradas nos locais com maiores altitudes e as maiores na Depressão Periférica Paulista.

As médias anuais de precipitação nos municípios das Bacias PCJ, variam entre 1.195 mm e 1.609 mm. Os maiores valores de precipitação ocorrem no extremo leste das Bacias, na região da Serra da Mantiqueira, enquanto as menores médias de precipitação anual são registradas na porção centro sul das Bacias, na depressão periférica paulista, com destaque para os municípios localizados próximo a jusante das sub-bacias Capivari e Jundiá.

Segundo a classificação climática de Köppen e o mapa de clima para o Brasil de Alvares et al (2014), as Bacias PCJ estão localizadas em clima subtropical úmido (C), sendo dividida em quatro faixas: Cfa – 41% da área; Cfb – 36% da área total; Cwa – 19% da área; Cwb – 4% da área.

Em termos de **hidrografia e dominialidade** foi abordada uma caracterização da hidrografia das Bacias PCJ, onde são apresentadas as áreas de drenagem superficiais de 15.377,81 km², sendo 92,45% no Estado de São Paulo (SP) e 7,55% no Estado de Minas Gerais (MG), e dos quais 1.568 km² correspondem à Bacia do Rio Capivari, 1.154 km² à Bacia do Rio Jundiá e 12.655 km² à Bacia do Rio Piracicaba, divididas em 7 sub-bacias, 37 zonas, 225 áreas de contribuição e 39.430 ottobacias.

Foram calculados também os **parâmetros fisiográficos** da bacia, apresentado os comprimentos e larguras das bacias, fator de forma, coeficiente de compacidade e perímetros. Observou-se que a sub-bacia do Jaguari é a de maior comprimento, ainda que não seja a de maior área, com também o maior comprimento do rio principal. Quanto aos índices, a sub-bacia do Corumbataí tem o coeficiente de compacidade mais próximo de 1, o que indica que é a bacia mais “circular”, o que se confirma observando seu contorno no mapa. Índices de forma menores indicam bacias mais alongadas e mais estreitas, o que é o caso das sub-bacias do Atibaia e Jaguari. As sub-bacias do Corumbataí e do Piracicaba, por outro lado, são as com formato mais próximo de um quadrado.

A **dominialidade** nas Bacias PCJ foi abordada através de apresentação da Nota Técnica nº 018/2005/NGI (ANA, 2005), que define a dominialidade das bacias hidrográficas das Bacias PCJ, classificando os principais cursos d’água quanto à sua dominialidade. Constatou-se que dos rios principais que compõem as sub-bacias das Bacias PCJ, os Rios Jaguari, Piracicaba, Atibaia e Camanducaia são todos de dominialidade federal, enquanto os Rios Corumbataí, Capivari e Jundiá são estaduais.

Por fim, foi apresentado um levantamento dos **lagos e reservatórios** das Bacias PCJ, constatando uma área alagada total de 6,56 km² para reservatórios de abastecimento público, além de 80,3 km² de área inundada pelos reservatórios do Sistema Cantareira (Jaguari/Jacareí – 49,9 km², Cachoeira – 8,6 km² e Atibainha – 21,8 km²).

Em termos de **saneamento básico**, o levantamento mostrou que os sistemas de abastecimento de água são, em sua maioria (51%), operados pelos próprios municípios e outra grande parte (43%) por companhias estaduais, sendo uma minoria operada por empresas privadas. As vazões de captações superficiais nas Bacias PCJ são mais expressivas do que as subterrâneas, sendo a fonte superficial preferencial em 58 municípios. Ao analisar os três índices relacionados a esse tema, percebe-se que as bacias apresentam

índices elevados de abastecimento nas áreas urbanas, com um índice de atendimento urbano de água de 98% e um índice de atendimento total de água de 95%. O índice de perdas na distribuição nos municípios é de 34% para as Bacias PCJ.

Os sistemas de esgotamento sanitário são, na sua maioria, operados por serviços municipais (31 municípios, 45%). As companhias estaduais, SABESP e Copasa são responsáveis por 41% e o restante é operado por empresas privadas ou mistas. De acordo com ANA (2016), há 146 ETEs ativas nos limites da área de estudo. Os municípios com maior quantidade de ETEs ativas dentro das Bacias PCJ são Piracicaba e Campinas, ambos com 25. Da totalidade dos municípios, 12 não possuem ETEs ativas em seus territórios. Foram calculados os índices de coleta e de tratamento em relação ao coletado e em relação ao gerado. Os dados calculados apontam uma significativa melhora no setor do saneamento em relação aos dados apresentados por COBRAPE (2010), apontando que houve significativos investimentos neste setor nos últimos anos. Em relação ao índice de coleta das Bacias PCJ é de 91%, o índice médio de tratamento em relação ao coletado é de 83% (em relação ao coletado) e de 76% em relação ao gerado.

Os municípios que geram a maior quantidade diária de resíduos correspondem às maiores e mais populosas cidades, sendo Campinas, Piracicaba, Sumaré. No entanto, os resíduos sólidos têm como destino municípios localizados tanto dentro quanto fora das Bacias PCJ. A maior quantidade dos resíduos gerados pelos municípios, em toneladas por dia, é recebida pelo aterro localizado no município de Paulínia (2788 t/dia). A maior quantidade de resíduos gerada corresponde a sub-bacia do Rio Piracicaba, porém, a maior parte dos resíduos vai para a sub-bacia do Rio Atibaia. A partir do cálculo do índice de Qualidade de Aterro (IQR), somente um município de Itacemópolis apresentou IQR de 7, considerado “Inadequado”, no entanto, com um valor bastante próximo da faixa de condições adequadas.

A **rede de monitoramento quantitativo** é composta por três itens. Um com a rede de monitoramento fluviométrico da ANA, disponível no Hidroweb, que contém estações operadas por diversas entidades cujas informações são reunidas pela ANA na plataforma do SNIRH. É apresentado também a rede de monitoramento fluviométrico telemétrico do DAEE, parte da qual é operada pelo SAISP, e a rede de monitoramento pluviométrico para aquisição de dados relativos à precipitação. De forma geral, constatou-se que as sub-bacias centrais das Bacias PCJ – Jaguari e Atibaia – são as mais bem monitoradas, em contraste com a sub-bacia do Capivari e do Corumbataí, com as menores disponibilidades de dados e estações de monitoramento.

Em relação à **disponibilidade hídrica superficial**, foram selecionadas 14 estações de monitoramento fluviométrico quantitativo para análise da disponibilidade hídrica a partir de uma série histórica que compreende o período de 1940 a 1970, no qual se considerou que as bacias estavam em uma condição mais próxima da naturalizada, principalmente por não estarem sob efeito do Sistema Cantareira. A partir das vazões médias (Q_{mlp}), vazões de permanência (Q_{perm}) e vazões médias mínimas de sete dias consecutivos para um período de retorno de dez anos ($Q_{7,10}$) calculadas para as séries de 30 anos dessas estações, foi possível elaborar equações de regionalização para estimar as variáveis hidrológicas para as bacias e sub-bacias das Bacias PCJ. Obtiveram-se valores de 41,22 m³/s para as vazões $Q_{7,10}$, 198,83 m³/s para a Q_{mlp} e 55,81 m³/s para a Q_{95} .

Em termos do **diagnóstico de hidrogeologia e disponibilidades das águas subterrâneas**, foi destacado o papel preponderante das águas subterrâneas no equilíbrio entre as tensões de disponibilidade e demandas. A localização da bacia coincide com importantes eixos de crescimento econômico, com crescentes demandas de abastecimento, irrigação e indústria. Ressalta-se principalmente o setor industrial nas Bacias PCJ, que, em comparação com as demais bacias do Estado de SP ou MG, desponta possuindo expressivo vigor, indutor de desenvolvimento regional/nacional e responsável por grandes demandas de

água. Esta característica, aliada a um arcabouço hidrogeológico de potencial apenas razoável, torna-a vulnerável do ponto de vista das quantidades e qualidades.

De forma geral, pelas intensas demandas em suas áreas de extensão, os aquíferos Tubarão e Cristalino) devem receber maior atenção em termos de balanços quantitativos (demandas x disponibilidade), vulnerabilidade e risco à poluição e conservação/recuperação. O aquífero Guarani deve sofrer intensa ação de preservação, notadamente em áreas de recarga nos locais de afloramento. Invariavelmente, estudos básicos, por unidade aquífera, e estudos específicos nas áreas mais críticas, devem ser implementados como medidas prioritárias. Como exemplo cita-se o estudo ARCTUB desenvolvido para uma área ao sul da bacia, no qual, através de levantamento de campo em escala 1:50.000 constatou-se valores demandas de água subterrânea muito maiores que os estimados pelos bancos de dados oficiais. Estudos com este foco e escala devem ser replicados em todas as porções da bacia.

De qualquer maneira, pode-se observar que, mesmo com demandas potencialmente menores do que a realidade, quando se contabiliza o efeito da transposição do Sistema Cantareira sobre a disponibilidade de água das Bacias PCJ, o que se percebe e uma situação num patamar de severo comprometimento da oferta. Quando considerados apenas os usuários localizados nas Bacias PCJ, fica também evidenciada uma situação de comprometimento expressivo da oferta de água (mesmo que com vazões de demanda provavelmente subestimadas).

Foi abordada também, no item de **regularização**, uma relevante estrutura localizada nas Bacias PCJ: o Sistema Cantareira. Foi apresentado um breve histórico do sistema, uma apresentação de suas estruturas e de seu funcionamento. O assunto vigente da outorga do Sistema Cantareira também foi abordado, assim como as propostas para as regras de operação a partir de 2017. Foram analisadas as séries históricas defluentes do sistema e observados valores médios de 1,10 m³/s, 1,57 m³/s e 4,41 m³/s para os reservatórios de Atibainha, Cachoeira e Jaguari-Jacareí, respectivamente, e valores de Q₉₅ de 0,10 m³/s, 0,32 m³/s e 0,50 m³/s para as mesmas. As vazões defluentes mínimas, segundo a proposta de novas regras de operação, serão de 0,25 m³/s para os reservatórios de Jaguari-Jacareí e 0,25 m³/s para os reservatórios de Atibainha e Cachoeira.

A **demanda para o abastecimento** foi calculada considerando duas abordagens, sendo uma “Potencial” e a outra “Real”. Os resultados para a “Demanda Potencial” mostram que as demandas per capita nas Bacias PCJ variam entre 108 a 595 L/hab.dia. A demanda potencial total para o abastecimento estimada para as sub-bacias das Bacias PCJ é de 16,57 m³/s, e as demandas reais, com base nas captações, de 22,74 m³/s, considerando os dados do Atlas e das visitas. Os resultados mostram que nas sub-bacias em que ocorrem demandas potenciais superiores às demandas reais, ocorre produção de água, são elas: as sub-bacias dos rios Capivari, Jundiá e Piracicaba. Nota-se que o maior consumo de água ocorre na sub-bacia do Rio Atibaia, sendo que as vazões consumidas somam 6,88 m³/s e maior demanda real (4 m³/s), calculada com base nos cadastros da cobrança.

A **demanda para a irrigação** foi calculada com base, principalmente, no estudo da Agência Nacional de Águas “Uso da Água na Agricultura Irrigada” (ANA, 2017) e nos estudos de ANA (2003), disponibilizados pelo MMA (2010). As áreas irrigadas estimadas para cada bacia e sub-bacia resultaram em um total de 315,76 km² de área irrigada nas Bacias PCJ. Desse total, 250 km² são referentes à bacia de Piracicaba, 41 km² à Capivari e 24,3 km² à Jundiá.

As estimativas de demanda da irrigação resultou em um total de 7,92 m³/s de demanda captada média. A bacia do Piracicaba é que demanda maior volume de água, seguida por Capivari e Jundiá. No caso das sub-bacias, a sub-bacia do Piracicaba é a que

demanda maior volume e a do Camanducaia é que menos demanda água para fins de irrigação.

Além do cálculo da demanda, foram levantadas informações dos cadastros de outorga e de Atos Declaratórios. Visto que não possuem águas de domínio federal, as sub-bacias do Corumbataí, Capivari e Jundiá não possuem outorgas da ANA. Nas demais, a soma da vazão outorgada é de 0,373 m³/s. As outorgas do DAEE somam um total de 1,518 m³/s nas Bacias PCJ, sendo o total outorgado de 1,892 m³/s muito discrepante em relação ao estimado por esse plano (7,92 m³/s). As vazões declaradas nas Bacias PCJ, sem considerar a região de Minas Gerais, nos Atos Declaratórios para Cadastro de Usos de Recursos Hídricos Superficiais e Subterrâneos para Usuários Rurais estão próximas à vazão estimada e resultam em um total de 7,3m³/s

No caso das **demandas não consuntivas**, a navegação apresenta-se como um uso pouco expressivo, sendo a hidrovia que abrange os municípios das Bacias PCJ localizada fora da área de abrangência das Bacias. Os usos de maior destaque em relação ao turismo, recreação e lazer estão relacionados com as belezas naturais das Bacias e estão, em grande parte, localizados na região das zonas 26 (municípios de Anhembi, Botucatu, Brotas, Dois Córregos, Piracicaba, Santa Maria da Serra, São Pedro e Torrinha) e 5 (municípios de Amparo, Monte Alegre do Sul, Pedra Bela, Pinhalzinho, Serra Negra, Socorro e Toledo). Essas mesmas zonas destacam-se pela atividade pesqueira, outra atividade de uso não consuntivo não muito expressivo na região. A zona 5 recebe destaque, novamente, pela atividade de aquicultura. Tal atividade possui mais do que 300 registros nos bancos de outorga da ANA, IGAM e DAEE.

Os aproveitamentos hidrelétricos em operação das Bacias PCJ estão divididos em nove PCHs e quatro CGHs, totalizando 59,3 MW de potência instalada. A maior parte dessa potência está concentrada nas sub-bacias de Jaguari e Atibaia. Além desses, treze aproveitamentos hidrelétricos estão em estudo e três PCHs encontram-se desativadas nas Bacias.

O **balanço hídrico superficial** foi calculado através do balanço entre a disponibilidade hídrica e as demandas consuntivas, analisando individualmente o balanço de cada zona e sub-bacia, e em seguida realizado o balanço acumulado, ao interconectar as demandas e disponibilidades de cada zona, o que corresponde à situação real. Constatou-se que das 37 zonas das Bacias PCJ, sete zonas apresentam demanda consuntiva maior que os volumes de água disponíveis.

As análises dos dados relativos à **qualidade das águas** superficiais nas Bacias PCJ foram realizados com base nos dados de monitoramento de qualidade da água da CETESB e do IGAM. Foi apresentada uma análise dos parâmetros frente as classes do Enquadramento, de acordo com a Resolução CONAMA 357/2005, para as sete sub-bacias, as curvas de permanência de qualidade da água, e uma análise de atendimento ao Enquadramento e também dos indicadores de qualidade da água, como IQA, IVA, IET, IAP, entre outros.

Analisando o universo das amostras de qualidade da água das Bacias PCJ no período entre 2009 e 2015, com base na Resolução CONAMA nº 357/2005, observou-se que as amostras dos parâmetros Coliformes Termotolerantes e Fósforo Total estão na maior parte do tempo em Classe 4. DBO, OD e Nitrogênio Amoniacal estão na maior parte do tempo em Classe 1 ou 2, mas a quantidade de amostras em Classe 3 e 4 ainda é preocupante.

Analisando a situação de todos os parâmetros, por sub-bacia, nota-se que a situação mais crítica ocorre especialmente nas sub-bacias dos rios Capivari, Piracicaba e Jundiá, considerando os parâmetros, mas problemáticos, que são os coliformes termotolerantes e o fósforo total. Analisando o parâmetro OD, nota-se que a situação na sub-bacia do Rio Jundiá é melhor. As sub-bacias dos rios Jaguari, Camanducaia, apresentam

melhores resultados, no entanto, para os coliformes termotolerantes e fósforo, também apresentam mais de 40% das amostras classificadas na Classe 4.

A partir da avaliação quanto à violação do Enquadramento, por sub-bacia, constatou-se que a sub-bacia do Rio Capivari é a que apresenta o maior percentual de violação ao Enquadramento, seguida da sub-bacia do Rio Piracicaba.

Em termos dos **remanescentes vegetais** e áreas protegidas, considerando as classes de uso do solo mapeadas para as Bacias PCJ, as classes *mata nativa* e *campo úmido* representam os remanescentes vegetais e correspondem a 22% da área total. A grande maioria (96%) destes fragmentos apresenta no máximo 100 hectares, estando as maiores manchas estão situadas em regiões com maior altitude e relevo acentuado e/ou sobrepostas a Unidades de Conservação. Desta forma as sub-bacias com maior participação (percentual) de remanescentes vegetais são Atibaia e Jundiá em primeiro lugar, a montante das Bacias PCJ, seguido por Corumbataí e Jaguari.

As sub-bacias mais críticas quanto ao percentual de fragmentos florestais (mata nativa) são Capivari e Piracicaba, a primeira com a menor participação de remanescentes florestais em Área de Preservação Permanente dos cursos d'água.

Com relação às **áreas suscetíveis à erosão**, os municípios com maior número de processos erosivos lineares cadastrados, na porção paulista das Bacias PCJ, são: Piracicaba (326), São Pedro (248), Limeira (198), Campinas (164), Ipeúna (124), Corumbataí (119), Rio Claro (112) e Charqueada (104). Quando analisado o índice de concentração dos processos erosivos (ICE), no entanto, percebe-se que os municípios mais críticos são Ipeúna, Corumbataí, Charqueada, Rafard, Socorro e Tietê. As sub-bacias com maior número de ocorrências de processos erosivos lineares, considerando somente a porção paulista, são: Piracicaba (1.077) e Corumbataí (534). Estas também são as únicas sub-bacias cujo ICE foi classificado como "Alto".

Com relação às **inundações**, os municípios com maior ocorrência desse tipo de eventos são: Campinas (12 ocorrências), seguido por Capivari (09 ocorrências), Sumaré (06 ocorrências), Itatiba (06 ocorrências), Atibaia (05 ocorrências) e Rio Claro (05 ocorrências). Nesses municípios, a ANA (2014) mapeou como trechos vulneráveis à inundações os seguintes rios: Ribeirão das Anhumas (em Campinas); Rio Capivari (em Capivari); Ribeirão do Quilombo e Ribeirão Jacaba (em Sumaré); Ribeirão Jacaré (em Itatiba); Ribeirão Itapetininga, Rio Atibaia e Rio Jundiá (em Atibaia); e Ribeirão Rio Claro (em Rio Claro). Verifica-se também que apesar dos municípios Campo Limpo Paulista e Tietê não apresentarem um grande número de ocorrências, o número de pessoas afetadas quando ocorrem inundações e enxurradas é significativo, com mais de 25 mil pessoas afetadas entre 2003 e 2016. O Município de Capivari também apresenta significativo número de pessoas afetadas.

Em termos do tema de **poluição ambiental** e de controle da poluição ambiental foram consideradas informações do Banco de Indicadores para Gestão dos Recursos Hídricos do Estado de São Paulo. Os dados disponíveis mostram que o número de áreas contaminadas na UGRHI 5 em que o contaminante atingiu o solo ou a água, assim como o de áreas remediadas, tem padrão de crescimento anual, quando se observa o período de dados de 2009 a 2016. No caso do número de ocorrências ou atendimento por ano, percebe-se um decréscimo nos valores. Os postos de combustíveis são responsáveis por 65% do total de áreas contaminadas da UGRHI 5, sendo os contaminantes provenientes de tal atividade – solventes aromáticos, combustíveis automotivos e PAHs - os de maior destaque e impactos na região. Quando se tratando da classificação dessas áreas, 73% estão em fase de contaminação sob investigação, processo de remediação e processo de monitoramento para encerramento

REFERÊNCIAS

AGÊNCIA DAS BACIAS PCJ (AGÊNCIA PCJ). Avaliação da implementação do Plano das Bacias PCJ 2010 a 2020 no ano de 2013. Contrato de Gestão com ANA – Relatório de Indicadores. 2014

AGÊNCIA DAS BACIAS PCJ (AGÊNCIA PCJ). Relatório de Gestão das Bacias PCJ 2015. 2015.

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS (ANA), DEPARTAMENTO DE ÁGUAS E ENERGIA ELÉTRICA (DAEE). Relatório Conjunto ANA-DAEE de 17 de fevereiro de 2017. Apresentação de Proposta-Guia. Processo ANA nº 02501.000673/2004-86. 2017.

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS (ANA), DEPARTAMENTO DE ÁGUAS E ENERGIA ELÉTRICA (DAEE). Resolução Conjunta ANA/DAEE nº 925, de 29 de maio de 2017. 2017b.

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS (ANA), DEPARTAMENTO DE ÁGUAS E ENERGIA ELÉTRICA (DAEE). Resolução Conjunta ANA/DAEE nº 926, de 29 de maio de 2017. 2017c.

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS (ANA), Sistema de Acompanhamento de Reservatórios (SAR). 2017b. v2.1.1. 2004 - 2012. Sala de Situação. Brasília, DF, 2012. Acesso em: 2017b. Disponível em < <http://sar.ana.gov.br/MedicaoCantareira>>.

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS (ANA). Água na Indústria: Uso e Coeficientes Técnicos. Superintendência de Planejamento de Recursos Hídricos (SPR). Brasília, DF. 2017a

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS (ANA). Atlas Brasil de Despoluição de Bacias Hidrográficas. 2016a. Enviados pela ANA por meio digital em 11 de novembro de 2016.

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS (ANA). Atlas Brasil, Abastecimento Urbano. Panorama Nacional. Volume 1. Superintendência de Planejamento de Recursos Hídricos – SPR. Brasília - DF – 2010. Disponível em: <<http://atlas.ana.gov.br/Atlas/forms/Resultados.aspx>. > Acesso em 01 de novembro de 2016

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS (ANA). Atlas de Vulnerabilidade à Inundação. Brasília. ANA, 2014. 15 p. il. ISBN: 978-85-8210-025-, 2014a.

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS (ANA). Atlas Irrigação – Uso da Água na Agricultura Irrigada. Superintendência de Planejamento de Recursos Hídricos (SPR). Brasília – DF. 2017

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS (ANA). Avaliação do quadro atual dos usos da água e das demandas hídricas associadas. NT 07 - UGRH Paranapanema. Brasília, DF. Novembro de 2014, 2014b.

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS (ANA). Base Hidrográfica Ottocodificada das Bacias Hidrográficas do Piracicaba, Capivari e Jundiá. ANA. 2013

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS (ANA). Encarte Especial sobre a Crise Hídrica. Superintendência de Planejamento de Recursos Hídricos – SPR Brasília – DF. 2015.

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS (ANA). HidroWeb: Sistemas de informações hidrológicas. Disponível em: <<http://hidroweb.ana.gov.br/HidroWeb>>. Acesso em: Junho de 2017a

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS (ANA). Notícia publicada em 26/03/2016: “ANA e DAEE divulgam cronograma da renovação da outorga do Sistema Cantareira”. Portal de Notícias da

Agência Nacional de Águas. Brasília, 2016b. Disponível em: http://www2.ana.gov.br/Paginas/imprensa/noticia.aspx?id_noticia=12966

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS (ANA). Notícia publicada em 31/05/2016: "ANA e Embrapa concluem novo levantamento sobre irrigação com pivôs centrais no Brasil". Brasília, 2016c. Disponível em: http://www2.ana.gov.br/Paginas/imprensa/noticia.aspx?id_noticia=13007

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS (ANA). Núcleo de Gestão da Informação. Nota Técnica nº 018/2005/NGI. Nota Técnica referente a Definição de dominialidade dos cursos d'água das Bacias PCJ. Brasília, 2005

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS (ANA). Portal de Metadados Geoespaciais. Disponível em: <<http://metadados.ana.gov.br/geonetwork/srv/pt/main.home>>. Acesso em dezembro de 2016. 2016e.

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS (ANA). Portal Hidroweb. Acesso em: agosto de 2017b.

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS (ANA). Portaria Nº 149, de 26 de março de 2015. LISTA DE TERMOS PARA O THESAURUS DE RECURSOS HÍDRICOS DA AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS. Brasília – DF, 2015

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS (ANA). Resolução nº 399, de 22 de Julho de 2004. Altera a Portaria nº 707, de 17 de outubro de 1994, do Departamento Nacional de Águas e Energia Elétrica - DNAEE, e dá outras providências. Brasília, 2004

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS (ANA). Sala de Situação - Sistema Cantareira. 2017c. Disponível em: <<http://www2.ana.gov.br/Paginas/servicos/saladesituacao/v2/SistemaCantareira.aspx>>

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS (ANA); DEPARTAMENTO DE ÁGUA E ENERGIA ELÉTRICA (DAEE). Dados de Referência Acerca da Outorga do Sistema Cantareira. 12 de junho de 2015a. V 1.1.

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS (ANA); DEPARTAMENTO DE ÁGUA E ENERGIA ELÉTRICA (DAEE). Resolução Conjunta ANA/DAEE nº 1.200/2015, 2015b

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS (ANA); DEPARTAMENTO DE ÁGUA E ENERGIA ELÉTRICA (DAEE). Resolução Conjunta ANA/DAEE nº 1.672, de 17 de novembro de 2014, 2014a.

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS (ANA); DEPARTAMENTO DE ÁGUA E ENERGIA ELÉTRICA (DAEE). Resolução Conjunta ANA/DAEE nº 151, de 07 de março de 2016, 2016d.

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS (ANA); DEPARTAMENTO DE ÁGUA E ENERGIA ELÉTRICA (DAEE). Resolução Conjunta ANA/DAEE nº 910, de 07 de julho de 2014, 2014b.

AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA (ANEEL). PROCESSO ANEEL nº 00000.701261/1983-88. Extinção da concessão da UHE Dr. Geraldo Tosta, outorgada por meio do Decreto nº 89.776, de 13/6/1984, à Empresa Elétrica Bragantina S.A., localizada no Município de Bragança Paulista, em São Paulo. Brasília, 2013.

AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA (ANEEL). PROCESSO ANEEL nº 48500.000129/2008-79. Extinção, a pedido, da concessão da Usina Hidrelétrica – UHE Cariobinha, outorgada à CPFL Geração de Energia S.A., localizada no município de Americana, Estado de São Paulo. Brasília, 2016.

AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA (ANEEL). Sistema de Informações Georreferenciadas do Setor Elétrico (SIGEL). Disponível em <<http://sigel.aneel.gov.br/sigel.html>> Acesso em: janeiro de 2017.

ALMEIDA FILHO, Gerson Salviano de; ALMEIDA, Maria Cristina Jacinto de. Erosão hídrica do tipo ravina e boçoroca. In: CONGRESSO DA SOCIEDADE DE ANÁLISE DE RISCO LATINO AMERICANA, 3., 2016, São Paulo. Anais... São Paulo: ABGE, 2016. 7 p.

ALMEIDA, F. F. M. de 1969. Diferenciação tectônica da Plataforma Brasileira. In: CONG. BRAS. GEOL, 23, Salvador, 1969. Anais, p. 29-46.

ALVARES, Clayton A.; STAPE, José L.; SENTELHAS, Paulo C.; GONÇALVES, José L. M.; SPAROVEK, Gerd. Köppen's climate classification map for Brazil. Meteorologische Zeitschrift, Vol. 22, Nº. 6, 711–728, 2013.

AMARAL, D. P. B. Aplicação do modelo hidrológico SWMM na gestão das águas pluviais urbanas : estudo de caso da bacia hidrográfica do Rio Morto, Rio de Janeiro. Rio de Janeiro, Brasil: Universidade do Estado do Rio de Janeiro, 2014.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL (ABES). Perdas em Sistemas de Abastecimento de Água: Diagnóstico, Potencial de Ganhos com sua Redução e Propostas de Medidas para o Efetivo Combate. Sumário Executivo. Disponível em: <http://abes-sp.org.br/arquivos/perdas_resumo.pdf> Acesso em 05 de dezembro de 2016. Rio de Janeiro, 2013.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL (ABES). Manejo de Águas Pluviais Urbanas/ Antônio Marozzi Righetto (coordenador). Rio de Janeiro: ABES, 2009. 396p.: il. Projeto PROSAB.

B&B ENGENHARIA. Plano Municipal de Saneamento Básico e Plano Municipal de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos, Nazaré Paulista, 2015.

BERTONI, J.; LOMBARDI NETO, F. Conservação do Solo. Piracicaba: Livroceres. 1985. 392p.

BRASIL (2007): DECRETO Nº 6.170, DE 25 DE JULHO DE 2007. Disponível em http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2007/decreto/d6170.htm. Acesso em 10 de outubro de 2017.

BRASIL (2008). Portaria Interministerial Nº 127, de 29 de maio de 2008. Disponível em: <http://portal.convenios.gov.br/legislacao/portarias/portaria-interministerial-n-127-de-29-de-maio-de-2008>. Acesso em 10 de outubro de 2017.

BRASIL (2017) – Páginas de Transparência Pública. Disponível em: <http://www3.transparencia.gov.br/jsp/convenios/convenioTexto.jsf?consulta=4&consulta2=0&CodigoOrgao=26443>. Acesso em 10 de outubro de 2017.

Brasil. Constituição da República Federativa do Brasil de 1988. Congresso Nacional. Brasília, 1988.

Brasil. Lei nº 9.985, de 18 de julho de 2000. Regulamenta o art. 225, § 1º, incisos I, II, III e VII da Constituição Federal, institui o Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza e dá outras providências. Congresso Nacional. Brasília, 2000.

CÂNDIDO, Daniel H.; NUNES, Lucí H. Influência da orografia na precipitação da área entre o vale do rio tietê e a serra da Mantiqueira. GEOUSP - Espaço e Tempo, São Paulo, Nº 24, pp. 08 - 27, 2008.

CAVALCANTI, Iracema F. A.; FERREIRA, Nelso J.; DA SILVA, Maria G. A. J.; DIAS, M. A. F. S. org. Tempo e clima no Brasil. São Paulo, Oficina de Textos, 2009.

CBH-PCJ. (2016) "Projeto Eco Cuencas: Bacias e Redistribuição Financeira em Ação". Documento 1 - Mudança climática e crise hídrica: os desafios da governança das águas nas bacias do PCJ. Julho de 2016.

CEMADEN (2018). Centro Nacional de Monitoramento e Alerta de Desastres. Disponível em: <<http://www.cemaden.gov.br/>>. Acesso em 05 de março de 2018.

CENTRO DE PESQUISAS METEOROLÓGICAS E CLIMÁTICAS APLICADAS À AGRICULTURA (CEPAGRI). Clima dos municípios Paulistas. Disponível em: <http://www.cpa.unicamp.br/outras-informacoes/clima-dos-municipios-paulistas.html>. Acesso em março de 2017.

COBRAPE, CONSÓRCIO. CONCREMAT. Plano diretor de aproveitamento de recursos hídricos para a macrometrópole paulista no estado de São Paulo. Relatório final, v. 1.

COMITÊ DAS BACIAS HIDROGRÁFICAS DOS RIOS PIRACICABA, CAPIVARI E JUNDIAÍ (COMITÊS PCJ). Relatório de Situação dos recursos hídricos: versão simplificada; ano base 2015. Piracicaba, 2016. (Série UGRHI 05- Bacias PCJ)

COMITÊS PCJ (2014). Solicitação da CT-MH Sobre a paralização da Usina Bernardo Figueiredo instalada no Rio Jaguari. Disponível em: <http://www.comitespcj.org.br/images/Download/CT-MH_Paralisacao-Usina-Bernardo-Figueiredo_07-02-14.pdf> Acesso em 28 de fevereiro de 2018.

COMITÊS PCJ (2014). Solicitação da CT-MH Sobre a paralização das usinas da CPFL instaladas nas Bacias PCJ. Disponível em: <http://www.comitespcj.org.br/images/Download/CT-MH_Paralisacao-Usinas-CPFL_04-02-14.pdf> Acesso em 28 de fevereiro de 2018.

COMITÊS PCJ. Plano de Aplicação Plurianual da Agência das Bacias PCJ 2017-2020. Deliberação dos Comitês PCJ nº 258/16, de 16/12/2016. Aprova o Plano de Aplicação Plurianual das Bacias Hidrográficas dos Rios Piracicaba, Capivari e Jundiá – PAP-PCJ para o exercício 2017-2020, e dá outras providências. 2016

COMPANHIA AMBIENTAL DO ESTADO DE SÃO PAULO (CETESB), 2015A. Qualidade dos solos no estado de São Paulo [recurso eletrônico]: bacias hidrográficas dos rios Piracicaba, Capivari e Jundiá-UGRHI 5/CETESB", disponível em <http://cetesb.sp.gov.br/solo/wp-content/uploads/sites/34/2013/12/Solo_Web_24-04.pdf>. Acesso em 17 de agosto de 2017.

COMPANHIA AMBIENTAL DO ESTADO DE SÃO PAULO (CETESB), 2016a. Disponível em <http://licenciamento.cetesb.sp.gov.br/mapa_ughis/mapa.php> Acesso em dezembro de 2016.

COMPANHIA AMBIENTAL DO ESTADO DE SÃO PAULO (CETESB), 2016b. Apêndice C – Índices de Qualidade da Água.

COMPANHIA AMBIENTAL DO ESTADO DE SÃO PAULO (CETESB), 2016c. Apêndice D - Significado Ambiental e Sanitário das Variáveis de Qualidade. (Cetesb, 2016a; 2015; 2014; 2013)

COMPANHIA AMBIENTAL DO ESTADO DE SÃO PAULO (CETESB), 2016d. Texto Explicativo da Relação de Áreas Contaminadas e reabilitadas no Estado de São Paulo. Acesso em 11 de maio de 2017. Disponível em <<http://areascontaminadas.cetesb.sp.gov.br/wp-content/uploads/sites/45/2013/11/Texto-explicativo-1.pdf>>

COMPANHIA AMBIENTAL DO ESTADO DE SÃO PAULO (CETESB). Manual De Operação de Aterro Sanitário em Valas, Programa Ambiental Estratégico. São Paulo, 2010.

COMPANHIA AMBIENTAL DO ESTADO DE SÃO PAULO (CETESB). Inventário Estadual de Resíduos Sólidos Urbanos. São Paulo, 2015.

COMPANHIA AMBIENTAL DO ESTADO DE SÃO PAULO (CETESB). Relação de Áreas Contaminadas. Acesso em 11 de maio de 2017. Disponível em <<http://areascontaminadas.cetesb.sp.gov.br/relacao-de-areas-contaminadas/>>

COMPANHIA AMBIENTAL DO ESTADO DE SÃO PAULO (CETESB). Relatório Técnico - Monitoramento de Escherichia coli e coliformes termotolerantes em pontos da rede de avaliação da qualidade de águas interiores do Estado de São Paulo. São Paulo, 2008.

COMPANHIA BRASILEIRA DE PROJETOS E EMPREENDIMENTOS (COBRAPE). Plano das Bacias Hidrográficas dos Rios Piracicaba, Capivari e Jundiá 2010 – 2020, com Propostas de Atualização do Enquadramento dos Corpos d'Água e de Programa para Efetivação do Enquadramento dos Corpos d'Água até o Ano de 2035 – Relatório Final. [s.l.], 2010.

COMPANHIA BRASILEIRA DE PROJETOS E EMPREENDIMENTOS (COBRAPE). Plano das Bacias Hidrográficas dos Rios Piracicaba, Capivari e Jundiá 2010 – 2020, com Propostas de Atualização do Enquadramento dos Corpos d'Água e de Programa para Efetivação do Enquadramento dos Corpos d'Água até o Ano de 2035 – Relatório Final. [s.l.], 2010. Cobrape, 2010

COMPANHIA BRASILEIRA DE PROJETOS E EMPREENDIMENTOS (COBRAPE). Plano das Bacias Hidrográficas dos Rios Piracicaba, Capivari e Jundiá 2010 – 2020, com Propostas de Atualização do Enquadramento dos Corpos d'Água e de Programa para Efetivação do Enquadramento dos Corpos d'Água até o Ano de 2035 – Relatório executivo [s.l.], 2011.

CONSÓRCIO HIDROSTUDIO – THEMAG. Estudo de Impacto Ambiental e Relatório de Impacto Ambiental (EIA/RIMA) das Barragens Pedreira e Duas Pontes, 2015.

CONSÓRCIO THEMAG-EBEI-VETEC-UMAH. Estudo de Impacto Ambiental e Relatório de Impacto Ambiental (EIA/RIMA) do Aproveitamento Múltiplo Santa Maria da Serra, 2012.

COORDENADORIA DE VIGILÂNCIA EM SAÚDE (CoViSa). Área contaminada no loteamento Mansões Santo Antônio. 2006. Acesso em 12 de maio de 2017. Disponível em http://www.saude.campinas.sp.gov.br/visa/mansoes_sto_antonio/doc_cms.pdf

COORDENADORIA DE RECURSOS HÍDRICOS DO ESTADO DE SÃO PAULO (CRHi). Relatório de Situação dos recursos hídricos da Bacia Hidrográfica. Roteiro para Elaboração e Fichas Técnicas dos Parâmetros. Julho de 2016. Disponível em:

<http://www.sigrh.sp.gov.br/relatoriosituacaodosrecursos_hidricos. > Acesso em 01 de novembro de 2016.

Datasus. 2008-2016. Número de internações por doenças infecciosas e parasitárias nos municípios que integram as BHPASO e no estado da Bahia. Disponível em: <<http://www2.datasus.gov.br/datasus/index.php?area=0203>>. Acesso em: 16 jan. 2017.

DEPARTAMENTO DE ÁGUA E ENERGIA ELÉTRICA (DAEE). Banco de Dados Hidrológicos (BDH). Disponível em: <<http://www.hidrologia.dae.sp.gov.br/>>. Acesso em Junho de 2017

DEPARTAMENTO DE ÁGUA E ENERGIA ELÉTRICA (DAEE); CENTRO NACIONAL DE MONITORAMENTO E ALERTAS DE DESASTRES NATURAIS (CEMADEN). Sistema Integrado de Bacias Hidrográficas (SIBH). Disponível em: sibh.dae.sp.gov.br/. Acesso em: Junho de 2017.

DEPARTAMENTO DE ÁGUAS E ENERGIA ELÉTRICA (DAEE). Ato declaratório para cadastro de usos de recursos hídricos superficiais e subterrâneos para usuários rurais. Governo do Estado de São Paulo. 2015. Disponível em: <http://www.atodeclaratorio.dae.sp.gov.br/Publico/DefaultRepresentante.aspx>

DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRA-ESTRUTURA DE TRANSPORTES (DNIT). PNLT – Plano Nacional de Logística e Transportes. Brasília, 2010.

DURIGAN, Giselda; SIQUEIRA, Marinez Ferreira de; FRANCO, Geraldo Antonio Daher Correa. Ameaças a fragmentos de Cerrado no estado de São Paulo, Brasil. Sci. Agric. (Piracicaba, Braz.), v.64, n.4, p.355-363, 2007.

EMBRAPA, 2006. Sistema Brasileiro de Classificação de Solos. 2. ed. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2006. 306 p. il. Inclui apêndices.

EMBRAPA, 2017. Árvore do Conhecimento – Solos tropicais. Disponível em: http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/solos_tropicais/Abertura.html. Acesso em 10 mai 2017.

EPE EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA. Cenário econômico 2050. Nota Técnica DEA XX/15. Setembro de 2015. Disponível em: http://www.epe.gov.br/Estudos/Documents/PNE2050_Premissas%20econ%C3%B4micas%20de%20longo%20prazo.pdf. Acesso: 30/10/2017.

EPE EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA. Plano Nacional de Energia 2030. Rio de Janeiro: EPE, 2007. 408p.

ESTADO DE SÃO PAULO. Secretaria de Saneamento e Recursos Hídricos. Coordenadoria de Recursos Hídricos. Plano Estadual de Recursos Hídricos (PERH): 2012/2015. São Paulo: SSRH/CRHi, 2013. 210 p.: II

FELCO FALEIROS PROJETOS E CONSULTORIA EM ENGENHARIA LTDA. PLANO MUNICIPAL DE GERENCIAMENTO DE RESÍDUOS SÓLIDOS DE PAULÍNIA/SP. Compilação das etapas anteriores e ETAPA 5: Cronograma para as ações, horizonte temporal e revisões. Relatório Final. Agosto de 2015. 313p.

Florespi ONG Socioambiental. Notícia de 15 de abril de 2013 “SP precisará de ‘mais um Cantareira’ em 30 anos, diz o Ministério Público”. Piracicaba, 2014. Disponível em: <http://www.florespi.org.br/>

FRANCO, R. M. B. Protozoários de veiculação hídrica: relevância em saúde pública. Revista Panamericana de Infectología, v. 9, n. 4, 36-43. 2007. Disponível em: <<http://www.revistaapi.com/wp-content/uploads/2014/02/mat-068.pdf>>. Acesso em: 16 jan. 2017.

FUNDAÇÃO CENTRO TECNOLÓGICO DE HIDRÁULICA (FCTH). Sistema de Alerta a Inundações de São Paulo (SAISP). Disponível em: <<https://www.saisp.br/>>. Acesso em: Junho de 2017

FUNDAÇÃO GETÚLIO VARGAS E SECRETARIA DE RECURSOS HÍDRICOS / MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE FGV E SRHU/MMA.. Plano Nacional de Recursos Hídricos. 1998. 10 v

G1 (2018). Com interligação, rio Paraíba do Sul passa a abastecer São Paulo. Disponível em: <<https://g1.globo.com/sp/vale-do-paraiba-regiao/noticia/com-interligacao-rio-paraiba-do-sul-passa-a-abastecer-sao-paulo.ghtml>>. Acesso em 05 de março de 2018.

GOVERNO FEDERAL DO BRASIL. Objetivos de Desenvolvimento Sustentável. Organização das Nações Unidas. 2015

HIPLAN Consultoria e Planejamento. Cadastro de Irrigantes das Bacias dos Rios Piracicaba, Capivari e Jundiá – PCJ. Relatório Final. Volume 1 – Texto. Hiplan Contrato nº 25.362/02. Agosto de 2004.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). Censo Agropecuário 2006 – Brasil, Grandes Regiões e Unidades da Federação. Rio de Janeiro, 2006.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). Censo Agropecuário 2006, Rio de Janeiro/RJ, 2010. Disponível em: www.ibge.gov.br.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). Estimativas populacionais para os municípios e para as Unidades da Federação brasileiros. Diretoria de Pesquisas, Coordenação de População e Indicadores Sociais. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/populacao/estimativa2016/default.shtm>.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). Manual técnico de geomorfologia / IBGE, Coordenação de Recursos Naturais e Estudos Ambientais. – 2. ed. - Rio de Janeiro: IBGE, 2009. 182 p. – (Manuais técnicos em geociências, ISSN 0103-9598; n. 5).

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). Mapa de Vegetação do Brasil. 1992.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). Pesquisa Agrícola Municipal – PAM: Área plantada, área colhida, quantidade produzida, rendimento médio e valor da produção das lavouras temporárias. 2015a. Disponível em: <<http://sidra.ibge.gov.br/bda/pesquisas/pam/>>. Série Histórica.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). Pesquisa Pecuária Municipal – PPM: efetivo de rebanhos. 2015b. Disponível em: <<http://sidra.ibge.gov.br/bda/pesquisas/ppm/>>. Série Histórica.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). Sistema IBGE de recuperação automática – SIDRA. 2010. Disponível em: <www.sidra.ibge.gov.br>. Acesso em: 16 jan. 2017.

INSTITUTO CHICO MENDES DE CONSERVAÇÃO DA BIODIVERSIDADE (ICMBIO). Manual de Convênios, Contratos de Repasse, Termos de Cooperação, Termos de Parceria e Termos de Reciprocidade. s.d. Disponível em: <<http://www.icmbio.gov.br/portal/images/stories/comunicacao/downloads/manualconvcontratosicmbio.pdf>>. Acesso em: fev, 2018.

INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS (IPT) & DEPARTAMENTO DE ÁGUAS E ENERGIA ELÉTRICA (DAEE). Cadastramento de pontos de erosão e inundação no Estado de São Paulo. São Paulo. ITP, 2012 (Relatório Técnico 131.057 – 205)

INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS DO ESTADO DE SÃO PAULO (IPT). 1986. Orientações para o combate à erosão no Estado de São Paulo, Bacia do Peixe-Parapanema. São Paulo, 1986, 6 vols. (IPT, Relatório, 24.739).

INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS DO ESTADO DE SÃO PAULO (IPT). Erosão no Estado de São Paulo. São Paulo: IPT, 1995. (Relatório Técnico 33 402).

INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS DO ESTADO DE SÃO PAULO (IPT). Mapa de Erosão do Estado de São Paulo. Escala 1:1.000.000. IPT/DAEE, 1997 São Paulo, 1997.

INSTITUTO MINEIRO DE GESTÃO DAS ÁGUAS (IGAM). Plano Estadual de Recursos Hídricos – PERH / Instituto Mineiro de Gestão das Águas. - Belo Horizonte: IGAM, 2011. 156p.; II

INSTITUTO MINEIRO DE GESTÃO DAS ÁGUAS (IGAM). Plano Estadual de Recursos Hídricos de Minas Gerais - PERH-MG (Resumo executivo volume I) / Instituto Mineiro de Gestão das Águas (IGAM). Belo Horizonte, MG. 2011. 139p.

INSTITUTO MINEIRO DE GESTÃO DE ÁGUAS (IGAM). Secretaria de Estado de Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável. Minas Gerais, 1997. Disponível em: <http://www.igam.mg.gov.br/>

INSTITUTO NACIONAL DE ESTUDOS E PESQUISAS EDUCACIONAIS ANÍSIO TEIXEIRA (INEP). Estatísticas do IDEB 2015. Disponível em: <<http://portal.inep.gov.br/web/portal-ideb/planilhas-para-download>>. Acesso em: 16 jan. 2017.

INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS (INPE). 2016. Disponível em <<http://www.dpi.inpe.br/spring/portugues/tutorial/classific.html>>.

INSTITUTO TRATA BRASIL (2014). Disponível em: <http://www.tratabrasil.org.br/fuga-de-agua-impede-melhoria-de-vazao-do-atibaia>. Acesso em 15 de janeiro de 2018.

IPEA INSTITUTO DE PESQUISA ECONÔMICA APLICADA; ASSECOR ASSOCIAÇÃO NACIONAL DOS SERVIDORES DA CARREIRA DE PLANEJAMENTO E ORÇAMENTO. Brasil 203: cenários para o desenvolvimento. Brasília: Ipea, Assecor, 2017. 320 p.

IRRIGART ENGENHARIA E CONSULTORIA EM RECURSOS HÍDRICOS E MEIO AMBIENTE (IRRIGART). Monitoramento e avaliação do cumprimento das metas do Plano de Bacia 2010-2020, nas ações relacionadas ao esgotamento sanitário, para o período 2008-2012 – Relatório Final. Contrato 24/2013 com a Agência das Bacias PCJ. 2013f

IRRIGART ENGENHARIA E CONSULTORIA EM RECURSOS HÍDRICOS E MEIO AMBIENTE (IRRIGART). Plano Municipal de Recursos Hídricos do Município de Camanducaia – 2013a. Agência Das Bacias PCJ. Piracicaba, 2013a.

IRRIGART ENGENHARIA E CONSULTORIA EM RECURSOS HÍDRICOS E MEIO AMBIENTE (IRRIGART). Plano Municipal de Recursos Hídricos do Município de Extrema – 2013b. Agência Das Bacias PCJ. Piracicaba, 2013b.

IRRIGART ENGENHARIA E CONSULTORIA EM RECURSOS HÍDRICOS E MEIO AMBIENTE (IRRIGART). Plano Municipal de Recursos Hídricos do Município de Itapeva – 2013c. Agência Das Bacias PCJ. Piracicaba, 2013c.

IRRIGART ENGENHARIA E CONSULTORIA EM RECURSOS HÍDRICOS E MEIO AMBIENTE (IRRIGART). Plano Municipal de Recursos Hídricos do Município de Sapucaí-Mirim – 2013d. Agência Das Bacias PCJ. Piracicaba, 2013d.

IRRIGART ENGENHARIA E CONSULTORIA EM RECURSOS HÍDRICOS E MEIO AMBIENTE (IRRIGART). Plano Municipal de Recursos Hídricos do Município de Toledo – 2013e. Agência Das Bacias PCJ. Piracicaba, 2013e.

IRRIGART ENGENHARIA E CONSULTORIA EM RECURSOS HÍDRICOS E MEIO AMBIENTE (IRRIGART). Relatório de Situação dos Recursos Hídricos 2002 – 2003. Agência Das Bacias PCJ. Piracicaba, 2004.

IRRIGART ENGENHARIA E CONSULTORIA EM RECURSOS HÍDRICOS E MEIO AMBIENTE (IRRIGART). Relatório de Situação dos Recursos Hídricos 2004 – 2006. Agência Das Bacias PCJ. Piracicaba, 2007

IWASA, O.Y. et ai. 1987. Áreas de risco ao desenvolvimento de erosão por ravinas e boçorocas na Folha de Marília, SF-22-2-A. In: SIMPÓSIO NACIONAL DE CONTROLE DE EROÇÃO, 4º, Marília, 1987. Anais. São Paulo: ABGE, p. 137-148.

KILIAN,1. & ROSSELLI, 1.F. 1978. "La cartografía morfopedologica del Instituto de Investigaciones Agronomicas Tropicales y de Cultivos Comestibles". IX Conferencia Internacional de Cartografia. Maryland.

LABORATÓRIO DE SISTEMAS DE SUPORTE A DECISÕES EM ENGENHARIA AMBIENTAL E DE RECURSOS HÍDRICOS (LABSID). Sistema de Suporte a Decisões para as Bacias dos Rios Piracicaba, Capivari e Jundiá (SSD-PCJ). Disponível em: <<http://ssdpkj.labsid.eng.br/>>. Acesso em Junho de 2017

LEOPOLD, L.B.,1968. Hydrology for Urban Planning - A Guide Book on the Hydrologic Effects on Urban Land Use. USGS circ. 554, 18p.

LLAMAS, J. Curso intensivo de planejamento e projeto de redes meteorológicas e hidrométricas. Brasília: Secretaria de Recursos Hídricos do Ministério do Meio Ambiente, dos Recursos Hídricos e da Amazônia Legal, 1996. 66p.

MCIDADES - MINISTÉRIO DAS CIDADES. Manual para apresentação de propostas. Programa – 1138 Drenagem Urbana e Controle de Erosão Marítima e Fluvial, 2009.

MEDEIROS, Rodrigo. A Proteção da Natureza: das Estratégias Internacionais e Nacionais às demandas Locais. Rio de Janeiro: UFRJ/PPG. 2003, 391p. Tese (Doutorado em Geografia).

MINISTÉRIO DA SAÚDE. Doenças infecciosas e parasitárias: guia de bolso. 8ª ED. Brasília, 2010. Disponível em <http://portal.saude.gov.br/portal/arquivos/pdf/doen_infecciosas_guia_bolso_8ed.pdf>. Acesso 15 jan. 2017.

MINISTÉRIO DA SAÚDE. Secretaria de Vigilância em Saúde. Departamento de Vigilância Epidemiológica Guia de Vigilância Epidemiológica. 6. ed. Brasília: Ministério da Saúde, 2007. 816 p. Série A. Normas e Manuais Técnicos.

MINISTÉRIO DA SAÚDE. Secretaria de Vigilância em Saúde. Vigilância e controle da qualidade da água para consumo humano. Brasília: Ministério da Saúde, 2006. 212 p. – (Série B. Textos Básicos de Saúde). Disponível em: <http://bvsmms.saude.gov.br/bvs/publicacoes/vigilancia_controle_qualidade_agua.pdf>

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE (MMA). Áreas Prioritárias para Conservação da Biodiversidade. Decreto 5.092 de 12 de maio de 2004. Brasília, 2004.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE (MMA). Desenvolvimento de Matriz de Coeficientes Técnicos para Recursos Hídricos no Brasil – Relatório Final dos Coeficientes Técnicos de Recursos Hídricos das Atividades Industrial e Agricultura Irrigada. Brasília – DF. Outubro de 2011.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE (MMA). Desenvolvimento de Matriz de Coeficientes Técnicos para Recursos Hídricos no Brasil. Relatório Final dos Coeficientes Técnicos de Recursos Hídricos das Atividades Industrial e Agricultura Irrigada. Fundação Banco do Brasil, Ministério do Meio Ambiente, Fundação de Apoio à Universidade de Viçosa. Brasília, 2010.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE (MMA). Plano Nacional de Adaptação às Mudanças Climáticas – PNA. PORTARIA nº - 150, DE 10 DE MAIO DE 2016 Institui o Plano Nacional de Adaptação à Mudança do Clima e dá outras providências. Maio, 2016.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE (MMA). Plano Nacional de Recursos Hídricos. Síntese Executiva. Secretaria de Recursos Hídricos do Ministério do Meio Ambiente (SRH/MMA). Brasília, 2006.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE (MMA). Plano Nacional de Saneamento Básico. Brasília, 2013. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/port/conama/processos/AECBF8E2/Plansab_Versao_Conselhos_Nacionais_020520131.pdf> .Acesso em 10 de dezembro de 2016.

MINISTÉRIO DO TRABALHO E EMPREGO. Programa de Disseminação das Estatísticas do Trabalho – PDET [sistema de recuperação na internet]. Relação Anual de Informações Sociais – RAIS/CAGED. Disponível em: <<http://bi.mte.gov.br/bgcaged/login.php>>.

MINISTÉRIO PÚBLICO FEDERAL, 2016. Efetivação das Metas de Qualidade das Águas no Brasil - Atuação Estratégica para a Melhoria da Qualidade das Águas. Manual de Atuação. 4ª Câmara de Coordenação e Revisão. Ministério Público Federal, DF, 2016.

NETTO, P.D. A; MOREIRA, C.J; DIAS, X. E; ARBILA, G; FERREIRA, V. F. L; OLIVEIRA, S. A; BAREK, J. Avaliação da contaminação humana por hidrocarbonetos policíclicos aromáticos (HPAs) e seus derivados nitrados (NHPAs): Uma revisão metodológica. Química Nova, V.23(6), p. 765-773, 2000.

NIMER, Edmon. Climatologia da Região Sudeste do Brasil: Introdução à Climatologia Dinâmica – Subsídios à Geografia Regional do Brasil. Revista Brasileira de Geografia. Rio de Janeiro, Nº 1, ano 34. p. 3-191, jan./mar. 1972.

NIMER, Edmon. Climatologia do Brasil. 2. ed. Rio de Janeiro: IBGE, Departamento de Recursos Naturais e Estudos Ambientais, 1989.

OLIVEIRA, A. M. dos S. et al., 1987. Questões metodológicas em diagnósticos regionais de erosão: a experiência pioneira da Bacia do Peixe-Paranapanema, SP. In: SIMPÓSIO NACIONAL DE CONTROLE DE EROSIÃO, 4º, Man1ia, 1987. Anais. São Paulo: ABGE, p. 51-71

OLIVEIRA. et al.,1999. Mapa pedológico do Estado de São Paulo: legenda expandida. Campinas/Rio de Janeiro: Instituto Agrônômico/Embrapa, 1999.

OPERADOR NACIONAL DO SISTEMA ELÉTRICO (ONS). Estimativa das Vazões para Atividades de Uso Consuntivo da Água nas Principais Bacias do Sistema Nacional – SIN. Brasília, 2003.

PERH (2017). Plano Estadual de Recursos Hídricos do Estado de São Paulo. Minuta. Conselho Estadual de Recursos Hídricos. Comitê Coordenador do Plano Estadual de Recursos Hídricos. PERH 2016-2019. São Paulo: CRH/CORHI, 2017. 241p.

PLANO NACIONAL DE SANEAMENTO BÁSICO (PLANSAB). Brasília, 2013. Disponível em: http://www.mma.gov.br/port/conama/processos/AECBF8E2/Plansab_Versao_Conselhos_Nacionais_020520131.pdf. Acesso em 25 de Outubro de 2017

PNUD; IPEA; FJP. Atlas de Desenvolvimento Humano Municipal Brasileiro. Brasília: PNUD, Ipea, FJP, 2013. Base de dados virtual. Disponível em: <http://www.atlasbrasil.org.br/2013/pt/home/>.

PREFEITURA MUNICIPAL DE PIRACICABA. Notícia de 08 de maio de 2015. “Prefeito participou da entrega de central hidrelétrica.” Piracicaba, 2015. Disponível em: <http://www.piracicaba.sp.gov.br/prefeito+participou+da+entrega+de+central+hidreletrica.aspx>. Acesso em: 20/12/2016.

PRIMACK, Richard B.; RODRIGUES, Efraim. Biologia da Conservação. Londrina, Gráfica

PRIME ENGENHARIA (2015). Estudo de Impacto Ambiental e Relatório de Impacto Ambiental – EIA/RIMA para a Interligação entre as Represas Jaguari (Bacia do Paraíba do Sul) e Atibainha (Bacias PCJ). Relatório de Impacto Ambiental – RIMA. 78p. Fevereiro de 2015.

RASA CONSULTORIA. Monitoramento e acompanhamento das metas do Plano de Bacias 2010-2020, nas ações relacionadas ao esgotamento sanitário para o período de 2015 – Relatório Final. 2017.

ROSS, J. L. S.; (org.), 1996. Geografia do Brasil. São Paulo, Edusp.

SANASA (2017): Prefeito Jonas Donizette Anuncia a Construção de Reservatório de Água Bruta. Disponível em: http://www.sanasa.com.br/conteudo/conteudo2.aspx?f=I&par_nrod=2316&flag=P-A Acesso em 27 de fevereiro de 2018.

SANASA (2018). E-mail recebido da Agência PCJ contendo informações referentes à barragem projetada para o rio Atibaia, para abastecimento do município de Campinas. As informações do e-mail foram fornecidas pela Sanasa para elaboração do relatório de Prognóstico.

SANASA/CAMPINAS, SEM ANO. Nosso Cantareira: Um Projeto à Altura da Nossa Cidade
Nosso Cantareira. Disponível em

<http://www.campinas.sp.gov.br/arquivos/comunicacao/sanasa_apresentacao_cantareira.pdf>. Acesso em 27 de fevereiro de 2018.

SÃO PAULO. Caracterização socioeconômica de São Paulo – Região Administrativa de Campinas. São Paulo/SP, 2011. Disponível em: <http://www.planejamento.sp.gov.br/noti_anexo/files/uam/trabalhos/Campinas.pdf>.

SCHMITZ, Arno P.; BITTENCOURT, Mauricio Vaz Lobo. Crescimento econômico e pressão sobre recursos hídricos. Estud. Econ., São Paulo, vol.47, n.2, p.329-363, abr.-jun. 2017. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/ee/v47n2/0101-4161-ee-47-02-0329.pdf>. Acesso 04/09/2017.

SEADE (2017) PIB dos municípios Paulistas (2002 – 2014). Disponível em <http://www.seade.gov.br/produtos/pib-dos-municipios-paulistas/> Acesso de 15 de Janeiro de 2018.

SECRETARIA DE ENERGIA DO ESTADO DE SÃO PAULO SEESP. Matriz Energética do Estado de São Paulo – 2035. Sumário Executivo. São Paulo, 2011. Disponível em: <http://www.energia.sp.gov.br/a2sitebox/arquivos/documentos/45.pdf>. Acesso em: 31/10/2017.

Sistema Estadual de Análise de Dados (Fundação) – SEADE. PIB Mensal. Produto Interno Bruto. Estado de São Paulo. Diretoria Adjunta de Análise e Disseminação de Informações Gerência de Indicadores Econômicos. Janeiro de 2017. Disponível em: http://www.seade.gov.br/produtos/midia/2017/04/01_2017-apresenta%C3%A7%C3%A3o.pdf. Acesso em: 30/10/2017.

Sistema Estadual de Análise de Dados (Fundação) – SEADE. SSPP Sistema Seade de Projeções Populacionais. Disponível em: <http://produtos.seade.gov.br/produtos/projpop/> Acesso em: 16 jan. 2017.

SISTEMA INTEGRADO DE GERENCIAMENTO DE RECURSOS HÍDRICOS DO ESTADO DE SÃO PAULO (SIGRH). Governo do Estado de São Paulo, Conselho Estadual de Recursos Hídricos, Comitês de Bacias Hidrográficas, Comitê Coordenador do Plano Estadual de Recursos Hídricos. São Paulo, 1991. Disponível em: <http://www.sigrh.sp.gov.br/>

SISTEMA NACIONAL DE INFORMAÇÕES SOBRE SANEAMENTO (SNIS). Diagnóstico dos Serviços de Água e Esgotos – 2014, Ministério das Cidades Secretaria Nacional de Saneamento Ambiental, Brasília, fevereiro de 2016.

SISTEMA NACIONAL DE INFORMAÇÕES SOBRE SANEAMENTO (SNIS). Série histórica, publicada em 2017, ano base 2015. Disponível em: <http://www.snis.gov.br/diagnostico-agua-e-esgotos/diagnostico-ae-2015>. Acesso em 3 de março de 2017.

SUDENE. PLIRHINE, Plano Integrado de Recursos Hídricos do Nordeste do Brasil. Recife, 1980.

TUCCI C. E. M. Hidrologia: Ciência e Aplicação 2ed. Organizado por Carlos E.M. Tucci – Porto Alegre: Editora da Universidade: ABRH, 1997. Coleção ABRH de Recursos Hídricos; v.4. 943p.

UFES (2018). Contratos e Convênios. Disponível em <<http://www.contratos.ufes.br/resposta2-2-1>>. Acesso em 06 de fevereiro de 2018.

VON SPERLING, M. 1996. Introdução à qualidade das águas e ao tratamento de esgotos. Princípios do Tratamento Biológico de Águas Residuárias, v. 1. Belo Horizonte: UFMG/DESA. 243 p.

VON SPERLING, M. Introdução a qualidade das águas e ao tratamento de esgotos. Volume 1. Belo Horizonte: Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental; UFMG; 2005

WORLD METEOROLOGICAL ORGANIZATION. Methods of observation. In: Guide to Hydrological Practices: hydrology from measurement to hydrological information. 6. ed. Geneva, Switzerland , 2008. v. 1, cap. 2, p. 24-27. (WMO - n. 168).