

COMPLEMENTAÇÃO E FINALIZAÇÃO DO
PLANO INTEGRADO DE RECURSOS HÍDRICOS
DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO PARAÍBA DO
SUL - PIRH-PS E ELABORAÇÃO DOS
PLANOS DE RECURSOS HÍDRICOS DAS BACIAS
HIDROGRÁFICAS AFLUENTES

PRODUTO FINAL 02:

**DIAGNÓSTICO E PROGNÓSTICO DA
REGIÃO HIDROGRÁFICA DO RIO PIABANHA
E SUB-BACIAS HIDROGRÁFICAS DOS
RIOS PAQUEQUER E PRETO**

REVISÃO 03



JUNHO DE 2020

Acompanhamento:



Execução:




	<p>PF-02 – Diagnóstico e Prognóstico</p> <p>COMPLEMENTAÇÃO E FINALIZAÇÃO DO PLANO INTEGRADO DE RECURSOS HÍDRICOS DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO PARAÍBA DO SUL - PIRH-PS E ELABORAÇÃO DOS PLANOS DE RECURSOS HÍDRICOS DAS BACIAS HIDROGRÁFICAS AFLUENTES</p>	<p>Tipo de Documento: Relatório Técnico</p> <p>Cód. do Documento: AGVP_PARAIBA_PF2_D Ig_Prog_RHIV_Rev03</p>	
---	--	---	---



APRESENTAÇÃO

A PROFILL Engenharia e Ambiente S.A. vem por meio deste apresentar a Revisão 03 do **Produto Final 02 – Diagnóstico e Prognóstico da Região Hidrográfica do Rio Piabanha e Sub-Bacias Hidrográficas dos Rios Paquequer e Preto**, escopo do Contrato nº 01/2018 AGEVAP, referente à **Complementação e Finalização do Plano Integrado de Recursos Hídricos da Bacia Hidrográfica do Rio Paraíba do Sul e Elaboração dos Planos de Recursos Hídricos das Bacias Hidrográficas Afluentes**.

Este produto tem por base as especificações contidas no Primeiro Termo Aditivo ao Contrato, bem como as reuniões realizadas junto ao GT-Plano, CTC-CEIVAP, Diretoria e Plenária do CEIVAP, Diretorias dos Comitês das bacias afluentes e órgãos gestores (ANA, INEA e IGAM). Complementarmente, este produto visa atender o escopo mínimo apresentado na Lei Estadual nº 3.239/1999.


Junho de 2020



<p>Elaborado por:</p> 	<p>Nº da revisão</p> <p>03</p>	<p>Revisado por:</p>	<p>Aprovado por:</p>	<p>PF-02</p> <p>AGVP_PARAIBA_PF2_Dlg_Prog_RHIV_Rev03</p>	<p>1/210</p>
---	--------------------------------	----------------------	----------------------	--	--------------

	<p>PF-02 – Diagnóstico e Prognóstico</p> <p>COMPLEMENTAÇÃO E FINALIZAÇÃO DO PLANO INTEGRADO DE RECURSOS HÍDRICOS DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO PARAÍBA DO SUL - PIRH-PS E ELABORAÇÃO DOS PLANOS DE RECURSOS HÍDRICOS DAS BACIAS HIDROGRÁFICAS AFLUENTES</p>	<p>Tipo de Documento: Relatório Técnico</p> <p>Cód. do Documento: AGVP_PARAIBA_PF2_D lg_Prog_RHIV_Rev03</p>	
---	--	---	---


SUMÁRIO



1	INTRODUÇÃO	16
2	METODOLOGIA.....	18
2.1	Diagnóstico	18
2.2	Prognóstico.....	19
2.3	1º Seminário Regional.....	22
2.4	Videoconferência realizada junto ao GT-Plano Ampliado	23
3	DIAGNÓSTICO GERAL DA REGIÃO HIDROGRÁFICA DO RIO PIABANHA E SUB-BACIAS HIDROGRÁFICAS DOS RIOS PAQUEQUER E PRETO (RH-IV).....	24
3.1	Caracterização da Área de Estudo.....	24
3.1.1	Localização e Situação da RH-IV.....	24
3.1.2	Municípios Interceptados	25
3.2	Aspectos Físicos	27
3.2.1	Geologia.....	27
3.2.2	Geomorfologia.....	30
3.2.3	Pedologia	33
3.2.4	Clima	36
3.2.5	Modificação dos padrões de ocupação do solo.....	38
3.3	Aspectos Bióticos	46
3.3.1	Unidades de Conservação	46
3.3.2	Cobertura Vegetal	51
3.3.3	Ecossistemas Aquáticos	53
3.4	Aspectos Socioeconômicos.....	57
3.4.1	População	57
3.4.2	Demografia.....	58
3.4.3	Índice de Desenvolvimento Humano.....	60
3.4.4	Diagnóstico Institucional dos municípios e de suas capacidades econômico-financeiras.....	61
3.5	Avaliação do Saneamento Ambiental.....	64
3.5.1	Abastecimento de Água	65
3.5.2	Esgotamento Sanitário	74
3.5.3	Resíduos Sólidos	78
3.5.4	Drenagem Urbana.....	79
3.5.5	Avaliação Econômico-Financeira do Saneamento Básico e Resíduos Sólidos Urbanos	86
3.6	Recursos Hídricos Superficiais e Ecossistemas Aquáticos.....	90
3.6.1	Cadastro de usuários	90

<p>Elaborado por:</p> 	<p>Nº da revisão</p> <p>03</p>	<p>Revisado por:</p>	<p>Aprovado por:</p>	<p>PF-02</p> <p>AGVP_PARAIBA_PF2_Dlg_Prog_RHIV_Rev03</p>	<p>2/210</p>
---	--------------------------------	----------------------	----------------------	--	--------------

	<p>PF-02 – Diagnóstico e Prognóstico</p> <p>COMPLEMENTAÇÃO E FINALIZAÇÃO DO PLANO INTEGRADO DE RECURSOS HÍDRICOS DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO PARAÍBA DO SUL - PIRH-PS E ELABORAÇÃO DOS PLANOS DE RECURSOS HÍDRICOS DAS BACIAS HIDROGRÁFICAS AFLUENTES</p>	<p>Tipo de Documento: Relatório Técnico</p> <p>Cód. do Documento: AGVP_PARAIBA_PF2_D lg_Prog_RHIV_Rev03</p>	
---	--	---	---


3.6.2	Disponibilidade Hídrica.....	99
3.6.3	Demandas Hídricas.....	101
3.6.4	Balanço Hídrico Quantitativo.....	101
3.6.5	Qualidade da Água.....	105
3.6.6	Estimativa das cargas poluidoras.....	117
3.6.7	Balanço Hídrico Qualitativo	133
3.7	Recursos Hídricos Subterrâneos.....	145
4	PROGNÓSTICO	147
4.1	Cenários Prospectivos.....	147
4.1.1	Cenários para a Região Hidrográfica do Rio Piabanha e Sub-Bacias Hidrográficas dos Rios Paquequer e Preto	148
4.1.2	Evolução histórica das variáveis correlacionadas com as demandas hídricas consuntivas e suas respectivas taxas de crescimento para os cenários projetados.....	151
4.1.3	Projeção das Demandas Hídricas	171
4.1.4	Projeção das Cargas Poluidoras	181
4.1.5	Avaliação do Balanço Quantitativo nos Cenários Futuros.....	185
4.1.6	Avaliação do Balanço Qualitativo nos Cenários Futuros.....	189
5	ÁREAS SUJEITAS À RESTRIÇÃO DE USO	199
6	SÍNTESE CONCLUSIVA.....	205
7	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	208



<p>Elaborado por:</p> 	<p>Nº da revisão</p> <p>03</p>	<p>Revisado por:</p>	<p>Aprovado por:</p>	<p>PF-02</p> <p>AGVP_PARAIBA_PF2_Dlg_Prog_RHIV_Rev03</p>	<p>3/210</p>
---	--------------------------------	----------------------	----------------------	--	--------------

	<p>PF-02 – Diagnóstico e Prognóstico</p> <p>COMPLEMENTAÇÃO E FINALIZAÇÃO DO PLANO INTEGRADO DE RECURSOS HÍDRICOS DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO PARAÍBA DO SUL - PIRH-PS E ELABORAÇÃO DOS PLANOS DE RECURSOS HÍDRICOS DAS BACIAS HIDROGRÁFICAS AFLUENTES</p>	<p>Tipo de Documento: Relatório Técnico</p> <p>Cód. do Documento: AGVP_PARAIBA_PF2_D Ig_Prog_RHIV_Rev03</p>	
---	--	---	---



LISTA DE QUADROS

Quadro 2.1 – Variáveis utilizadas no prognóstico das demandas	20
Quadro 3.1 – Informações referentes aos municípios pertencentes à RH-IV... 25	25
Quadro 3.2 – Tipos dos solos presentes na RH-IV	33
Quadro 3.3 – Discriminação das classes de uso do solo caracterizadas	38
Quadro 3.4 – Quantificação do Tipo de Uso do Solo na RH-IV em 2011	39
Quadro 3.5 – Quantificação do Uso do Solo na RH-IV em 2018.....	44
Quadro 3.6 – Categorias das Unidades de Conservação existentes na RH-IV.	47
Quadro 3.7 – Unidades de Conservação na RH-IV.....	47
Quadro 3.8 – Grau de conservação das faixas marginais de rios existentes na RH-IV.....	51
Quadro 3.9 – Espécies migrados e exóticas identificadas na Bacia Hidrográfica do Rio Paraíba do Sul	55
Quadro 3.10 – Espécies ameaçadas de extinção identificadas na Bacia Hidrográfica do Rio Paraíba do Sul	56
Quadro 3.11 – População residente na RH-IV	57
Quadro 3.12 – IDHM da RH-IV.....	60
Quadro 3.13 – Evolução dos PIBs Municipais da RH-IV.....	62
Quadro 3.14 – Série histórica IFGF para os municípios da RH-IV.....	64
Quadro 3.15 – Situação do atendimento de água dos municípios da RH-IV....	67
Quadro 3.16 – Pontos de captação e AIPMs da RH existentes na RH-IV.....	71
Quadro 3.17 – Situação do atendimento de esgotamento sanitário nos municípios da RH-IV.....	76
Quadro 3.18 – Status dos municípios da RH-IV em relação ao PMGIRS	79
Quadro 3.19 – Áreas de risco geológico, sua tipologia, descrição e sugestão de intervenção na RH-IV	82
Quadro 3.20 – Trechos de curso d'água inundáveis, frequência de ocorrência, grau de impacto e vulnerabilidade a inundações graduais na RH-IV	83


<p>Elaborado por:</p> 	<p>Nº da revisão</p> <p>03</p>	<p>Revisado por:</p>	<p>Aprovado por:</p>	<p>PF-02</p> <p>AGVP_PARAIBA_PF2_Dlg_Prog_RHIV_Rev03</p>	<p>4/210</p>
---	--------------------------------	----------------------	----------------------	--	--------------



	<p>PF-02 – Diagnóstico e Prognóstico</p> <p>COMPLEMENTAÇÃO E FINALIZAÇÃO DO PLANO INTEGRADO DE RECURSOS HÍDRICOS DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO PARAÍBA DO SUL - PIRH-PS E ELABORAÇÃO DOS PLANOS DE RECURSOS HÍDRICOS DAS BACIAS HIDROGRÁFICAS AFLUENTES</p>	<p>Tipo de Documento: Relatório Técnico</p> <p>Cód. do Documento: AGVP_PARAIBA_PF2_D lg_Prog_RHIV_Rev03</p>	
---	--	---	---

Quadro 3.21 – Informações econômico-financeiras de saneamento básico referentes aos municípios da RH-IV.....	87
Quadro 3.22 – Informações econômico-financeiras referentes aos resíduos sólidos nos municípios da RH-IV.....	89
Quadro 3.23 – Vazões médias outorgadas de captação na RH-IV	92
Quadro 3.24 – Vazões outorgadas de captação em recursos hídricos estaduais por setor na RH-IV	92
Quadro 3.25 – Vazões outorgadas de lançamento em recursos hídricos estaduais por setor na RH-IV	92
Quadro 3.26 – Vazões dos usos insignificantes outorgados em recursos hídricos estaduais por setor na RH-IV	98
Quadro 3.27 – Vazões de referência observadas e calculadas pela regionalização em relação às estações fluviométricas selecionadas.....	99
Quadro 3.28 – Estimativa de demandas hídricas.....	101
Quadro 3.29 – Percentual de ototrechos em cada faixa de Balanço Hídrico (Q ₉₅) do cenário atual (2018).....	102
Quadro 3.30 – Desenho amostral dos dados de qualidade da água avaliados	106
Quadro 3.31 – Classificação final em termo de classe equivalente da Res. CONAMA nº 357/2005	113
Quadro 3.32 - Resultado da análise dos parâmetros inorgânicos.....	115
Quadro 3.33 – Relação das cargas per capita e concentração no efluente doméstico dos parâmetros a serem simulados no modelo.....	117
Quadro 3.34 – População e indicadores de atendimento dos serviços de esgotamento sanitário por município da RH-IV	119
Quadro 3.35 – Eficiências adotadas por tipo de solução de esgotamento sanitário	120
Quadro 3.36 – Descrição dos pontos de controle de qualidade da água para comparação dos resultados do prognóstico qualitativo	133


	<p>PF-02 – Diagnóstico e Prognóstico</p> <p>COMPLEMENTAÇÃO E FINALIZAÇÃO DO PLANO INTEGRADO DE RECURSOS HÍDRICOS DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO PARAÍBA DO SUL - PIRH-PS E ELABORAÇÃO DOS PLANOS DE RECURSOS HÍDRICOS DAS BACIAS HIDROGRÁFICAS AFLUENTES</p>	<p>Tipo de Documento: Relatório Técnico</p> <p>Cód. do Documento: AGVP_PARAIBA_PF2_D lg_Prog_RHIV_Rev03</p>	
---	--	---	---



Quadro 3.37 – Concentrações calculadas dos parâmetros no cenário atual nos Pontos de Controle para a vazão Q_{95}	135
Quadro 4.1 – Acréscimos das TGCAs da população urbana na RH-IV no Cenário de Maior Dinâmica Econômica.....	154
Quadro 4.2 – Taxas Geométricas de Crescimento Anual da População Urbana da RH-IV nos Cenários Tendencial e Alternativos	155
Quadro 4.3 – Crescimento Anual da População Urbana da RH-IV nos Cenários Tendencial e Alternativos	155
Quadro 4.4 – Taxas Geométricas de Crescimento Anual da População Rural da RH-IV nos Cenários Tendencial e Alternativos	157
Quadro 4.5 – Crescimento Anual da População Rural da RH-IV nos Cenários Tendencial e Alternativos	158
Quadro 4.6 – Demandas hídricas industriais por segmento CNAE na RH-IV	158
Quadro 4.7 – TGCAs referentes aos Cenários Referencial e Superior nas prospecções da EPE (2018).....	161
Quadro 4.8 – TGCAs dos Cenários Referencial e Inferior nas prospecções da EPE (2018).....	161
Quadro 4.9 –Taxas Geométricas de Crescimento Anual dos VABs da Indústria na RH-IV nos Cenários Tendencial e Alternativos	162
Quadro 4.10 – Projeção do VAB Industrial (R\$) nos Cenários Tendencial e Alternativos.....	162
Quadro 4.11 – TGCAs referentes aos Cenários Referencial e Superior nas prospecções da EPE (2018).....	165
Quadro 4.12 – TGCAs referentes aos Cenários Referencial e Superior nas prospecções da EPE (2018).....	165
Quadro 4.13 – Incremento anual da área irrigada conforme o método utilizado na RH-IV, nos Cenários Tendencial e Alternativos	167
Quadro 4.14 – Incremento anual e projeção da área irrigada total na RH-IV nos Cenários Tendencial e Alternativos	168
Quadro 4.15 – Demandas hídricas unitárias por tipo de rebanho animal.....	168

<p>Elaborado por:</p> 	<p>Nº da revisão</p> <p>03</p>	<p>Revisado por:</p>	<p>Aprovado por:</p>	<p>PF-02</p> <p>AGVP_PARAIBA_PF2_Dlg_Prog_RHIV_Rev03</p>	<p>6/210</p>
---	--------------------------------	----------------------	----------------------	--	--------------

	<p>PF-02 – Diagnóstico e Prognóstico</p> <p>COMPLEMENTAÇÃO E FINALIZAÇÃO DO PLANO INTEGRADO DE RECURSOS HÍDRICOS DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO PARAÍBA DO SUL - PIRH-PS E ELABORAÇÃO DOS PLANOS DE RECURSOS HÍDRICOS DAS BACIAS HIDROGRÁFICAS AFLUENTES</p>	<p>Tipo de Documento: Relatório Técnico</p> <p>Cód. do Documento: AGVP_PARAIBA_PF2_D lg_Prog_RHIV_Rev03</p>	
---	--	---	---

Quadro 4.16 – Taxas Geométricas de Crescimento Anual da demanda hídrica para criação na RH-IV nos Cenários Tendencial e Alternativos.....	170
Quadro 4.17 – Projeção da demanda hídrica total para criação de animais na RH-IV nos Cenários Tendencial e Alternativos	170
Quadro 4.18 – Projeção das Demandas Hídricas do setor de Abastecimento Urbano da RH-IV nos Cenários Tendencial e Alternativos, nos anos de 2018, 2023, 2028 e 2033	172
Quadro 4.19 – Projeção das Demandas Hídricas do setor de Abastecimento Rural da RH-IV nos Cenários Tendencial e Alternativos, nos anos de 2018, 2023, 2028 e 2033	174
Quadro 4.20 – Projeção das Demandas Hídricas do setor industrial da RH-IV nos Cenários Tendencial e Alternativos, nos anos de 2018, 2023, 2028 e 2033..	175
Quadro 4.21 – Projeção das Demandas Hídricas do setor de Mineração da RH-IV nos Cenários Tendencial e Alternativos, nos anos de 2018, 2023, 2028 e 2033	177
Quadro 4.22 – Projeção das Demandas Hídricas do setor de Irrigação da RH-IV nos Cenários Tendencial e Alternativos, nos anos de 2018, 2023, 2028 e 2033	178
Quadro 4.23 – Projeção das Demandas Hídricas do setor de Criação de Animais da RH-IV nos Cenários Tendencial e Alternativos, nos anos de 2018, 2023, 2028 e 2033	179
Quadro 4.24 – Resumo das projeções de demanda totais na RH-IV nos Cenários Tendencial e Alternativos, nos anos de 2018, 2023, 2028 e 2033	180
Quadro 4.25 – Valores de carga de DBO lançada na zona urbana nos Cenários Atual, Tendencial e Alternativos (kg/dia), para a RH-IV.	182
Quadro 4.26 – Valores de carga de DBO lançada na zona rural nos Cenários Atual, Tendencial e Alternativos (kg/dia), para a RH-IV	183
Quadro 4.27 – Valores de carga de fósforo lançado na zona urbana nos Cenários Atual, Tendencial e Alternativos (kg/dia), para a RH-IV	183


<p>Elaborado por:</p> 	<p>Nº da revisão</p> <p>03</p>	<p>Revisado por:</p>	<p>Aprovado por:</p>	<p>PF-02</p> <p>AGVP_PARAIBA_PF2_Dlg_Prog_RHIV_Rev03</p>	<p>7/210</p>
---	--------------------------------	----------------------	----------------------	--	--------------

	<p>PF-02 – Diagnóstico e Prognóstico</p> <p>COMPLEMENTAÇÃO E FINALIZAÇÃO DO PLANO INTEGRADO DE RECURSOS HÍDRICOS DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO PARAÍBA DO SUL - PIRH-PS E ELABORAÇÃO DOS PLANOS DE RECURSOS HÍDRICOS DAS BACIAS HIDROGRÁFICAS AFLUENTES</p>	<p>Tipo de Documento: Relatório Técnico</p> <p>Cód. do Documento: AGVP_PARAIBA_PF2_D lg_Prog_RHIV_Rev03</p>	
---	--	---	---

Quadro 4.28 – Valores de carga de fósforo lançado na zona rural nos Cenários Atual, Tendencial e Alternativos (kg/dia), para a RH-IV	183
Quadro 4.29 – Valores de carga de coliformes termotolerantes lançados na zona urbana nos Cenários Atual, Tendencial e Alternativos, para a RH-IV	184
Quadro 4.30 – Valores de carga de coliformes termotolerantes lançados na zona rural nos Cenários Atual, Tendencial e Alternativos, para a RH-IV	184
Quadro 4.31 – Valores de carga de nitrogênio total lançado na zona urbana nos Cenários Atual, Tendencial e Alternativos (kg/dia), para a RH-IV	185
Quadro 4.32 – Valores de carga de nitrogênio total lançado na zona rural nos Cenários Atual, Tendencial e Alternativos (kg/dia), para a RH-IV	185
Quadro 4.33 – Percentual de ottotrechos em cada faixa de Balanço Hídrico (Q ₉₅) na RH-IV, para os Cenários Atual (2018) e de Maior Dinâmica Econômica (2033)	186
Quadro 5.1 – Identificação das Áreas Sujeitas à Restrição de Uso na RH-IV	200
Quadro 6.1 – Indicação da forma de atendimento das solicitações não atendidas no âmbito do PF-2	207

LISTA DE FIGURAS

Figura 2.1 – Etapas de elaboração do Prognóstico da Região Hidrográfica do Rio Piabanha e Sub-Bacias Hidrográficas dos Rios Paquequer e Preto	19
Figura 3.1 – Porcentagem de classes de uso do solo na RH-IV em 2011.	40
Figura 3.2 – Porcentagem de classes de uso do solo na RH-IV em 2018	44
Figura 3.3 – Percentual de degradação das faixas marginais na RH-IV	52
Figura 3.4 – Índice de perdas por município da RH-IV	68
Figura 3.5 – Atendimento do esgotamento sanitário por município da RH-IV. .	76
Figura 3.6 – Índices de cargas removidas na RH-IV.	77
Figura 3.7 – Número de ocorrências de desastres de origem hídrica da RH-IV.	80
Figura 3.8 – Relação econômico-financeiras do saneamento básico nos municípios da RH-IV	88

<p>Elaborado por:</p> 	<p>Nº da revisão</p> <p>03</p>	<p>Revisado por:</p>	<p>Aprovado por:</p>	<p>PF-02</p> <p>AGVP_PARAIBA_PF2_Dlg_Prog_RHIV_Rev03</p>	<p>8/210</p>
---	--------------------------------	----------------------	----------------------	--	--------------




	<p>PF-02 – Diagnóstico e Prognóstico</p> <p>COMPLEMENTAÇÃO E FINALIZAÇÃO DO PLANO INTEGRADO DE RECURSOS HÍDRICOS DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO PARAÍBA DO SUL - PIRH-PS E ELABORAÇÃO DOS PLANOS DE RECURSOS HÍDRICOS DAS BACIAS HIDROGRÁFICAS AFLUENTES</p>	<p>Tipo de Documento: Relatório Técnico</p> <p>Cód. do Documento: AGVP_PARAIBA_PF2_D lg_Prog_RHIV_Rev03</p>	
---	--	---	---

Figura 3.9 – Relação econômico-financeiras do RSU nos municípios da RH-IV	90
Figura 3.10 – Percentual de ottotrechos em cada faixa de Balanço Hídrico (Q ₉₅) do cenário atual (2018).....	103
Figura 3.11 – Frequências de atendimento de classe quanto ao OD.....	107
Figura 3.12 – Sazonalidade quanto ao OD	108
Figura 3.13 – Frequências de atendimento de classe quanto a DBO	108
Figura 3.14 – Sazonalidade quanto a DBO.....	109
Figura 3.15 – Frequências de atendimento de classe quanto às densidades de CF.	109
Figura 3.16 – Sazonalidade quanto as densidades de CF	110
Figura 3.17 – Frequências de atendimento de classe quanto ao PT	110
Figura 3.18 – Sazonalidade quanto ao PT.	111
Figura 3.19 – Frequências de atendimento de classe quanto ao Nitrato	111
Figura 3.20 – Sazonalidade quanto ao Nitrato	112
Figura 3.21 – Frequências de atendimento de classe global	112
Figura 3.22 – IQA Médio	113
Figura 3.23 – Parâmetros Inorgânicos	115
Figura 4.1 – Evolução histórica da população urbana na RH-IV	154
Figura 4.2 – Evolução histórica da população rural na RH-IV	156
Figura 4.3 – Distribuição das maiores demandas industriais na RH-IV, distribuídas por segmento CNAE	159
Figura 4.4 – Distribuição das menores demandas industriais na RH-IV, distribuídas por segmento CNAE	160
Figura 4.5 – Evolução histórica da variação do VAB Industrial na RH-IV.....	160
Figura 4.6 – Áreas irrigadas distribuídas pelos métodos utilizados na RH-IV estimada em 2015 e projetada para 2030.	164
Figura 4.7 – Evolução histórica da demanda hídrica para criação animal na RH-IV.....	169

<p>Elaborado por:</p> 	<p>Nº da revisão</p> <p>03</p>	<p>Revisado por:</p>	<p>Aprovado por:</p>	<p>PF-02</p> <p>AGVP_PARAIBA_PF2_Dlg_Prog_RHIV_Rev03</p>	<p>9/210</p>
---	--------------------------------	----------------------	----------------------	--	--------------






	<p>PF-02 – Diagnóstico e Prognóstico</p> <p>COMPLEMENTAÇÃO E FINALIZAÇÃO DO PLANO INTEGRADO DE RECURSOS HÍDRICOS DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO PARAÍBA DO SUL - PIRH-PS E ELABORAÇÃO DOS PLANOS DE RECURSOS HÍDRICOS DAS BACIAS HIDROGRÁFICAS AFLUENTES</p>	<p>Tipo de Documento: Relatório Técnico</p> <p>Cód. do Documento: AGVP_PARAIBA_PF2_D lg_Prog_RHIV_Rev03</p>	
---	--	---	---

Figura 4.8 – Projeção das Demandas Hídricas do setor de Abastecimento Urbano na RH-IV, para os cenários de menor dinâmica econômica, tendencial e maior dinâmica econômica.....	173
Figura 4.9 – Projeção das Demandas Hídricas do setor de Abastecimento Rural na RH-IV, para os cenários de menor dinâmica econômica, tendencial e maior dinâmica econômica.....	174
Figura 4.10 – Projeção das Demandas Hídricas do setor industrial na RH-IV, para os cenários de menor dinâmica econômica, tendencial e maior dinâmica econômica.....	176
Figura 4.11 – Projeção das Demandas Hídricas do setor de Mineração na RH-IV, para os cenários de menor dinâmica econômica, tendencial e maior dinâmica econômica.....	177
Figura 4.12 – Projeção das Demandas Hídricas do setor de Irrigação na RH-IV, para os cenários de menor dinâmica econômica, tendencial e maior dinâmica econômica.....	178
Figura 4.13 – Projeção das Demandas Hídricas do setor de Criação Animal na RH-IV, para os cenários de menor dinâmica econômica, tendencial e maior dinâmica econômica.....	179
Figura 4.14 – Resumo das projeções de demanda totais na RH-IV nos cenários tendencial e alternativos, nos anos de 2018, 2023, 2028 e 2033.....	180
Figura 4.15 – Comparação entre o percentual de ottotrechos da RH-IV nas faixas de balanço hídrico baseado na vazão de referência Q_{95} , considerando o Cenário Atual (2018) e o Cenário de Maior Dinâmica Econômica (2033).....	187


LISTA DE MAPAS



Mapa 3.1 – Localização da RH-IV, municípios interceptados e seus rios afluentes	26
Mapa 3.2 – Geologia da RH-IV	29
Mapa 3.3 – Geomorfologia da RH-IV.	32
Mapa 3.4 – Pedologia da RH-IV.....	35

<p>Elaborado por:</p> 	<p>Nº da revisão</p> <p>03</p>	<p>Revisado por:</p>	<p>Aprovado por:</p>	<p>PF-02</p> <p>AGVP_PARAIBA_PF2_Dlg_Prog_RHIV_Rev03</p>	<p>10/210</p>
---	--------------------------------	----------------------	----------------------	--	---------------


	<p>PF-02 – Diagnóstico e Prognóstico</p> <p>COMPLEMENTAÇÃO E FINALIZAÇÃO DO PLANO INTEGRADO DE RECURSOS HÍDRICOS DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO PARAÍBA DO SUL - PIRH-PS E ELABORAÇÃO DOS PLANOS DE RECURSOS HÍDRICOS DAS BACIAS HIDROGRÁFICAS AFLUENTES</p>	<p>Tipo de Documento: Relatório Técnico</p> <p>Cód. do Documento: AGVP_PARAIBA_PF2_D lg_Prog_RHIV_Rev03</p>	
---	--	---	---



Mapa 3.5 – Clima da RH-IV.....	37
Mapa 3.6 – Uso e Cobertura do Solo da RH-IV em 2011.....	42
Mapa 3.7 – Uso e Cobertura do Solo na RH-IV em 2018.....	45
Mapa 3.8 – Unidades de Conservação na RH-IV.....	50
Mapa 3.9 – Densidade populacional na RH-IV.....	59
Mapa 3.10 – Prestadores de serviço de abastecimento de água por município da RH-IV.....	66
Mapa 3.11 - Localização das AIPMs existentes na RH-IV	73
Mapa 3.12 – Prestadores de serviço de esgotamento sanitário por município da RH-IV.....	75
Mapa 3.13 – Áreas de Risco de Deslizamentos e Inundações na RH-IV.....	85
Mapa 3.14 – Espacialização das outorgas de direito emitidas para Abastecimento Humano (captações superficiais e subterrâneas) e esgotamento sanitário, bem como os usos insignificantes neste setor.....	94
Mapa 3.15 – Espacialização das outorgas de direito emitidas para o Setor Industrial (captações superficiais e subterrâneas e lançamentos), bem como os usos insignificantes neste setor.....	95
Mapa 3.16 – Espacialização das outorgas de direito emitidas para o Setor de Mineração (captações superficiais, subterrâneas e lançamentos), bem como os usos insignificantes neste setor.....	96
Mapa 3.17 – Espacialização das outorgas de direito emitidas para o Setor de Irrigação (captações superficiais e subterrâneas), bem como os usos insignificantes neste setor	97
Mapa 3.18 – Disponibilidade hídrica da RH-IV por trecho de rio na vazão Q ₉₅	100
Mapa 3.19 – Balanço hídrico quantitativo da RH-IV por trecho de rio, considerando a vazão de referência Q ₉₅ , no Cenário Atual (2018).....	104
Mapa 3.20 – Resultado da qualidade da água considerando parâmetros químicos, biológicos e do IQA na RH-IV	114

<p>Elaborado por:</p> 	<p>Nº da revisão</p> <p>03</p>	<p>Revisado por:</p>	<p>Aprovado por:</p>	<p>PF-02</p> <p>AGVP_PARAIBA_PF2_Dlg_Prog_RHIV_Rev03</p>	<p>11/210</p>
---	--------------------------------	----------------------	----------------------	--	---------------


	<p>PF-02 – Diagnóstico e Prognóstico</p> <p>COMPLEMENTAÇÃO E FINALIZAÇÃO DO PLANO INTEGRADO DE RECURSOS HÍDRICOS DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO PARAÍBA DO SUL - PIRH-PS E ELABORAÇÃO DOS PLANOS DE RECURSOS HÍDRICOS DAS BACIAS HIDROGRÁFICAS AFLUENTES</p>	<p>Tipo de Documento: Relatório Técnico</p> <p>Cód. do Documento: AGVP_PARAIBA_PF2_D lg_Prog_RHIV_Rev03</p>	
---	--	---	---



Mapa 3.21 – Qualidade da água considerando os parâmetros inorgânicos na RH-IV	116
Mapa 3.22 – Percentual de carga orgânica tratada e não tratada da população interna à RH-IV, por município	122
Mapa 3.23 – Carga orgânica lançada em cada município na RH-IV	123
Mapa 3.24 – Percentual de fósforo total tratado e não tratado da população interna à RH-IV, por município	125
Mapa 3.25 – Carga de fósforo total lançada em cada município na RH-IV	126
Mapa 3.26 – Percentual de carga de coliformes termotolerantes tratada e não tratada da população interna à RH-IV, por município.....	128
Mapa 3.27 – Carga de coliformes lançada em cada município na RH-IV	129
Mapa 3.28 – Percentual de nitrogênio total tratado e não tratado da população interna à RH-IV, por município	131
Mapa 3.29 – Carga de nitrogênio total lançada em cada município na RH-IV	132
Mapa 3.30 – Simulação da qualidade da água. Cenário Atual (2018), Q ₉₅ , parâmetro: DBO	138
Mapa 3.31 – Simulação da qualidade da água: Cenário Atual (2018), Q ₉₅ , parâmetro: OD.....	139
Mapa 3.32 – Simulação da qualidade da água. Cenário Atual, Q ₉₅ , parâmetro: fósforo total.....	140
Mapa 3.33 – Simulação da qualidade da água: Cenário Atual, Q ₉₅ , parâmetro: coliformes termotolerantes	141
Mapa 3.34 – Simulação da qualidade da água: Cenário Atual, Q ₉₅ , parâmetro: nitrogênio amoniacal	142
Mapa 3.35 – Simulação da qualidade da água: Cenário Atual, Q ₉₅ , parâmetro: nitrito.....	143
Mapa 3.36 – Simulação da qualidade da água: Cenário Atual (2018), Q ₉₅ , parâmetro: nitrato	144
Mapa 3.37 – Hidrogeologia da RH-IV	146

<p>Elaborado por:</p> 	<p>Nº da revisão</p> <p>03</p>	<p>Revisado por:</p>	<p>Aprovado por:</p>	<p>PF-02</p> <p>AGVP_PARAIBA_PF2_Dlg_Prog_RHIV_Rev03</p>	<p>12/210</p>
---	--------------------------------	----------------------	----------------------	--	---------------

	<p>PF-02 – Diagnóstico e Prognóstico</p> <p>COMPLEMENTAÇÃO E FINALIZAÇÃO DO PLANO INTEGRADO DE RECURSOS HÍDRICOS DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO PARAÍBA DO SUL - PIRH-PS E ELABORAÇÃO DOS PLANOS DE RECURSOS HÍDRICOS DAS BACIAS HIDROGRÁFICAS AFLUENTES</p>	<p>Tipo de Documento: Relatório Técnico</p>	
		<p>Cód. do Documento: AGVP_PARAIBA_PF2_D lg_Prog_RHIV_Rev03</p>	


Mapa 4.1 – Balanço Hídrico por ottotrecho considerando a vazão de referência Q ₉₅ , no cenário de maior dinâmica econômica (2033)	188
Mapa 4.2 – Simulação da qualidade da água: Cenário de Maior Dinâmica Econômica (2033), vazão: Q ₉₅ , parâmetro: DBO	192
Mapa 4.3 – Simulação da qualidade da água: Cenário Maior Dinâmica Econômica (2033), vazão: Q ₉₅ , parâmetro: OD.....	193
Mapa 4.4 – Simulação da qualidade da água: Cenário de Maior Dinâmica Econômica (2033), vazão: Q ₉₅ , parâmetro: fósforo total	194
Mapa 4.5 – Simulação da qualidade da água: Cenário de Maior Dinâmica Econômica (2033), vazão: Q ₉₅ , parâmetro: coliformes termotolerantes	195
Mapa 4.6 – Simulação da qualidade da água: Cenário de Maior Dinâmica Econômica (2033), vazão: Q ₉₅ , parâmetro: nitrogênio amoniacal	196
Mapa 4.7 – Simulação da qualidade da água: Cenário de Maior Dinâmica Econômica (2033), vazão: Q ₉₅ , parâmetro: nitrito	197
Mapa 4.8 – Simulação da qualidade da água: Cenário de Maior Dinâmica Econômica (2033), vazão: Q ₉₅ , parâmetro: nitrato	198
Mapa 5.1 – Áreas Sujeitas à Restrição de Uso na RH-IV	204



<p>Elaborado por:</p> 	<p>Nº da revisão</p> <p>03</p>	<p>Revisado por:</p>	<p>Aprovado por:</p>	<p>PF-02</p> <p>AGVP_PARAIBA_PF2_Dlg_Prog_RHIV_Rev03</p>	<p>13/210</p>
---	--------------------------------	----------------------	----------------------	--	---------------

	<p>PF-02 – Diagnóstico e Prognóstico</p> <p>COMPLEMENTAÇÃO E FINALIZAÇÃO DO PLANO INTEGRADO DE RECURSOS HÍDRICOS DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO PARAÍBA DO SUL - PIRH-PS E ELABORAÇÃO DOS PLANOS DE RECURSOS HÍDRICOS DAS BACIAS HIDROGRÁFICAS AFLUENTES</p>	<p>Tipo de Documento: Relatório Técnico</p> <p>Cód. do Documento: AGVP_PARAIBA_PF2_D Ig_Prog_RHIV_Rev03</p>	
---	--	---	---


LISTA DE SIGLAS



AGEVAP	Associação Pró-Gestão das Águas da Bacia Hidrográfica do Rio Paraíba do Sul
AIPMs	Áreas de Interesse para Proteção e Recuperação de Mananciais
ANA	Agência Nacional de Águas
APA	Área de Proteção Ambiental
APP	Área de Proteção Permanente
CBH-Piabanha	Comitê da Bacia Hidrográfica do Rio Piabanha e Sub-Bacias Hidrográficas dos Rios Paquequer e Preto
CEDAE	Companhia Estadual de Águas e Esgotos do Rio de Janeiro
CEIVAP	Comitê de Integração da Bacia Hidrográfica do Rio Paraíba do Sul
CERHI/RJ	Conselho Estadual de Recursos Hídricos do Rio de Janeiro
CPRM	Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais
CETEM	Centro de Tecnologia Mineral do Rio de Janeiro
DBO	Demanda Bioquímica de Oxigênio
FINEP	Financiadora de Estudos e Projetos
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
ICMBIO	Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade
IDH	Índice de Desenvolvimento Humano
IDHM	Índice de Desenvolvimento Humano Municipal
IFGF	Índice Firjan de Gestão Fiscal
IGAM	Instituto Mineiro de Gestão das Águas
INEA	Instituto Estadual do Ambiente
IQA	Índice de Qualidade de Água
MMA	Ministério do Meio Ambiente
MONAT	Monumento Natural
NT	Nitrogênio Total
OD	Oxigênio Dissolvido
PAP	Plano de Aplicação Plurianual
PARNA	Parque Nacional
PERHI/RJ	Plano Estadual de Recursos Hídricos do Estado do Rio de Janeiro
PES	Parque Estadual
PI	Unidades de Proteção Integral
PIB	Produto Interno Bruto
PIRH-PS	Plano Integrado de Recursos Hídricos de Bacia Hidrográfica do Rio Paraíba do Sul
PMGIRS	Planos Municipais de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos
PT	Fósforo Total
RH	Região Hidrográfica
RPPN	Reserva Particular do Patrimônio Natural
RSU	Resíduos Sólidos Urbanos

<p>Elaborado por:</p> 	<p>Nº da revisão</p> <p>03</p>	<p>Revisado por:</p>	<p>Aprovado por:</p>	<p>PF-02</p> <p>AGVP_PARAIBA_PF2_Dlg_Prog_RHIV_Rev03</p>	<p>14/210</p>
---	--------------------------------	----------------------	----------------------	--	---------------

	<p>PF-02 – Diagnóstico e Prognóstico</p> <p>COMPLEMENTAÇÃO E FINALIZAÇÃO DO PLANO INTEGRADO DE RECURSOS HÍDRICOS DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO PARAÍBA DO SUL - PIRH-PS E ELABORAÇÃO DOS PLANOS DE RECURSOS HÍDRICOS DAS BACIAS HIDROGRÁFICAS AFLUENTES</p>	<p>Tipo de Documento: Relatório Técnico</p> <p>Cód. do Documento: AGVP_PARAIBA_PF2_D lg_Prog_RHIV_Rev03</p>	
---	--	---	---

RVS	Refúgio de Vida Silvestre
SIG	Sistemas de Informações Geográficas
SNIRH	Sistema Nacional de Informações sobre Recursos Hídricos
SNIS	Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento
SNUC	Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza
UEGs	Unidades Especiais de Gestão
UFRJ	Universidade Federal do Rio de Janeiro
US	Unidades de Uso Sustentável
VAB	Valores Adicionais Brutos

<p>Elaborado por:</p> 	<p>Nº da revisão</p> <p>03</p>	<p>Revisado por:</p>	<p>Aprovado por:</p>	<p>PF-02</p> <p>AGVP_PARAIBA_PF2_Dlg_Prog_RHIV_Rev03</p>	<p>15/210</p>
---	--------------------------------	----------------------	----------------------	--	---------------

	<p>PF-02 – Diagnóstico e Prognóstico</p> <p>COMPLEMENTAÇÃO E FINALIZAÇÃO DO PLANO INTEGRADO DE RECURSOS HÍDRICOS DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO PARAÍBA DO SUL - PIRH-PS E ELABORAÇÃO DOS PLANOS DE RECURSOS HÍDRICOS DAS BACIAS HIDROGRÁFICAS AFLUENTES</p>	<p>Tipo de Documento: Relatório Técnico</p> <p>Cód. do Documento: AGVP_PARAIBA_PF2_D lg_Prog_RHIV_Rev03</p>	
---	--	---	---


1 INTRODUÇÃO



O Produto Final 02 (PF-02) apresenta o **Diagnóstico e Prognóstico**, parte integrante do Plano de Bacia da Região Hidrográfica do Rio Piabanha e Sub-Bacias Hidrográficas dos Rios Paquequer e Preto (RH-IV), escopo da Fase II do contrato. O presente documento reúne um conjunto de dados produzidos no âmbito do Plano Integrado de Recursos Hídricos da Bacia Hidrográfica do Rio Paraíba do Sul (PIRH-PS), sendo acrescentadas novas informações específicas para atender ao conteúdo mínimo estabelecido na Lei Estadual nº 3.239/1999.

Dessa forma, o PF-02 está estruturado da seguinte maneira: no item 2 é descrita a metodologia utilizada durante a elaboração do Diagnóstico e do Prognóstico da RH-IV. No item 3 é apresentado o Diagnóstico propriamente dito, no qual consta a caracterização da área de estudo em seus aspectos físicos, bióticos e socioeconômicos. Em seguida, é realizada a avaliação da situação atual do saneamento ambiental, contemplando os serviços de abastecimento de água e as Áreas de Interesse para Proteção e Recuperação de Mananciais (AIPMs), bem como o esgotamento sanitário, resíduos sólidos e drenagem urbana. No final deste item é realizada a avaliação econômico financeira do saneamento básico e resíduos sólidos, considerando as informações publicadas no Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (SNIS).

O Diagnóstico é finalizado com as informações sobre os recursos hídricos superficiais (cadastro de usuários, disponibilidade hídrica, demandas hídricas, balanço hídrico quantitativo, qualidade da água, estimativa das cargas poluidoras e balanço hídrico qualitativo), bem como uma análise geral dos recursos hídricos subterrâneos da região.

No item 4 é apresentado o Prognóstico, que contempla os cenários alternativos e tendencial considerados para o Plano de Bacia Hidrográfica (PBH) da RH-IV e a análise da evolução histórica para a definição das taxas de crescimento das variáveis correlacionadas com as demandas hídricas consuntivas para os cenários projetados. Uma vez definidas as taxas de crescimento, foram realizadas as projeções das demandas hídricas e das cargas poluidoras. Tais projeções foram consideradas na modelagem hídrica, realizada através da

<p>Elaborado por:</p> 	<p>Nº da revisão</p> <p>03</p>	<p>Revisado por:</p>	<p>Aprovado por:</p>	<p>PF-02</p> <p>AGVP_PARAIBA_PF2_Dlg_Prog_RHIV_Rev03</p>	<p>16/210</p>
---	--------------------------------	----------------------	----------------------	--	---------------


	<p>PF-02 – Diagnóstico e Prognóstico</p> <p>COMPLEMENTAÇÃO E FINALIZAÇÃO DO PLANO INTEGRADO DE RECURSOS HÍDRICOS DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO PARAÍBA DO SUL - PIRH-PS E ELABORAÇÃO DOS PLANOS DE RECURSOS HÍDRICOS DAS BACIAS HIDROGRÁFICAS AFLUENTES</p>	<p>Tipo de Documento: Relatório Técnico</p>	
		<p>Cód. do Documento: AGVP_PARAIBA_PF2_D Ig_Prog_RHIV_Rev03</p>	



ferramenta WARM-GIS Tools, a qual possibilitou a análise dos balanços quali-quantitativos nos cenários futuros.

No capítulo 5 são apresentadas as áreas sujeitas à restrição de uso, cujo objetivo principal é direcionar a atenção dos órgãos gestores quanto à aplicação dos instrumentos de gestão em regiões críticas sob o ponto de vista de balanço hídrico quali-quantitativo ou de interesse por conta da presença de empreendimentos potencialmente impactantes para os recursos hídricos.

No item 6 é apresentada a síntese conclusiva deste produto e no item 7 estão descritas as referências bibliográficas utilizadas para consolidação do PF-02 – Diagnóstico e Prognóstico.

Por fim, é importante destacar que durante o processo de elaboração e consolidação do PF-02 foi realizado o primeiro seminário regional junto ao CBH-Piabanha, o qual teve como objetivo principal apresentar a primeira versão do Diagnóstico e Prognóstico da RH-IV, entregue em 31/01/2020. Nesse evento, foram anotados os comentários e solicitações do Comitê, que, somadas às contribuições recebidas na videoconferência realizada dia 22/04/2019 junto ao GT-Plano Ampliado, possibilitaram a consolidação da Revisão 02 deste produto, visando atender às expectativas do CBH-Piabanha.

<p>Elaborado por:</p> 	<p>Nº da revisão</p> <p>03</p>	<p>Revisado por:</p>	<p>Aprovado por:</p>	<p>PF-02</p> <p>AGVP_PARAIBA_PF2_Dlg_Prog_RHIV_Rev03</p>	<p>17/210</p>
---	--------------------------------	----------------------	----------------------	--	---------------

	<p>PF-02 – Diagnóstico e Prognóstico</p> <p>COMPLEMENTAÇÃO E FINALIZAÇÃO DO PLANO INTEGRADO DE RECURSOS HÍDRICOS DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO PARAÍBA DO SUL - PIRH-PS E ELABORAÇÃO DOS PLANOS DE RECURSOS HÍDRICOS DAS BACIAS HIDROGRÁFICAS AFLUENTES</p>	<p>Tipo de Documento: Relatório Técnico</p> <p>Cód. do Documento: AGVP_PARAIBA_PF2_D lg_Prog_RHIV_Rev03</p>	
---	--	---	---

2 METODOLOGIA


O processo de elaboração do Diagnóstico e Prognóstico da Região Hidrográfica do Rio Piabanha e Sub-Bacias Hidrográficas dos Rios Paquequer e Preto (RH-IV), teve como base os estudos desenvolvidos no âmbito Plano Integrado de Bacias Hidrográficas do Rio Paraíba do Sul (PIRH-PS), visando à integração desta região hidrográfica com as demais bacias que compõem a Bacia Hidrográfica do Rio Paraíba do Sul, tendo em vista a base de dados unificada. Adicionalmente, são realizados estudos complementares visando atender ao conteúdo mínimo da Lei Estadual nº 3.239/1999, para elaboração de Plano de Bacia Hidrográfica.



A consolidação do presente produto também considera as solicitações recebidas no primeiro seminário regional realizado dia 18/02/2020 junto ao CBH-Piabanha e a videoconferência que ocorreu no dia 22/04/2020 com a participação do GT-Plano Ampliado.

A seguir é apresentada a metodologia para consolidação do Diagnóstico e Prognóstico da RH-IV.

2.1 Diagnóstico

Parte das informações constantes no diagnóstico geral da Região Hidrográfica do Rio Piabanha e Sub-Bacias Hidrográficas dos Rios Paquequer e Preto (RH-IV), é proveniente dos estudos desenvolvidos durante a primeira etapa de elaboração do Diagnóstico da Bacia Hidrográfica do Rio Paraíba do Sul (CEIVAP, 2015), os quais foram aprovados pelo CEIVAP e AGEVAP em período anterior. Complementarmente, durante a consolidação do Diagnóstico e Prognóstico, desenvolvida na Fase I deste contrato, foram realizadas atualizações com relação ao meio biótico e aos recursos hídricos superficiais, as quais estão contempladas nesse produto. Essas atualizações referem-se, principalmente, ao cadastro de usuários, disponibilidade, demandas, balanço quantitativo, qualidade da água e balanço qualitativo. Especificamente com relação aos balanços hídricos, foi utilizada a ferramenta WARM-GIS Tools, para realizar as simulações no cenário atual (2018). Destaca-se que as referidas

<p>Elaborado por:</p> 	<p>Nº da revisão</p> <p>03</p>	<p>Revisado por:</p>	<p>Aprovado por:</p>	<p>PF-02</p> <p>AGVP_PARAIBA_PF2_Dlg_Prog_RHIV_Rev03</p>	<p>18/210</p>
---	--------------------------------	----------------------	----------------------	--	---------------

	<p>PF-02 – Diagnóstico e Prognóstico</p> <p>COMPLEMENTAÇÃO E FINALIZAÇÃO DO PLANO INTEGRADO DE RECURSOS HÍDRICOS DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO PARAÍBA DO SUL - PIRH-PS E ELABORAÇÃO DOS PLANOS DE RECURSOS HÍDRICOS DAS BACIAS HIDROGRÁFICAS AFLUENTES</p>	<p>Tipo de Documento: Relatório Técnico</p>	
		<p>Cód. do Documento: AGVP_PARAIBA_PF2_D lg_Prog_RHIV_Rev03</p>	

atualizações foram desenvolvidas para a Bacia Hidrográfica do Rio Paraíba do Sul, sendo resgatadas as informações aplicáveis à Região Hidrográfica do Rio Piabanha e Sub-Bacias Hidrográficas dos Rios Paquequer e Preto.

Adicionalmente, visando contemplar o conteúdo mínimo estabelecido na Lei Estadual nº 3.239/1999, foram realizadas complementações referentes ao meio socioeconômico.

2.2 Prognóstico

Conforme informado, a elaboração do Prognóstico da Região Hidrográfica do Rio Piabanha e Sub-Bacias Hidrográficas dos Rios Paquequer e Preto seguiu a mesma metodologia utilizada para a Bacia Hidrográfica do Rio Paraíba do Sul. Dessa forma, a construção dos cenários se deu através da realização de cinco etapas principais, conforme apresentado na Figura 2.1.

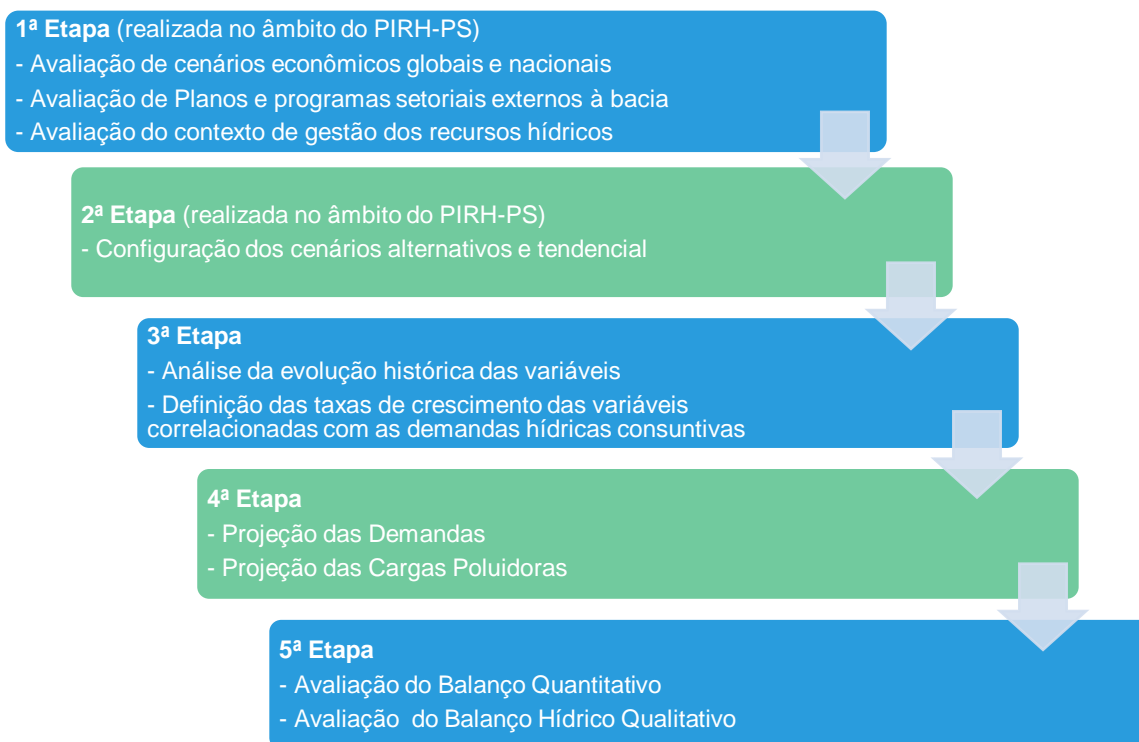





Figura 2.1 – Etapas de elaboração do Prognóstico da Região Hidrográfica do Rio Piabanha e Sub-Bacias Hidrográficas dos Rios Paquequer e Preto

Com relação à 1ª Etapa, no Tomo II do PP-02 do PIRH-PS foi apresentado um conjunto de estudos prognósticos de tendências globais e nacionais, sendo eles:

(i) Tendências globais 2030: *U. S. National Intelligence Council* (2012), cenários

Elaborado por:	Nº da revisão	Revisado por:	Aprovado por:	PF-02 AGVP_PARAIBA_PF2_Dlg_Prog_RHIV_Rev03	19/210
	03				

	<p>PF-02 – Diagnóstico e Prognóstico</p> <p>COMPLEMENTAÇÃO E FINALIZAÇÃO DO PLANO INTEGRADO DE RECURSOS HÍDRICOS DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO PARAÍBA DO SUL - PIRH-PS E ELABORAÇÃO DOS PLANOS DE RECURSOS HÍDRICOS DAS BACIAS HIDROGRÁFICAS AFLUENTES</p>	<p>Tipo de Documento: Relatório Técnico</p>	
		<p>Cód. do Documento: AGVP_PARAIBA_PF2_D lg_Prog_RHIV_Rev03</p>	


mundiais para 2030; (ii) Megatendências globais, elaborado por um painel de especialistas reunidos pelo Instituto de Pesquisas Econômicas Aplicadas – IPEA, em 2015; (iii) Cenários Brasil 2035: Instituto de Pesquisas Econômicas Aplicadas (IPEA, 2017), cenários brasileiros para 2035; (iv) Tendências para a economia brasileira no período 2015-2024, elaborado pela Empresa de Pesquisas Energéticas (2015) e, recentemente publicados; (v) EPE – Empresa de Pesquisa Energética, Cadernos de Economia. Ano I, nº I, de fevereiro de 2018.



A avaliação destes cenários globais e nacionais, somada à contribuição do GT-CEIVAP e AGEVAP na época da elaboração do referido produto (ano de 2018), bem como a observação das percepções das pessoas, obtidas por meio de consultas remotas e reuniões presenciais, permitiram que fossem derivados para a Bacia Hidrográfica do Rio Paraíba do Sul um conjunto de três cenários, um Cenário Tendencial e dois Cenários Alternativos. Dessa forma, a configuração destes cenários foi aplicada à Região Hidrográfica do Rio Piabanha e Sub-Bacias Hidrográficas dos Rios Paquequer e Preto.

Após a configuração dos cenários, a 3ª Etapa do prognóstico consistiu, primeiramente, em realizar a análise da evolução histórica das variáveis que configuram o comportamento das demandas hídricas. Estas variáveis representam a condição de crescimento ou decréscimo da atividade em cada setor usuário. O Quadro 2.1 relaciona as variáveis e os setores para os quais foram utilizadas. Foram obtidas taxas de variação anual para cada uma das variáveis de modo que as demandas pudessem ser calculadas em cada cenário nas três cenas analisadas: 2023, 2028 e 2033.

Quadro 2.1 – Variáveis utilizadas no prognóstico das demandas

Variável	Demanda prognosticada
Populações urbanas e rurais nos municípios (censos 2000, 2010 e na contagem populacional de 2007, publicadas pelo IBGE)	Abastecimento Urbano e Rural
População dos municípios (2001 a 2017, publicadas pelo IBGE)	Cargas poluidoras provenientes do saneamento
Valores adicionados brutos pela indústria (VAB Indústria - período 2005 a 2015, publicadas pelo IBGE)	Demanda industrial

Elaborado por:	Nº da revisão	Revisado por:	Aprovado por:	PF-02 AGVP_PARAIBA_PF2_Dlg_Prog_RHIV_Rev03	20/210
	03				

	PF-02 – Diagnóstico e Prognóstico COMPLEMENTAÇÃO E FINALIZAÇÃO DO PLANO INTEGRADO DE RECURSOS HÍDRICOS DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO PARAÍBA DO SUL - PIRH-PS E ELABORAÇÃO DOS PLANOS DE RECURSOS HÍDRICOS DAS BACIAS HIDROGRÁFICAS AFLUENTES	Tipo de Documento: Relatório Técnico	
		Cód. do Documento: AGVP_PARAIBA_PF2_D lg_Prog_RHIV_Rev03	


Variável	Demanda prognosticada
Áreas irrigadas de arroz, cana de açúcar, pivô central e outros sistemas em 2015 (publicados por ANA, 2017)	Irrigação
Rebanhos animais nos municípios (2006 e 2016 obtidas nas Pesquisas Agrícolas Municipais publicadas pelo IBGE)	Criação de animais



Em seguida, foram definidas as taxas de crescimento das variáveis, as quais possibilitaram o cálculo das projeções das demandas hídricas e das cargas poluidoras, configurando-se na 4ª Etapa do Prognóstico. Tais projeções foram utilizadas pela ferramenta WARM-GIS Tools, a qual possibilitou a análise dos balanços hídricos quali-quantitativo à Região Hidrográfica do Rio Piabanha e Sub-Bacias Hidrográficas dos Rios Paquequer e Preto, 5ª Etapa do Prognóstico, realizada para os cenários alternativos e tendencial, sendo apresentado neste produto o resultado mais crítico observado na RH-IV, no ano de 2033, conforme itens 4.1.5 e 4.1.6.

Destaca-se que, durante a elaboração do PIRH-PS, foi avaliada a condição ou necessidade de composição de cenários de disponibilidades hídricas. Para tanto, foi utilizada a nova regionalização de vazões, onde foram avaliados os efeitos da crise hídrica de 2014/2015 no cálculo da disponibilidade hídrica.

Frente a esta constatação, julgou-se que a base de disponibilidade a ser considerada deveria ser aquela obtida com a série histórica completa de monitoramento, que carrega os efeitos do período de seca, e não seria necessário produzir resultados de balanços hídricos para um cenário de disponibilidade sem estes efeitos. Portanto, o prognóstico é realizado tendo como base um único cenário de disponibilidade, obtido a partir da regionalização de vazões medidas e que considera uma série de monitoramento de 1984 até 2017. Tendo em vista a gravidade do evento de seca nos anos de 2014 e 2015, considera-se bem representada uma condição crítica de disponibilidade conforme disposta no presente prognóstico.

Adicionalmente, tendo em vista as análises realizadas no âmbito do diagnóstico e prognóstico, são apresentadas as áreas sujeitas à restrição de uso da RH-IV, identificadas com base nos resultados dos balanços hídricos quali-quantitativos. O objetivo principal é direcionar a atenção dos órgãos gestores quanto à

Elaborado por: 	Nº da revisão 03	Revisado por:	Aprovado por:	PF-02 AGVP_PARAIBA_PF2_Dlg_Prog_RHIV_Rev03	21/210
---	---------------------	---------------	---------------	---	--------

	<p>PF-02 – Diagnóstico e Prognóstico</p> <p>COMPLEMENTAÇÃO E FINALIZAÇÃO DO PLANO INTEGRADO DE RECURSOS HÍDRICOS DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO PARAÍBA DO SUL - PIRH-PS E ELABORAÇÃO DOS PLANOS DE RECURSOS HÍDRICOS DAS BACIAS HIDROGRÁFICAS AFLUENTES</p>	<p>Tipo de Documento: Relatório Técnico</p>	
		<p>Cód. do Documento: AGVP_PARAIBA_PF2_D lg_Prog_RHIV_Rev03</p>	

aplicação dos instrumentos de gestão em regiões críticas sob o ponto de vista da qualidade da água e disponibilidade hídrica atual.


2.3 1º Seminário Regional



No dia 18/02/2020 a PROFILL realizou o Primeiro Seminário Regional na Região Hidrográfica do Rio Piabanha e Sub-Bacias Hidrográficas dos Rios Paquequer e Preto, que teve como objetivo principal a apresentação da versão inicial do Diagnóstico e Prognóstico da RH-IV. Nesse evento, a contratada anotou os comentários e solicitações do CBH-Piabanha, visando à revisão do produto, com intuito de atender às expectativas do comitê, adaptando-o às especificidades desta região hidrográfica.

Ao final do seminário foi realizada uma dinâmica junto aos presentes, a qual teve como objetivo a espacialização dos desafios existentes na Região Hidrográfica do Rio Piabanha e Sub-Bacias Hidrográficas dos Rios Paquequer e Preto, os quais foram priorizados nas atividades desenvolvidas junto ao CBH-Piabanha em período anterior. No total, foram espacializados 16 (dezesesseis) desafios, dando destaque aos cinco de maior prioridade para a RH-IV.

A dinâmica foi realizada seguindo os seguintes passos:

- Apresentação do mapa da bacia em formato A0, contendo os resultados do balanço hídrico quantitativo, utilizando a vazão de referência Q_{95} , bem como os resultados da qualidade da água nos pontos de monitoramento;
- Distribuição da lista contendo os 16 desafios priorizados, realizada anteriormente pelo comitê;
- Utilização de etiquetas contendo os números da priorização dos desafios. As cinco primeiras priorizações foram impressas em tons de vermelho, sendo vermelho forte o desafio nº 1 e vermelho claro o desafio nº 5;
- Colagem das etiquetas no mapa impresso, conforme orientação do comitê. Ou seja, a PROFILL questionou ao CBH sobre as regiões da RH-IV em que ocorre cada um dos desafios e as respectivas etiquetas eram colocadas conforme informado. As etiquetas relacionadas aos desafios

Elaborado por:	Nº da revisão	Revisado por:	Aprovado por:	PF-02 AGVP_PARAIBA_PF2_Dlg_Prog_RHIV_Rev03	22/210
	03				


	<p>PF-02 – Diagnóstico e Prognóstico</p> <p>COMPLEMENTAÇÃO E FINALIZAÇÃO DO PLANO INTEGRADO DE RECURSOS HÍDRICOS DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO PARAÍBA DO SUL - PIRH-PS E ELABORAÇÃO DOS PLANOS DE RECURSOS HÍDRICOS DAS BACIAS HIDROGRÁFICAS AFLUENTES</p>	<p>Tipo de Documento: Relatório Técnico</p>	
		<p>Cód. do Documento: AGVP_PARAIBA_PF2_D lg_Prog_RHIV_Rev03</p>	



generalizados, os quais não ocorrem em uma ou mais regiões, mas sim na bacia como um todo, foram coladas fora da bacia.

Destaca-se que os resultados obtidos após a realização dessa dinâmica serão apresentados no âmbito do PF-03, denominado como Ações e Prioridades Integradas da Região Hidrográfica do Rio Piabanha e Sub-Bacias Hidrográficas dos Rios Paquequer e Preto. Para a revisão 02 do PF-02, foram considerados os comentários e solicitações repassadas pelo CBH-Piabanha durante a realização deste seminário, bem como as contribuições recebidas na videoconferência efetivada no dia 22/04/2020, descrita a seguir.

2.4 Videoconferência realizada junto ao GT-Plano Ampliado

Após realização do primeiro seminário regional, a PROFILL elaborou a revisão 01 do PF-02, considerando as solicitações recebidas durante o evento, bem como as contribuições encaminhadas por e-mail pela AGEVAP e pelo próprio comitê, após leitura da revisão inicial do produto. Uma vez emitida a nova versão deste produto, foi agendada e realizada, no dia 22/04/2020, uma videoconferência junto ao GT-Plano Ampliado, para apresentação geral da revisão 01 do PF-2 e o esclarecimento quanto ao atendimento de todas as contribuições recebidas (considerando as enviadas antes da emissão inicial do PF-2, bem como durante o primeiro seminário regional e após a revisão 01 deste produto). Esse evento foi dividido em três momentos, conforme descrito a seguir: (i) apresentação do cronograma da Fase II e dos resultados obtidos após dinâmica realizada nos seminários regionais realizados com todas as bacias afluentes à Bacia Hidrográfica do Rio Paraíba do Sul nas porções fluminense e mineira; (ii) apresentação das contribuições recebidas pelos comitês durante o processo de elaboração do PF-2 e seus respectivos atendimentos e justificativas; e (iii) participação dos representantes de cada comitê e órgãos gestores, sendo apresentada sua percepção sobre a revisão 01 deste produto, visando à finalização do Diagnóstico e Prognóstico de cada bacia afluente. Sendo assim, este evento também foi considerado como subsídio para elaboração da revisão 02 do PF-02.

Elaborado por:	Nº da revisão	Revisado por:	Aprovado por:	PF-02 AGVP_PARAIBA_PF2_Dlg_Prog_RHIV_Rev03	23/210
	03				

	<p>PF-02 – Diagnóstico e Prognóstico</p> <p>COMPLEMENTAÇÃO E FINALIZAÇÃO DO PLANO INTEGRADO DE RECURSOS HÍDRICOS DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO PARAÍBA DO SUL - PIRH-PS E ELABORAÇÃO DOS PLANOS DE RECURSOS HÍDRICOS DAS BACIAS HIDROGRÁFICAS AFLUENTES</p>	<p>Tipo de Documento: Relatório Técnico</p> <p>Cód. do Documento: AGVP_PARAIBA_PF2_D lg_Prog_RHIV_Rev03</p>	
---	--	---	---

3 DIAGNÓSTICO GERAL DA REGIÃO HIDROGRÁFICA DO RIO PIABANHA E SUB-BACIAS HIDROGRÁFICAS DOS RIOS PAQUEQUER E PRETO (RH-IV)

Este item apresenta a localização e situação atual da Região Hidrográfica do rio Piabanha e sub-bacias dos rios Paquequer e Preto (RH-IV), bem como são descritos os principais aspectos do meio físico, do meio biótico e socioeconômico. Também são abordadas as infraestruturas hídricas existentes e é caracterizada a situação do saneamento básico, abrangendo os serviços de abastecimento de água, esgotamento sanitário, resíduos sólidos e drenagem urbana. Para finalizar, são apresentadas informações relativas aos recursos hídricos superficiais e subterrâneos.

3.1 Caracterização da Área de Estudo


Neste item é apresentada a localização, situação e os municípios interceptados pela Região Hidrográfica do rio Piabanha e sub-bacias dos rios Paquequer e Preto (RH-IV).

3.1.1 Localização e Situação da RH-IV

A Região Hidrográfica do rio Piabanha e sub-bacias hidrográficas dos rios Paquequer e Preto (RH Piabanha ou RH-IV) se situa ao longo da região central do Estado do Rio de Janeiro, e foi definida pela Resolução nº 107/2013 do Conselho Estadual de Recursos Hídricos do Estado do Rio de Janeiro – CERHI/RJ (CBH-Piabanha, 2019).

A RH-IV é formada pela bacia hidrográfica do rio Piabanha e pelas bacias afluentes do rio Paraíba do Sul, em sua margem direita, que cortam os municípios de Carmo, Sapucaia e Sumidouro. O rio Piabanha tem 80 km de extensão e cruza os municípios de Petrópolis, Areal e Três Rios. Seu principal afluente é o rio Preto, com curso de 54 km. O rio Paquequer é afluente do rio Preto, corre por 37 km e banha Teresópolis em seu trecho inicial (CBH-Piabanha, 2019).

A RH-IV ocupa uma área de aproximadamente 3.460 km², o que representa 5,64% da área total da Bacia Hidrográfica do Rio Paraíba do Sul.

<p>Elaborado por:</p> 	<p>Nº da revisão</p> <p>03</p>	<p>Revisado por:</p>	<p>Aprovado por:</p>	<p>PF-02</p> <p>AGVP_PARAIBA_PF2_Dlg_Prog_RHIV_Rev03</p>	<p>24/210</p>
---	--------------------------------	----------------------	----------------------	--	---------------

3.1.2 Municípios Interceptados

A RH-IV é composta por 10 municípios, conforme descrito no Quadro 3.1. Para cada município é informada a sua respectiva área total e o seu percentual dentro e fora da bacia, bem como se a sede está situada dentro da bacia.

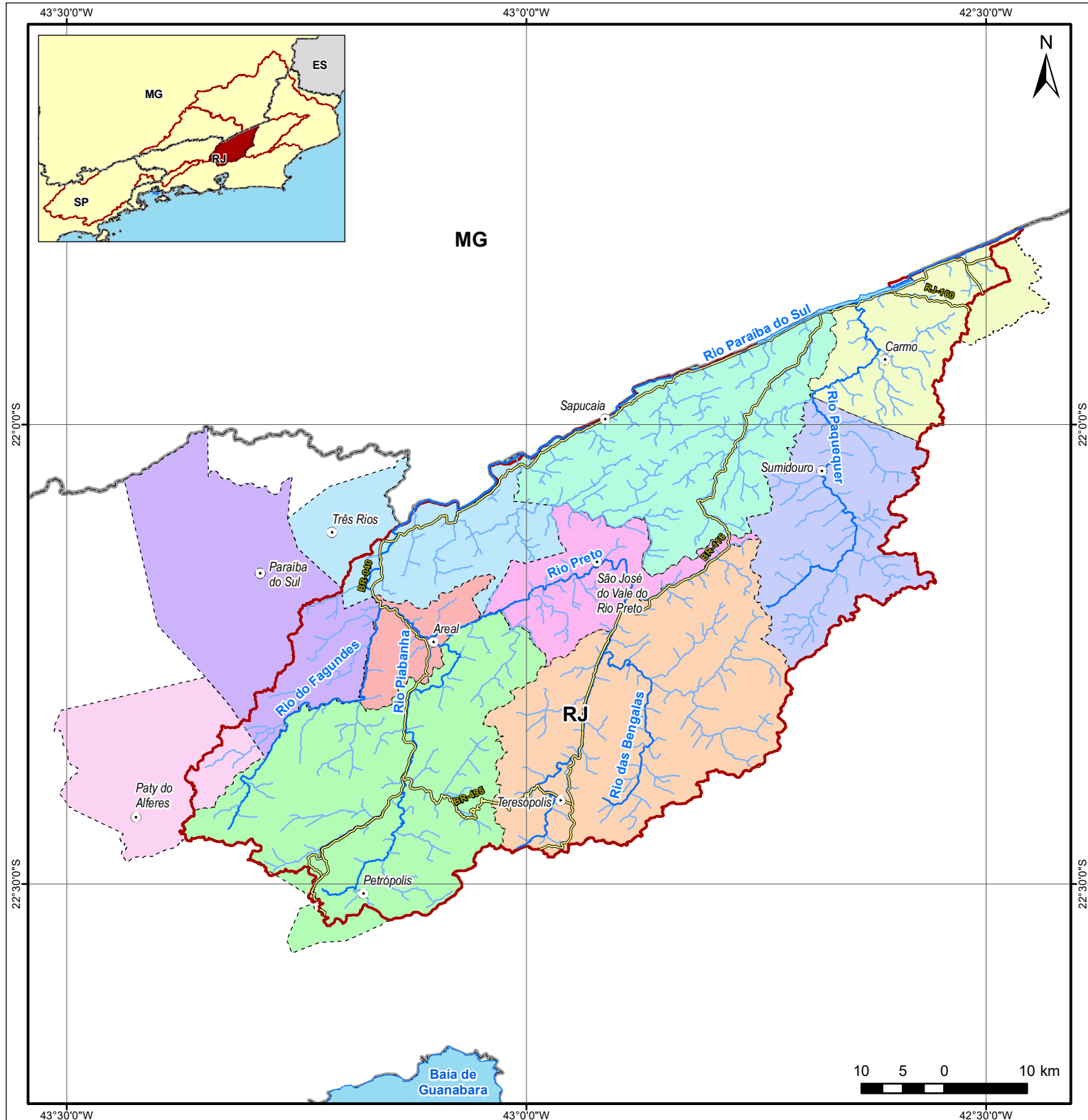
Cabe ressaltar que as áreas apresentadas correspondem à soma dos setores censitários que compõem cada município no Censo Demográfico de 2010 (IBGE, 2010), calculadas pela projeção "*Albers Equal Area*", recomendada pelo IBGE.

Quadro 3.1 – Informações referentes aos municípios pertencentes à RH-IV

Municípios	Área total* (km²)	% dentro da RH	% fora da RH	Sede na RH
Areal	110,92	100,00	0,00	Sim
Carmo	321,95	81,68	18,32	Sim
Paraíba do Sul	580,53	23,58	76,42	Não
Paty do Alferes	318,80	13,76	86,24	Não
Petrópolis	795,80	94,73	5,27	Sim
São José do Vale do Rio Preto	220,43	100,00	0,00	Sim
Sapucaia	541,72	100,00	0,00	Sim
Sumidouro	395,52	100,00	0,00	Sim
Teresópolis	770,61	100,00	0,00	Sim
Três Rios	326,14	68,36	31,64	Não

* Área total calculada a partir da base vetorial dos setores censitários do Censo Demográfico de 2010 (IBGE, 2010).

O Mapa 3.1 apresenta a localização da RH-IV, seus municípios interceptados e rios afluentes



LEGENDA

- | | |
|-----------------|------------------|
| Sede Municipal | Piabanha |
| Hidrografia | Limite Municipal |
| Rios Principais | Limite Estadual |
| Massa D'água | |

Execução:



Apoio Técnico:



Realização:





**PLANO DE BACIA
HIDROGRÁFICA DA
REGIÃO HIDROGRÁFICA
DO RIO PIABANHA E SUB-BACIAS
HIDROGRÁFICAS DOS RIOS
PAQUEQUER E PRETO**

Mapa 3.1 – Localização da RH-IV, municípios interceptados e seus rios afluentes

Sistema de Coordenadas Geográficas:
DATUM SIRGAS 2000
Escala: 1:650.000

Fonte de Dados:
- Sede municipal: IBGE, 2010
- Limite municipal: IBGE, 2010
- Limite estadual: IBGE, 2010
- Hidrografia: ANA, 2013
- Limite da bacia: CEIVAP, 2015

	<p>PF-02 – Diagnóstico e Prognóstico</p> <p>COMPLEMENTAÇÃO E FINALIZAÇÃO DO PLANO INTEGRADO DE RECURSOS HÍDRICOS DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO PARAÍBA DO SUL - PIRH-PS E ELABORAÇÃO DOS PLANOS DE RECURSOS HÍDRICOS DAS BACIAS HIDROGRÁFICAS AFLUENTES</p>	<p>Tipo de Documento: Relatório Técnico</p> <p>Cód. do Documento: AGVP_PARAIBA_PF2_D lg_Prog_RHIV_Rev03</p>	
---	--	---	---

3.2 Aspectos Físicos


Este item apresenta os aspectos físicos da RH-IV, tais como a geologia, geomorfologia, pedologia, clima e modificações dos padrões de ocupação do solo.



3.2.1 Geologia

Os aspectos geológicos se constituem nos elementos básicos de reconhecimento do meio físico, visto que sua descrição e análise são de importante relevância para entendimento das diferenciações dos relevos e solos. A compreensão da Geologia é fundamental para entender a evolução e os padrões dos sistemas de drenagem superficiais, assim como é essencial no controle e na compreensão dos reservatórios de água subterrânea.


Conforme CEIVAP (2015), esta região está inserida em um contexto geológico diversificado. Na porção oeste, o predomínio é de rochas ígneas e metamórficas, enquanto na porção leste, ocorrem as sequências sedimentares do Grupo Barreiras e dos sedimentos aluvionares ligados ao sistema deltaico-estuarino do rio Paraíba do Sul. Devido a este fator, esta região dispõe maiores oportunidades, em termos de exploração dos recursos naturais, tanto para água subterrânea, quanto para uma grande diversidade de substâncias minerais.

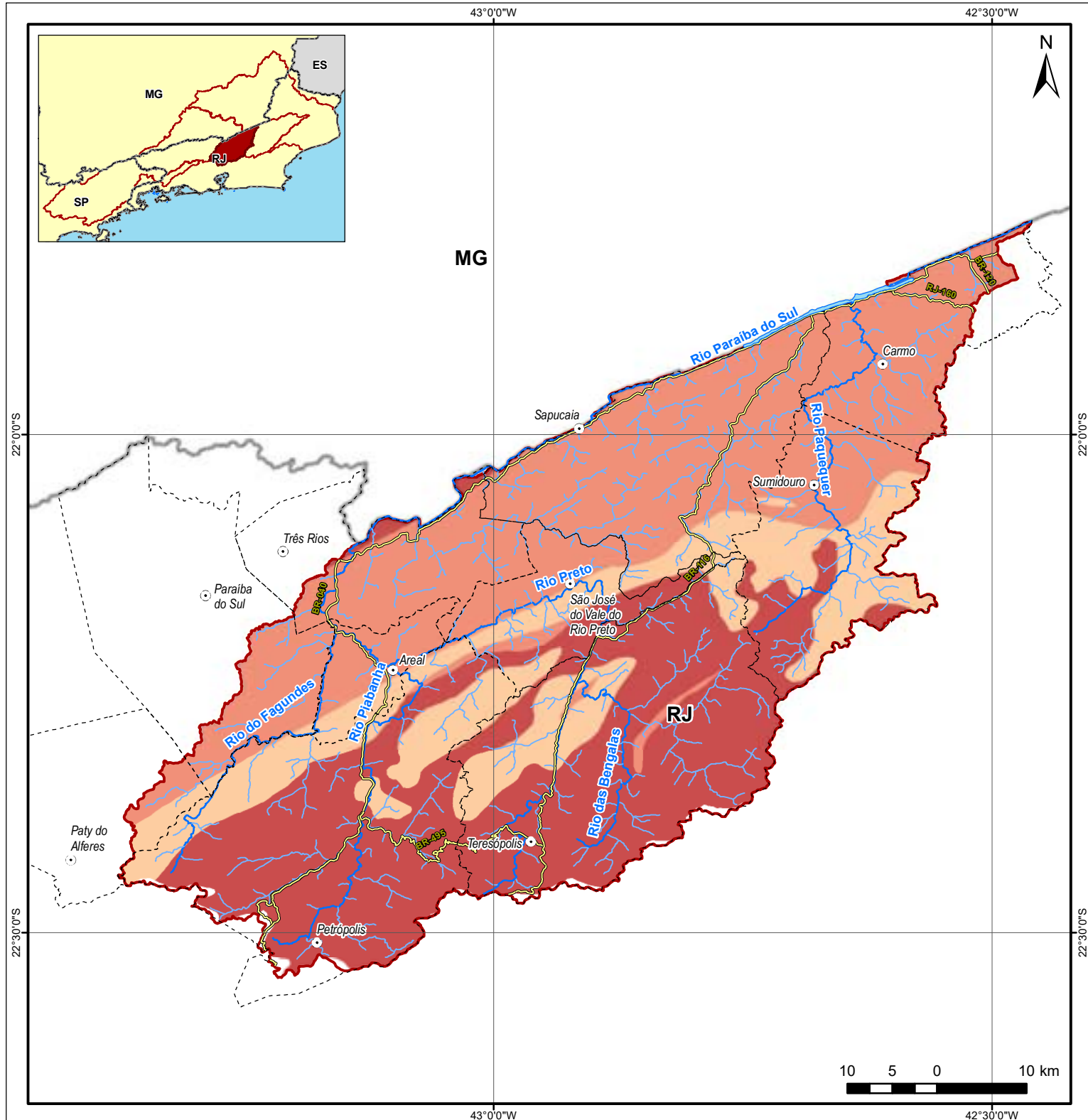
Destaca-se que as rochas metamórficas são formadas por rochas como xistos, gnaisses, migmatitos, quartzitos e mármore. Esta unidade ocorre em grande extensão na área de estudo, particularmente associado aos sistemas de serras e montanhas. As rochas ígneas por sua vez correspondem, predominantemente, a rochas graníticas, as quais foram intrudidas nas sequências de rochas metamórficas do entorno. Por fim, em relação às rochas sedimentares, as mais significativas bacias sedimentares da região se encontram inteiramente inseridas no complexo e, ao contrário de outras bacias, como a do Paraná, possuem uma origem tectônica, por conta disto, seu formato é linear.

<p>Elaborado por:</p> 	<p>Nº da revisão</p> <p>03</p>	<p>Revisado por:</p>	<p>Aprovado por:</p>	<p>PF-02</p> <p>AGVP_PARAIBA_PF2_Dlg_Prog_RHIV_Rev03</p>	<p>27/210</p>
---	--------------------------------	----------------------	----------------------	--	---------------

	PF-02 – Diagnóstico e Prognóstico COMPLEMENTAÇÃO E FINALIZAÇÃO DO PLANO INTEGRADO DE RECURSOS HÍDRICOS DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO PARAÍBA DO SUL - PIRH-PS E ELABORAÇÃO DOS PLANOS DE RECURSOS HÍDRICOS DAS BACIAS HIDROGRÁFICAS AFLUENTES	Tipo de Documento: Relatório Técnico	
		Cód. do Documento: AGVP_PARAIBA_PF2_D Ig_Prog_RHIV_Rev03	

No Mapa 3.2 é apresentada a composição geológica da RH-IV. Observa-se que ocorre predominância geológica de rochas cristalinas, com as rochas metamórficas e ígneo-metamórficas ocupando extensa área na porção oeste e as rochas ígneas ocorrem na porção sudeste. Na região dos municípios de Areal e Sumidouro, parcialmente, verifica-se uma concentração geológica sedimentar.

Elaborado por: 	Nº da revisão 03	Revisado por:	Aprovado por:	PF-02 AGVP_PARAIBA_PF2_Dlg_Prog_RHIV_Rev03	28/210
---	---------------------	---------------	---------------	---	--------



LEGENDA

- | | |
|------------------|--------------------|
| Sede Municipal | Limite Estadual |
| Hidrografia | Geologia |
| Rios Principais | Ígnea |
| Massa D'água | Ígnea, Metamórfica |
| Piabanha | Metamórfica |
| Limite Municipal | |

Execução:



Apoio Técnico:



Realização:





**PLANO DE BACIA
HIDROGRÁFICA DA
REGIÃO HIDROGRÁFICA
DO RIO PIABANHA E SUB-BACIAS
HIDROGRÁFICAS DOS RIOS
PAQUEQUER E PRETO**

Mapa 3.2 – Geologia da RH-IV

Sistema de Coordenadas Geográficas:
DATUM SIRGAS 2000
Escala: 1:600.000

Fonte de Dados:
- Sede municipal: IBGE, 2010
- Limite municipal: IBGE, 2010
- Limite estadual: IBGE, 2010
- Hidrografia: ANA, 2013
- Limite da bacia: CEIVAP, 2015
- Geologia: CPRM, 2004

	<p>PF-02 – Diagnóstico e Prognóstico</p> <p>COMPLEMENTAÇÃO E FINALIZAÇÃO DO PLANO INTEGRADO DE RECURSOS HÍDRICOS DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO PARAÍBA DO SUL - PIRH-PS E ELABORAÇÃO DOS PLANOS DE RECURSOS HÍDRICOS DAS BACIAS HIDROGRÁFICAS AFLUENTES</p>	<p>Tipo de Documento: Relatório Técnico</p>	
		<p>Cód. do Documento: AGVP_PARAIBA_PF2_D lg_Prog_RHIV_Rev03</p>	

3.2.2 Geomorfologia


A geomorfologia possui uma ligação direta com as diferentes formas de ocupação humana, possibilitando diante das distintas e muitas formas de relevo se conhecer, antecipadamente, os riscos e potencialidades da paisagem natural, viabilizando orientar o homem para uma ocupação condizente e ordenada, seja do espaço urbano ou rural.



Em relação aos conhecimentos geomorfológicos da região, existem alguns estudos já realizados como o Mapa de Unidades Geomorfológicas do Rio de Janeiro, em escala 1:250.000, produzido pela CPRM, e também, o Mapa de Unidades de Relevo do Brasil, produzido pelo IBGE, no qual podem ser extraídos informações para cada estado da Federação (CEIVAP, 2015).

Esta região demonstra uma diversidade geomorfológica, com predomínio de serras e morros, na porção oeste e relevos de planície, na porção leste. Ressalta-se a grande quantidade de terrenos colinosos, com relevos mais suaves por todo o terreno desta unidade. Os relevos de planície ocupam uma extensa área, visto que estes possuem uma elevada vulnerabilidade física e ambiental, seja pela possibilidade de ocorrência de processos inundacionais quanto pela contaminação que os aquíferos superiores podem sofrer, devido ao nível do lençol freático situar-se próximo à superfície.


Os morros apresentam amplitude topográfica entre 200 e 400 metros, formada por topos arredondados ou alongados. Estas áreas possuem alta densidade de drenagem e padrões de drenagem variável (dendrítico a treliça ou retangular). Os relevos de morros podem favorecer a manifestação de movimentos de massas, particularmente em áreas onde ocorrem intervenções humanas, como a construção de loteamentos e a abertura de estradas.

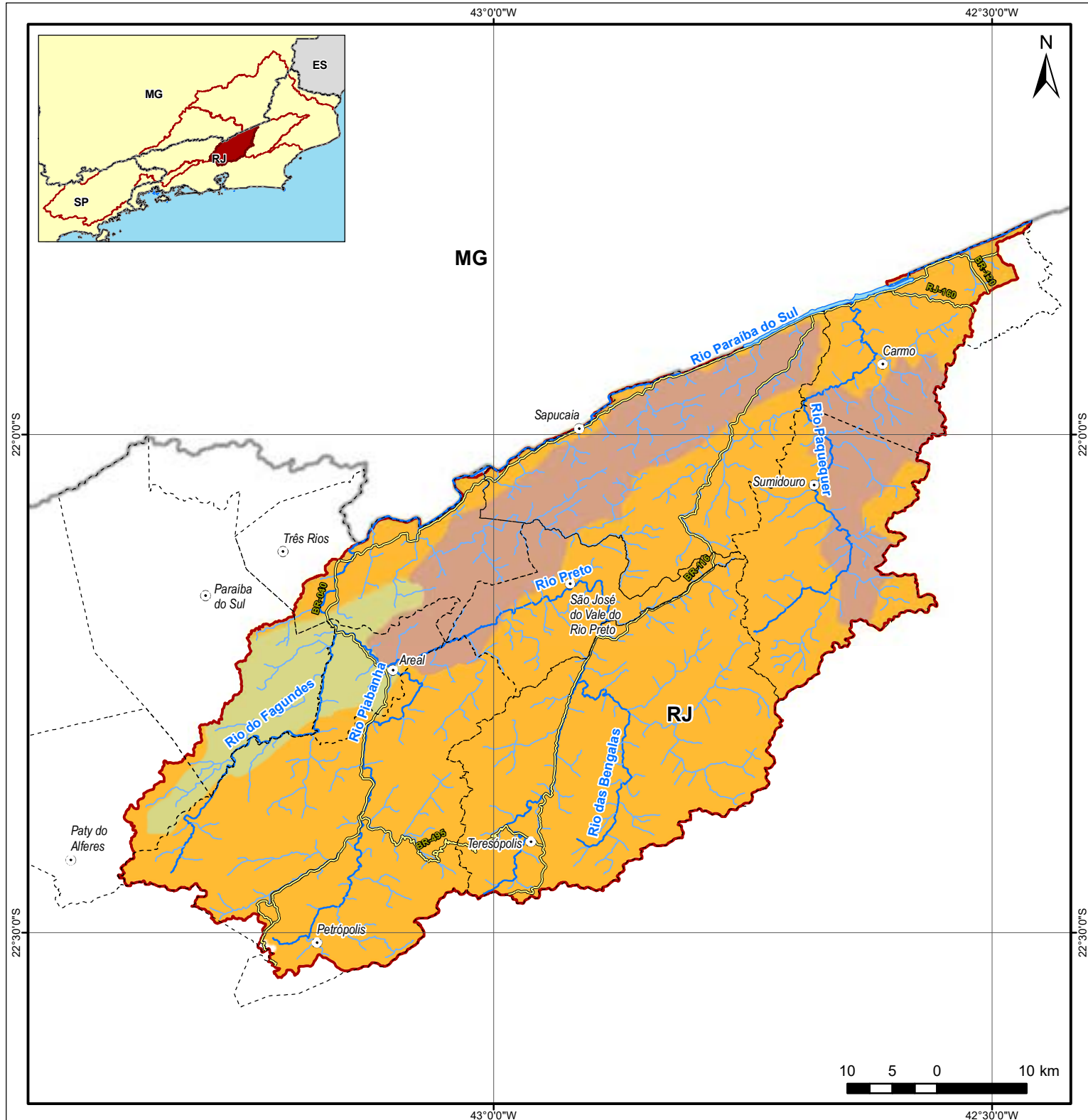
Em relação às planícies, estas áreas possuem nível freático próximo à superfície e são muito suscetíveis a processos inundacionais, visto que também são relacionados a problemas com a ocupação urbana.

<p>Elaborado por:</p> 	<p>Nº da revisão</p> <p>03</p>	<p>Revisado por:</p>	<p>Aprovado por:</p>	<p>PF-02</p> <p>AGVP_PARAIBA_PF2_Dlg_Prog_RHIV_Rev03</p>	<p>30/210</p>
---	--------------------------------	----------------------	----------------------	--	---------------

	<p>PF-02 – Diagnóstico e Prognóstico</p> <p>COMPLEMENTAÇÃO E FINALIZAÇÃO DO PLANO INTEGRADO DE RECURSOS HÍDRICOS DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO PARAÍBA DO SUL - PIRH-PS E ELABORAÇÃO DOS PLANOS DE RECURSOS HÍDRICOS DAS BACIAS HIDROGRÁFICAS AFLUENTES</p>	<p>Tipo de Documento: Relatório Técnico</p>	
		<p>Cód. do Documento: AGVP_PARAIBA_PF2_D lg_Prog_RHIV_Rev03</p>	

O Mapa 3.3 apresenta a geomorfologia da RH-IV. Verifica-se, conforme citado acima, a presença de colinas e morrotes que acompanham o rio do Fagundes e diversificada geomorfologia com presença de morros altos e alongados entre Petrópolis, Teresópolis e Três Rios. O predomínio dos relevos de serras e escarpas na Bacia da Região Hidrográfica do Piabanha gera uma elevada vulnerabilidade aos fenômenos morfodinâmicos, tanto para processos rápidos, escorregamentos, quanto para processos lentos, erosões.

<p>Elaborado por:</p> 	<p>Nº da revisão</p> <p>03</p>	<p>Revisado por:</p>	<p>Aprovado por:</p>	<p>PF-02</p> <p>AGVP_PARAIBA_PF2_Dlg_Prog_RHIV_Rev03</p>	<p>31/210</p>
---	--------------------------------	----------------------	----------------------	--	---------------



LEGENDA

- | | |
|------------------|---------------------------|
| Sede Municipal | Limite Estadual |
| Hidrografia | Unidades de relevo |
| Rios Principais | Colinas e Morrotes |
| Massa D'água | Morros altos e alongados |
| Piabanha | Serras e Escarpas |
| Limite Municipal | |

Execução:



Apoio Técnico:



Realização:





**PLANO DE BACIA
HIDROGRÁFICA DA
REGIÃO HIDROGRÁFICA
DO RIO PIABANHA E SUB-BACIAS
HIDROGRÁFICAS DOS RIOS
PAQUEQUER E PRETO**

Mapa 3.3 – Geomorfologia da RH-IV

Sistema de Coordenadas Geográficas:
DATUM SIRGAS 2000
Escala: 1:600.000

Fonte de Dados:
- Sede municipal: IBGE, 2010
- Limite municipal: IBGE, 2010
- Limite estadual: IBGE, 2010
- Hidrografia: ANA, 2013
- Limite da bacia: CEIVAP, 2015
- Geomorfologia: CPRM, 2000 - Mapa Geomorfológico do RJ

	<p>PF-02 – Diagnóstico e Prognóstico</p> <p>COMPLEMENTAÇÃO E FINALIZAÇÃO DO PLANO INTEGRADO DE RECURSOS HÍDRICOS DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO PARAÍBA DO SUL - PIRH-PS E ELABORAÇÃO DOS PLANOS DE RECURSOS HÍDRICOS DAS BACIAS HIDROGRÁFICAS AFLUENTES</p>	<p>Tipo de Documento: Relatório Técnico</p> <p>Cód. do Documento: AGVP_PARAIBA_PF2_D lg_Prog_RHIV_Rev03</p>	
---	--	---	---

3.2.3 Pedologia

No contexto geral, a Bacia Hidrográfica do Rio Paraíba do Sul é caracterizada, basicamente, por dois pedoambientes: o domínio dos “mares de morros”, ocupando grande parte do território fluminense e sudeste mineiro; e pelo planalto escarpado da região serrana, localizado ao norte de São Paulo e sul fluminense. A bacia é predominantemente composta por três unidades de mapeamento sendo estas: Latossolos Vermelho-Amarelos distróficos, Cambissolos Háplicos Distróficos e Argissolos Vermelho-Amarelos Distróficos (CEIVAP, 2015).


Em relação à Região Hidrográfica do rio Piabanha e sub-bacias dos rios Paquequer e Preto, verifica-se que os Latossolos Vermelho-Amarelos Distróficos são o tipo de solo mais representativo, ocupando aproximadamente 32% da área total da RH-IV. Sendo que a porção norte da bacia é composta por Argissolos Vermelho-Amarelos Distróficos enquanto na região sul ocorre a predominância mais diversificada e afloramentos de rocha.



De acordo com o Quadro 3.2 destacam-se também, os Cambissolos Háplicos Distróficos ocupando pouco mais de 30%. Os Argissolos Vermelho-Amarelos correspondem a aproximadamente 20% da região de estudo.

Cabe salientar a ocorrência de uma quantidade expressiva dos afloramentos de rocha na região. Esse fato retrata as características peculiares e diferenciadas da pedogênese, principalmente influenciada pelo relevo movimentado, com relevo montanhoso e escarpado em boa parte dessa região, regulando e restringindo em diferentes graus essas áreas para o uso agrícola.

Quadro 3.2 – Tipos dos solos presentes na RH-IV


Classificação	Área (%)
Afloramentos de rocha	9,29
Latossolos Vermelho-Amarelos Distróficos	32,78
Cambissolos Háplico Distróficos	30,56
Argissolos Vermelho-Amarelos Eutróficos	11,86
Argissolos Vermelho-Amarelos Distróficos	8,40
Latossolos Vermelhos Distróficos	4,21
Argissolos Vermelhos Eutróficos	1,50
Neossolos Regolíticos Distróficos	1,16

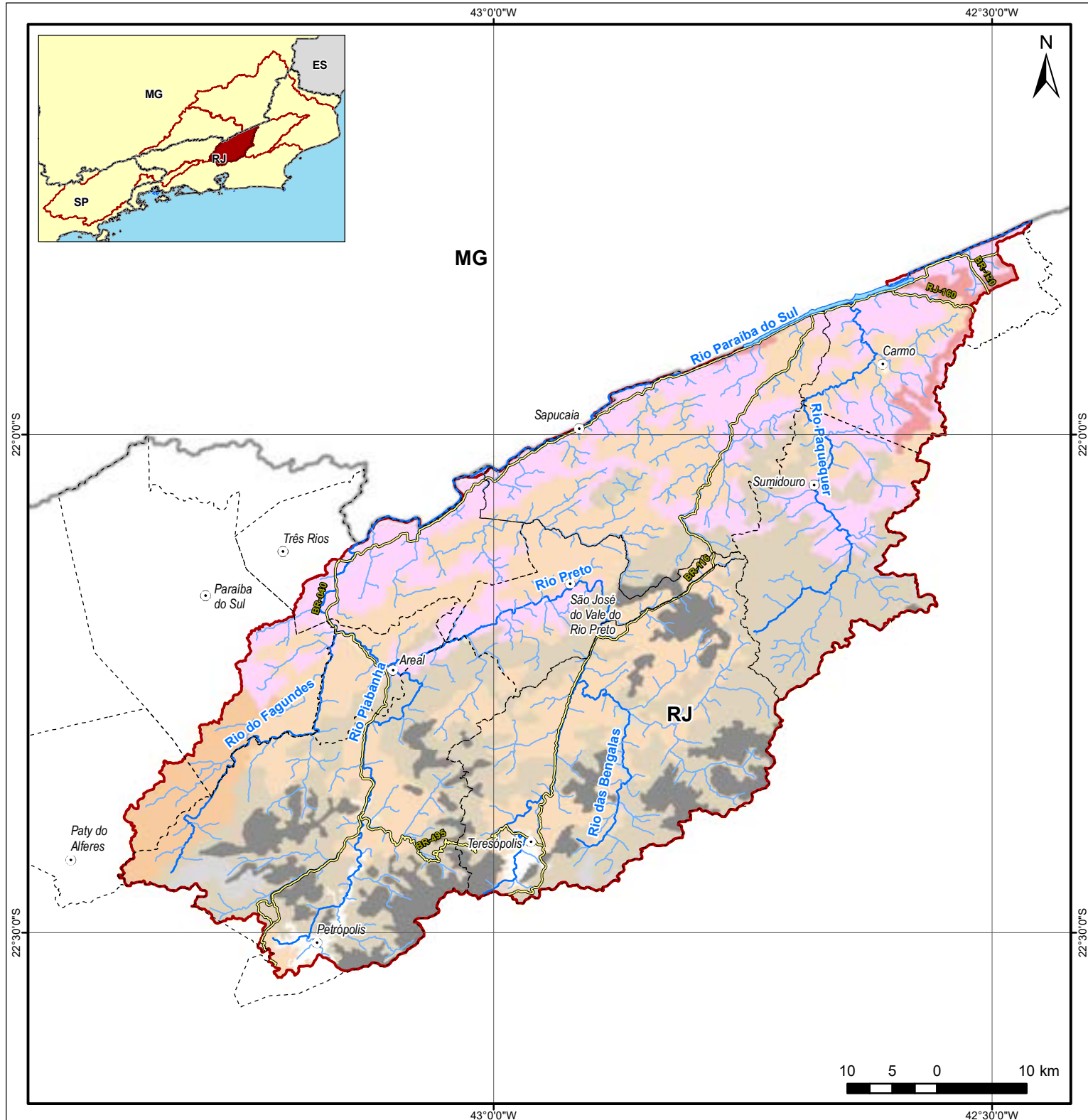
<p>Elaborado por:</p> 	<p>Nº da revisão</p> <p>03</p>	<p>Revisado por:</p>	<p>Aprovado por:</p>	<p>PF-02</p> <p>AGVP_PARAIBA_PF2_Dlg_Prog_RHIV_Rev03</p>	<p>33/210</p>
---	--------------------------------	----------------------	----------------------	--	---------------

	PF-02 – Diagnóstico e Prognóstico COMPLEMENTAÇÃO E FINALIZAÇÃO DO PLANO INTEGRADO DE RECURSOS HÍDRICOS DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO PARAÍBA DO SUL - PIRH-PS E ELABORAÇÃO DOS PLANOS DE RECURSOS HÍDRICOS DAS BACIAS HIDROGRÁFICAS AFLUENTES	Tipo de Documento: Relatório Técnico	
		Cód. do Documento: AGVP_PARAIBA_PF2_D Ig_Prog_RHIV_Rev03	

Classificação	Área (%)
Gleissolos Hápicos Distróficos	0,19
Neossolos Flúvicos Tb Eutróficos	0,06
Total	100%

O Mapa 3.4 apresenta a pedologia existente na Região Hidrográfica do rio Piabanha e sub-bacias dos rios Paquequer e Preto.

Elaborado por: 	Nº da revisão 03	Revisado por:	Aprovado por:	PF-02 AGVP_PARAIBA_PF2_Dlg_Prog_RHIV_Rev03	34/210
---	---------------------	---------------	---------------	---	--------



LEGENDA

- | | | |
|------------------|------------------------------------|------------------------------------|
| Sede Municipal | Limite Estadual | GX - GLEISSOLOS HÁPLICOS |
| Hidrografia | Classe de solo | LV - LATOSSOLOS VERMELHOS |
| Rios Principais | AR - AFLORAMENTOS DE ROCHA | LVA - LATOSSOLOS VERMELHO-AMARELOS |
| Massa D'água | PV - ARGISSOLOS VERMELHOS | RY - NEOSSOLOS FLÚVICOS |
| Piabanha | PVA - ARGISSOLOS VERMELHO-AMARELOS | RR - NEOSSOLOS REGOLÍTICOS |
| Limite Municipal | CX - CAMBISSOLOS HÁPLICOS | |

Execução:



Apoio Técnico:



Realização:





**PLANO DE BACIA
HIDROGRÁFICA DA
REGIÃO HIDROGRÁFICA
DO RIO PIABANHA E SUB-BACIAS
HIDROGRÁFICAS DOS RIOS
PAQUEQUER E PRETO**

Mapa 3.4 – Pedologia da RH-IV

Sistema de Coordenadas Geográficas:
DATUM SIRGAS 2000
Escala: 1:600.000

Fonte de Dados:
- Sede municipal: IBGE, 2010
- Limite municipal: IBGE, 2010
- Limite estadual: IBGE, 2010
- Hidrografia: ANA, 2013
- Limite da bacia: CEIVAP, 2015
- Pedologia: Mapa de solos do estado do RJ - EMBRAPA/CPRM


	<p>PF-02 – Diagnóstico e Prognóstico</p> <p>COMPLEMENTAÇÃO E FINALIZAÇÃO DO PLANO INTEGRADO DE RECURSOS HÍDRICOS DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO PARAÍBA DO SUL - PIRH-PS E ELABORAÇÃO DOS PLANOS DE RECURSOS HÍDRICOS DAS BACIAS HIDROGRÁFICAS AFLUENTES</p>	<p>Tipo de Documento: Relatório Técnico</p>	
		<p>Cód. do Documento: AGVP_PARAIBA_PF2_D lg_Prog_RHIV_Rev03</p>	

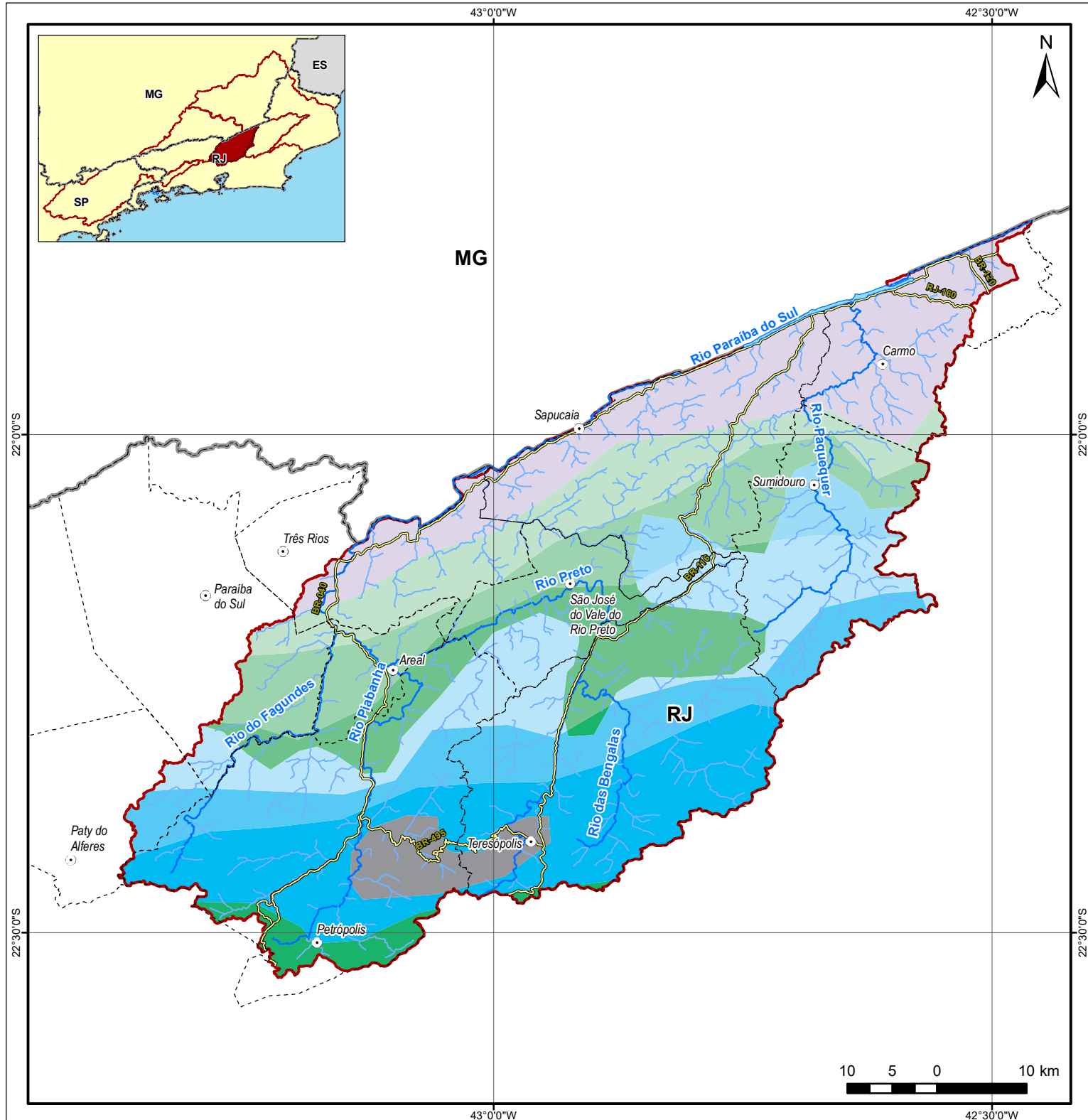
3.2.4 Clima

Segundo informações apresentadas pelo CEIVAP (2015), a área do Vale do Paraíba, da Mantiqueira, Litoral e Planalto Atlântico Norte, incluem-se nos climas controlados pelas massas de ar tropical e polar e no subgrupo do clima tropical úmido das costas orientais e subtropicais dominados largamente pela massa tropical. Toda a rede hidrográfica do rio Paraíba do Sul está sob influência das chuvas de verão, sendo os meses de dezembro a fevereiro os mais chuvosos.

O Mapa 3.5 apresenta a variação climática da RH-IV. Observa-se que a região de entorno dos municípios Teresópolis e Petrópolis apresentam clima úmido sem seca com temperatura média entre 10 a 15° C, enquanto o clima na região próximo a Sapucaia e o município de Carmo é caracterizado como semiúmido, com até 5 meses de seca e temperatura média de 18° C.

Em relação à precipitação, destaca-se que as máximas precipitações ocorrem nas regiões mais altas da Bacia Hidrográfica do Rio Paraíba do Sul chegando a 2.250 mm/ano. No verão, é caracterizado como chuvoso com precipitação acumulada entre 200 e 250 mm/mês. Já no inverno, ocorre o período mais seco, com precipitação acumulada inferior a 50 mm/mês. Destaca-se que no Estado do Rio de Janeiro a precipitação anual chega a ultrapassar 2.000 mm.

<p>Elaborado por:</p> 	<p>Nº da revisão</p> <p>03</p>	<p>Revisado por:</p>	<p>Aprovado por:</p>	<p>PF-02</p> <p>AGVP_PARAIBA_PF2_Dlg_Prog_RHIV_Rev03</p>	<p>36/210</p>
---	--------------------------------	----------------------	----------------------	--	---------------



LEGENDA

<ul style="list-style-type: none"> Sede Municipal Hidrografia Rios Principais Massa D'água Piabanha Limite Municipal Limite Estadual 	<p>Clima</p> <p>Clima Quente (média > 18°C em todos os meses)</p> <p>Semi-úmido 4 a 5 meses secos</p> <p>Clima subquente (média entre 15 e 18°C em pelo menos 1 mês)</p> <p>Super-úmido subseca</p>	<p>Úmido 1 a 2 meses secos</p> <p>Úmido 3 meses secos</p> <p>Semi-úmido 4 a 5 meses secos</p> <p>Clima mesotérmico brando (média entre 10 e 15°C)</p> <p>Super-úmido sem seca</p> <p>Super-úmido subseca</p>	<p>Úmido 1 a 2 meses secos</p> <p>Úmido 3 meses secos</p> <p>Clima mesotérmico mediano (média > 10°C)</p> <p>Super-úmido sem seca</p>
---	---	---	---

Execução:



Apoio Técnico:



Realização:





**PLANO DE BACIA
HIDROGRÁFICA DA
REGIÃO HIDROGRÁFICA
DO RIO PIABANHA E SUB-BACIAS
HIDROGRÁFICAS DOS RIOS
PAQUEQUER E PRETO**

Mapa 3.5 – Clima da RH-IV

Sistema de Coordenadas Geográficas:
DATUM SIRGAS 2000
Escala: 1:600.000

Fonte de Dados:
- Sede municipal: IBGE, 2010
- Limite municipal: IBGE, 2010
- Limite estadual: IBGE, 2010
- Hidrografia: ANA, 2013
- Limite da bacia: CEIVAP, 2015
- Clima: IBGE, 2002


	<p>PF-02 – Diagnóstico e Prognóstico</p> <p>COMPLEMENTAÇÃO E FINALIZAÇÃO DO PLANO INTEGRADO DE RECURSOS HÍDRICOS DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO PARAIBA DO SUL - PIRH-PS E ELABORAÇÃO DOS PLANOS DE RECURSOS HÍDRICOS DAS BACIAS HIDROGRÁFICAS AFLUENTES</p>	<p>Tipo de Documento: Relatório Técnico</p>	
		<p>Cód. do Documento: AGVP_PARAIBA_PF2_D lg_Prog_RHIV_Rev03</p>	



3.2.5 Modificação dos padrões de ocupação do solo

A primeira etapa da análise do uso do solo na RH-IV foi realizada através de imagens orbitais. A atividade de atualização do mapa de uso atual do solo e cobertura vegetal na área de influência do estudo foi realizada através da análise de imagens de satélite, da cartografia disponível (Base Vetorial Contínua Escala 1:250.000 IBGE-BC250, 2011) e do Mapa Uso do Solo e Cobertura Vegetal (EPE/SONDOTÉCNICA, 2007). O Quadro 3.3 apresenta a discriminação das classes de solo caracterizadas nesse primeiro estudo.

Quadro 3.3 – Discriminação das classes de uso do solo caracterizadas

Classe de uso	Descrição
Área Agrícola	Compreende áreas utilizadas para cultivo temporário e permanente, passíveis de identificação nas imagens de satélite.
Área não classificada	Região não classificada devido a sombras, nuvens ou descarte estatístico.
Área Urbanizada	Inclui além de centros urbanos, edificações industriais, comerciais e mistas e áreas de expansão urbana.
Campos / Pastagens	Áreas de vegetação natural primitiva substituída por pastagens onde predomina a pecuária leiteira. É constituída de cobertura gramínea rala, com ocorrência de processos erosivos e frequentes queimadas.
Corpo Hídrico	Compreende todos os corpos d'água registrados nas bases cartográficas ou detectáveis nas imagens de satélite, inclusive lagos artificiais ou naturais e planície de inundação natural do leito dos rios.
Floresta Estacional/Vegetação Arbórea Densa	Vegetação de porte arbóreo sujeita a dupla estacionalidade climática, tropical chuvosa no verão seguida por estiagens acentuadas. Nesta classe foram selecionados indivíduos que compõem uma distribuição mais densa.
Floresta Estacional/Vegetação Arbórea Esparsa	Vegetação de porte arbóreo sujeita a dupla estacionalidade climática, tropical chuvosa no verão seguida por estiagens acentuadas. Nesta classe foram selecionados indivíduos que compõem uma distribuição mais esparsa.
Floresta Ombrófila/Vegetação Arbórea Densa	Vegetação de porte arbóreo, com indivíduos apresentando entre 15 e 30 metros de altura. Desenvolve-se em ambiente tropical de elevada temperatura e alta precipitação ao longo do ano. Nesta classe foram selecionados indivíduos que compõem uma distribuição densa.
Floresta Ombrófila/Vegetação Arbórea Esparsa	Vegetação de porte arbóreo, com indivíduos apresentando entre 15 e 30 metros de altura. Desenvolve-se em ambiente tropical de elevada temperatura e alta precipitação ao longo do ano. Nesta classe foram selecionados indivíduos que compõem uma distribuição esparsa.
Florestamento/ Reflorestamento	São as áreas destinadas a plantios arbóreos homogêneos.

Elaborado por:	Nº da revisão	Revisado por:	Aprovado por:	PF-02 AGVP_PARAIBA_PF2_Dlg_Prog_RHIV_Rev03	38/210
	03				

	<p>PF-02 – Diagnóstico e Prognóstico</p> <p>COMPLEMENTAÇÃO E FINALIZAÇÃO DO PLANO INTEGRADO DE RECURSOS HÍDRICOS DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO PARAÍBA DO SUL - PIRH-PS E ELABORAÇÃO DOS PLANOS DE RECURSOS HÍDRICOS DAS BACIAS HIDROGRÁFICAS AFLUENTES</p>	<p>Tipo de Documento: Relatório Técnico</p>	
		<p>Cód. do Documento: AGVP_PARAIBA_PF2_D lg_Prog_RHIV_Rev03</p>	

Classe de uso	Descrição
Restinga/Mangue	Vegetação arbórea, árvores de pequeno porte, trepadeira e epífitas que ocorrem nas planícies arenosas litorâneas e manguezais, em ambiente halófilo da desembocadura do rio Paraíba do Sul.
Vegetação Arbórea Densa	Classe de vegetação arbórea composta por indivíduos que compõem uma distribuição densa e não enquadrada em zona fito ecológica.
Vegetação Arbórea Esparsa	Classe de vegetação arbórea composta por indivíduos que compõem uma distribuição densa e não enquadrada em zona fito ecológica.

Fonte: IBGE-BC250 (2011) e EPE/SONDOTÉCNICA (2007).


A divisão destas classes foi elaborada em função da predominância significativa de classes distintas para o tamanho da área, desconsiderando-se subdivisões pouco representativas. Desta forma, para representação apropriada, a cobertura vegetal encontrada no bioma Mata Atlântica houve de ser sintetizada em razão da falta de precisão espacial inerente à escala de trabalho.



Os quantitativos totais resultantes, por classe de uso e cobertura do solo para a RH-IV e a sua porcentagem por classe, são apresentados no O Quadro 3.4. A análise destes dados mostra que no território da bacia, a área ocupada por usos antrópicos soma 49,04% da área total da região hidrográfica. Ao passo que as áreas com vegetação nativa ainda preservada se dividem em Fragmentos Florestais (14,85%) e em Florestas (21,86%).

Quadro 3.4 – Quantificação do Tipo de Uso do Solo na RH-IV em 2011

Classes de uso e cobertura do solo	Área (km²)	Área (%)
Área Agrícola	214,6	2,99
Área não classificada	0,5	0,01
Área Urbanizada	230,8	3,21
Campos/Pastagens	3.077,3	42,84
Corpo Hídrico	91,7	1,28
Floresta Estacional/Vegetação Arbórea Densa	1.178,3	16,40
Floresta Estacional/Vegetação Arbórea Esparsa	95,5	1,33
Floresta Ombrófila/Vegetação Arbórea Densa	291,6	4,06
Floresta Ombrófila/Vegetação Arbórea Esparsa	3,1	0,04
Florestamento/Reflorestamento	0	0,00
Restinga/Mangue	0	0,00
Vegetação Arbórea Densa	1.088,5	15,15
Vegetação Arbórea Esparsa	912	12,70
Total	7.183,9	100,00

Fonte: CEIVAP (2015)

Elaborado por:	Nº da revisão	Revisado por:	Aprovado por:	PF-02 AGVP_PARAIBA_PF2_Dlg_Prog_RHIV_Rev03	39/210
	03				

	<p>PF-02 – Diagnóstico e Prognóstico</p> <p>COMPLEMENTAÇÃO E FINALIZAÇÃO DO PLANO INTEGRADO DE RECURSOS HÍDRICOS DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO PARAÍBA DO SUL - PIRH-PS E ELABORAÇÃO DOS PLANOS DE RECURSOS HÍDRICOS DAS BACIAS HIDROGRÁFICAS AFLUENTES</p>	<p>Tipo de Documento: Relatório Técnico</p> <p>Cód. do Documento: AGVP_PARAIBA_PF2_D lg_Prog_RHIV_Rev03</p>	
---	--	---	---

A Figura 3.1 apresenta a porcentagem de classes de uso do solo na RH-IV em 2011.

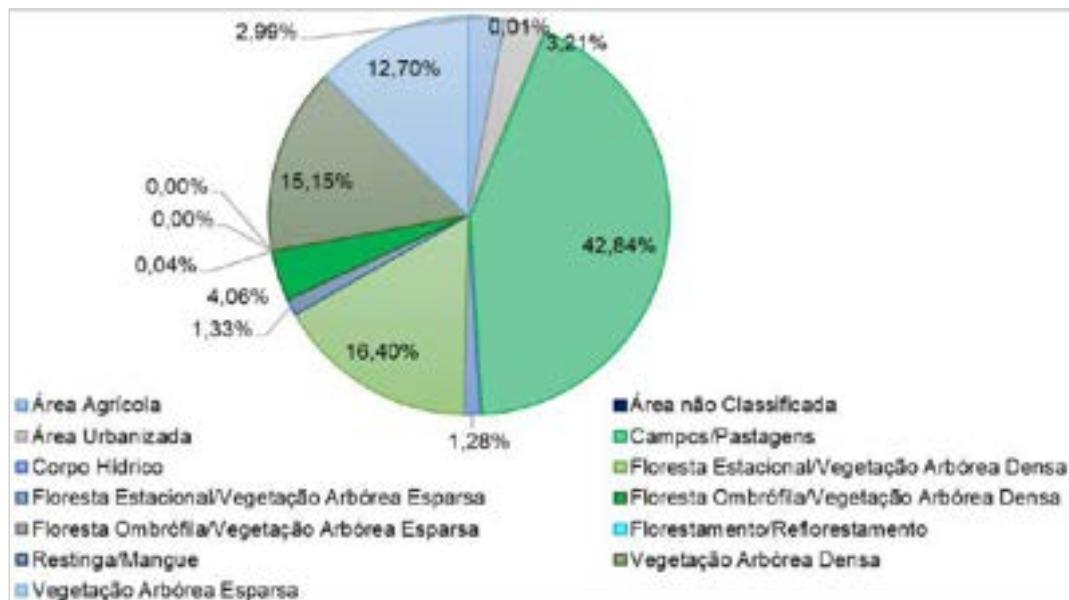





Figura 3.1 – Porcentagem de classes de uso do solo na RH-IV em 2011.

As pastagens caracterizam-se como área de vegetação herbácea, sendo que grande parte são degradadas, possuem manejo inadequado e representam o uso antrópico de maior extensão na RH-IV (42,84%). Em seguida, predominam as áreas de Floresta Estacional/Vegetação Arbórea Densa, representando 16,40% da região hidrográfica


As áreas florestadas se mantêm preservadas devido à geomorfologia da região e à definição de Unidades de Conservação. A presença dos fragmentos florestais e UCs é de suma importância para a conservação dos recursos hídricos, sendo os responsáveis pela manutenção dos mananciais, águas de melhor qualidade, menos sedimento e menor quantidade de poluentes. A cobertura vegetal recebe as águas das chuvas antes delas chegarem ao solo propriamente dito, diminuindo a velocidade do escoamento superficial, aumentando a taxa de infiltração no solo, alimentando os lençóis subterrâneos e mananciais. Além disso, os fragmentos evitam processos erosivos do solo e o carreamento de sedimentos para corpos hídricos, atribuem resistência às margens à erosão e conservam a genética das espécies nativas.

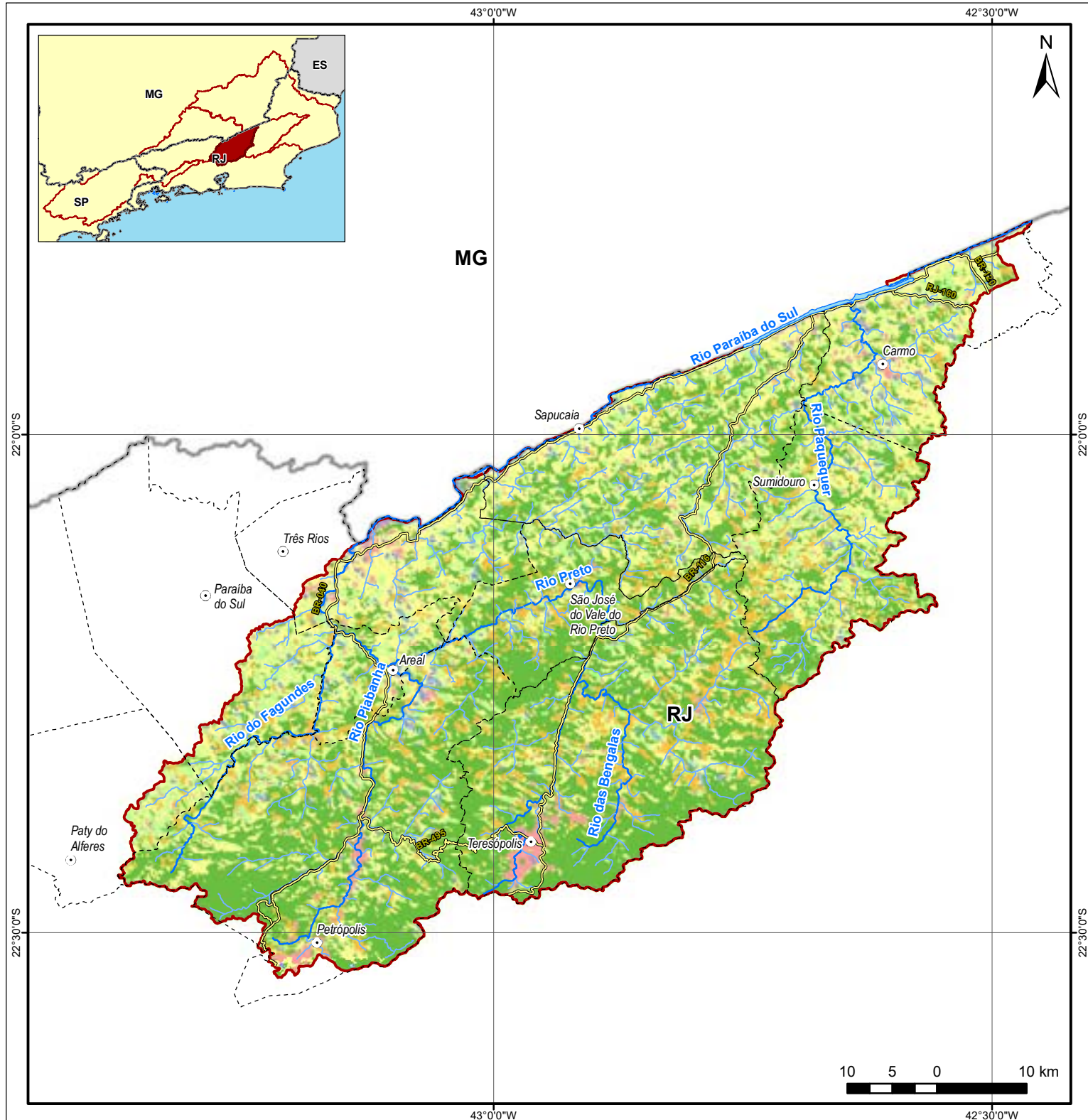
<p>Elaborado por:</p> 	<p>Nº da revisão</p> <p>03</p>	<p>Revisado por:</p>	<p>Aprovado por:</p>	<p>PF-02</p> <p>AGVP_PARAIBA_PF2_Dlg_Prog_RHIV_Rev03</p>	<p>40/210</p>
---	--------------------------------	----------------------	----------------------	--	---------------

	<p>PF-02 – Diagnóstico e Prognóstico</p> <p>COMPLEMENTAÇÃO E FINALIZAÇÃO DO PLANO INTEGRADO DE RECURSOS HÍDRICOS DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO PARAÍBA DO SUL - PIRH-PS E ELABORAÇÃO DOS PLANOS DE RECURSOS HÍDRICOS DAS BACIAS HIDROGRÁFICAS AFLUENTES</p>	<p>Tipo de Documento: Relatório Técnico</p> <p>Cód. do Documento: AGVP_PARAIBA_PF2_D Ig_Prog_RHIV_Rev03</p>	
---	--	---	---

Por outro lado, as áreas agrícolas, apesar de serem pouco representativas na RH-IV, ocupando apenas 2,99% da área total da região hidrográfica, apresentam problemas quanto ao aumento do escoamento superficial. O processo de lixiviação e perda das características do solo é intensificado com a alternância do período seco prolongado com chuvas intensas.

No Mapa 3.6 é apresentado o uso e cobertura do solo da RH-IV em 2011. É possível observar que a região hidrográfica apresenta elevada participação das atividades antrópicas. Há presença de área agrícola e pastagens distribuídas ao longo da bacia, bem como a predominância de vegetação arbórea densa no entorno do município de Teresópolis e Petrópolis.

<p>Elaborado por:</p> 	<p>Nº da revisão</p> <p>03</p>	<p>Revisado por:</p>	<p>Aprovado por:</p>	<p>PF-02</p> <p>AGVP_PARAIBA_PF2_Dlg_Prog_RHIV_Rev03</p>	<p>41/210</p>
---	--------------------------------	----------------------	----------------------	--	---------------



LEGENDA

- | | | |
|----------------------|--------------------------------|---------------------------------|
| ○ Sede Municipal | ▭ Limite Estadual | ■ Campos/Pastagens |
| ~ Hidrografia | Uso e cobertura do solo | ■ Florestamento/Reflorestamento |
| ~ Rios Principais | ■ Corpo Hídrico | ■ Área Agrícola |
| ■ Massa D'água | ■ Vegetação Arbórea Densa | ■ Área Urbanizada |
| ■ Piabanha | ■ Vegetação Arbórea | ■ Área não Classificada |
| --- Limite Municipal | | |

Execução:



Apoio Técnico:



Realização:





**PLANO DE BACIA
HIDROGRÁFICA DA
REGIÃO HIDROGRÁFICA
DO RIO PIABANHA E SUB-BACIAS
HIDROGRÁFICAS DOS RIOS
PAQUEQUER E PRETO**

Mapa 3.6 – Uso e Cobertura do Solo da RH-IV em 2011

Sistema de Coordenadas Geográficas:
DATUM SIRGAS 2000
Escala: 1:600.000


Fonte de Dados:
- Sede municipal: IBGE, 2010
- Limite municipal: IBGE, 2010
- Limite estadual: IBGE, 2010
- Hidrografia: ANA, 2013
- Limite da bacia: CEIVAP, 2015
- Uso do solo: CEIVAP, 2015

	<p>PF-02 – Diagnóstico e Prognóstico</p> <p>COMPLEMENTAÇÃO E FINALIZAÇÃO DO PLANO INTEGRADO DE RECURSOS HÍDRICOS DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO PARAÍBA DO SUL - PIRH-PS E ELABORAÇÃO DOS PLANOS DE RECURSOS HÍDRICOS DAS BACIAS HIDROGRÁFICAS AFLUENTES</p>	<p>Tipo de Documento: Relatório Técnico</p>	
		<p>Cód. do Documento: AGVP_PARAIBA_PF2_D lg_Prog_RHIV_Rev03</p>	

Visando avaliar a modificação dos padrões de ocupação do solo, foi analisado o recorte do mapeamento anual da cobertura e uso do solo do Brasil (PROJETO MAPBIOMAS, 2018), considerando a área da RH-IV. Esse projeto é uma iniciativa que envolve uma rede colaborativa com especialistas nos biomas, usos da terra, sensoriamento remoto, SIG e ciência da computação que utiliza processamento em nuvem e classificadores automatizados, para gerar uma série histórica de mapas anuais de cobertura e uso da terra do Brasil.

Os mapas de cobertura e uso do solo do MapBiomas são produzidos a partir da classificação pixel a pixel de imagens dos satélites Landsat. Todo processo é feito com extensivos algoritmos de aprendizagem de máquina (*machine learning*) através da plataforma Google Earth Engine, que oferece imensa capacidade de processamento na nuvem. Para facilitar a parametrização dos algoritmos e a organização de todas as etapas de processamento, foram utilizadas 556 cartas de 1 x 1,5 (lat/long) do IBGE.

O Quadro 3.5 apresenta a quantificação do Uso do Solo na RH-IV em 2018, segundo a classificação do Projeto MapBiomas. Observa-se que, ao comparar o estudo do uso do solo realizado com base de 2011 com este mais atual, as áreas de pastagem permanecem predominando na bacia, podendo ser possível inferir, inclusive, que este tipo de uso aumentou, ocupando, atualmente, cerca de 55,78% da área total da RH-IV, uma vez consideradas as classificações de “Pastagem” e “Mosaico de Agricultura e Pastagem”. De acordo com esse estudo, o segundo tipo preponderante na bacia refere-se à formação florestal, representando cerca de 40% da área total, situação similar a apresentada no estudo realizado em 2011. As áreas urbanizadas, que no estudo de 2011 configurava a área de 3,2%, neste estudo apresenta ocupação de cerca de 1,20% da RH-IV, neste caso denominada como “Infraestrutura Urbana”. Por fim, a classe referente ao reflorestamento, que no estudo anterior apresentava valor nulo, neste estudo, ocupa uma área de 0,15% desta região, a qual está classificada como “Floresta Plantada”.

<p>Elaborado por:</p> 	<p>Nº da revisão</p> <p>03</p>	<p>Revisado por:</p>	<p>Aprovado por:</p>	<p>PF-02</p> <p>AGVP_PARAIBA_PF2_Dlg_Prog_RHIV_Rev03</p>	<p>43/210</p>
---	--------------------------------	----------------------	----------------------	--	---------------

Quadro 3.5 – Quantificação do Uso do Solo na RH-IV em 2018

Classe	Área (km²)	Área (%)
Formação Florestal	1.429,39	41,31
Floresta Plantada	5,26	0,15
Afloramento Rochoso	32,16	0,93
Outra Formação Natural não Florestal	0,26	0,01
Pastagem	1.387,39	40,10
Mosaico de Agricultura e Pastagem	542,43	15,68
Infraestrutura Urbana	49,64	1,43
Outra Área não vegetada	5,16	0,15
Rio e Lago	7,50	0,22

Fonte: Adaptado de Projeto MapBiomias (2018).

A Figura 3.2 apresenta a porcentagem de classes de uso do solo na RH-IV em 2018.

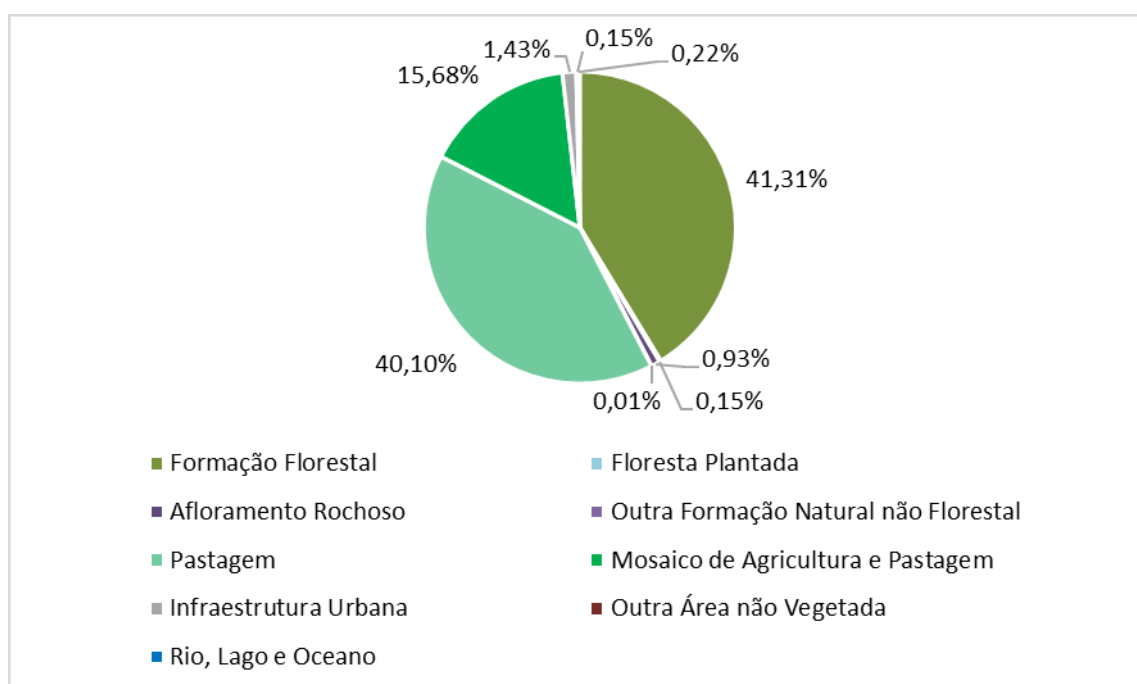
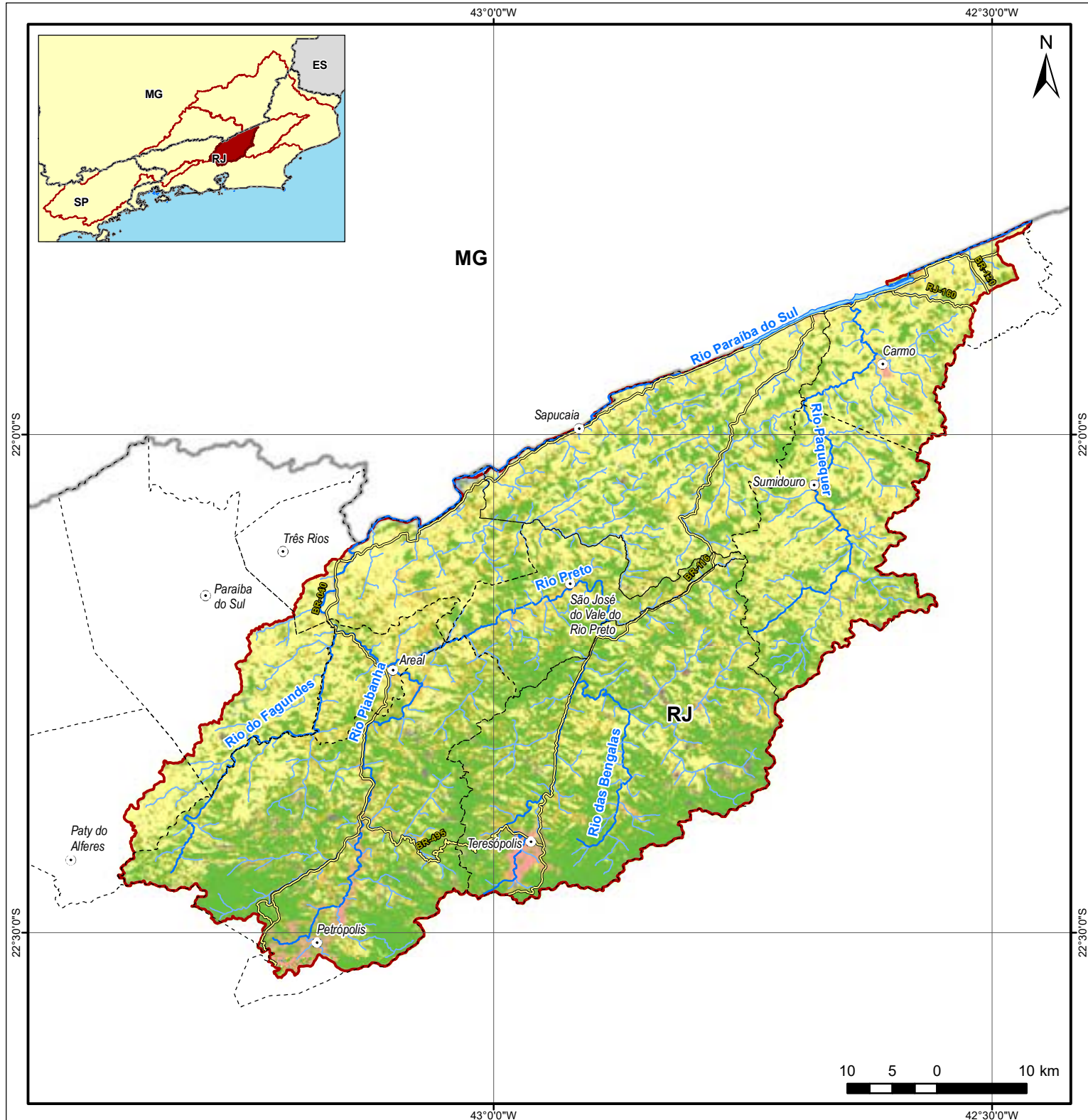


Figura 3.2 – Porcentagem de classes de uso do solo na RH-IV em 2018

O Mapa 3.7 apresenta o uso e cobertura do Solo na RH-IV em 2018. Ao comparar este mapa com o Mapa 3.6, observa-se que a imagem se apresenta bastante similar a ilustrada no estudo de 2011, apresentando grandes áreas de pastagem, principalmente, na porção oeste da RH-IV. Também, verifica-se que as áreas urbanas dos municípios de Petrópolis e Teresópolis não apresentam nítida alteração quando comparado ao mapa do estudo anterior.



LEGENDA

- | | | |
|--------------------|--|--|
| ○ Sede Municipal | ▭ Limite Estadual | ■ Pastagem |
| ~ Hidrografia | Uso e cobertura do solo | ■ Cultura Anual e Perene/Mosaico de Agricultura e Pastagem |
| ~ Rios Principais | ■ Formação Florestal | ■ Infraestrutura Urbana |
| ~ Massa D'água | ■ Floresta Plantada | ■ Outra Área não Vegetada |
| ▭ Piabanha | ■ Afloramento Rochoso | ■ Rio, Lago e Oceano |
| ▭ Limite Municipal | ■ Outra Formação Natural não Florestal | |

Execução:



Apoio Técnico:



Realização:





**PLANO DE BACIA
HIDROGRÁFICA DA
REGIÃO HIDROGRÁFICA
DO RIO PIABANHA E SUB-BACIAS
HIDROGRÁFICAS DOS RIOS
PAQUEQUER E PRETO**

Mapa 3.7 – Uso e Cobertura do Solo na RH-IV em 2018

Sistema de Coordenadas Geográficas:
DATUM SIRGAS 2000
Escala: 1:600.000

Fonte de Dados:
- Sede municipal: IBGE, 2010
- Limite municipal: IBGE, 2010
- Limite estadual: IBGE, 2010
- Hidrografia: ANA, 2013
- Limite da bacia: CEIVAP, 2015
- Uso do solo: MapBiomas, 2018

	<p>PF-02 – Diagnóstico e Prognóstico</p> <p>COMPLEMENTAÇÃO E FINALIZAÇÃO DO PLANO INTEGRADO DE RECURSOS HÍDRICOS DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO PARAÍBA DO SUL - PIRH-PS E ELABORAÇÃO DOS PLANOS DE RECURSOS HÍDRICOS DAS BACIAS HIDROGRÁFICAS AFLUENTES</p>	<p>Tipo de Documento: Relatório Técnico</p> <p>Cód. do Documento: AGVP_PARAIBA_PF2_D Ig_Prog_RHIV_Rev03</p>	
---	--	---	---

3.3 Aspectos Bióticos

Neste item são apresentados os aspectos bióticos da RH-IV como as Unidades de Conservação e a cobertura vegetal da região.


3.3.1 Unidades de Conservação

De acordo com a Lei nº 9.985/2000, que instituiu o Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza (SNUC), “*Unidade de Conservação é o espaço territorial e seus recursos ambientais, incluindo as águas jurisdicionais, com características naturais relevantes, legalmente instituído pelo Poder Público, com objetivos de conservação e limites definidos, sob regime especial de administração, ao qual se aplicam garantias adequadas de proteção*”. Neste sentido, o SNUC instituiu duas categorias de UCs:

1. Unidades de Proteção Integral (PI): manutenção dos ecossistemas livres de alterações causadas por interferência humana, admitido apenas o uso indireto dos seus atributos naturais; e
2. Unidades de Uso Sustentável (US): exploração do ambiente de maneira a garantir a perenidade dos recursos ambientais renováveis e dos processos ecológicos, mantendo a biodiversidade e os demais atributos ecológicos, de forma socialmente justa e economicamente viável.

De acordo com o Diagnóstico (CEIVAP, 2015), complementado com informações resgatadas no banco de dados do Ministério do Meio Ambiente (MMA, 2019) e Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade (ICMBio, 2019), a Bacia Hidrográfica do Rio Paraíba do Sul possui 329 Unidades de Conservação total ou parcialmente inseridos no seu território. Destas, 86 são de Proteção Integral e 243 de Uso Sustentável.

Em relação à RH-IV, foram identificadas 53 Unidades de Conservação total ou parcialmente inseridas no seu território. O Quadro 3.6 apresenta as categorias

<p>Elaborado por:</p> 	<p>Nº da revisão</p> <p>03</p>	<p>Revisado por:</p>	<p>Aprovado por:</p>	<p>PF-02</p> <p>AGVP_PARAIBA_PF2_Dlg_Prog_RHIV_Rev03</p>	<p>46/210</p>
---	--------------------------------	----------------------	----------------------	--	---------------

das Unidade de Conservação existentes na bacia e suas respectivas áreas de abrangência. Destaca-se que para calcular a extensão das áreas por categoria, foi gerado um arquivo sem sobreposições, tendo em vista que as Unidades de Conservação sobrepostas na bacia e o cálculo da base completa de UCs levaria a uma superestimativa de área. Dessa forma, onde havia polígonos sobrepostos com níveis de proteção diferenciados, utilizou-se como critério a manutenção das UCs com maior restrição de uso, ou seja, Proteção Integral.

Quadro 3.6 – Categorias das Unidades de Conservação existentes na RH-IV.



Tipo de Uso	Categoria	Área (km²)	Área Total (km²)
US	Área de Proteção Ambiental	1.322,62	1.328,70
	Reserva Particular do Patrimônio Natural	6,08	
PI	Estação Ecológica	2,14	322,54
	Monumento Natural	9,44	
	Monumento Natural Municipal	0,43	
	Parque Estadual	107,23	
	Parque Nacional	96,19	
	Parque Natural Municipal	60,71	
	Reserva Biológica	46,40	
Total		1.651,24	

Fonte: SIGA-CEIVAP (2018); ICMBIO (2019); MMA (2019); INEA (2019).


De acordo com os dados levantados, na RH-IV, estão identificadas no território, nas esferas Federal, Estadual e Municipal, 57 Unidades de Conservação, de Uso Sustentável (44) ou Proteção Integral (13), conforme Quadro 3.7. Nota-se que a RH-IV possui forte integralidade do bioma da Mata Atlântica, principalmente com a criação das Unidades de Conservação expostas.



Quadro 3.7 – Unidades de Conservação na RH-IV

ID	Nome	Categoria
1	APA Floresta do Jacarandá	US
2	RPPN Canto dos Pássaros II	US
3	RPPN Fazenda Suspiro	US
4	RPPN Jacutinga	US
5	RPPN Olho D'água	US
6	RPPN Graziela Maciel Barroso	US
7	RPPN Serra do Caramandu	US
8	PNM Montanhas de Teresópolis	PI
9	RPPN Nossa Senhora Aparecida	US

	<p>PF-02 – Diagnóstico e Prognóstico</p> <p>COMPLEMENTAÇÃO E FINALIZAÇÃO DO PLANO INTEGRADO DE RECURSOS HÍDRICOS DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO PARAÍBA DO SUL - PIRH-PS E ELABORAÇÃO DOS PLANOS DE RECURSOS HÍDRICOS DAS BACIAS HIDROGRÁFICAS AFLUENTES</p>	<p>Tipo de Documento: Relatório Técnico</p>	
		<p>Cód. do Documento: AGVP_PARAIBA_PF2_D lg_Prog_RHIV_Rev03</p>	

ID	Nome	Categoria
10	RPPN Pilões	US
11	PARNA da Serra dos Órgãos	PI
12	RPPN Regina	US
13	RPPN Sítio Serra Negra	US
14	RPPN Rildo de Oliveira Gomes II	US
15	RPPN Regina Clara	US
16	REBIO do Tinguá	PI
17	RPPN Fazenda Miosótis	US
18	APA de Petrópolis	US
19	RPPN Canto dos Pássaros	US
20	RPPN Rogério Marinho	US
21	RPPN Maria Francisca Guimarães	US
22	RPPN Fazenda Limeira	US
23	RPPN Pedra Amarilis	US
24	APA Bemposta	US
25	APA Vale do Morro da Torre	US
26	MONA do Encontro dos Três Rios	PI
27	PNM do Livramento	PI
28	APA Vale Fagundes	US
29	APA Vale do Piabanha	US
30	APA Vale da Lagoa do Morro Grande	US
31	APA Maravilha	US
32	MONA Pedra das Flores	PI
33	PNM Araponga	PI
34	ESEC Monte das Flores	PI
35	REBIO do Dindi	PI
36	APA Nossa Senhora de Santana	US
37	APA de Quilombo	US
38	APA Calçadinho	US
39	APA Santo Antônio	US
40	APA Santa Bárbara	US
41	APA de Moreiras	US
42	APA Emboabas	US
43	APA de Conceição	US
44	APA Nossa Senhora de Aparecida	US
45	APA de Pedra de Amolar	US
46	PNM Padre Quinha	PI
47	MONA da Pedra do Elefante	PI
48	APA Rainha das Águas	US
49	RPPN Municipal Moinho Preto	US

Elaborado por:	Nº da revisão	Revisado por:	Aprovado por:	PF-02 AGVP_PARAIBA_PF2_Dlg_Prog_RHIV_Rev03	48/210
	03				

	<p>PF-02 – Diagnóstico e Prognóstico</p> <p>COMPLEMENTAÇÃO E FINALIZAÇÃO DO PLANO INTEGRADO DE RECURSOS HÍDRICOS DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO PARAÍBA DO SUL - PIRH-PS E ELABORAÇÃO DOS PLANOS DE RECURSOS HÍDRICOS DAS BACIAS HIDROGRÁFICAS AFLUENTES</p>	<p>Tipo de Documento: Relatório Técnico</p>	
		<p>Cód. do Documento: AGVP_PARAIBA_PF2_D lg_Prog_RHIV_Rev03</p>	


ID	Nome	Categoria
50	APA dos Frades	US
51	REBIO de Araras	PI
52	PES dos Três Picos	PI
53	RPPN Brejo Novo	US
54	APA do Livramento	US
55	APA da Usina	US
56	APA da Santa Fé	US
57	APA da Pedreira da Prata	US

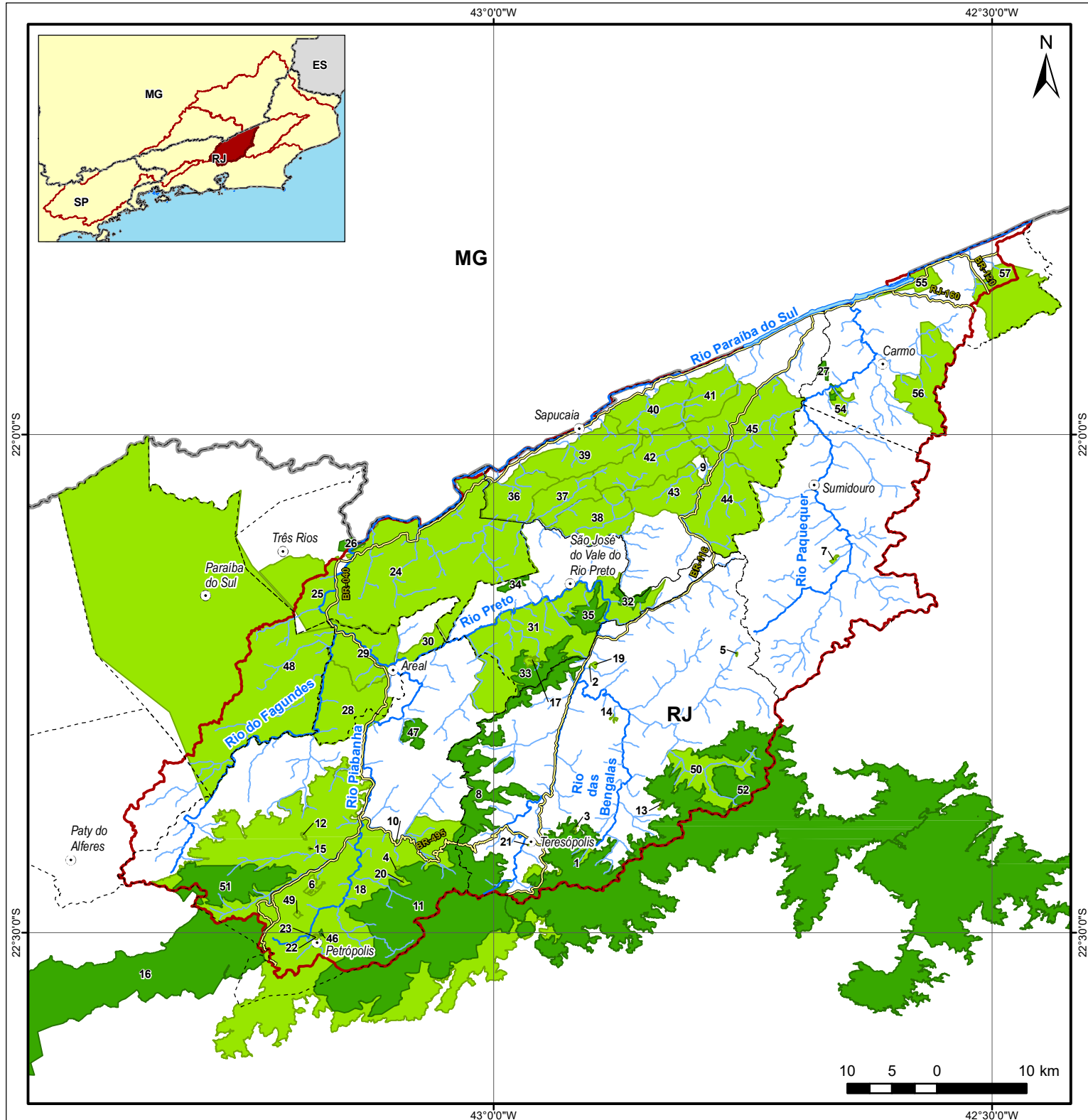
Fonte: SIGA-CEIVAP (2018); ICMBIO (2019); MMA (2019); INEA (2019).

A APA da Bacia do Rio dos Frades (município de Teresópolis) tem como objetivos básicos proteger a diversidade biológica, disciplinar o processo de ocupação e assegurar a sustentabilidade do uso dos recursos naturais. A Reserva Biológica de Araras objetiva a proteção integral dos remanescentes florestais, recursos hídricos e fauna endêmica e ameaçada de extinção.

O Parque Nacional da Serra dos Órgãos visa a preservação de ecossistemas naturais de grande relevância ecológica e beleza cênica, possibilitando a realização de pesquisas científicas e o desenvolvimento de atividades de educação e interpretação ambiental, de recreação em contato com a natureza e de turismo. O Parque Estadual dos Três Picos assegura a preservação dos remanescentes de Mata Atlântica da porção fluminense da Serra do Mar, bem como a recuperação das áreas degradadas existentes na região.

O Mapa 3.8 apresenta as Unidades de Conservação distribuídas na RH-IV. É possível observar que uma parte significativa da área da região é coberta por UCs, e que estas se concentram mais nas proximidades da delimitação da bacia, tais como: PES dos Três Picos (ID 53), APA Rainha das Águas (ID 49), REBIO do Tingá (ID 17) e RARNA Serra dos Órgãos (ID 12).

<p>Elaborado por:</p> 	<p>Nº da revisão</p> <p>03</p>	<p>Revisado por:</p>	<p>Aprovado por:</p>	<p>PF-02</p> <p>AGVP_PARAIBA_PF2_Dlg_Prog_RHIV_Rev03</p>	<p>49/210</p>
---	--------------------------------	----------------------	----------------------	--	---------------



LEGENDA

- | | | | |
|--|-----------------|-------------------------------|-------------------|
| | Sede Municipal | | Limite Municipal |
| | Hidrografia | | Limite Estadual |
| | Rios Principais | Unidade de Conservação | |
| | Massa D'água | | Proteção Integral |
| | Piabanha | | Uso Sustentável |

Execução:



Apoio Técnico:



**PLANO DE BACIA
HIDROGRÁFICA DA
REGIÃO HIDROGRÁFICA
DO RIO PIABANHA E SUB-BACIAS
HIDROGRÁFICAS DOS RIOS
PAQUEQUER E PRETO**

Realização:





Mapa 3.8 – Unidades de Conservação na RH-IV

Sistema de Coordenadas Geográficas:
DATUM SIRGAS 2000
Escala: 1:600.000

Fonte de Dados:
- Sede municipal: IBGE, 2010
- Limite municipal: IBGE, 2010
- Limite estadual: IBGE, 2010
- Hidrografia: ANA, 2013
- Limite da bacia: CEIVAP, 2015
- Limite da bacia: CEIVAP, 2015

- Unidade de Conservação:
SIGA-CEIVAP (2018); ICM BIO
(2019); MMA (2019); INEA (2020)

	<p>PF-02 – Diagnóstico e Prognóstico</p> <p>COMPLEMENTAÇÃO E FINALIZAÇÃO DO PLANO INTEGRADO DE RECURSOS HÍDRICOS DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO PARAÍBA DO SUL - PIRH-PS E ELABORAÇÃO DOS PLANOS DE RECURSOS HÍDRICOS DAS BACIAS HIDROGRÁFICAS AFLUENTES</p>	<p>Tipo de Documento: Relatório Técnico</p> <p>Cód. do Documento: AGVP_PARAIBA_PF2_D lg_Prog_RHIV_Rev03</p>	
---	--	---	---

3.3.2 Cobertura Vegetal


Com base no diagnóstico de uso e ocupação do solo, realizado por CEIVAP (2015) foram analisadas as ocupações das faixas marginais de corpos d'água, considerando 30 metros para os cursos d'água, visto que predominam rios com menos 10 metros de largura, 100 metros para os reservatórios, e 50 metros para as nascente, atendendo às orientações do Código Florestal (Lei Federal nº 1.251/2012). Para fins de avaliação da situação das Áreas de Preservação Permanente (APPs) de faixas marginais, as classes de uso do solo e cobertura vegetal foram agrupadas em Áreas Naturais e Áreas Antrópicas. O grau de degradação das faixas marginais foi classificado como "Baixo", "Moderado", "Alto" e "Muito Alto", conforme metodologia proposta por Salamene et al. (2011), sendo que:

1. Baixo grau de degradação: igual ou superior a 75% de Áreas Naturais;
2. Moderado grau de degradação: entre 75% e 50% de Áreas Naturais;
3. Alto grau de degradação: entre 50% e 25% de Áreas Naturais;
4. Muito alto grau de degradação: igual ou inferior a 25% de Áreas Naturais.

Na Bacia Hidrográfica do Rio Paraíba do Sul, o grau de antropização é de 51,33% o que corresponde a um alto grau de degradação. Já em relação à RH-IV, as classes de uso do solo e os graus de degradação resultantes da análise realizada são apresentados no Quadro 3.8.



Quadro 3.8 – Grau de conservação das faixas marginais de rios existentes na RH-IV

Classes de Uso do Solo	Área		Grau de antropização
	km²	%	
Área Agrícola	12,6	12,4	52,9% Alto grau de degradação
Área Urbanizada	4,23	4,2	
Campos / Pastagens	36,8	36,3	
Corpo Hídrico	4,35	4,3	47,1%
Floresta Estacional/Vegetação Arbórea Densa	2,25	2,2	
Floresta Estacional/Vegetação Arbórea Esparsa	0,08	0,1	

<p>Elaborado por:</p> 	<p>Nº da revisão</p> <p>03</p>	<p>Revisado por:</p>	<p>Aprovado por:</p>	<p>PF-02</p> <p>AGVP_PARAIBA_PF2_Dlg_Prog_RHIV_Rev03</p>	<p>51/210</p>
---	--------------------------------	----------------------	----------------------	--	---------------

Classes de Uso do Solo	Área		Grau de antropização
	km ²	%	
Floresta Ombrófila/Vegetação Arbórea Densa	18,77	18,5	
Floresta Ombrófila/Vegetação Arbórea Esparsa	0,52	0,5	
Vegetação Arbórea Densa	14,14	13,9	
Vegetação Arbórea Esparsa	7,73	7,6	
Total	101,47	100	

Legenda:

	Classes de usos antrópicos
	Classes de usos naturais

Fonte: Adaptado de CEIVAP, 2015.

Conforme apresentado no Quadro 3.8, de acordo com Salamene et al. (2011), as faixas marginais da RH-IV estão classificadas como alto grau de degradação, pois apresentam 52,85% de áreas antropizadas, as quais estão sendo utilizadas, predominantemente, como campos/pastagens (36,8 km²). Por outro lado, as áreas de faixas marginais protegidas representam 47,15% da área total das faixas marginais, sendo considerado deste valor, a área de corpo hídrico que representa 4,28% (Figura 3.3).

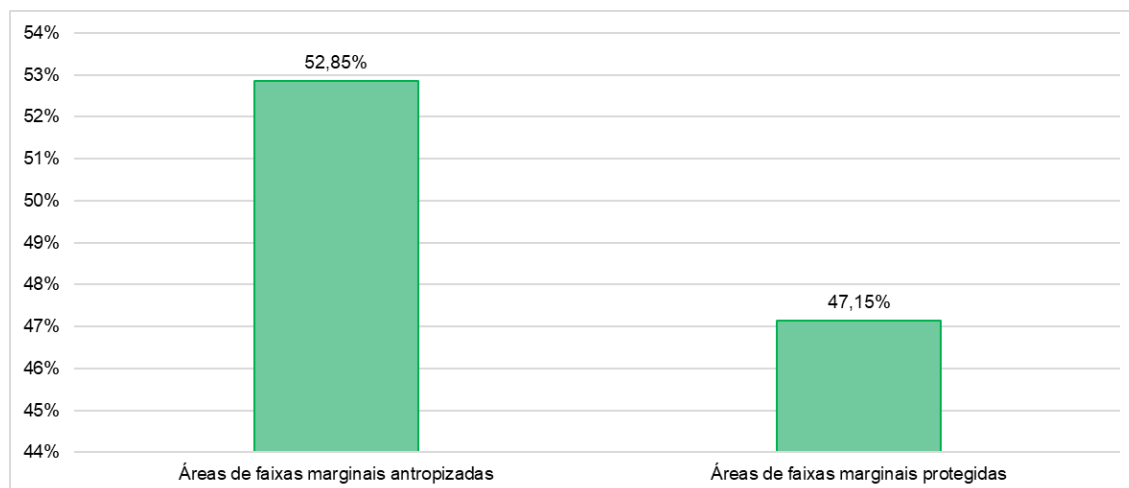




Figura 3.3 – Percentual de degradação das faixas marginais na RH-IV

	<p>PF-02 – Diagnóstico e Prognóstico</p> <p>COMPLEMENTAÇÃO E FINALIZAÇÃO DO PLANO INTEGRADO DE RECURSOS HÍDRICOS DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO PARAÍBA DO SUL - PIRH-PS E ELABORAÇÃO DOS PLANOS DE RECURSOS HÍDRICOS DAS BACIAS HIDROGRÁFICAS AFLUENTES</p>	<p>Tipo de Documento: Relatório Técnico</p>	
		<p>Cód. do Documento: AGVP_PARAIBA_PF2_D lg_Prog_RHIV_Rev03</p>	


3.3.3 Ecossistemas Aquáticos



O monitoramento de ecossistemas aquáticos é uma importante ferramenta para a gestão ambiental, pois fornece informações que contribuem para diagnosticar a qualidade das águas lóticis e lênticas, possibilitando identificar os principais impactos responsáveis pela degradação dos recursos hídricos (BUZELLI & CUNHA-SANTINO, 2013). Neste contexto, a biota aquática da região se destaca com as análises fitoplantônicas, de macrófitas e de ictiofauna.

Com relação aos fitoplânctons, segundo CEIVAP (2015), os problemas que podem ser causados por proliferações excessivas de cianobactérias também conhecidas como “florações” são vários. Dos problemas que podem apresentar, é possível destacar o gosto e odor desagradáveis à água, a produção de cianotoxinas (hepato e neurotoxinas), o prejuízo ao tratamento de água para abastecimento, as variações de oxigênio dissolvido com aumento das concentrações no período diurno e depleção no período noturno podendo resultar em mortandades de peixes, a interferência na paisagem e em atividades aquáticas e a disponibilização fósforo sedimentado, com possíveis alterações do nutriente limitante.

De acordo com CBH-Piabanha (2013), durante o ano de 2011 foi iniciada uma rede de estudos aprovada pela Financiadora de Estudos e Projetos (FINEP), denominada HIDROECO. Essa rede é composta de diferentes universidades e instituições ambientais trabalhando em diferentes bacias hidrográficas no Brasil com o intuito de determinar as vazões ecológicas em diferentes ambientes e diferentes realidades. Dentro desta rede existe um grupo composto pela UFRJ, INEA, CPRM e CETEM, que tem como alvo a determinação de vazões ambientais na Bacia do Rio Piabanha.

Com o objetivo, no âmbito do projeto HIDROECO, de detalhar a avaliação da qualidade das águas da Bacia do Rio Piabanha e estabelecer diretrizes para uma metodologia de avaliação quali-quantitativa de água, o INEA intensificou seu monitoramento, ampliando para nove estações na calha principal do Piabanha.

<p>Elaborado por:</p> 	<p>Nº da revisão</p> <p>03</p>	<p>Revisado por:</p>	<p>Aprovado por:</p>	<p>PF-02</p> <p>AGVP_PARAIBA_PF2_Dlg_Prog_RHIV_Rev03</p>	<p>53/210</p>
---	--------------------------------	----------------------	----------------------	--	---------------

	<p>PF-02 – Diagnóstico e Prognóstico</p> <p>COMPLEMENTAÇÃO E FINALIZAÇÃO DO PLANO INTEGRADO DE RECURSOS HÍDRICOS DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO PARAÍBA DO SUL - PIRH-PS E ELABORAÇÃO DOS PLANOS DE RECURSOS HÍDRICOS DAS BACIAS HIDROGRÁFICAS AFLUENTES</p>	<p>Tipo de Documento: Relatório Técnico</p>	
		<p>Cód. do Documento: AGVP_PARAIBA_PF2_D lg_Prog_RHIV_Rev03</p>	


Dessa forma, entre os anos de 2012 e 2013, foram coletados dados da qualidade, vazão e estrutura das comunidades fitoplanctônicas, ao longo do rio Piabanha, com o objetivo de monitorar o rio e buscar diretrizes para uma metodologia que possibilite uma avaliação quali-quantitativa de suas águas.

O estudo desenvolvido concluiu que a principal interferência na qualidade das águas do rio Piabanha é oriunda do despejo de esgoto doméstico sem tratamento. A maior evidência são as altas taxa de Coliformes Termotolerantes encontradas em todas as estações de amostragem. Como consequência, a avaliação de amostras mensais registrou 149 táxons de fitoplâncton (diversidade regional), sendo 36,2% de diatomáceas, 23,8% de cianobactérias e 21,5% de clorofíceas.

A riqueza de espécies e índice de diversidade foram mais elevados no período seco, na região de cabeceira do rio. A maior densidade média foi registrada no médio curso, assim como as maiores médias de fósforo e amônia, indicando presença de despejos de origem doméstica. Embora as menores densidades tenham sido observadas no alto curso, a mínima foi no trecho de baixo curso, no período chuvoso.

A composição qualitativa do fitoplâncton foi a esperada para ambientes lóticos, com predominância de diatomáceas, cujas carapaças de sílica oferecem boa resistência aos efeitos de transporte produzido pela dinâmica da água. A densidade de cianobactérias foi maior no trecho próximo de montante e, também, revelou influência do efeito de diluição no período chuvoso. Os trechos de maior densidade celular e de indivíduos de cianobactérias caracterizam-se por péssima qualidade, sendo visível o avançado grau de alteração dos trechos, que se encontram em área urbana muito adensada do município de Petrópolis.

Com relação à ictiofauna, de acordo com CEIVAP (2015), na Bacia Hidrográfica do Rio Paraíba do Sul foram identificadas espécies migradoras, exóticas e ameaçadas de extinção. Das espécies migradoras, um aspecto que deve ser destacado acerca da ecologia da ictiofauna local é a atividade de migração devido a presença de empreendimentos de geração elétrica (BONETTO & CASTELLO, 1985; AGOSTINHO et. al, 2003). Espécies migradoras realizam

Elaborado por:	Nº da revisão	Revisado por:	Aprovado por:	PF-02 AGVP_PARAIBA_PF2_Dlg_Prog_RHIV_Rev03	54/210
	03				

deslocamentos que antecedem a reprodução. Estes deslocamentos podem se limitar a trechos reduzidos do canal principal ou de tributários, caracterizando pequenos migradores.



Quanto às espécies exóticas, uma vez introduzidas, as formas exóticas ou alóctones tendem a se mostrar de difícil controle e, embora não haja uma quantificação precisa dos impactos que estes organismos causam direta ou indiretamente no ecossistema invadido, não restam dúvidas que sua atuação tende a se mostrar, em diferentes magnitudes, danosa à biota nativa. O Quadro 3.9 apresenta algumas espécies migradoras e exóticas identificadas ao longo da Bacia Hidrográfica do Rio Paraíba do Sul.

Quadro 3.9 – Espécies migrados e exóticas identificadas na Bacia Hidrográfica do Rio Paraíba do Sul

Migradores	Exóticos
<i>Prochilodus lineatus</i>	<i>Cyprinus carpio</i>
<i>P. vimboides</i>	<i>Piaractus mesopotamicus</i>
<i>Leporinus conirostris</i>	<i>Salminus maxillosus</i>
<i>Brycon insignis</i>	<i>Clarias gariepinus</i>
<i>Steindachneridion parahybae</i>	<i>Pimelodus maculatus</i>
<i>Cyphocharax gilbert</i>	<i>Pimelodus fur</i>
<i>Leporinus copelandii</i>	<i>Poecilia reticulata</i>
<i>L. cf. steindachneri</i>	<i>Cichla sp.</i>
<i>Hypomasticus thayeri</i>	<i>Tilapia rendalli</i>
<i>Leporinus mormyrops</i>	<i>Oreochromis niloticus</i>
<i>Pachyurus adspersus</i>	<i>Tilapia Oreochromis</i>
<i>Brycon opalinus</i>	

Fonte: CEIVAP (2015).

Por fim, segundo CEIVAP (2015), das espécies consideradas em extinção, as várias interferências na região levam a constante diminuição das espécies, das quais se destacam: a extração de areia, garimpos, ocupação irregular de áreas de preservação permanente e a alteração no regime de vazões e no processo de transporte de sedimentos. O Quadro 3.10 apresenta algumas espécies ameaçadas de extinção identificadas na região.


	PF-02 – Diagnóstico e Prognóstico COMPLEMENTAÇÃO E FINALIZAÇÃO DO PLANO INTEGRADO DE RECURSOS HÍDRICOS DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO PARAÍBA DO SUL - PIRH-PS E ELABORAÇÃO DOS PLANOS DE RECURSOS HÍDRICOS DAS BACIAS HIDROGRÁFICAS AFLUENTES	Tipo de Documento: Relatório Técnico	
		Cód. do Documento: AGVP_PARAIBA_PF2_D lg_Prog_RHIV_Rev03	



Quadro 3.10 – Espécies ameaçadas de extinção identificadas na Bacia Hidrográfica do Rio Paraíba do Sul

TAXON	CATEGORIA
PEIXES	
<i>Brycon insignis</i>	Criticamente em Perigo
<i>Brycon opalinus</i>	Vulnerável
<i>Hypomasticus thayeri</i>	Vulnerável
<i>Pseudotocinclus parahybae</i>	Ameaçada de Extinção
<i>Hyphessobrycon duragenys</i>	Criticamente em Perigo
<i>Steindachneridion parahybae</i>	Criticamente em Perigo
<i>Taunaia bifaciata</i>	Vulnerável
<i>Prochilodus vimboides</i>	Ameaçada de Extinção
<i>Pogonopoma parahybae</i>	Criticamente em Perigo
<i>Phallotorynus fasciolatus</i>	Em perigo
<i>Delturus parahybae</i>	Criticamente em Perigo
<i>Characidium lagsantensis</i>	Vulnerável
QUELÔNIO	
<i>Mesoclemmys hoguei</i>	Em perigo
CRUSTÁCEO	
<i>Macrobrachium carcinus</i>	Vulnerável
<i>Atya gabonensis</i>	Vulnerável
<i>Atya scabra</i>	Vulnerável
MOLUSCO	
<i>Diplodon dunkerianus</i>	Em perigo
<i>Diplodon expansus</i>	Vulnerável
<i>Diplodon fontainianus</i>	Em perigo

Fonte: CEIVAP (2015).

Tendo em vista a ausência de estudos atuais específicos realizados na RH-IV, sugere-se que seja avaliada, durante a elaboração do Programa de Ações (Produto Final 04), a necessidade de realização de estudo para avaliação dos impactos ocasionados aos ecossistemas aquáticos, tendo em vista a existência de comunidades fitoplanctônicas, bem como das espécies exóticas e extintas da ictiofauna nessa região hidrográfica.

Elaborado por:	Nº da revisão	Revisado por:	Aprovado por:	PF-02 AGVP_PARAIBA_PF2_Dlg_Prog_RHIV_Rev03	56/210
	03				

	<p>PF-02 – Diagnóstico e Prognóstico</p> <p>COMPLEMENTAÇÃO E FINALIZAÇÃO DO PLANO INTEGRADO DE RECURSOS HÍDRICOS DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO PARAÍBA DO SUL - PIRH-PS E ELABORAÇÃO DOS PLANOS DE RECURSOS HÍDRICOS DAS BACIAS HIDROGRÁFICAS AFLUENTES</p>	<p>Tipo de Documento: Relatório Técnico</p>	
		<p>Cód. do Documento: AGVP_PARAIBA_PF2_D lg_Prog_RHIV_Rev03</p>	

3.4 Aspectos Socioeconômicos

Neste item é apresentado os aspectos socioeconômicos na RH-IV, tais como a população, o Índice de Desenvolvimento Humano (IDH), a análise das alternativas do crescimento demográfico, a evolução das atividades produtivas e o diagnóstico institucional dos municípios.

3.4.1 População

Os levantamentos e estudos sobre a população residentes na Bacia Hidrográfica do Rio Paraíba do Sul, bem como a caracterização da socioeconomia nesta região, foram baseados através dos censos demográficos e séries históricas e estatísticas do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE).


Segundo apresentado pelo CEIVAP (2015), em 2010 os municípios total ou parcialmente incluídos na Bacia Hidrográfica do Rio Paraíba do Sul, tinham uma população de 8,5 milhões de habitantes, dos quais 47% (4,0 milhões) em São Paulo, 34% (2,8 milhões) no Rio de Janeiro e 19% (1,6 milhão) em Minas Gerais.



Na RH-IV foi levantada uma população total de 508.424 habitantes, considerando apenas a população de 2010 dos municípios que apresentam sede dentro desta região. Sendo 440.415 habitantes urbanos e 68.009 rurais.

O Quadro 3.11 apresenta a população rural e urbana residente no interior da RH-IV por município. A análise considerou os dados do Censo Demográfico de 2010 (IBGE, 2010), a partir do recorte da porção dos municípios inserida na RH-IV.

Quadro 3.11 – População residente na RH-IV

Municípios	População (hab.)		
	Rural	Urbana	Total
Areal	1.500	9.923	11.423
Carmo	3.513	13.110	16.623
Paraíba do Sul	1.510	511	2.021
Paty do Alferes	1.507	0	1.507
Petrópolis	14.629	239.709	254.338
São José do Vale do rio Preto	11.244	9.007	20.251
Sapucaia	4.252	13.273	17.525
Sumidouro	9.460	5.440	14.900
Teresópolis	18.298	145.448	163.746

Elaborado por:	Nº da revisão	Revisado por:	Aprovado por:	PF-02 AGVP_PARAIBA_PF2_Dlg_Prog_RHIV_Rev03	57/210
	03				

	<p>PF-02 – Diagnóstico e Prognóstico</p> <p>COMPLEMENTAÇÃO E FINALIZAÇÃO DO PLANO INTEGRADO DE RECURSOS HÍDRICOS DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO PARAÍBA DO SUL - PIRH-PS E ELABORAÇÃO DOS PLANOS DE RECURSOS HÍDRICOS DAS BACIAS HIDROGRÁFICAS AFLUENTES</p>	<p>Tipo de Documento: Relatório Técnico</p>	
		<p>Cód. do Documento: AGVP_PARAIBA_PF2_D lg_Prog_RHIV_Rev03</p>	


Municípios	População (hab.)		
	Rural	Urbana	Total
Três Rios	2.096	3.994	6.090
Total	68.009	440.415	508.424

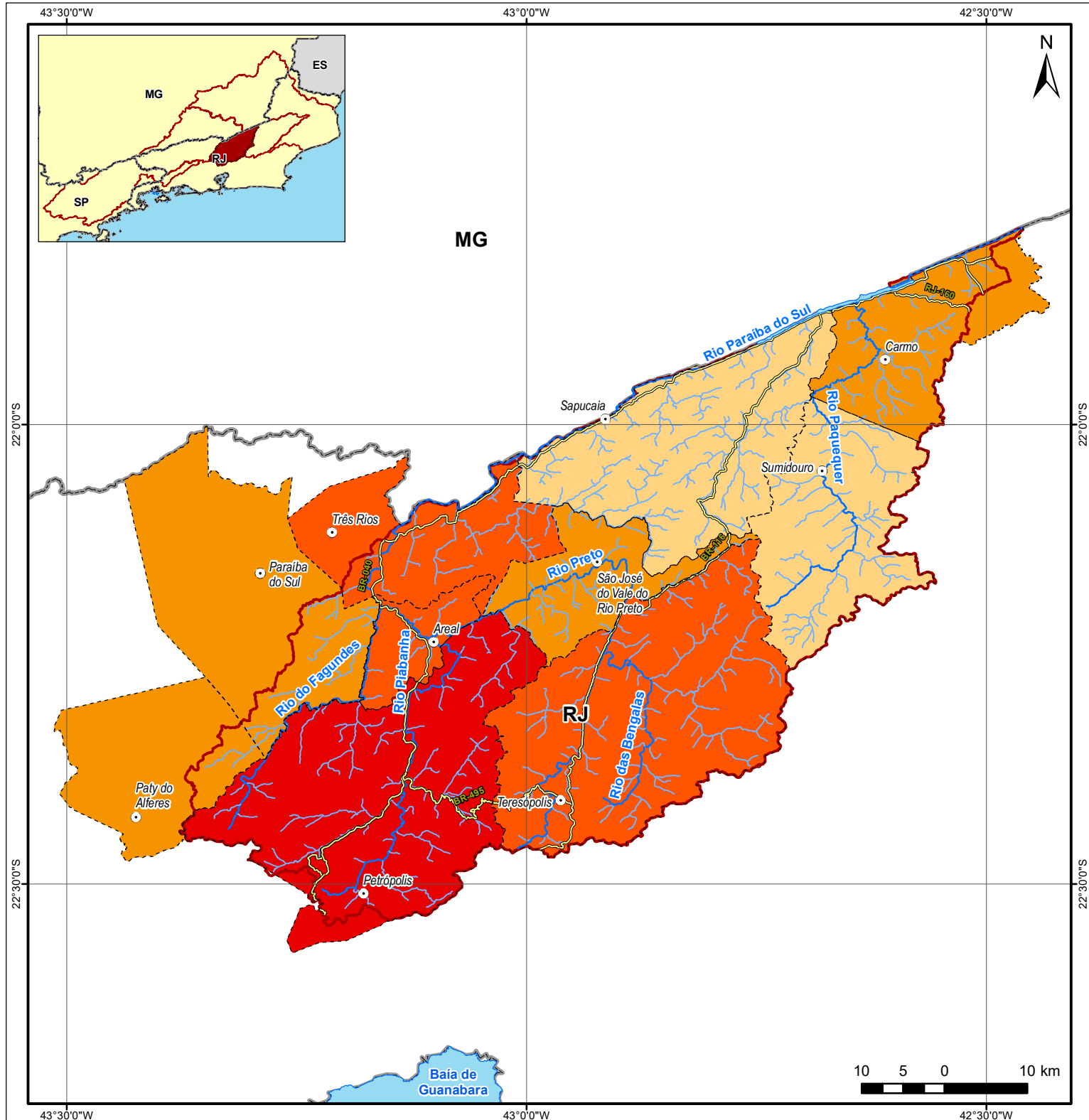
Fonte: IBGE, 2010.

3.4.2 Demografia

No geral, a população do conjunto dos municípios da Bacia Hidrográfica do Rio Paraíba do Sul cresceu entre 2000 e 2010 em ritmo semelhante ao do Rio de Janeiro (0,9% a.a.).

O Mapa 3.9 apresenta a densidade demográfica da RH-IV. Observa-se que as maiores densidades demográficas se concentram na região de Petrópolis com uma faixa maior que 800 hab./km². Os municípios de Sapucaia e Sumidouro apresentam densidade menor ou igual a 24,9 hab./km².

<p>Elaborado por:</p> 	<p>Nº da revisão</p> <p>03</p>	<p>Revisado por:</p>	<p>Aprovado por:</p>	<p>PF-02</p> <p>AGVP_PARAIBA_PF2_Dlg_Prog_RHIV_Rev03</p>	<p>58/210</p>
---	--------------------------------	----------------------	----------------------	--	---------------



LEGENDA

- | | | |
|--|------------------|------------------------------|
| | Sede Municipal | Densidade demográfica |
| | Hidrografia | (hab/km²) |
| | Rios Principais | 25,0 - 49,9 |
| | Massa D'água | 50,0 - 99,9 |
| | Piabanha | 100,0 - 299,9 |
| | Limite Municipal | 300,0 - 799,9 |
| | Limite Estadual | |

Execução:



Apoio Técnico:



Realização:



**PLANO DE BACIA
HIDROGRÁFICA DA
REGIÃO HIDROGRÁFICA
DO RIO PIABANHA E SUB-BACIAS
HIDROGRÁFICAS DOS RIOS
PAQUEQUER E PRETO**

Mapa 3.9 – Densidade populacional na RH-IV

Sistema de Coordenadas Geográficas:
DATUM SIRGAS 2000
Escala: 1:650.000

Fonte de Dados:
- Sede municipal: IBGE, 2010
- Limite municipal: IBGE, 2010
- Limite estadual: IBGE, 2010
- Hidrografia: ANA, 2013
- Limite da bacia: CEIVAP, 2015
- Densidade Demográfica: IBGE, 2010

3.4.3 Índice de Desenvolvimento Humano

Diferentemente da perspectiva do crescimento econômico, que vê o bem-estar de uma sociedade apenas pelos recursos ou pela renda que ela pode gerar, a abordagem de desenvolvimento humano procura olhar diretamente para as pessoas, suas oportunidades e capacidades. O Índice de Desenvolvimento Humano (IDH) é uma medida resumida do progresso a longo prazo em três dimensões básicas do desenvolvimento humano: renda, educação e saúde. O objetivo da criação do IDH foi o de oferecer um contraponto a outro indicador muito utilizado, o Produto Interno Bruto (PIB) per capita, que considera apenas a dimensão econômica do desenvolvimento (PNUD, 2019).



Conforme o Atlas do Desenvolvimento Humano no Brasil foi possível identificar o índice de Desenvolvimento Humano Municipal (IDHM) na RH-IV relacionando-o com a renda, longevidade e educação com ano base de 2010 (Quadro 3.12).

Quadro 3.12 – IDHM da RH-IV

Municípios	IDHM 2010	IDHM 2010		
		Renda	Longevidade	Educação
Areal	0,684	0,686	0,823	0,566
Carmo	0,696	0,683	0,813	0,608
Paraíba do Sul	0,702	0,697	0,812	0,61
Paty do Alferes	0,671	0,683	0,806	0,549
Petrópolis	0,745	0,763	0,847	0,639
São José do Vale do Rio Preto	0,660	0,670	0,806	0,533
Sapucaia	0,675	0,682	0,804	0,561
Sumidouro	0,611	0,658	0,796	0,436
Teresópolis	0,730	0,752	0,855	0,605
Três Rios	0,725	0,725	0,801	0,656

Fonte: Atlas do Desenvolvimento Humano no Brasil, 2019.

Segundo o Atlas do Desenvolvimento Humano no Brasil (2019), o IDHM brasileiro considera as mesmas três dimensões do IDH Global – longevidade, educação e renda, mas vai além: adequa a metodologia global ao contexto brasileiro e à disponibilidade de indicadores nacionais. Embora meçam os mesmos fenômenos, os indicadores levados em conta no IDHM são mais adequados para avaliar o desenvolvimento dos municípios e regiões

	<p>PF-02 – Diagnóstico e Prognóstico</p> <p>COMPLEMENTAÇÃO E FINALIZAÇÃO DO PLANO INTEGRADO DE RECURSOS HÍDRICOS DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO PARAÍBA DO SUL - PIRH-PS E ELABORAÇÃO DOS PLANOS DE RECURSOS HÍDRICOS DAS BACIAS HIDROGRÁFICAS AFLUENTES</p>	<p>Tipo de Documento: Relatório Técnico</p>	
		<p>Cód. do Documento: AGVP_PARAIBA_PF2_D lg_Prog_RHIV_Rev03</p>	

metropolitanas brasileiras. As faixas de avaliação do IDHM, segundo PNUD são as seguintes:

- IDHM < 0,499 muito baixo
- 0,500 < IDHM < 0,599 baixo
- 0,600 < IDHM < 0,699 médio
- 0,700 < IDHM < 0,799 alto
- 0,800 < IDHM muito alto

De acordo com estas faixas, todos os municípios da Bacia da Região Hidrográfica do Piabanha têm IDHM total na faixa de médio ou alto. Apenas para o IDHM Educação, alguns municípios têm índices baixos.


3.4.4 Diagnóstico Institucional dos municípios e de suas capacidades econômico-financeiras

A avaliação das condições institucionais dos Municípios e de suas capacidades econômico financeiras será realizada com base na avaliação das condições de geração de riqueza de cada município (Produto Interno Bruto - PIB e Valor Agregado Bruto – VAB) e com base no Índice Firjan de Gestão Fiscal (2019). O detalhamento destas informações está disposto nos itens a seguir.

3.4.4.1 Condições do PIB Municipal

O Produto Interno Bruto (PIB) dos municípios para o ano de 2015 é apresentado a partir do somatório dos indicadores de Valor Agregado Bruto (VABs) municipais dos setores produtivos de agropecuária, indústria, serviços acrescidos do VAB do setor público que corresponde a impostos, taxas, subsídios, relativos a produção de bens e serviços). O VAB representa o valor da produção nos diversos setores, a saber:

1. VAB Agropecuário - setor primário da economia: agricultura, pecuária, pesca, extração vegetal;
2. VAB Industrial- setor secundário da economia: indústria e extração mineral;


<p>Elaborado por:</p> 	<p>Nº da revisão</p> <p>03</p>	<p>Revisado por:</p>	<p>Aprovado por:</p>	<p>PF-02</p> <p>AGVP_PARAIBA_PF2_Dlg_Prog_RHIV_Rev03</p>	<p>61/210</p>
---	--------------------------------	----------------------	----------------------	--	---------------

3. VAB Serviços - setor terciário: serviços (hotéis, restaurantes, turismo, etc.), comércio, transportes, comunicação, exceto o que foi denominado por administração pública: administração, defesa, educação e saúde públicas e seguridade social;
4. VAB Administração Pública: serviços vinculados à administração, defesa, educação e saúde públicas, e seguridade social.



O PIB dos municípios para o ano de 2015 é apresentado no Quadro 3.13 a partir do somatório dos VABs municipais dos setores produtivos de agropecuária, indústria, serviços acrescidos do VAB do setor público que corresponde a impostos, taxas, subsídios, relativos a produção de bens e serviços.

Quadro 3.13 – Evolução dos PIBs Municipais da RH-IV.

Municípios	VAB Agropec	VAB Industrial	VAB Serviços	VAB Setor Público	PIB Municipal
Areal	2.329	44.916	109.837	93.028	250.110
Carmo	14.634	103.489	107.310	124.619	350.052
Paraíba do Sul	53.582	102.767	354.612	274.916	785.877
Paty do Alferes	35.005	60.153	215.045	181.384	491.587
Petrópolis	52.882	2.672.219	5.277.132	1.959.368	9.961.601
São José do Vale do Rio Preto	84.337	23.128	103.215	149.673	360.353
Sapucaia	36.354	67.857	384.230	121.950	610.391
Sumidouro	125.815	15.246	54.401	110.628	306.090
Teresópolis	291.343	732.271	2.403.354	1.147.739	4.574.707
Três Rios	22.596	895.440	1.370.697	524.659	2.813.392

 Proporção da participação do PIB e VAB Municipais no conjunto de municípios da RH-IV.
Fonte: IBGE.

É possível observar que os municípios de Petrópolis e Teresópolis apresentam os maiores PIBs da RH-IV com PIB Municipal de R\$ 9.964.601,00 e R\$ 4.574.707,00 respectivamente. Dentre estes municípios destaca-se o setor industrial para Petrópolis.

	<p>PF-02 – Diagnóstico e Prognóstico</p> <p>COMPLEMENTAÇÃO E FINALIZAÇÃO DO PLANO INTEGRADO DE RECURSOS HÍDRICOS DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO PARAÍBA DO SUL - PIRH-PS E ELABORAÇÃO DOS PLANOS DE RECURSOS HÍDRICOS DAS BACIAS HIDROGRÁFICAS AFLUENTES</p>	<p>Tipo de Documento: Relatório Técnico</p> <p>Cód. do Documento: AGVP_PARAIBA_PF2_D lg_Prog_RHIV_Rev03</p>	
---	--	---	---

3.4.4.2 Índice de Gestão Fiscal


Além da análise do PIB municipal, como forma de verificar a gestão fiscal dos municípios, foi utilizado o Índice Firjan de Gestão Fiscal. Este índice é construído pela Federação das Indústrias do Estado do Rio de Janeiro (Sistema SENAI, SESI, IEL, CIRJ), desde 2013 para praticamente a totalidade dos municípios do Brasil. No ano de 2019 os resultados foram publicados para 5.337 dos 5.570 municípios brasileiros, atingindo o correspondente a 97,8% da população brasileira. Baseado em dados oficiais fornecidos pelas próprias prefeituras e disponibilizadas anualmente pela Secretaria do Tesouro Nacional (STN), por meio do Sistema de Informações Contábeis e Fiscais do Setor Público Brasileiro. As informações são prestadas pelas prefeituras municipais em atendimento a Lei de Responsabilidade Fiscal, artigos 48 e 51 (Lei Complementar 101/2000).

De acordo com Firjan (2019), o índice é composto por quatro indicadores:

1. IFGF Autonomia – analisa a relação entre as receitas oriundas da atividade econômica do município e os custos para financiar sua existência;
2. IFGF Gastos com Pessoal – mostra quanto os municípios gastam com pagamento de pessoal em relação ao total da Receita Corrente Líquida.
3. IFGF Liquidez – verifica a relação entre o total de restos a pagar acumulados no ano e os recursos em caixa disponíveis para cobri-los no ano seguinte.
4. IFGF Investimentos – mede a parcela da receita total dos municípios destinada aos investimentos, aqueles que geram bem-estar à população e melhoram o ambiente de negócios.

Os resultados são, por fim, apresentados para o Índice Firjan (global) e para cada um dos indicadores. Os resultados também são classificados por Firjan (2019) em faixas de referência:

1. Resultados acima de 0,8 ponto → Gestão de Excelência
2. Resultados entre 0,6 e 0,8 ponto → Boa Gestão

<p>Elaborado por:</p> 	<p>Nº da revisão</p> <p>03</p>	<p>Revisado por:</p>	<p>Aprovado por:</p>	<p>PF-02</p> <p>AGVP_PARAIBA_PF2_Dlg_Prog_RHIV_Rev03</p>	<p>63/210</p>
---	--------------------------------	----------------------	----------------------	--	---------------


3. Resultados entre 0,4 e 0,6 ponto → Gestão em Dificuldade


4. Resultados inferiores a 0,4 ponto → Gestão Crítica

Os resultados históricos deste índice, para os municípios da RH-IV, estão dispostos no Quadro 3.14.

Quadro 3.14 – Série histórica IFGF para os municípios da RH-IV.

Municípios	IFGF Geral					
	2013	2014	2015	2016	2017	2018
Areal	0,618	0,629	0,556	0,503	0,530	0,607
Carmo	0,600	0,508	0,546	0,412	0,376	nd
Paraíba do Sul	0,572	0,434	0,353	0,507	0,302	0,441
Paty do Alferes	0,284	0,170	0,392	0,196	0,257	0,582
Petrópolis	0,734	0,592	0,462	0,528	0,475	0,609
São José do Vale do Rio Preto	0,596	0,573	0,533	0,376	0,362	nd
Sapucaia	0,200	0,239	0,414	0,267	0,186	0,235
Sumidouro	0,431	0,539	0,449	0,434	0,441	0,604
Teresópolis	0,519	0,491	0,327	0,516	0,611	0,427
Três Rios	0,604	0,323	0,333	0,424	0,326	0,474

 Gestão de Excelente ou Boa Gestão



 Não Diagnosticado

Fonte: FIRJAN (2019).

Observa-se que os municípios da RH-IV têm, de forma geral, apresentado leves avanços no índice IFGF em 2018, pois apenas Sapucaia apresentou um índice de gestão crítica. Por outro lado, ganham destaque os municípios de Paty do Alferes e Sumidouro que conseguiram aumentar seus índices de gestão de forma mais consistente ao longo da série histórica.

3.5 Avaliação do Saneamento Ambiental

A Lei Federal nº 11.445/007 define o planejamento dos serviços básicos como instrumento fundamental para se alcançar o acesso universal do saneamento básico, entre essas ferramentas o Plano Municipal de Saneamento Básico (PMSB). O Plano municipal deve ser elaborado pelas prefeituras de todos os municípios do país e aprovado pelo Governo Federal para que eles possam receber verbas para obras de saneamento, além disso, o PMSB abrange quatro áreas: serviços de água, esgotos, resíduos sólidos e drenagem das águas pluviais urbanas.

	<p>PF-02 – Diagnóstico e Prognóstico</p> <p>COMPLEMENTAÇÃO E FINALIZAÇÃO DO PLANO INTEGRADO DE RECURSOS HÍDRICOS DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO PARAÍBA DO SUL - PIRH-PS E ELABORAÇÃO DOS PLANOS DE RECURSOS HÍDRICOS DAS BACIAS HIDROGRÁFICAS AFLUENTES</p>	<p>Tipo de Documento: Relatório Técnico</p> <p>Cód. do Documento: AGVP_PARAIBA_PF2_D lg_Prog_RHIV_Rev03</p>	
---	--	---	---

O Plano municipal deve garantir a promoção da segurança hídrica, prevenção de doenças, redução das desigualdades sociais, preservação do meio ambiente, desenvolvimento econômico do município, ocupação adequada do solo, e a prevenção de acidentes ambientais e eventos como enchentes, falta de água e poluição.

Observa-se um cenário totalmente favorável na RH-IV, tendo em vista que os 10 municípios que compõem a região hidrográfica possuem Plano Municipal de Saneamento Básico.


A seguir é apresentada a avaliação do saneamento ambiental da RH-IV, considerando o abastecimento de água e as Áreas de Interesse para Proteção e Recuperação de Mananciais (AIPMs), bem como o esgotamento sanitário, os resíduos sólidos e a drenagem urbana. Por fim foi realizada a avaliação econômico financeira do saneamento básico e resíduos sólidos realizada após consulta no Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (SNIS).

3.5.1 Abastecimento de Água

O sistema de abastecimento de água nos municípios da Bacia Hidrográfica do Rio Paraíba do Sul é administrado 60% pelas Companhias Estaduais de Saneamento, menos de 40% é administrado pela própria prefeitura e uma pequena parcela é operada pelo Serviço Autônomo e Empresas Privadas.

Em relação à RH-IV, os serviços de abastecimento de água são prestados por companhias estaduais e prefeituras, além de serviços autônomos e empresas privadas. Destaca-se que dos 10 (dez) municípios abrangidos, 5 (cinco) são atendidos pela Companhia Estadual de Águas e Esgotos do Rio de Janeiro (CEDAE), 2 (dois) são atendidos pela Prefeitura, 3 (três) são atendidos por empresa autônoma, conforme ilustrado no Mapa 3.10.

De acordo com o Diagnóstico de Serviços de Água e Esgoto elaborado pelo Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (SNIS, 2018), na RH-IV 2,64% da população (ou 36.986 habitantes) não é atendida pelo abastecimento público de água.

<p>Elaborado por:</p> 	<p>Nº da revisão</p> <p>03</p>	<p>Revisado por:</p>	<p>Aprovado por:</p>	<p>PF-02</p> <p>AGVP_PARAIBA_PF2_Dlg_Prog_RHIV_Rev03</p>	<p>65/210</p>
---	--------------------------------	----------------------	----------------------	--	---------------

Além disso, a região apresenta um índice de 31% em termos de perda, menor que o valor da média nacional de 38,53% (SNIS, 2017). Segundo o SNIS (2018), essas perdas são inerentes a qualquer sistema de abastecimento de água e se caracterizam como ineficiências técnicas, porém deve-se buscar sempre a sua redução.

O Quadro 3.15 apresenta a situação do atendimento de água dos municípios da RH-IV com relação a população urbana.

Quadro 3.15 – Situação do atendimento de água dos municípios da RH-IV.

Município	População atendida água	Índice de atendimento total de água (%)	Índice de perdas (%)
Areal	9.923	100,00	21,60
Carmo	SI	SI	SI
Paraíba do Sul	SI	SI	SI
Paty do Alferes	SI	73,98	45,57
Petrópolis	226.094	94,32	32,36
São José do Vale do Rio Preto	7.727	85,79	20,00
Sapucaia	SI	SI	SI
Sumidouro	1.660	30,52	18,78
Teresópolis	SI	SI	SI
Três rios	3.994	100,00	29,84

SI = Sem Informação.

Fonte: Adaptado de SNIS (2018).

Observa-se conforme a Figura 3.4 que alguns municípios não apresentam informação chegando-se a valores nulos. No entanto, dos valores apresentados destaca-se o município de Paty do Alferes com 45,57% de perdas.

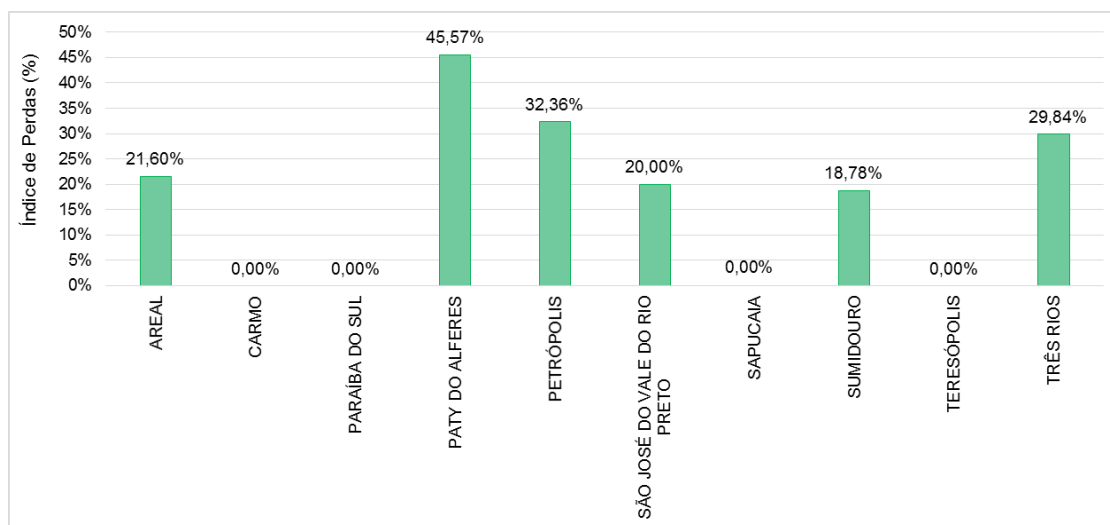




Figura 3.4 – Índice de perdas por município da RH-IV.

Quanto ao sistema de abastecimento de água para a população rural (12,70% da população total da RH-IV) os mesmos podem ser através de: rede geral, poço ou nascentes, água da chuva ou outros (carro-pipa, poço ou nascente fora da propriedade, água da chuva armazenada de outra forma, etc.). Na RH-IV, os tipos de abastecimento rural que prevalecem são denominados como “outros métodos” seguido de poço ou nascente e de rede geral.

Nesse sentido, uma das principais preocupações dos órgãos reguladores de água ou de saúde está na qualidade da água. A preocupação tem razão de existir já que, segundo dados da Organização Mundial de Saúde (OMS), 60% da população mundial recebe água de maneira precária (WHO, 2011).

Por fim, quanto ao racionamento, de acordo com a Pesquisa Nacional do Saneamento Básico (PNSB, 2008), problemas com racionamento no abastecimento de água podem ocorrer devido à ocorrência de estiagem, falta de água nos mananciais e infraestrutura precária. De acordo com CEIVAP (2015), apenas cerca de 26,5% dos municípios da RH-IV não reportaram problemas de racionamento de água, sendo que dos demais, aproximadamente 27% atribuíram a causa do racionamento a eventos de estiagem, 19,5% à infraestrutura precária e outros 27% dos municípios reportaram racionamento causado pela insuficiência de água no manancial.

	<p>PF-02 – Diagnóstico e Prognóstico</p> <p>COMPLEMENTAÇÃO E FINALIZAÇÃO DO PLANO INTEGRADO DE RECURSOS HÍDRICOS DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO PARAÍBA DO SUL - PIRH-PS E ELABORAÇÃO DOS PLANOS DE RECURSOS HÍDRICOS DAS BACIAS HIDROGRÁFICAS AFLUENTES</p>	<p>Tipo de Documento: Relatório Técnico</p>	
		<p>Cód. do Documento: AGVP_PARAIBA_PF2_D lg_Prog_RHIV_Rev03</p>	

3.5.1.1 Áreas de Interesse para Proteção e Recuperação de Mananciais (AIPMs)


O Plano Estadual de Recursos Hídricos do Estado do Rio de Janeiro (PERHI-RJ) através da Lei Estadual nº 117/2014, estabeleceu no seu Programa de Ações, eixos e programas associados à proteção de mananciais de abastecimento público, tais como:



- Eixo temático 2.4 - Recuperação e Proteção de Nascentes, Rios e Lagoas: Programa 2.4.1 - Estudos e projetos em áreas prioritárias' à proteção de mananciais e Programa 2.4.2 - Estudos e projetos para revitalização de rios e lagoas;
- Eixo temático 2.6 - Recuperação, Operação e Manutenção de Infraestrutura Hídrica: Programa 2.6.1 - Operação e manutenção dos canais de Campos e Programa 2.6.2 - Recuperação, operação e manutenção do reservatório de Juturnaíba.

De acordo com INEA (2018), em virtude da lacuna de informações e dados acerca das áreas de mananciais no território fluminense, foi desenvolvido o Atlas dos Mananciais de Abastecimento do Estado do Rio de Janeiro (2018). Com o objetivo de promover a recuperação e a proteção de mananciais, este estudo delimitou as Áreas de Interesse para Proteção e Recuperação de Mananciais (AIPMs) no Estado do Rio de Janeiro.

O Atlas dos Mananciais de Abastecimento do Estado do Rio de Janeiro (2018), identificou e mapeou os principais mananciais de abastecimento público no estado, bem como delimitou suas respectivas áreas de influência, as quais são consideradas de interesse para ordenamento e proteção, constituindo as áreas focais do programa de proteção e recuperação de mananciais, denominado Pacto pelas Águas.

O trabalho contemplou os levantamentos dos mananciais de abastecimento público, ou seja, corpos hídricos utilizados para o abastecimento público, parte integrante dos sistemas de abastecimento de água para consumo, fornecendo


<p>Elaborado por:</p> 	<p>Nº da revisão</p> <p>03</p>	<p>Revisado por:</p>	<p>Aprovado por:</p>	<p>PF-02</p> <p>AGVP_PARAIBA_PF2_Dlg_Prog_RHIV_Rev03</p>	<p>69/210</p>
---	--------------------------------	----------------------	----------------------	--	---------------



	<p>PF-02 – Diagnóstico e Prognóstico</p> <p>COMPLEMENTAÇÃO E FINALIZAÇÃO DO PLANO INTEGRADO DE RECURSOS HÍDRICOS DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO PARAÍBA DO SUL - PIRH-PS E ELABORAÇÃO DOS PLANOS DE RECURSOS HÍDRICOS DAS BACIAS HIDROGRÁFICAS AFLUENTES</p>	<p>Tipo de Documento: Relatório Técnico</p> <p>Cód. do Documento: AGVP_PARAIBA_PF2_D lg_Prog_RHIV_Rev03</p>	
---	--	---	---

água bruta a uma comunidade para fins de consumo doméstico, serviços públicos e outros usos.

Dessa forma, as AIPMs consistem nas áreas drenantes situadas a montante dos pontos de captação de água. Essas são consideradas porções do território que possuem contribuição hidrográfica e influenciam diretamente a disponibilidade de água em quantidade e qualidade. A classificação das AIPMs foi realizada de acordo com os seguintes critérios de análise: (i) tamanho da bacia; (ii) relevância para o abastecimento público; (iii) padrão de uso do solo e cobertura vegetal; e (iv) pressão sobre os mananciais.

Conforme apresentado no Atlas dos Mananciais de Abastecimento do Estado do Rio de Janeiro (INEA, 2018), a RH-IV possui 24 pontos de captação de água, que atendem a população estimada de 360.807 habitantes. Os pontos de captação e AIPMs desta região hidrográfica estão apresentados no Quadro 3.16.


<p>Elaborado por:</p> 	<p>Nº da revisão</p> <p>03</p>	<p>Revisado por:</p>	<p>Aprovado por:</p>	<p>PF-02</p> <p>AGVP_PARAIBA_PF2_Dlg_Prog_RHIV_Rev03</p>	<p>70/210</p>
---	--------------------------------	----------------------	----------------------	--	---------------



	<p>PF-02 – Diagnóstico e Prognóstico</p> <p>COMPLEMENTAÇÃO E FINALIZAÇÃO DO PLANO INTEGRADO DE RECURSOS HÍDRICOS DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO PARAÍBA DO SUL - PIRH-PS E ELABORAÇÃO DOS PLANOS DE RECURSOS HÍDRICOS DAS BACIAS HIDROGRÁFICAS AFLUENTES</p>	<p>Tipo de Documento: Relatório Técnico</p>	
		<p>Cód. do Documento: AGVP_PARAIBA_PF2_D lg_Prog_RHIV_Rev03</p>	

Quadro 3.16 – Pontos de captação e AIPMs da RH existentes na RH-IV

Captação	Sistema de Abastecimento	Nome do Curso d'água	Área AIPM (ha)	População atendida
1	Sistema Morro Grande	Rio Preto - Represa Morro Grande	104.875	8.024
2	Sistema Córrego da Prata	Córrego das Cambotas	993	
3	Sistema Rio Batalha	Córrego das Flores - Rio Batalha	1.487	11.297
4	Sistema Montevideo	Rio Itamarati	1.386	190.245
5		Rio Itamarati	3.585	
6		Córrego da Ponte de Ferro	950	
7	Sistema Mosela	Rio da Cidade	1.754	
8		Rio da Cidade	367	
9		Afluente do Rio da Cidade	557	
10	Sistema Maravilha	Córrego Roçadinho	175	9.000
11	Sistema Araponga	Córrego Brucuçu	471	
12		Afluente do Córrego Brucuçu	289	
13	Sistema Paraíba do Sul / Sapucaia	Rio Paraíba do Sul	244.166	5.402
14	Sistema Paquequer	Rio Paquequer	25.480	4.172
15	Sistema São Caetano	Córrego São Caetano	355	
16	Rio Preto	Rio Preto	41.283	143.003
17	Rio Beija-flor	Afluente do Rio Paquequer	371	
18	Rio Imbuí	Rio do Imbuí	377	
19	Córrego do Ingá	Córrego do ingá	110	
20	Córrego do Taboinhas	Córrego Taboinhas	184	
21	Córrego dos Penitentes	Córrego dos Penitentes	111	
22	Nascente Faz. Jacarandá Inferior	Córrego da Prata	152	
23	Nascente Faz. Jacarandá Inferior	Córrego da Prata	136	
24	-	Rio Piabanha - Captação Moura Brasil	206.227	73.436

Fonte: INEA 2018.


Elaborado por:	Nº da revisão	Revisado por:	Aprovado por:	PF-02 AGVP_PARAIBA_PF2_Dlg_Prog_RHIV_Rev03	71/210
	03				

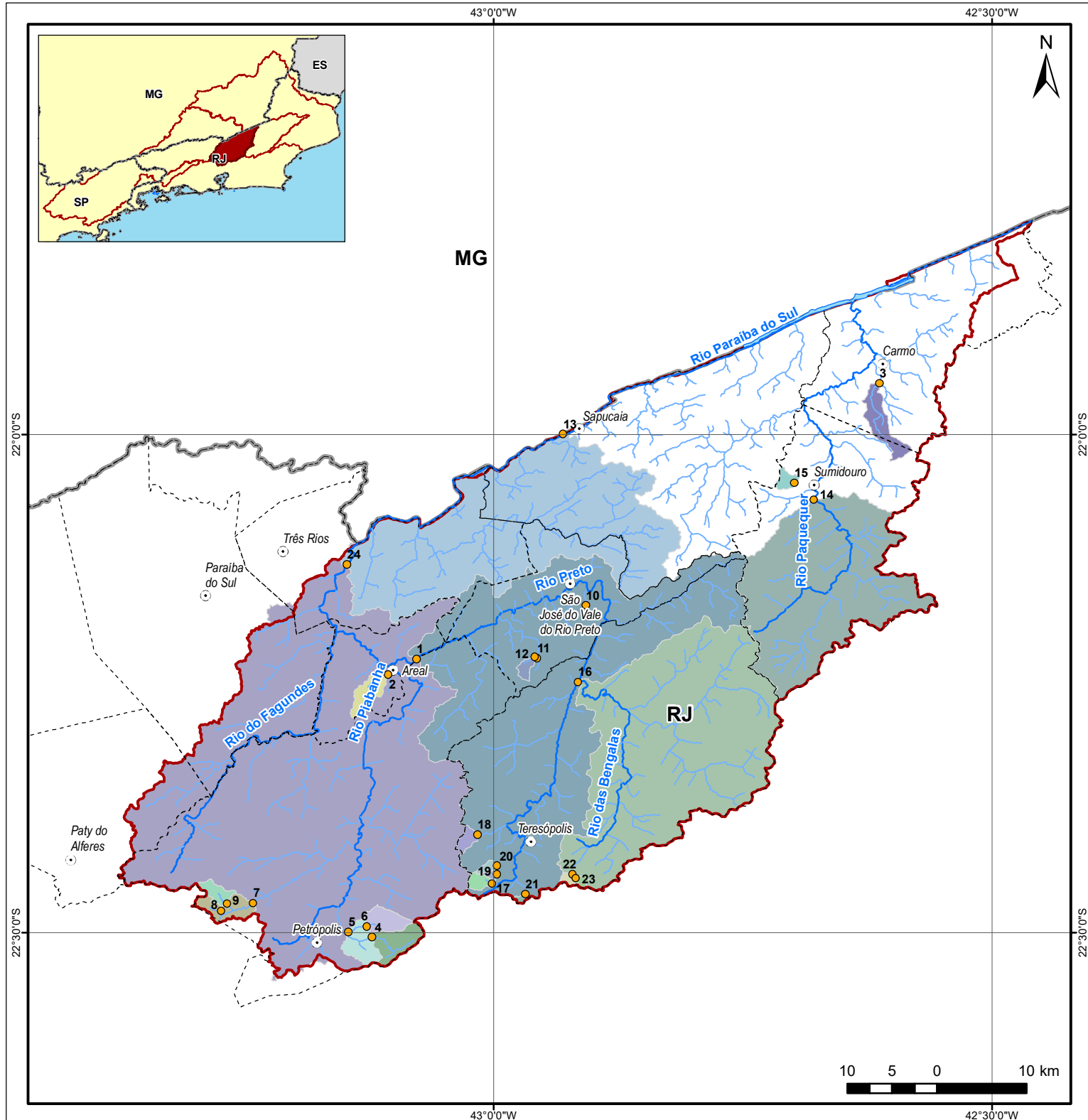
	<p>PF-02 – Diagnóstico e Prognóstico</p> <p>COMPLEMENTAÇÃO E FINALIZAÇÃO DO PLANO INTEGRADO DE RECURSOS HÍDRICOS DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO PARAÍBA DO SUL - PIRH-PS E ELABORAÇÃO DOS PLANOS DE RECURSOS HÍDRICOS DAS BACIAS HIDROGRÁFICAS AFLUENTES</p>	<p>Tipo de Documento: Relatório Técnico</p> <p>Cód. do Documento: AGVP_PARAIBA_PF2_D lg_Prog_RHIV_Rev03</p>	
---	--	---	---

Observa-se que a RH-IV apresenta expressiva porção de seu território ocupada por AIPMs, que abrangem 25 pontos de captação e ocupam área total de 271.253 hectares, correspondentes a 78,41% do território da RH.

A grande maioria das AIPMs (79,2% ou 19 AIPMs) possui áreas inferiores a 20.000 hectares, captando água em rios formadores da Bacia do Piabanha e apresentando maior prioridade para intervenção. A AIPM 14 (Sistema Paquequer/Sumidouro) e a AIPM 16 (Rio Preto/Teresópolis) possuem tamanho entre 20.000 a 40.000 hectares. A AIPM 1 (Sistema Morro Grande/ Areal), a AIPM 13 (Sistema Paraíba do Sul/Sapucaia) e a AIPM 24 (Rio Piabanha/Três Rios) possuem áreas com mais de 120.000 hectares (INEA, 2018).

Sendo assim, o Mapa 3.11 apresenta a localização das AIPMs existentes na Região Hidrográfica do Rio Piabanha e Sub-Bacias Hidrográficas dos Rios Paquequer e Preto. Por fim, cabe ressaltar que no Programa de Ações, a ser apresentado no PF-04, serão identificadas as áreas prioritárias para restauração florestal nas AIPMs da RH-IV.

<p>Elaborado por:</p> 	<p>Nº da revisão</p> <p>03</p>	<p>Revisado por:</p>	<p>Aprovado por:</p>	<p>PF-02</p> <p>AGVP_PARAIBA_PF2_Dlg_Prog_RHIV_Rev03</p>	<p>72/210</p>
---	--------------------------------	----------------------	----------------------	--	---------------



LEGENDA

○ Sede Municipal

● Pontos de Captação - AIMP

~ Hidrografia

~ Rios Principais

~ Massa D'água

▭ Piabanha

--- Limite Municipal

▭ Limite Estadual

Áreas de Interesse para Proteção e Recuperação de Mananciais - AIPMs

1

2

3 9 15 21

4 10 16 22

5 11 17 23

6 12 18 24

7 13 19

8 14 20

Execução:

PROFILL

Apoio Técnico:

AGEVAP



Realização:

COMITÊ PIABANHA

Mapa 3.11 - Localização das AIPMs existentes na RH-IV

Sistema de Coordenadas Geográficas:
DATUM SIRGAS 2000
Escala: 1:600.000


Fonte de Dados:
- Sede municipal: IBGE, 2010
- Limite municipal: IBGE, 2010
- Limite estadual: IBGE, 2010
- Hidrografia: ANA, 2013
- Limite da bacia: CEIVAP, 2015
- Captações e AIPMs: INEA, 2018

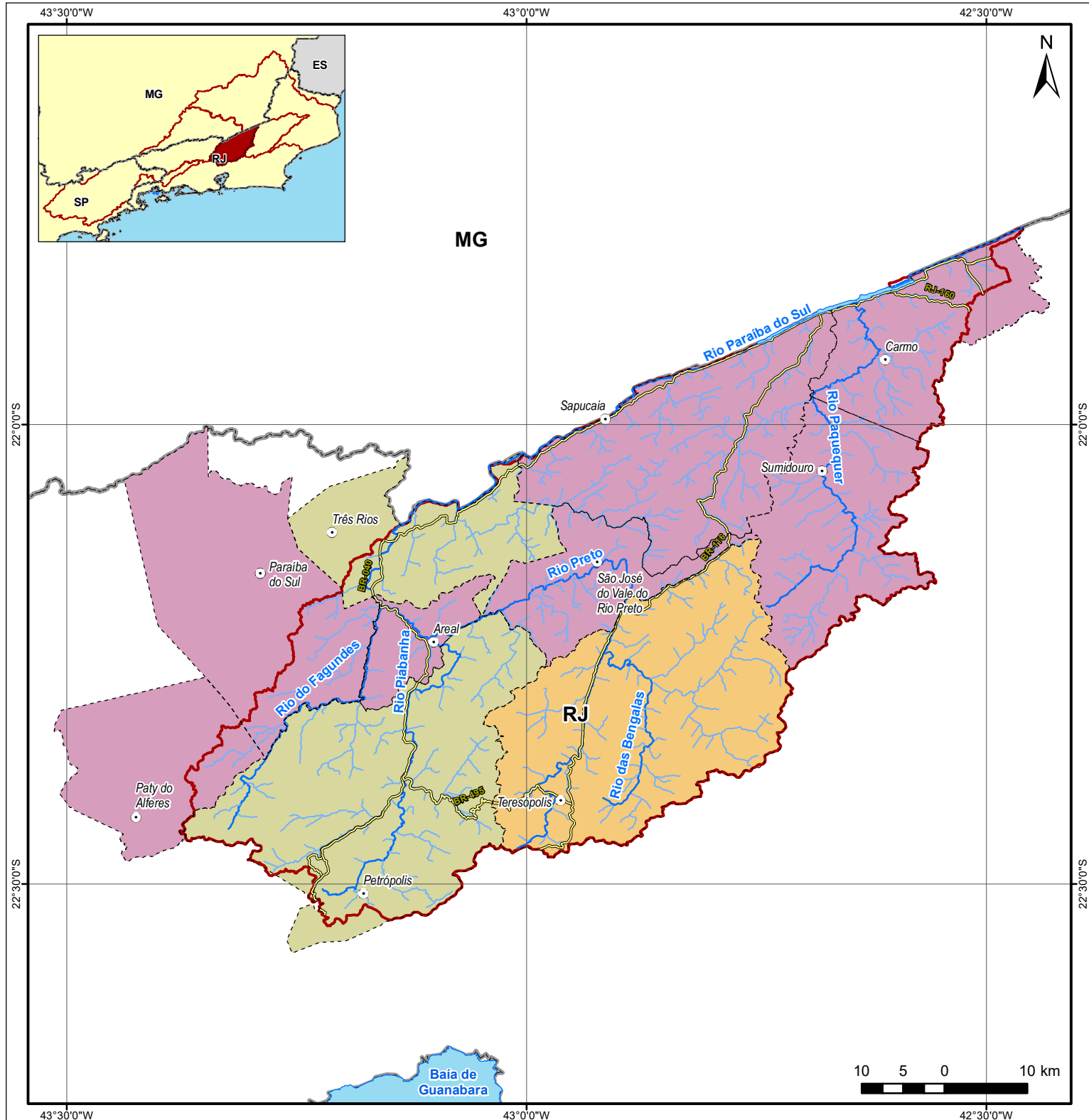
	<p>PF-02 – Diagnóstico e Prognóstico</p> <p>COMPLEMENTAÇÃO E FINALIZAÇÃO DO PLANO INTEGRADO DE RECURSOS HÍDRICOS DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO PARAÍBA DO SUL - PIRH-PS E ELABORAÇÃO DOS PLANOS DE RECURSOS HÍDRICOS DAS BACIAS HIDROGRÁFICAS AFLUENTES</p>	<p>Tipo de Documento: Relatório Técnico</p> <p>Cód. do Documento: AGVP_PARAIBA_PF2_D lg_Prog_RHIV_Rev03</p>	
---	--	---	---

3.5.2 Esgotamento Sanitário

Ao contrário do que ocorre com a operação dos sistemas de água, os sistemas de esgotamento sanitário existentes na Bacia Hidrográfica do Rio Paraíba do Sul são administrados, em sua maioria, pelas prefeituras municipais, atingindo percentuais superiores a 60% nos municípios do Estado do Rio de Janeiro.

Com relação à RH-IV, dos 10 municípios abrangidos, apenas 1 (um) é atendido pela Companhia Estadual de Águas e Esgotos do Rio de Janeiro (CEDAE), 3 (três) são atendidos por empresa privada ou autônoma e 6 (seis) pelas Prefeituras, conforme apresentado no Mapa 3.12.

<p>Elaborado por:</p> 	<p>Nº da revisão</p> <p>03</p>	<p>Revisado por:</p>	<p>Aprovado por:</p>	<p>PF-02</p> <p>AGVP_PARAIBA_PF2_Dlg_Prog_RHIV_Rev03</p>	<p>74/210</p>
---	--------------------------------	----------------------	----------------------	--	---------------



LEGENDA

- | | | | |
|--|------------------|--|--|
| | Sede Municipal | | Limite Estadual |
| | Hidrografia | | Prestador de Serviço de Esgotamento Sanitário |
| | Rios Principais | | Autônomos e |
| | Massa D'água | | Companhias |
| | Piabanha | | Prefeitura |
| | Limite Municipal | | |

Execução:



Apoio Técnico:



Realização:



**PLANO DE BACIA
HIDROGRÁFICA DA
REGIÃO HIDROGRÁFICA
DO RIO PIABANHA E SUB-BACIAS
HIDROGRÁFICAS DOS RIOS
PAQUEQUER E PRETO**

**Mapa 3.12 – Prestadores de serviço de
esgotamento sanitário por município da RH-IV**

Sistema de Coordenadas Geográficas:
DATUM SIRGAS 2000
Escala: 1:650.000

Fonte de Dados:
- Sede municipal: IBGE, 2010
- Limite municipal: IBGE, 2010
- Limite estadual: IBGE, 2010
- Hidrografia: ANA, 2013
- Limite da bacia: CEIVAP, 2015
- Prestador de serviço: SNIS e Planos Municipais de Saneamento

Para analisar os índices de cobertura dos sistemas de esgotamento sanitário na área urbana foi utilizado o Atlas de Esgoto (ANA, 2017). O Quadro 3.17 apresenta a situação do atendimento de esgotamento dos municípios da RH-IV, com relação a população urbana.

Quadro 3.17 – Situação do atendimento de esgotamento sanitário nos municípios da RH-IV.

Município	Índices de Atendimento (%)			
	Sem atendimento	Solução Individual	Com coleta e sem tratamento	Com coleta e com tratamento
Areal	48,85	12,73	38,43	0,00
Carmo	17,48	4,35	78,17	0,00
Paraíba do Sul	11,25	2,46	86,29	0,00
Paty do Alferes	30,30	20,62	49,08	0,00
Petrópolis	0,00	7,00	18,60	74,40
São José do Vale do Rio Preto	49,99	19,88	30,12	0,00
Sapucaia	14,76	1,39	83,85	0,00
Sumidouro	51,10	8,68	38,96	1,26
Teresópolis	28,86	32,87	38,27	0,00
Três Rios	0,00	1,00	79,20	19,80

Fonte: Adaptado de Atlas Esgotos – Despoluição de Bacias Hidrográficas (ANA, 2017).

A Figura 3.5 ilustra o índice de atendimento do esgotamento sanitário por município da RH-IV.

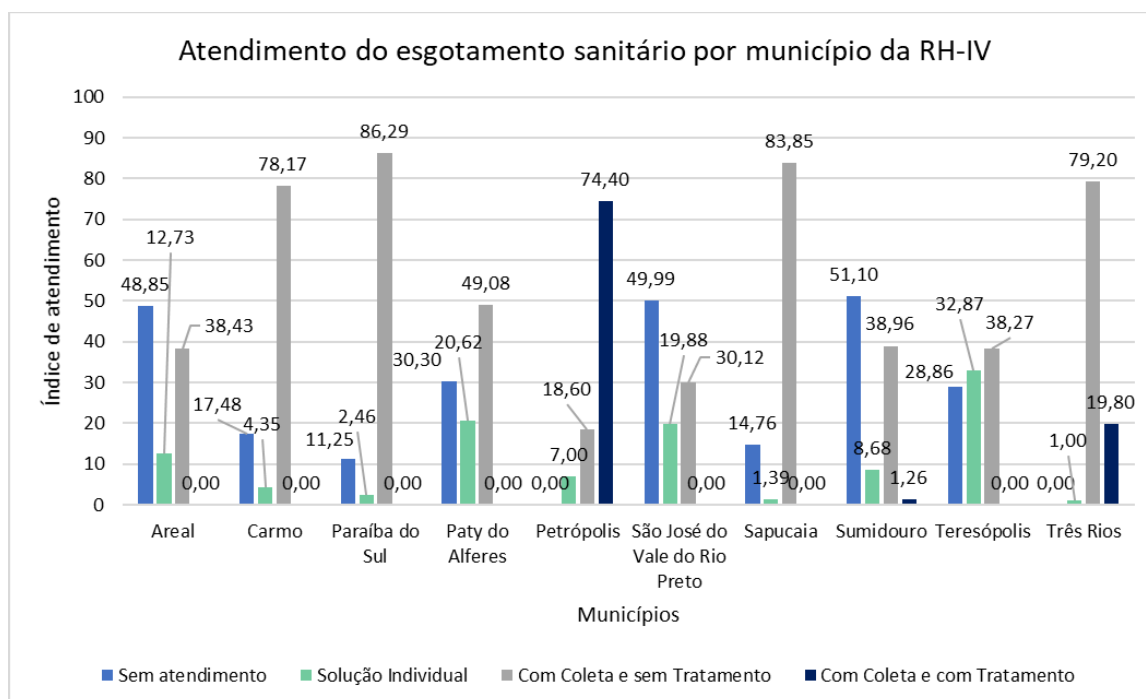


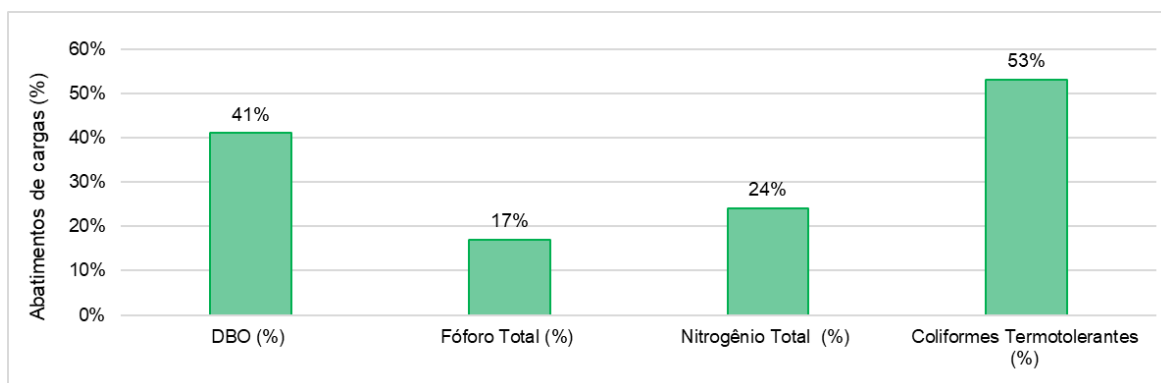


Figura 3.5 – Atendimento do esgotamento sanitário por município da RH-IV.

	<p>PF-02 – Diagnóstico e Prognóstico</p> <p>COMPLEMENTAÇÃO E FINALIZAÇÃO DO PLANO INTEGRADO DE RECURSOS HÍDRICOS DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO PARAÍBA DO SUL - PIRH-PS E ELABORAÇÃO DOS PLANOS DE RECURSOS HÍDRICOS DAS BACIAS HIDROGRÁFICAS AFLUENTES</p>	<p>Tipo de Documento: Relatório Técnico</p> <p>Cód. do Documento: AGVP_PARAIBA_PF2_D lg_Prog_RHIV_Rev03</p>	
---	--	---	---

É possível observar que o município que apresenta o melhor índice de atendimento é Petrópolis, com 74,40% do esgoto coletado e tratado. Já o município de Três Rios apresenta 79,20% de esgoto coletado, porém trata 19,80%. Os municípios de Paraíba do Sul, Sapucaia e Carmo também apresentam alto índice de coleta, com 86,28%, 83,85% e 78,17%, respectivamente, porém não possuem tratamento. Os demais municípios não possuem atendimento, sendo parte de seu esgoto encaminhado para soluções individuais.


Parte dos esgotos coletados são lançados *in natura* nos corpos hídricos, provocando impactos negativos de cunho econômico, ambiental e social. Com relação aos esgotos que são coletados e tratados, é necessário avaliar o índice de remoção de cargas poluidoras relacionadas ao tratamento aplicado. Na região, conforme ilustrado na Figura 3.6, os índices de remoção de (DBO), Fósforo Total (PT), Nitrogênio Total (NT) e Coliformes Termotolerantes são, respectivamente, de 41%, 17%, 24% e 53%.





Fonte: Adaptado de Atlas Esgotos – Despoluição de Bacias Hidrográficas (ANA, 2017).

Figura 3.6 – Índices de cargas removidas na RH-IV.

Com relação à população rural, segundo dados do IBGE (2010) ratificados pelo GT-Plano Piabanha, a maior parcela do efluente rural é encaminhada para fossa rudimentar.

<p>Elaborado por:</p> 	<p>Nº da revisão</p> <p>03</p>	<p>Revisado por:</p>	<p>Aprovado por:</p>	<p>PF-02</p> <p>AGVP_PARAIBA_PF2_Dlg_Prog_RHIV_Rev03</p>	<p>77/210</p>
---	--------------------------------	----------------------	----------------------	--	---------------

	<p>PF-02 – Diagnóstico e Prognóstico</p> <p>COMPLEMENTAÇÃO E FINALIZAÇÃO DO PLANO INTEGRADO DE RECURSOS HÍDRICOS DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO PARAÍBA DO SUL - PIRH-PS E ELABORAÇÃO DOS PLANOS DE RECURSOS HÍDRICOS DAS BACIAS HIDROGRÁFICAS AFLUENTES</p>	<p>Tipo de Documento: Relatório Técnico</p> <p>Cód. do Documento: AGVP_PARAIBA_PF2_D lg_Prog_RHIV_Rev03</p>	
---	--	---	---

3.5.3 Resíduos Sólidos


A situação dos resíduos sólidos nos municípios inseridos na Bacia Hidrográfica do Rio Paraíba do Sul não é muito diferente do que é encontrada no restante do país. Segundo dados disponibilizados no Plano Nacional de Saneamento Básico (PNSB, 2011), estima-se que sejam geradas 4.521 toneladas de resíduos sólidos domésticos por dia na área urbana da Bacia Hidrográfica do Paraíba do Sul, do resíduo gerado, 99% é coletado. Deste total coletado, cerca de 28% são destinados para aterro sanitário, 44% são para aterro controlado, 2% para unidade de compostagem (pátio ou usina) e 26% para lixão (SNIS, 2018).



Por outro lado, a RH-IV apresenta, ainda, o terceiro percentual mais elevado de cobertura de serviços de coleta de resíduo rural (15,24%) quando comparado à Bacia Hidrográfica do Rio Paraíba do Sul. Apesar disso, parte significativa dos resíduos sólidos das áreas rurais ainda são queimados ou enterrados. De acordo com o CBH-Piabanha (2019), estão em operação dois aterros sanitários, localizados nos municípios de Três Rios e Sapucaia.

Complementarmente, para contornar os problemas relacionados à coleta e disposição final dos resíduos sólidos, o CEIVAP, de acordo com seu relatório de acompanhamento do PAP no período de 2017 a 2020, já apoiou um total de 113 projetos, abrangendo vistoria, assessoria técnica e elaboração dos Planos Municipais de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos (PMGIRS).

A Política Nacional de Resíduos Sólidos (Lei Federal nº 12.305/2010) determina a elaboração do PMGIRS como condição para os municípios acessarem a recursos federais destinados à limpeza urbana e ao manejo de resíduos sólidos. Este Plano consiste em um diagnóstico sobre a situação atual do conjunto de resíduos gerados no município e define diretrizes, estratégias e metas para serem desenvolvidas as ações.

Atualmente, dos dez municípios abrangidos pela RH-IV, cinco já concluíram seus PMGIRS e dois estão em fase de elaboração, conforme apresentado no Quadro 3.18. Os demais municípios pertencentes a esta região hidrográfica não possuem plano de resíduos.

<p>Elaborado por:</p> 	<p>Nº da revisão</p> <p>03</p>	<p>Revisado por:</p>	<p>Aprovado por:</p>	<p>PF-02</p> <p>AGVP_PARAIBA_PF2_Dlg_Prog_RHIV_Rev03</p>	<p>78/210</p>
---	--------------------------------	----------------------	----------------------	--	---------------

	<p>PF-02 – Diagnóstico e Prognóstico</p> <p>COMPLEMENTAÇÃO E FINALIZAÇÃO DO PLANO INTEGRADO DE RECURSOS HÍDRICOS DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO PARAÍBA DO SUL - PIRH-PS E ELABORAÇÃO DOS PLANOS DE RECURSOS HÍDRICOS DAS BACIAS HIDROGRÁFICAS AFLUENTES</p>	<p>Tipo de Documento: Relatório Técnico</p>	
		<p>Cód. do Documento: AGVP_PARAIBA_PF2_D lg_Prog_RHIV_Rev03</p>	

Quadro 3.18 – Status dos municípios da RH-IV em relação ao PMGIRS

Município	Status
Areal	Concluído
Carmo	Aguardando contratação
Paraíba do Sul	Aguardando contratação
Paty do Alferes	Em elaboração
Petrópolis	Concluído
São José do Vale do Rio Preto	Em elaboração
Sapucaia	Concluído
Sumidouro	Aguardando contratação
Teresópolis	Concluído
Três Rios	Concluído


Fonte: AGEVAP (2020).

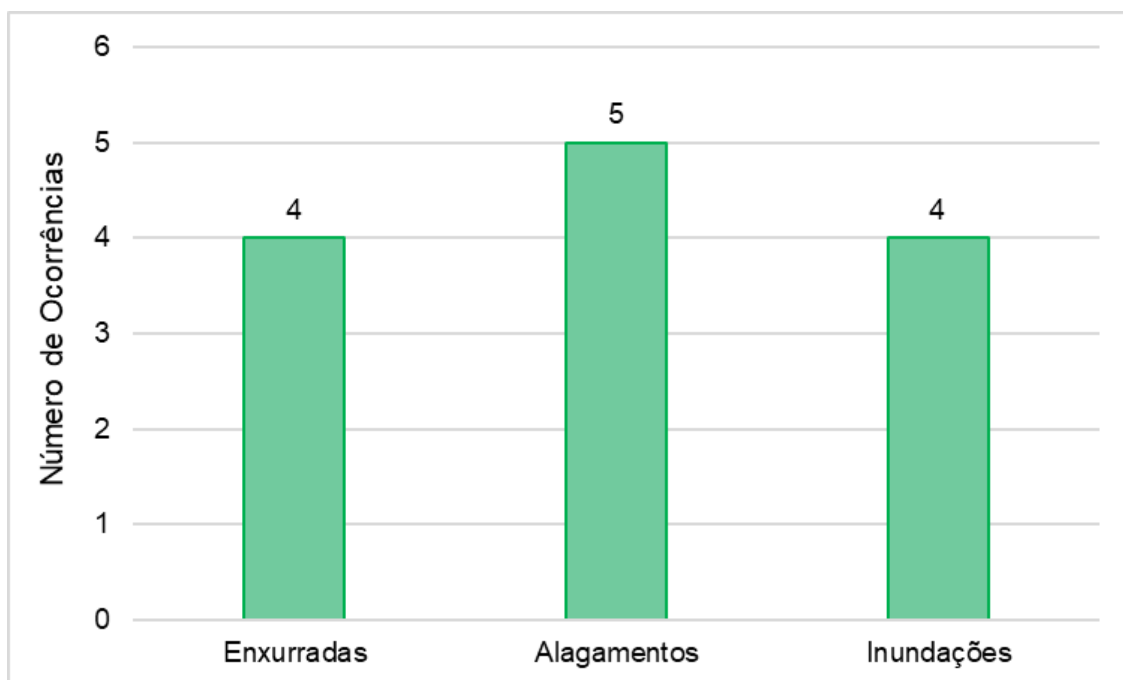
3.5.4 Drenagem Urbana

Diferente dos outros ramos do saneamento que podem ou não ser da administração direta, os sistemas de drenagem urbana são geridos pela Prefeitura Municipal. Em geral, a Secretaria de Obras e Serviços do município responde por todas as atividades relacionadas ao planejamento, regulação, fiscalização e operação.

De acordo o Diagnóstico do Serviço de Águas Pluviais elaborado pelo Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (SNIS, 2018), os principais problemas relacionados à drenagem urbana nos municípios inseridos na Bacia Hidrográfica do Rio Paraíba do Sul são as enxurradas, os alagamentos e as inundações.

Destaca-se que na região, apesar de não existirem intervenções a montante das áreas urbanas, barragens e intervenções em áreas em processo de erosão severa, foram identificadas, conforme apresentado na Figura 3.7, 13 ocorrências nos últimos cinco anos afetando cerca de 913 pessoas predominando os registros de alagamentos (SNIS, 2018).

<p>Elaborado por:</p> 	<p>Nº da revisão</p> <p>03</p>	<p>Revisado por:</p>	<p>Aprovado por:</p>	<p>PF-02</p> <p>AGVP_PARAIBA_PF2_Dlg_Prog_RHIV_Rev03</p>	<p>79/210</p>
---	--------------------------------	----------------------	----------------------	--	---------------



Fonte: Adaptado de Diagnóstico de Drenagem e Manejo das Águas Pluviais Urbanas (SNIS, 2018).



Figura 3.7 – Número de ocorrências de desastres de origem hídrica da RH-IV.

A seguir são identificadas as áreas de riscos de deslizamentos e inundações, tendo em vista as características físicas atuais, no que se refere a geologia e de uso e ocupação do solo, da RH-IV.

3.5.4.1 Áreas de Risco de Deslizamento e Inundações

De acordo com Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais (CPRM, 2015), anualmente inúmeros desastres decorrentes de eventos naturais castigam todo o país, como as chuvas catastróficas ocorridas na região serrana do Rio de Janeiro em janeiro de 2011, repetido em 2012. Esses desastres acarretaram a perda de várias vidas humanas e ultrapassaram em todas as expectativas as previsões dos sistemas de alerta existentes. Desta forma, o Governo Federal sentiu a necessidade da criação de um programa de prevenção de desastres naturais, visando minimizar os efeitos desses eventos sobre toda a população.

O crescimento acelerado e desordenado das cidades aliado à ausência de planejamento urbano e de técnicas de construção adequadas, e ausência de educação básica, sanitária e ambiental, tem sido agentes que potencializam essas situações de risco, que se efetivam em desastres por ocasião de eventos naturais, nos grandes e pequenos núcleos urbanos. A ocupação de encostas


	PF-02 – Diagnóstico e Prognóstico COMPLEMENTAÇÃO E FINALIZAÇÃO DO PLANO INTEGRADO DE RECURSOS HÍDRICOS DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO PARAÍBA DO SUL - PIRH-PS E ELABORAÇÃO DOS PLANOS DE RECURSOS HÍDRICOS DAS BACIAS HIDROGRÁFICAS AFLUENTES	Tipo de Documento: Relatório Técnico	
		Cód. do Documento: AGVP_PARAIBA_PF2_D lg_Prog_RHIV_Rev03	



sem nenhum critério técnico ou planejamento bem como a ocupação das planícies de inundação dos principais cursos d'água que cortam a maioria das cidades têm sido os principais causadores de mortes e de grandes perdas materiais.

O Plano Nacional de Gestão de Riscos e Resposta a Desastres Naturais (2012-2014) identificou as seguintes obras estruturantes de prevenção contra inundações e deslizamentos: contenção de encostas, drenagem, contenção de cheias, barragens, adutoras e sistemas de abastecimento de água. Destaca-se que após sucessivos desastres naturais ocorridos nas últimas décadas, o Serviço Geológico do Brasil (CPRM) passou a integrar o Plano Nacional de Gestão de Riscos e Resposta a Desastres Naturais (CPRM, 2020).

Dessa forma, o CPRM realizou o mapeamento de áreas de risco geológico, através da observação de indícios e da análise de histórico de ocorrência de desastres. No Estado do Rio de Janeiro foram mapeados cinco municípios, dentre eles Sumidouro, município pertencente a RH-IV. Segundo o CPRM (2012), as áreas de risco geológico se restringem às regiões atualmente ocupadas e, portanto, são constituídas por uma ou mais edificações propensas a serem atingidas e danificadas por um dado evento geológico, seja ele natural ou induzido por ações humanas.

Sendo assim, o Quadro 3.19 apresenta as áreas de risco geológico, sua tipologia, descrição e sugestão de intervenção na RH-IV, de acordo com o estudo desenvolvido pelo CPRM (2012).


Elaborado por: 	Nº da revisão 03	Revisado por:	Aprovado por:	PF-02 AGVP_PARAIBA_PF2_Dlg_Prog_RHIV_Rev03	81/210
---	---------------------	---------------	---------------	---	--------



	<p>PF-02 – Diagnóstico e Prognóstico</p> <p>COMPLEMENTAÇÃO E FINALIZAÇÃO DO PLANO INTEGRADO DE RECURSOS HÍDRICOS DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO PARAÍBA DO SUL - PIRH-PS E ELABORAÇÃO DOS PLANOS DE RECURSOS HÍDRICOS DAS BACIAS HIDROGRÁFICAS AFLUENTES</p>	<p>Tipo de Documento: Relatório Técnico</p>	
		<p>Cód. do Documento: AGVP_PARAIBA_PF2_Dlg_Prog_RHIV_Rev03</p>	

Quadro 3.19 – Áreas de risco geológico, sua tipologia, descrição e sugestão de intervenção na RH-IV

Município	Coordenada		Local	Tipologia	Grau de Risco	Descrição	Sugestão de Intervenção
	X	Y					
Sumidouro	740079	7559795	Rua Maria Pimenta, Centro	Erosão, deslizamento planar	Alto	Extenso corte de encosta ao longo da rua Maria Pimenta onde ocorreram deslizamentos planares, pipings e processos erosivos.	Retaludamento de alguns pontos da encosta. Drenagem da encosta e ao longo da via de paralelepípedo. Revegetação da encosta
	740115	7557726	RJ-148 em frente à casa N 2274	Deslizamento planar solo/solo	Alto	Encosta com inclinação aproximada de 45°, composta por talús (blocos de rochas e solo), em dois patamares, apresentando blocos rochosos susceptíveis a rolamento e nascentes de água no topo e na sua base	Drenagem Subsuperficial e superficial da encosta / Drenagem Subsuperficial e superficial da encosta / Desmonte dos blocos maiores
	740900	7547433	Av. José Faustino Lopes em Frente ao Posto de Saúde	Deslizamento planar solo / solo	Alto	Enc. c/ aprox. 20m Alt., 110m comp. e 45° de incl. c/ solo bastante espesso contendo blocos de rochas, contendo caminhos preferenciais de drenagem, degraus de abatimento próximo vários indícios de erosão subsuperficial, tornando-se uma área instável.	Retaludamento e revegetação da encosta/Drenagem da encosta/Construção de rede de drenagem na estrada a montante da encosta/Controle dos métodos de irrigação
	739897	7559747	Rua Dez de Junho, Centro	Erosão, deslizamento planar	Muito Alto	Lojas comerciais construídas muito próximas a corte de encosta com inclinação de 80 graus, sem sistema de drenagem.	Implantação de sistema de drenagem, impermeabilização da face do talude.
	740518	7557193	RJ-148, Distrito de Lambari	Rastejo	Muito Alto	Rodovia, rua e moradias com indícios (trincas) de lento processo de rastejo. Vilarejo com precário sistema de drenagem fluvial. Topo de encosta com canal de irrigação sem revestimento e com açude na sua base.	Impermeabilização dos canais de irrigação, desativação do açude, drenagem da encosta, implantação e melhoria do sistema de drenagem pluvial, interdição de duas casas.
	742292	7554767	RJ-148 próximo ao Km 31	Deslizamento planar solo/rocha e solo/solo	Muito Alto	Encosta côncava, c/ aproximadamente. 70° inclinação 220m compr., composta por solo espesso e bastante instável, originados de rochas graníticas que afloram na lateral e no topo da vertente. Esta vertente é seccionada pela RJ-148, na qual foi atingida por dois deslizamentos.	Estabilização do aterro lançado a jusante da rodovia / Limpeza, retaludamento e estabilização. da inclinação, incluindo obras de drenagem a montante da rodovia/ Interdição da rodovia em período de chuva forte

Fonte: CPRM (2012).

Elaborado por:	Nº da revisão	Revisado por:	Aprovado por:	PF-02	82/210
	03			AGVP_PARAIBA_PF2_Dlg_Prog_RHIV_Rev03	

	<p>PF-02 – Diagnóstico e Prognóstico</p> <p>COMPLEMENTAÇÃO E FINALIZAÇÃO DO PLANO INTEGRADO DE RECURSOS HÍDRICOS DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO PARAÍBA DO SUL - PIRH-PS E ELABORAÇÃO DOS PLANOS DE RECURSOS HÍDRICOS DAS BACIAS HIDROGRÁFICAS AFLUENTES</p>	<p>Tipo de Documento: Relatório Técnico</p>	
		<p>Cód. do Documento: AGVP_PARAIBA_PF2_D lg_Prog_RHIV_Rev03</p>	


Com relação às inundações ocorrentes na RH-IV, a Agência Nacional de Águas desenvolveu o Atlas de Vulnerabilidade a Inundações (2014), que é uma ferramenta que identifica 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. Os Mapas de Vulnerabilidade a Inundações podem servir de guia para a implementação de políticas públicas de prevenção e de mitigação de impactos de eventos hidrológicos críticos, por meio da adoção de medidas estruturais e não estruturais, contribuindo para a utilização racional de recursos públicos.

As inundações graduais são, na maioria das vezes, sazonais, com o início das cheias variando em função do período chuvoso em cada região. Os mapas apresentados no Atlas de Vulnerabilidade a Inundações utilizam a escala de 1:1 milhão e identificam os trechos vulneráveis a inundações a partir da avaliação da recorrência desses eventos e do grau de impacto associado a eles. O trecho é definido como segmento entre uma foz e sua confluência, ou segmento entre confluências, ou segmento entre uma confluência e sua nascente.

O Quadro 3.20 apresenta os trechos de curso d'água inundáveis, sua frequência de ocorrência, o grau de impacto e a vulnerabilidade a inundações graduais na área da RH-IV.

Quadro 3.20 – Trechos de curso d'água inundáveis, frequência de ocorrência, grau de impacto e vulnerabilidade a inundações graduais na RH-IV

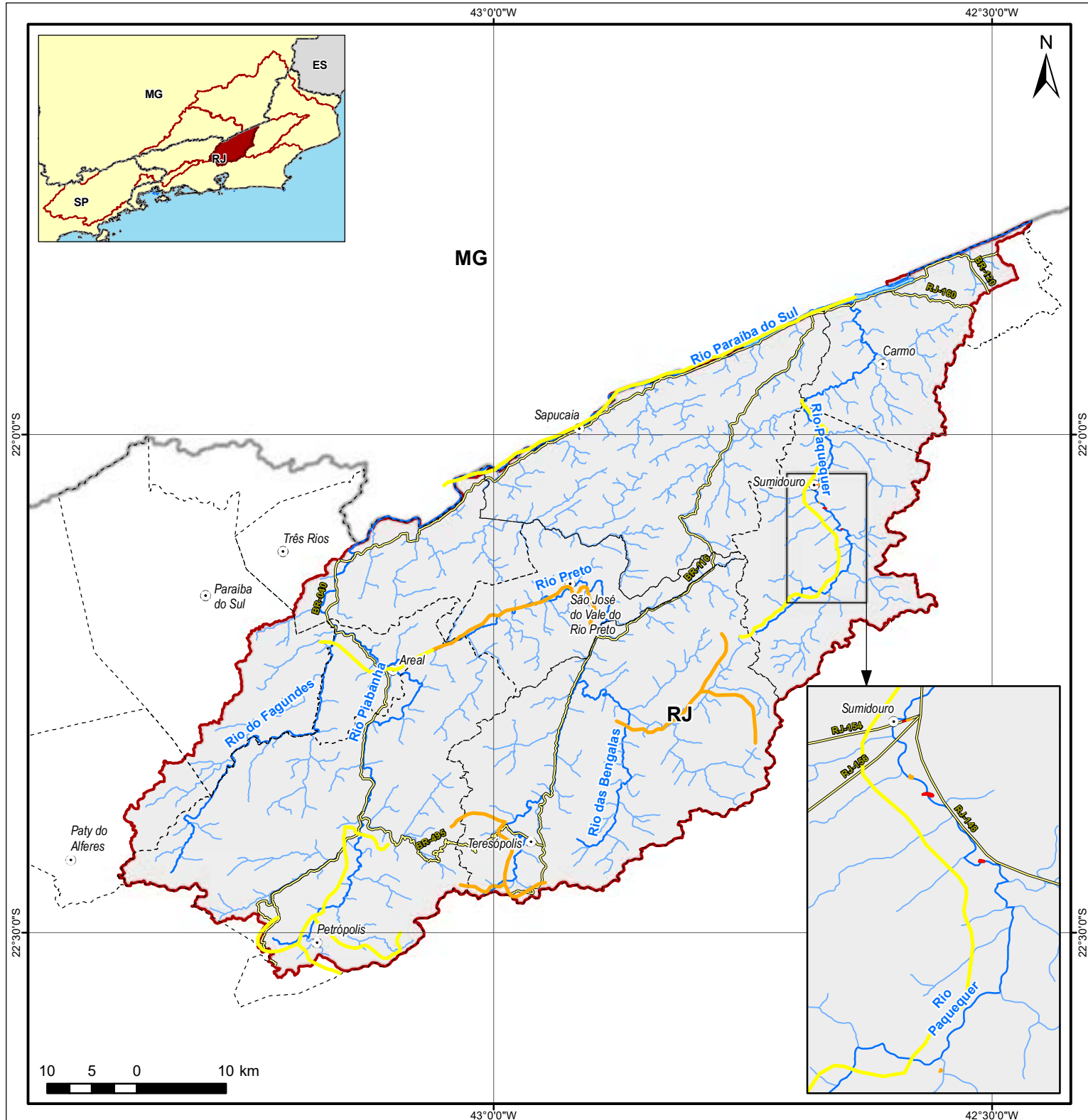
Nome do Rio	Margem	Frequência	Impacto	Vulnerabilidade
Rio Paraíba do Sul	direita	Média	Médio	Média
	direita	Média	Médio	Média
Rio Paqueta	direita	Média	Médio	Média
	direita	Média	Médio	Média
	direita	Média	Médio	Média
	direita	Média	Médio	Média
Rio Preto	direita	Baixa	Alto	Alta
	direita	Baixa	Alto	Alta
	direita	Baixa	Alto	Alta
Rio Paqueta	esquerda	Média	Médio	Média
Rio Preto	direita	Baixa	Médio	Média

<p>Elaborado por:</p> 	<p>Nº da revisão</p> <p>03</p>	<p>Revisado por:</p>	<p>Aprovado por:</p>	<p>PF-02</p> <p>AGVP_PARAIBA_PF2_Dlg_Prog_RHIV_Rev03</p>	<p>83/210</p>
---	--------------------------------	----------------------	----------------------	--	---------------

Nome do Rio	Margem	Frequência	Impacto	Vulnerabilidade
Rio Piabanha	direita	Baixa	Médio	Média
	direita	Média	Alto	Alta
Rio Preto	direita	Média	Alto	Alta
	direita	Média	Alto	Alta
	direita	Média	Alto	Alta
	esquerda	Média	Alto	Alta
Rio Piabanha	esquerda	Média	Médio	Média
	direita	Média	Médio	Média
	esquerda	Média	Alto	Alta
	esquerda	Média	Alto	Alta
	direita	Média	Alto	Alta
	esquerda	Média	Médio	Média
	esquerda	Média	Médio	Média
	esquerda	Média	Médio	Média
	direita	Média	Médio	Média
	direita	Média	Médio	Média
Rio Paraíba do Sul	direita	Média	Médio	Média
	direita	Média	Médio	Média
	direita	Média	Médio	Média
	direita	Média	Médio	Média
	direita	Média	Médio	Média

Sendo assim, o Mapa 3.13 apresenta as áreas de risco de deslizamentos e inundações na RH-IV. Observa-se que as áreas de alto e muito alto risco geológico estão situadas nas proximidades do rio Paquequer, lindeiras às rodovias RJ-154, RJ-156 e RJ-148, no município de Sumidouro. Com relação às inundações, são considerados como alta vulnerabilidade os rios Preto, localizado no município de São José do Vale do Rio Preto, rio Paquequer, no município de Teresópolis, e rio Preto, também situado no município de Teresópolis.

Por fim, cabe destacar que o Plano Integrado de Recursos Hídricos da Bacia Hidrográfica do Rio Paraíba do Sul (PIRH-PS) prevê a execução do Programa 1.4.1 - Elaboração e Execução do Plano de Gerenciamento de Riscos (PGR), o qual está em fase de contratação. Tal programa irá estudar estas áreas de riscos geológicos e suscetíveis à inundação em toda a bacia federal.



LEGENDA

- | | |
|------------------|-------------------------------------|
| Sede Municipal | Vulnerabilidade a Inundações |
| Hidrografia | Média |
| Rios Principais | Alta |
| Massa D'água | Risco Geológico |
| Piabanha | Alto |
| Limite Municipal | Muito Alto |
| Limite Estadual | |

Execução:



Apoio Técnico:



Realização:





**PLANO DE BACIA
HIDROGRÁFICA DA
REGIÃO HIDROGRÁFICA
DO RIO PIABANHA E SUB-BACIAS
HIDROGRÁFICAS DOS RIOS
PAQUEQUER E PRETO**

**Mapa 3.13 – Áreas de Risco de
Deslizamentos e Inundações na RH-IV**

Sistema de Coordenadas Geográficas:
DATUM SIRGAS 2000
Escala: 1:600.000

Fonte de Dados:
- Sede municipal: IBGE, 2010
- Limite municipal: IBGE, 2010
- Limite estadual: IBGE, 2010
- Hidrografia: ANA, 2013
- Limite da bacia: CEIVAP, 2015
- Risco Geológico: CPRM, 2012.
- Vulnerabilidade a Inundações:
ANA, 2014

	<p>PF-02 – Diagnóstico e Prognóstico</p> <p>COMPLEMENTAÇÃO E FINALIZAÇÃO DO PLANO INTEGRADO DE RECURSOS HÍDRICOS DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO PARAÍBA DO SUL - PIRH-PS E ELABORAÇÃO DOS PLANOS DE RECURSOS HÍDRICOS DAS BACIAS HIDROGRÁFICAS AFLUENTES</p>	<p>Tipo de Documento: Relatório Técnico</p>	
		<p>Cód. do Documento: AGVP_PARAIBA_PF2_D lg_Prog_RHIV_Rev03</p>	

3.5.5 Avaliação Econômico-Financeira do Saneamento Básico e Resíduos Sólidos Urbanos

A avaliação das condições econômico-financeira do saneamento básico e dos resíduos sólidos urbanos dos municípios será realizada com base nos dados das séries históricas do Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (SNIS, 2016), mesmo ano em que foram obtidas as informações necessárias para compor os subitens anteriores, referentes à avaliação do saneamento ambiental na RH-IV. O detalhamento destas informações está disposto nos itens a seguir.


3.5.5.1 Saneamento Básico



A avaliação econômico-financeiro constitui-se da arrecadação total (R\$/ano), do investimento total (R\$/ano), da receita total (R\$/ano), da despesa total (R\$/ano) e do Indicador de desempenho financeiro (%) de cada município pertencente a esta região hidrográfica.

A arrecadação total é o valor anual efetivamente arrecadado de todas as receitas operacionais, diretamente nos caixas do prestador de serviços ou por meio de terceiros autorizados (bancos e outros). Já os investimentos totais são os investimentos realizados pelo prestador de serviços, pelo município e pelo Estado pagos com recursos próprios, onerosos e não onerosos. São os valores investidos realizados para os sistemas de abastecimento de água e esgotamento sanitário.

A partir destas informações, o SNIS apresenta um indicador de desempenho financeiro municipal. Este indicador financeiro é resultado da relação de receita total por despesa total dos serviços de saneamento básico. Dessa forma, na receita total, incluem-se as receitas operacionais diretas de água, de esgoto, de água exportada (bruta ou tratada) e de esgoto bruto ou importado.

O Quadro 3.21 apresenta as informações econômico-financeiras de saneamento básico nos municípios da RH-IV. Destaca-se que dos 10 municípios pertencentes a esta região, quatro não apresentaram informações nesse banco de dados, sendo eles: Carmo, Paraíba do Sul, Sapucaia e Teresópolis.

<p>Elaborado por:</p> 	<p>Nº da revisão</p> <p>03</p>	<p>Revisado por:</p>	<p>Aprovado por:</p>	<p>PF-02</p> <p>AGVP_PARAIBA_PF2_Dlg_Prog_RHIV_Rev03</p>	<p>86/210</p>
---	--------------------------------	----------------------	----------------------	--	---------------


	<p>PF-02 – Diagnóstico e Prognóstico</p> <p>COMPLEMENTAÇÃO E FINALIZAÇÃO DO PLANO INTEGRADO DE RECURSOS HÍDRICOS DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO PARAÍBA DO SUL - PIRH-PS E ELABORAÇÃO DOS PLANOS DE RECURSOS HÍDRICOS DAS BACIAS HIDROGRÁFICAS AFLUENTES</p>	<p>Tipo de Documento: Relatório Técnico</p>	
		<p>Cód. do Documento: AGVP_PARAIBA_PF2_D lg_Prog_RHIV_Rev03</p>	



Quadro 3.21 – Informações econômico-financeiras de saneamento básico referentes aos municípios da RH-IV

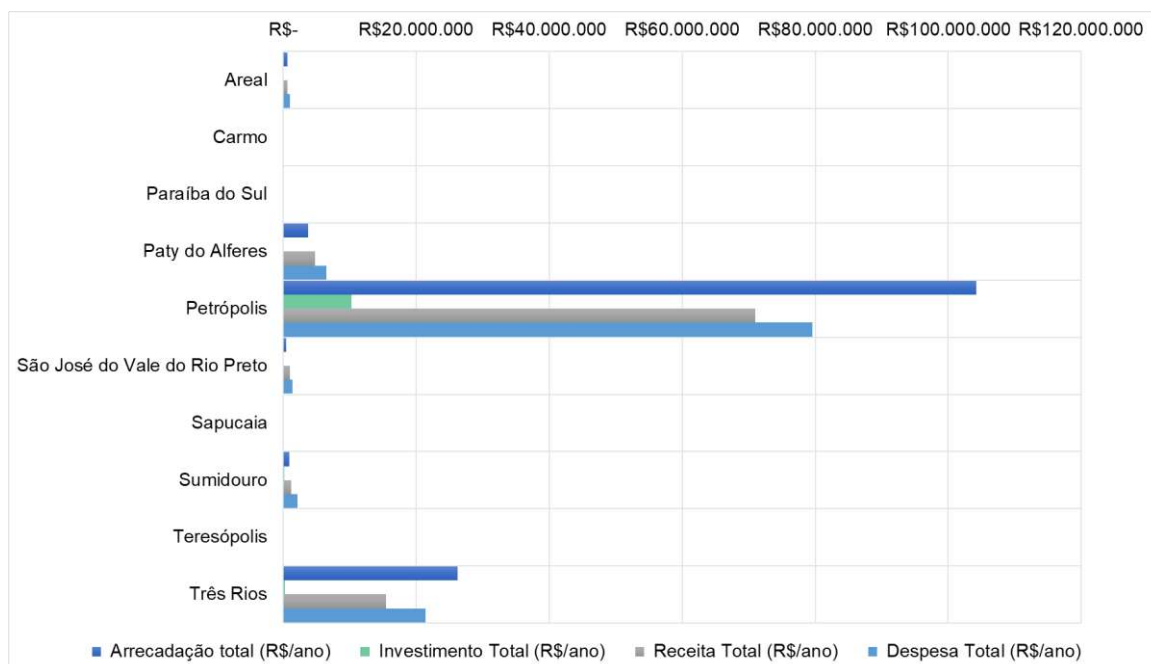
Município	Arrecadação total (R\$/ano)	Investimento Total (R\$/ano)	Receita Total (R\$/ano)	Despesa Total (R\$/ano)	Indicador de desempenho financeiro (%)
Areal	673.224,76	112.946,19	673.224,76	1.025.765,53	65,63
Carmo	-	-	-	-	-
Paraíba do Sul	-	-	-	-	-
Paty do Alferes	3.767.803,36	11.789,76	5.161.671,26	6.484.108,96	79,60
Petrópolis	104.214.471,89	10.244.332,10	101.221.201,82	79.593.629,43	127,17
São José do Vale do Rio Preto	461.549,26	0,00	980.395,20	1.396.540,13	70,20
Sapucaia	-	-	-	-	-
Sumidouro	923.663,96	216.753,87	1.235.304,96	2.121.349,79	58,23
Teresópolis	-	-	-	-	-
Três Rios	26.244.379,92	255.183,21	-	-	115,77

Fonte: SNIS (2016).

Dentre as informações apresentadas, observa-se que o indicador de desempenho financeiro dos municípios de Petrópolis e Três Rios estão subestimados, uma vez que os valores financeiros da receita total são superiores às despesas totais. Na Figura 3.8 é possível observar que o município de Petrópolis se destaca no que se refere à arrecadação total anual (R\$ 104.214.471,89). Em seguida, observa-se maiores valores de arrecadação para o município de Três Rios (R\$ 26.244.379,92) e Paty do Alferes (R\$ 3.767.803,36).

Elaborado por:	Nº da revisão	Revisado por:	Aprovado por:	PF-02 AGVP_PARAIBA_PF2_Dlg_Prog_RHIV_Rev03	87/210
	03				

	<p>PF-02 – Diagnóstico e Prognóstico</p> <p>COMPLEMENTAÇÃO E FINALIZAÇÃO DO PLANO INTEGRADO DE RECURSOS HÍDRICOS DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO PARAÍBA DO SUL - PIRH-PS E ELABORAÇÃO DOS PLANOS DE RECURSOS HÍDRICOS DAS BACIAS HIDROGRÁFICAS AFLUENTES</p>	<p>Tipo de Documento: Relatório Técnico</p>	
		<p>Cód. do Documento: AGVP_PARAIBA_PF2_D lg_Prog_RHIV_Rev03</p>	




Fonte: Adaptado de SNIS (2016).



Figura 3.8 – Relação econômico-financeiras do saneamento básico nos municípios da RH-IV

3.5.5.2 Resíduos Sólidos

Assim como para a avaliação do saneamento básico, a avaliação realizada para o setor de resíduos sólidos (RSU) também considerou o banco de dados fornecido pelo SNIS (2016). Tal avaliação constitui-se na análise dos seguintes dados: (i) despesa total de serviços de manejo de resíduos sólidos urbanos (R\$/ano) realizadas por agentes públicos e privados; (ii) da receita arrecadada com taxas e tarifas referentes à gestão e manejo de resíduos sólidos urbanos (R\$/ano); (iii) do Indicador de autossuficiência financeira da prefeitura com manejo de resíduos sólidos urbanos; e (iv) da receita arrecadada *per capita* com taxas ou outras formas de cobrança pela prestação de serviços de manejo de resíduos sólidos urbanos (R\$/hab/ano).

Com relação à receita e despesas apresentadas para os RSU, o SNIS disponibiliza o indicador de autossuficiência financeira da prefeitura com manejo de RSU. Este indicador consiste na relação da receita arrecadada pelas despesas dos agentes públicos e privados executores de serviços de manejo de RSU. Outra relação apresentada é a receita arrecadada pela população urbana do município, resultando na receita per capita anual do município em função dos serviços de RSU.

Elaborado por:	Nº da revisão	Revisado por:	Aprovado por:	PF-02 AGVP_PARAIBA_PF2_Dlg_Prog_RHIV_Rev03	88/210
	03				

	<p>PF-02 – Diagnóstico e Prognóstico</p> <p>COMPLEMENTAÇÃO E FINALIZAÇÃO DO PLANO INTEGRADO DE RECURSOS HÍDRICOS DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO PARAÍBA DO SUL - PIRH-PS E ELABORAÇÃO DOS PLANOS DE RECURSOS HÍDRICOS DAS BACIAS HIDROGRÁFICAS AFLUENTES</p>	<p>Tipo de Documento: Relatório Técnico</p>	
		<p>Cód. do Documento: AGVP_PARAIBA_PF2_D lg_Prog_RHIV_Rev03</p>	

Além disso, com relação aos investimentos da RH-IV, destaca-se que não houve recebimento de recursos oriundos de instituições federais, tais como BNDES, CAIXA, FUNASA, Banco do Brasil, Ministérios, para aplicação nos serviços de manejo de RSU.


A avaliação econômico-financeira realizada para os resíduos sólidos urbanos (RSU) para os municípios da RH-IV estão apresentadas no Quadro 3.22. Salienta-se que dos 10 municípios da RH-IV, 04 não apresentaram informações para resíduos sólidos, sendo eles: Carmo, Paraíba do Sul, Sapucaia e Teresópolis.



Quadro 3.22 – Informações econômico-financeiras referentes aos resíduos sólidos nos municípios da RH-IV

Município	Despesa Total de serviços de manejo de RSU (R\$/ano)	Receita arrecadada com taxas e tarifas referentes à gestão e manejo de RSU (R\$/ano)	Autossuficiência financeira da prefeitura com o manejo de RSU (%)	Receita arrecadada per capita com taxas ou outras formas de cobrança pela prestação de serviços de manejo RU (R\$/hab/ano)
Areal	1.568.835,39	0,00	0,00	0,00
Carmo	-	-	-	-
Paraíba do Sul	-	-	-	-
Paty do Alferes	1.521.708,98	0,00	0,00	0,00
Petrópolis	48.049.197,93	19.050.847,42	39,65	67,22
São José do Vale do Rio Preto	673.476,31	0,00	0,00	0,00
Sapucaia	-	-	-	-
Sumidouro	2.437.278,11	11.772,89	0,48	2,13
Teresópolis	-	-	-	-
Três Rios	6.917.997,78	0,00	0,00	0,00

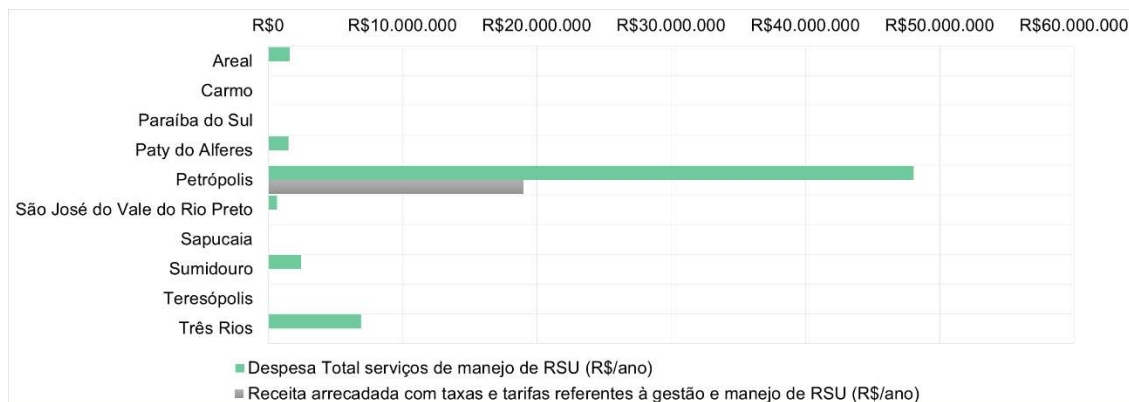
Fonte: Adaptado de SNIS (2016).

Quanto ao índice de autossuficiência financeira da prefeitura com manejo de RSU, destaca-se que apenas os municípios de Petrópolis e Sumidouro apresentaram dados (39,65% e 0,48% respectivamente). Assim como esses municípios também apresentaram respectivamente valores 67,22 R\$/hab/ano e 2,13 R\$/hab/ano de receita arrecadada per capita com taxas ou outras formas de cobrança pela prestação de serviços de manejo RU.

Elaborado por:	Nº da revisão	Revisado por:	Aprovado por:	PF-02 AGVP_PARAIBA_PF2_Dlg_Prog_RHIV_Rev03	89/210
	03				

	<p>PF-02 – Diagnóstico e Prognóstico</p> <p>COMPLEMENTAÇÃO E FINALIZAÇÃO DO PLANO INTEGRADO DE RECURSOS HÍDRICOS DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO PARAÍBA DO SUL - PIRH-PS E ELABORAÇÃO DOS PLANOS DE RECURSOS HÍDRICOS DAS BACIAS HIDROGRÁFICAS AFLUENTES</p>	<p>Tipo de Documento: Relatório Técnico</p>	
		<p>Cód. do Documento: AGVP_PARAIBA_PF2_D lg_Prog_RHIV_Rev03</p>	

Na Figura 3.9 é possível observar que os municípios da RH-IV não apresentam significativa receita arrecadada proveniente do setor de resíduos sólidos urbanos. Além disso, os municípios de Petrópolis e Três Rios apresentam valores significativos de despesas na bacia, correspondendo a R\$ 48.049.197,93 e R\$ 6.917.997,78, respectivamente.



Fonte: Adaptado de SNIS (2016).

Figura 3.9 – Relação econômico-financeiras do RSU nos municípios da RH-IV


3.6 Recursos Hídricos Superficiais e Ecossistemas Aquáticos



Neste item são apresentadas as informações dos recursos hídricos superficiais da RH-IV através da análise dos seguintes itens: cadastros de usuários referentes às outorgas de direito de uso de recursos hídricos, disponibilidade hídrica, demandas hídricas, qualidade da água, balanço hídrico quali-quantitativo e estimativa de cargas poluidoras.

3.6.1 Cadastro de usuários

O Cadastro Nacional de Usuários de Recursos Hídricos (CNARH) foi instituído através da Resolução nº 317/2003, com objetivo de conter os registros dos usuários de recursos hídricos (superficiais e subterrâneos) que captam água, lançam efluentes ou realizam demais interferências diretas em corpos hídricos (rio ou curso d'água, reservatório, açude, barragem, poço, nascente etc.).

A Agência Nacional de Águas (ANA) é responsável por manter o CNARH e armazenar as informações dos usuários, integrando os dados de domínio federal e estadual. Esta ferramenta foi instituída no âmbito federal, porém pode ser utilizada pelo órgão gestor estadual como seu sistema oficial de cadastro de

Elaborado por:	Nº da revisão	Revisado por:	Aprovado por:	PF-02 AGVP_PARAIBA_PF2_Dlg_Prog_RHIV_Rev03	90/210
	03				

	<p>PF-02 – Diagnóstico e Prognóstico</p> <p>COMPLEMENTAÇÃO E FINALIZAÇÃO DO PLANO INTEGRADO DE RECURSOS HÍDRICOS DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO PARAÍBA DO SUL - PIRH-PS E ELABORAÇÃO DOS PLANOS DE RECURSOS HÍDRICOS DAS BACIAS HIDROGRÁFICAS AFLUENTES</p>	<p>Tipo de Documento: Relatório Técnico</p>	
		<p>Cód. do Documento: AGVP_PARAIBA_PF2_D lg_Prog_RHIV_Rev03</p>	

usuários. Assim, cabe a esses usuários estaduais o registro dos usos e interferências no CNARH, de acordo com os procedimentos definidos pelo respectivo órgão gestor ou autoridade outorgante.


Dessa forma, através do cadastro de usuários é possível conhecer a real demanda pelo uso da água, o que é fundamental para o planejamento das ações da ANA e para a implementação dos instrumentos das políticas de recursos hídricos.



Complementarmente, a outorga de direito de uso de recursos hídricos é um dos instrumentos da Política Nacional e Estadual de Recursos Hídricos (Lei nº 9.433/1997) por meio do qual o Poder Público autoriza o usuário, sob condições preestabelecidas, a utilizar ou realizar interferências hidráulicas nos recursos hídricos necessários à sua atividade, garantindo o direito de acesso a esses recursos, dado que a água é um bem de domínio público.

No Brasil, a outorga pode ser emitida pela União, através da ANA ou pelos Estados e Distrito Federal, através dos respectivos órgãos competentes. Destaca-se que, no caso de águas subterrâneas e rios de domínio estadual, a outorga é emitida somente pelos órgãos gestores estaduais. No Estado do Rio de Janeiro, o órgão gestor responsável pelo cadastramento e emissão de outorgas é do Instituto Estadual do Meio Ambiente (INEA), conforme Decreto Estadual nº 41.628/2009.

Com relação à vazão de referência, de acordo com a Resolução INEA nº 171/2019, o cálculo de disponibilidade dos corpos hídricos do Estado do Rio de Janeiro terá como referência a vazão “Q₉₅”, definida como a vazão que ocorre com uma frequência de 95% do tempo. Nesse caso, a vazão máxima outorgável corresponde a 40% da Q₉₅, sendo possível a utilização de vazão superior, quando se tratar de abastecimento público e usos não consuntivos, desde que devidamente justificado e aprovado pela equipe técnica do INEA.

Ao analisar os registros do CNARH, fornecidos pela ANA em fevereiro de 2019, observa-se que as outorgas de captação na RH-IV totalizam a vazão média de

<p>Elaborado por:</p> 	<p>Nº da revisão</p> <p>03</p>	<p>Revisado por:</p>	<p>Aprovado por:</p>	<p>PF-02</p> <p>AGVP_PARAIBA_PF2_Dlg_Prog_RHIV_Rev03</p>	<p>91/210</p>
---	--------------------------------	----------------------	----------------------	--	---------------

	<p>PF-02 – Diagnóstico e Prognóstico</p> <p>COMPLEMENTAÇÃO E FINALIZAÇÃO DO PLANO INTEGRADO DE RECURSOS HÍDRICOS DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO PARAIBA DO SUL - PIRH-PS E ELABORAÇÃO DOS PLANOS DE RECURSOS HÍDRICOS DAS BACIAS HIDROGRÁFICAS AFLUENTES</p>	<p>Tipo de Documento: Relatório Técnico</p>	
		<p>Cód. do Documento: AGVP_PARAIBA_PF2_D lg_Prog_RHIV_Rev03</p>	

20.148 m³/h, sendo 338 m³/h em rios de domínio federal e 19.861 m³/h em recursos hídricos de domínio estadual, conforme descrito no Quadro 3.23.

Quadro 3.23 – Vazões médias outorgadas de captação na RH-IV

Emissor	Vazões (m³/h)		
	Subterrânea	Superficial	Total
ANA	-	338	338
INEA	370	19.440	19.861
Total Geral	370	19.778	20.148

Fonte: Adaptado de CNARH (2019).

Com relação às captações realizadas em recursos hídricos estaduais inseridos na RH-IV, no Quadro 3.24 são apresentadas as vazões médias outorgadas por setor. Observa-se que o setor classificado como “outras” apresenta a maior vazão média outorgada (19.440 m³/h), seguido pelo setor de abastecimento público (3.960 m³/h).

Quadro 3.24 – Vazões outorgadas de captação em recursos hídricos estaduais por setor na RH-IV

Setores	Vazões (m³/h)			% Total
	Subterrânea	Superficial	Total	
Abastecimento Público	62	3.898	3.960	19,99
Consumo Humano	29	7	36	0,18
Indústria	25	60	314	1,59
Mineração-Extração de Areia/Cascalho em Leito de Rio	1	310	311	1,57
Outras	24	15.165	15.189	76,67
Total Geral	370	19.440	19.810	100


Fonte: Adaptado de CNARH (2019).



Quanto ao lançamento de efluentes, o Quadro 3.25 apresenta as vazões médias outorgadas por setor na RH-IV. Das vazões médias de lançamento outorgadas, a indústria possui a maior vazão média (1.456 m³/h).

Quadro 3.25 – Vazões outorgadas de lançamento em recursos hídricos estaduais por setor na RH-IV

Setores	Vazões (m³/h)	% Total
Consumo Humano	6	0,32
Esgotamento Sanitário	1.456	77,69
Indústria	412	21,99
Total Geral	1.874	100

Fonte: Adaptado de CNARH (2019).

Elaborado por:	Nº da revisão	Revisado por:	Aprovado por:	PF-02 AGVP_PARAIBA_PF2_Dlg_Prog_RHIV_Rev03	92/210
	03				

	<p>PF-02 – Diagnóstico e Prognóstico</p> <p>COMPLEMENTAÇÃO E FINALIZAÇÃO DO PLANO INTEGRADO DE RECURSOS HÍDRICOS DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO PARAÍBA DO SUL - PIRH-PS E ELABORAÇÃO DOS PLANOS DE RECURSOS HÍDRICOS DAS BACIAS HIDROGRÁFICAS AFLUENTES</p>	<p>Tipo de Documento: Relatório Técnico</p>	
		<p>Cód. do Documento: AGVP_PARAIBA_PF2_D lg_Prog_RHIV_Rev03</p>	


Ao espacializar as outorgas emitidas para o setor de abastecimento público (Mapa 3.14), observa-se que as captações superficiais apresentam maior significância no rio Piabanha, localizado no município de Petrópolis, cujas vazões médias ultrapassam 600 m³/h. Neste município também verifica-se o lançamento de efluente com vazão de até 810 m³/h, bem como captações subterrâneas com vazão média de 5 a 10 m³/h, além de registros de usos insignificantes. Por outro lado, também se observa a existência de captação superficial no rio Paquequer, com vazão de até 1.548 m³/h, situada no município de Teresópolis.

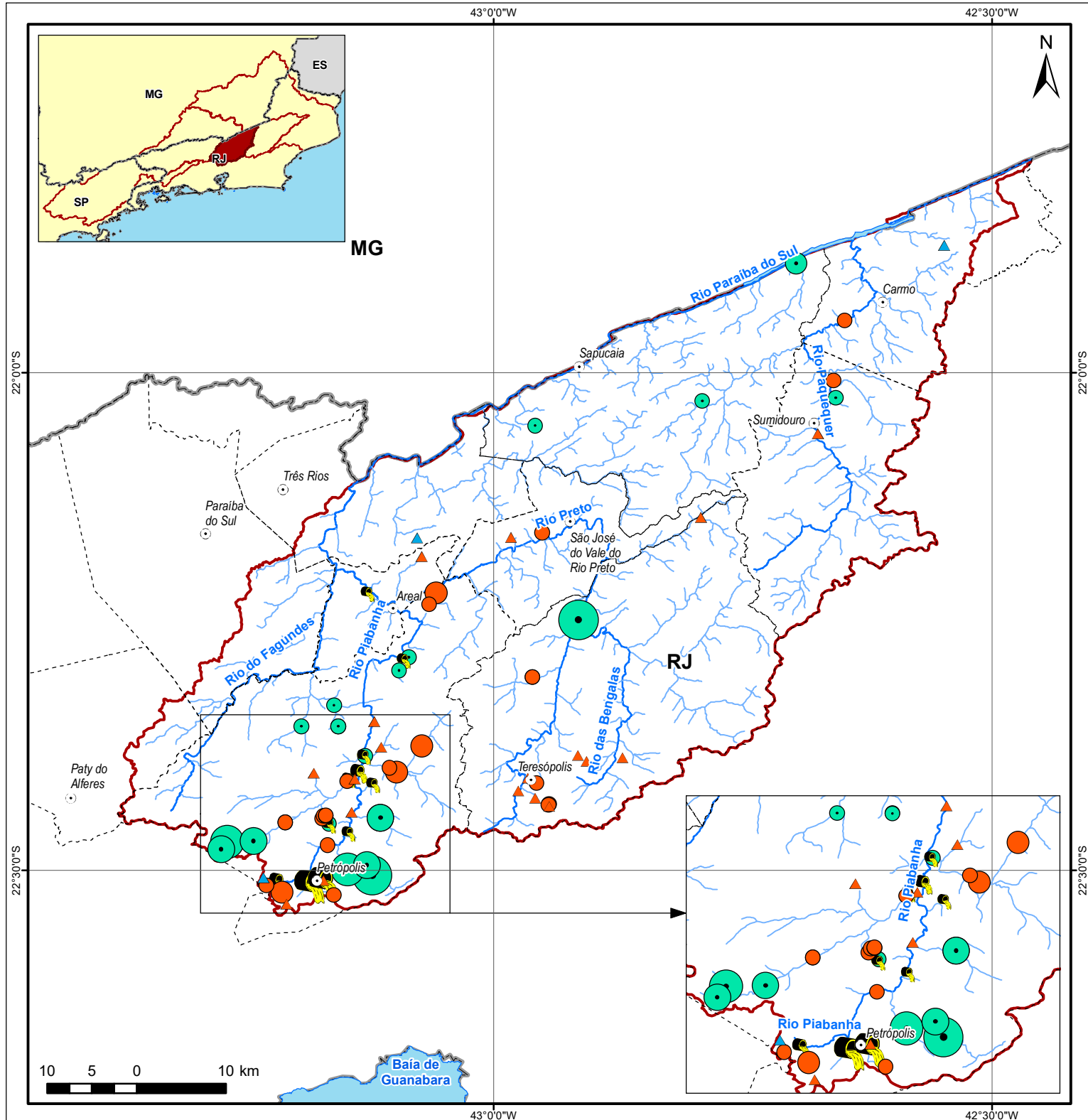
Quanto às outorgas emitidas para o setor industrial, observa-se no Mapa 3.15 que há apenas uma outorga de captação superficial (20 a 60 m³/h) localizada no município de Carmo. Com relação às outorgas de captação subterrânea, verifica-se que estão concentradas nos municípios de Petrópolis, Teresópolis e Sumidouro. Com relação aos lançamentos provenientes deste setor, verificam-se quatro lançamentos, onde os maiores lançamentos (50,1 a 350 m³/h) ocorrem nos rios Piabanha, no município de Petrópolis, e no rio Paquequer, situado no município de Carmo.

Para o setor de mineração, no Mapa 3.16 observa-se que as maiores captações superficiais (40,1 a 100 m³/h) ocorrem nos rios Preto, situado no município de São José do Vale do Rio Preto, e no rio do Fagundes, localizado em Três Rios. Quanto às captações subterrâneas, na RH-IV há um registro no município de Areal (com vazão de até 1,0 m³/h) e outro referente à uso insignificante, situado em Três Rios.

Já para o setor de irrigação (Mapa 3.17), verifica-se apenas uma captação superficial de uso insignificante localizada no município de Petrópolis.

Por fim, é importante destacar que os registros aqui analisados incluem apenas as captações superficiais e subterrâneas outorgadas, ou seja, esta análise não contempla todas as demandas existentes na bacia, não sendo possível quantificar o número total de poços existentes na RH-VI, tampouco a vazão total de captada em rios de domínio estadual.

<p>Elaborado por:</p> 	<p>Nº da revisão</p> <p>03</p>	<p>Revisado por:</p>	<p>Aprovado por:</p>	<p>PF-02</p> <p>AGVP_PARAIBA_PF2_Dlg_Prog_RHIV_Rev03</p>	<p>93/210</p>
---	--------------------------------	----------------------	----------------------	--	---------------



<ul style="list-style-type: none"> Sede Municipal Hidrografia Rios Principais Massa D'água Piabanha Limite Municipal Limite Estadual 	<ul style="list-style-type: none"> Uso Insignificante Subterrânea Superficial Captação subterrânea Vazão média (m³/h) 0,0 - 5,0 5,1 - 10,0 	<ul style="list-style-type: none"> Captação superficial Vazão média (m³/h) 1,0 - 50,0 50,1 - 100,0 100,1 - 200,0 	<ul style="list-style-type: none"> Lançamento Vazão média (m³/h) 0,0 - 20,0 20,1 - 50,0 400,1 - 810,0
---	--	---	--

Execução:



Apoio Técnico:



Realização:

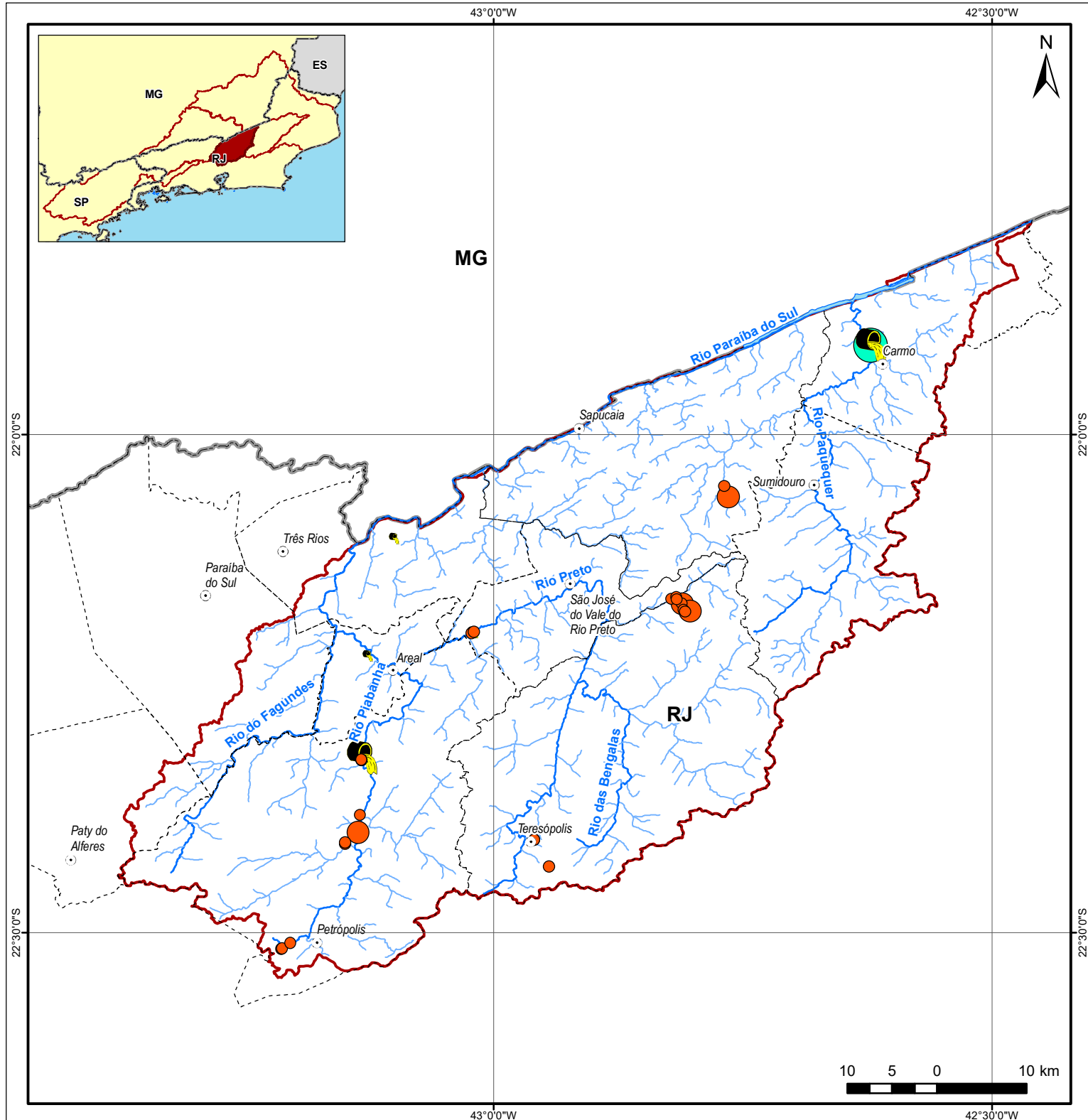


**PLANO DE BACIA
HIDROGRÁFICA DA
REGIÃO HIDROGRÁFICA
DO RIO PIABANHA E SUB-BACIAS
HIDROGRÁFICAS DOS RIOS
PAQUEQUER E PRETO**

Mapa 3.14 – Espacialização das outorgas de direito emitidas para Abastecimento Humano (captações superficiais e subterrâneas) e esgotamento sanitário, bem como os usos insignificantes neste setor

Sistema de Coordenadas Geográficas:
DATUM SIRGAS 2000
Escala: 1:600.000

Fonte de Dados:
- Sede municipal: IBGE, 2010
- Limite municipal: IBGE, 2010
- Limite estadual: IBGE, 2010
- Hidrografia: ANA, 2013
- Limite da bacia: CEIVAP, 2015
- Cadastro de usuários: CNARH, 2019



LEGENDA

Sede Municipal	Limite Estadual	Captação subterrânea	Lançamento
Hidrografia	Captação superficial	Vazão média (m³/h)	Vazão média (m³/h)
Rios Principais	Vazão média (m³/h)	1,0 - 20,0	0,0 - 10,0
Massa D'água	20,1 - 60,0	20,1 - 35,0	50,1 - 350,0
Piabanha			
Limite Municipal			

Execução:



Apoio Técnico:



Realização:

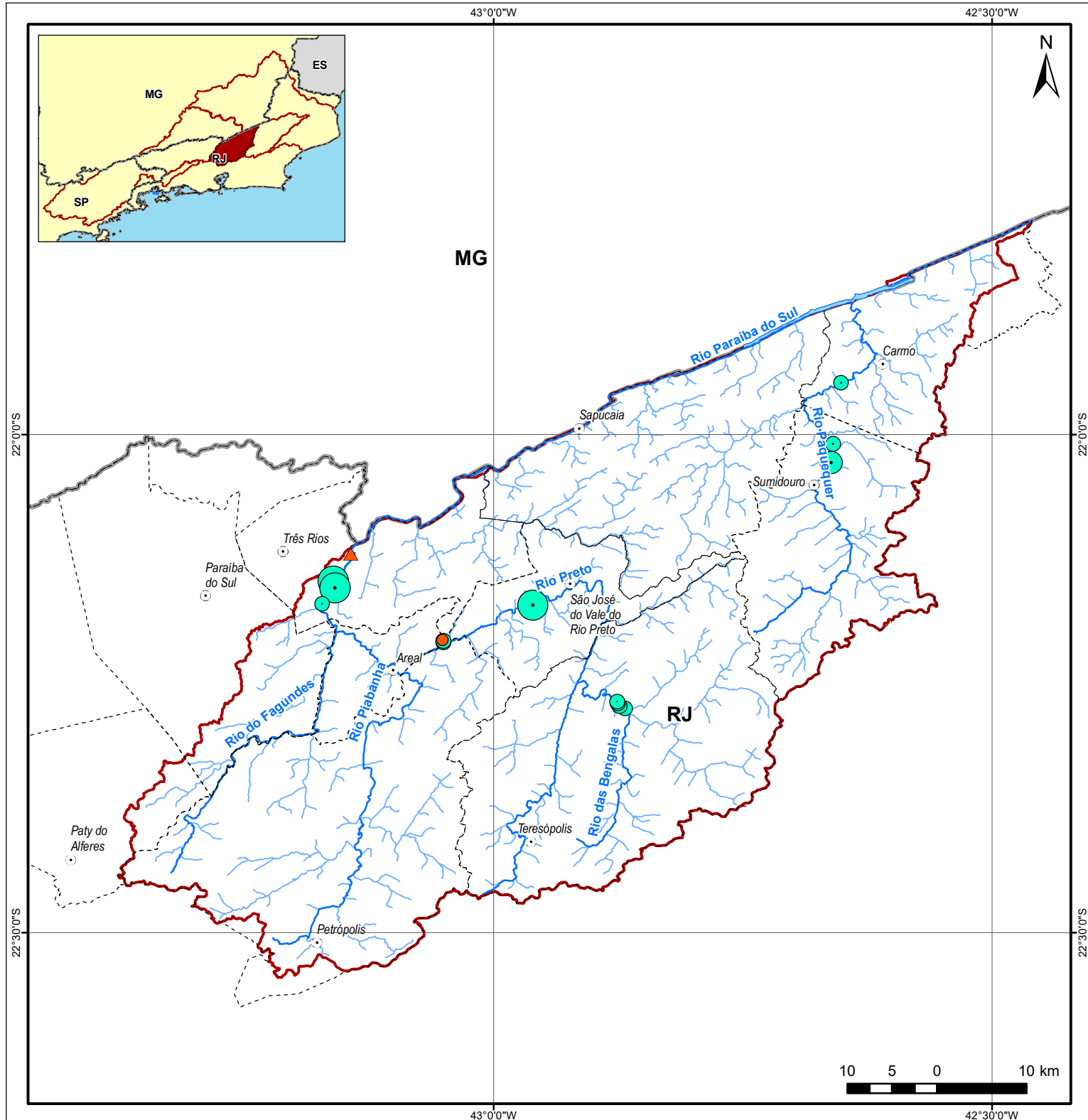


**PLANO DE BACIA
HIDROGRÁFICA DA
REGIÃO HIDROGRÁFICA
DO RIO PIABANHA E SUB-BACIAS
HIDROGRÁFICAS DOS RIOS
PAQUEQUER E PRETO**

Mapa 3.15 – Espacialização das outorgas de direito emitidas para o Setor Industrial (captações superficiais e subterrâneas e lançamentos), bem como os usos insignificantes neste setor

Sistema de Coordenadas Geográficas:
DATUM SIRGAS 2000
Escala: 1:600.000

Fonte de Dados:
- Sede municipal: IBGE, 2010
- Limite municipal: IBGE, 2010
- Limite estadual: IBGE, 2010
- Hidrografia: ANA, 2013
- Limite da bacia: CEIVAP, 2015
- Cadastro de usuários: CNARH, 2019



LEGENDA

	Sede Municipal	Captação subterrânea	Captação superficial
	Hidrografia	Vazão média (m³/h)	Vazão média (m³/h)
	Rios Principais		
	Massa D'água		
	Piabanha		
	Limite Municipal		
	Limite Estadual		

Execução:



Apoio Técnico:



Realização:





**PLANO DE BACIA
HIDROGRÁFICA DA
REGIÃO HIDROGRÁFICA
DO RIO PIABANHA E SUB-BACIAS
HIDROGRÁFICAS DOS RIOS
PAQUEQUER E PRETO**

Mapa 3.16 – Especialização das outorgas de direito emitidas para o Setor de Mineração (captações superficiais, subterrâneas e lançamentos), bem como os usos insignificantes neste setor

Sistema de Coordenadas Geográficas:
DATUM SIRGAS 2000
Escala: 1:600.000

Fonte de Dados:
- Sede municipal: IBGE, 2010
- Limite municipal: IBGE, 2010
- Limite estadual: IBGE, 2010
- Hidrografia: ANA, 2013
- Limite da bacia: CEIVAP, 2015
- Cadastro de usuários: CNARH, 2019

	<p>PF-02 – Diagnóstico e Prognóstico</p> <p>COMPLEMENTAÇÃO E FINALIZAÇÃO DO PLANO INTEGRADO DE RECURSOS HÍDRICOS DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO PARAÍBA DO SUL - PIRH-PS E ELABORAÇÃO DOS PLANOS DE RECURSOS HÍDRICOS DAS BACIAS HIDROGRÁFICAS AFLUENTES</p>	<p>Tipo de Documento: Relatório Técnico</p>	
		<p>Cód. do Documento: AGVP_PARAIBA_PF2_D lg_Prog_RHIV_Rev03</p>	

Especificamente com relação aos usos insignificantes, a Norma Operacional do INEA (NOP-INEA 40), aprovada através da Resolução nº 174/2019, estabelece como usos insignificantes os seguintes limites de vazões e volume: (i) para captações em corpo hídrico superficial, a vazão máxima é de 0,4 litros por segundo (1,44 m³/h); e (ii) para extrações de água subterrânea, o volume máximo diário é de 5.000 litros, salvo se tratar de produtor rural para usos agropecuários, caso em que se aplica o volume máximo diário de 28.800 litros. Conforme informado, os registros aqui analisados foram cadastrados com base na legislação estadual anterior a esta supracitada.


Independente do uso ser insignificante, o usuário continua obrigado a cadastrar seu uso junto ao Cadastro Nacional de Usuários de Recursos Hídricos (CNARH). Exceto nos casos de usos isentos de regularização definidos no Art. 2º da Resolução INEA nº 84 de 28 de janeiro de 2014, que aprova critérios que estabelecem a concessão de inexigibilidade de documentos de uso insignificante de recursos hídricos.



Após análise do CNARH (2019), o Quadro 3.26 apresenta as vazões médias dos usos insignificantes outorgados por setor na RH-IV. As vazões médias totais de captação de usos insignificantes nesta região hidrográfica são da ordem de 51 m³/h. Observa-se que o setor de consumo humano é o que apresenta maior vazão média, totalizando 32 m³/h.

Quadro 3.26 – Vazões dos usos insignificantes outorgados em recursos hídricos estaduais por setor na RH-IV

Setores	Vazões (m³/h)			
	Subterrânea	Superficial	Total	% Total
Consumo Humano	30	2	32	62,75
Irrigação	0	3	3	5,88
Mineração-Outros Processos Extrativos	1	0	1	1,96
Outras	15	0	15	29,41
Total	46	5	51	100

Fonte: Adaptado de CNARH (2019).

<p>Elaborado por:</p> 	<p>Nº da revisão</p> <p>03</p>	<p>Revisado por:</p>	<p>Aprovado por:</p>	<p>PF-02</p> <p>AGVP_PARAIBA_PF2_Dlg_Prog_RHIV_Rev03</p>	<p>98/210</p>
---	--------------------------------	----------------------	----------------------	--	---------------

	<p>PF-02 – Diagnóstico e Prognóstico</p> <p>COMPLEMENTAÇÃO E FINALIZAÇÃO DO PLANO INTEGRADO DE RECURSOS HÍDRICOS DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO PARAÍBA DO SUL - PIRH-PS E ELABORAÇÃO DOS PLANOS DE RECURSOS HÍDRICOS DAS BACIAS HIDROGRÁFICAS AFLUENTES</p>	<p>Tipo de Documento: Relatório Técnico</p>	
		<p>Cód. do Documento: AGVP_PARAIBA_PF2_D lg_Prog_RHIV_Rev03</p>	

Sendo assim, de acordo com o apresentado no banco de dados do CNARH (2019), as vazões médias totais de captação na RH-IV, considerando os registros de outorgas emitidas e os usos insignificantes, é da ordem de 2.202 m³/h, onde as vazões médias de captação estadual é de 19.861 m³/h e as vazões médias de captação federal é de 341 m³/h.

3.6.2 Disponibilidade Hídrica

Os resultados apresentados a seguir para a RH-IV consistem na regionalização de vazões realizada durante a elaboração da Fase 1 do PIRH-PS. Quanto à proximidade das estimativas realizadas pela regionalização de vazões com os valores medidos (rede de monitoramento), o Quadro 3.27 apresenta a relação da vazão de referência Q₉₅ calculada e os postos fluviométricos localizados na região.


Em geral, com o ajuste da Q₉₅ utilizando a área de drenagem como variável independente, foi possível obter resultados razoáveis, com uma diferença absoluta média de cerca de 0,26%.

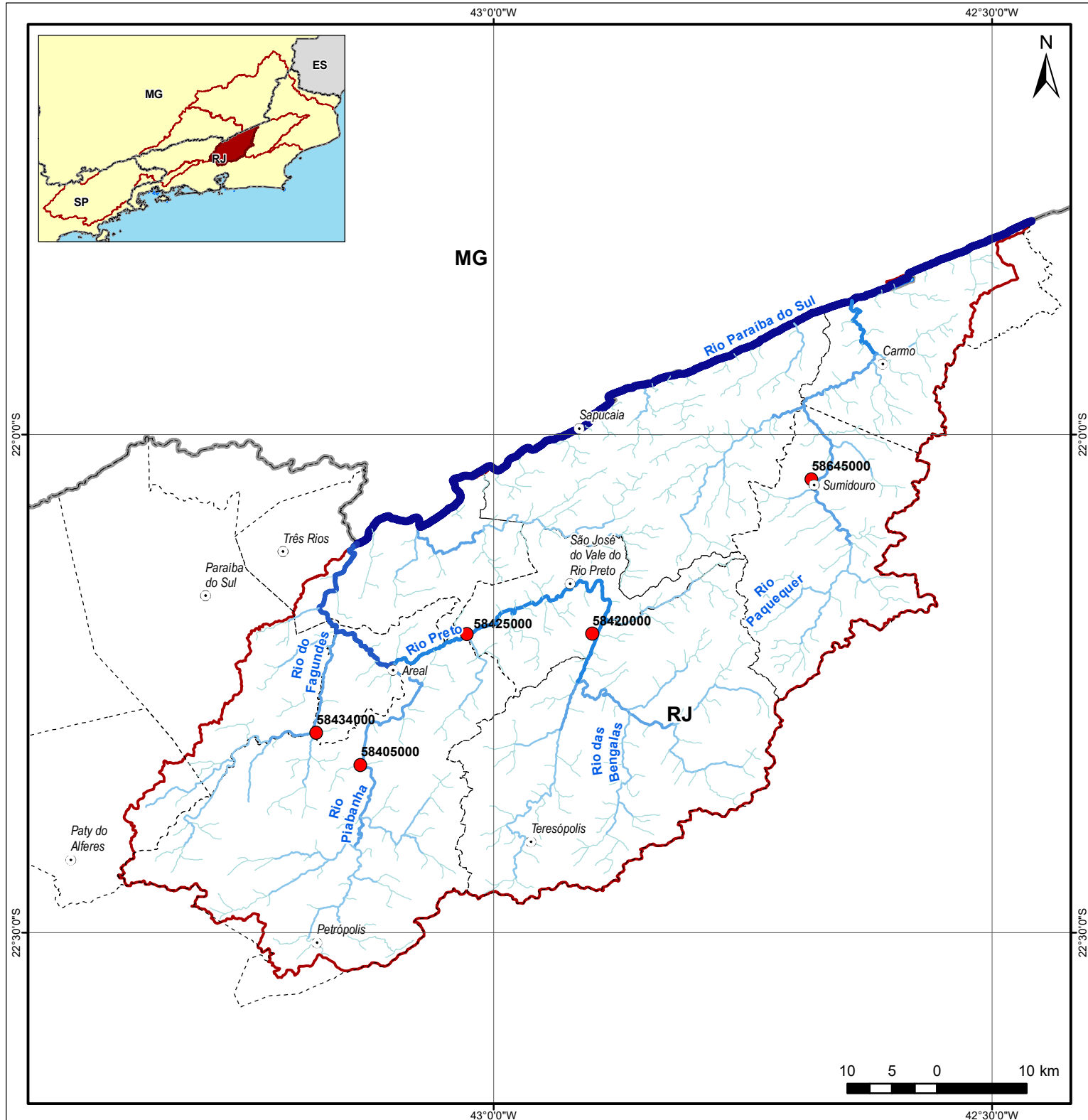
Quadro 3.27 – Vazões de referência observadas e calculadas pela regionalização em relação às estações fluviométricas selecionadas

Região Homogênea	Posto	Curso d'água	Área (km ²)	Q ₉₅ (m ³ /s)		
				Obs.	Cálc.	Erro (%)
Piabanha	58645000	Rio Paquequer	294	2.15	2.05	-4.5%
	58434000	Rio do Fagundes	275	1.77	1.90	7.4%
	58425000	Rio Preto	930	7.04	7.70	9.4%
	58420000	Rio Preto	719	6.38	5.73	-10.1%
	58405000	Rio Piabanha	435	3.25	3.22	-0.9%

O Mapa 3.18 apresenta a distribuição das estações fluviométricas e de suas respectivas diferenças em relação aos valores observados para a Q₉₅ da RH-IV e o resultado da regionalização de vazões por trecho de rio, ou seja, a disponibilidade hídrica em termos de Q₉₅.

Observa-se que as maiores vazões são observadas no rio Preto (entre 10,01 a 50 m³/s), seguido do Paquequer com vazões entre 1,01 a 5,00 m³/s e do Rio das Bengalas entre 5.01 a 10.00 m³/s.

Elaborado por:	Nº da revisão	Revisado por:	Aprovado por:	PF-02 AGVP_PARAIBA_PF2_Dlg_Prog_RHIV_Rev03	99/210
	03				



LEGENDA

- | | | |
|------------------|---|-----------------|
| ○ Sede Municipal | ● Postos Fluvimétricos | 1.01 - 5.00 |
| Massa D'água | Disponibilidade hídrica (m³/s) | 5.01 - 10.00 |
| Piabanha | Vazão natural (Q95) + operação dos reservatórios | 10.01 - 50.00 |
| Limite Municipal | 0.00 - 0.10 | 50.01 - 100.00 |
| Limite Estadual | 0.11 - 1.00 | 100.01 - 300.00 |

Execução:



Apoio Técnico:



Realização:



**PLANO DE BACIA
HIDROGRÁFICA DA
REGIÃO HIDROGRÁFICA
DO RIO PIABANHA E SUB-BACIAS
HIDROGRÁFICAS DOS RIOS
PAQUEQUER E PRETO**

**Mapa 3.18 – Disponibilidade hídrica da RH-IV
por trecho de rio na vazão Q95**

Sistema de Coordenadas Geográficas:
DATUM SIRGAS 2000
Escala: 1:600.000

Fonte de Dados:
- Sede municipal: IBGE, 2010
- Limite municipal: IBGE, 2010
- Limite estadual: IBGE, 2010
- Hidrografia: ANA, 2013
- Limite da bacia: CEIVAP, 2015
- Disponibilidade hídrica: Profill, 2018

3.6.3 Demandas Hídricas

Para estimativa das demandas hídricas na RH-IV, foram avaliados os dados publicados no Sistema Nacional de Informações sobre Recursos Hídricos (SNIRH), referenciado aqui como “ANA-SNIRH (2015)”. Porém, os dados publicados neste sistema não apresentavam as estimativas para todos os setores usuários, dessa forma, a composição do quadro de demandas na RH-IV consistiu na utilização dos dados publicados no SNIRH (ANA-SNIRH, 2015), para os setores de abastecimento (urbano e rural), indústria, irrigação e criação de animais, bem como dos dados disponibilizados pela ANA, através de e-mail encaminhado em 2018, para os setores de geração de energia termelétrica e mineração (ANA, 2017).

Destaca-se que a demanda hídrica está espacializada nas 822 (oitocentos e vinte e duas) ottobacias/ottotrechos que constituem a RH-IV. No Quadro 3.28 é apresentada a estimativa da demanda total nesta região.



Quadro 3.28 – Estimativa de demandas hídricas

Setores	Demanda (m³/s)
Urbana ¹	1,23
Rural ¹	0,10
Indústria ¹	0,09
Termelétricas ²	0,00
Mineração ²	0,01
Irrigação ¹	0,89
Criação Animal ¹	0,09
Total¹⁺²	2,41

Fontes: ¹ ANA-SNIRH (2015); ² ANA (2017).

3.6.4 Balanço Hídrico Quantitativo

Para as análises do balanço hídrico quantitativo da RH-IV foram consideradas as disponibilidades hídricas e as demandas hídricas apresentadas no item 0 e 3.6.3, sendo utilizada a ferramenta WARM-GIS Tools, para realizar as simulações no cenário atual (2018). Este modelo matemático consiste num conjunto de operações que visam facilitar a gestão de bacias hidrográficas em um ambiente de Sistemas de Informações Geográficas (SIG). Esta ferramenta

	<p>PF-02 – Diagnóstico e Prognóstico</p> <p>COMPLEMENTAÇÃO E FINALIZAÇÃO DO PLANO INTEGRADO DE RECURSOS HÍDRICOS DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO PARAÍBA DO SUL - PIRH-PS E ELABORAÇÃO DOS PLANOS DE RECURSOS HÍDRICOS DAS BACIAS HIDROGRÁFICAS AFLUENTES</p>	<p>Tipo de Documento: Relatório Técnico</p>	
		<p>Cód. do Documento: AGVP_PARAIBA_PF2_D lg_Prog_RHIV_Rev03</p>	

possibilita, a partir de uma base hidrográfica pré-definida, a inserção de dados de disponibilidade hídrica e de usos de água (retiradas, lançamentos de efluentes e reservatórios), permitindo a simulação quali-quantitativa e verificando os impactos dos usos sobre a disponibilidade e a qualidade da água.


A realização das simulações permitiu a análise comparativa do balanço hídrico no cenário atual na RH-IV, utilizando a vazão de referência Q_{95} através da apresentação do percentual de ottotrechos classificadas em quatro diferentes faixas percentuais da relação demanda x disponibilidades hídricas. Pontua-se que os balanços interpretados neste capítulo não consideram medidas de compatibilização entre as disponibilidades e demandas hídricas existentes, ou seja, são balanços que consideram a situação atual de disponibilidade e demandas hídricas.



Dessa forma, o Quadro 3.29 apresenta o resultado geral do balanço hídrico por ottotrecho para o cenário atual na vazão de referência Q_{95} . Conforme informado, a análise realizada divide o número total de ottotrechos em 4 faixas: ottotrechos com demandas de disponibilidades menores do que 25%, entre 25% e 50%, maiores do que 50% e menores do que 75% e superiores a 75%.

Quadro 3.29 – Percentual de ottotrechos em cada faixa de Balanço Hídrico (Q_{95}) do cenário atual (2018)

Faixas de Balanço Hídrico	Trechos (km)	Trechos (%)
Ottotrechos com Demandas < 25% das Disponibilidades	225,22	83,30%
Ottotrechos com Demandas > 25% e < 50% das Disponibilidades	26,42	9,77%
Ottotrechos com Demandas > 50% e < 75% das Disponibilidades	12,85	4,75%
Ottotrechos com Demandas > 75% das Disponibilidades	5,89	2,18%

Na Figura 3.10 é possível observar que a maior parte dos ottotrechos apresentam demandas menores que 25% da disponibilidade (83,30%). Os ottotrechos que apresentaram demandas superiores a 50% e inferiores a 75% das disponibilidades hídricas correspondem a 4,75% e localizam-se nos municípios de Sumidouro e Carmo. Cerca de 2,18% dos ottotrechos apresentam caráter crítico (demandas superiores à 75% da disponibilidade).

<p>Elaborado por:</p> 	<p>Nº da revisão</p> <p>03</p>	<p>Revisado por:</p>	<p>Aprovado por:</p>	<p>PF-02</p> <p>AGVP_PARAIBA_PF2_Dlg_Prog_RHIV_Rev03</p>	<p>102/210</p>
---	--------------------------------	----------------------	----------------------	--	----------------

	PF-02 – Diagnóstico e Prognóstico COMPLEMENTAÇÃO E FINALIZAÇÃO DO PLANO INTEGRADO DE RECURSOS HÍDRICOS DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO PARAÍBA DO SUL - PIRH-PS E ELABORAÇÃO DOS PLANOS DE RECURSOS HÍDRICOS DAS BACIAS HIDROGRÁFICAS AFLUENTES	Tipo de Documento: Relatório Técnico	
		Cód. do Documento: AGVP_PARAIBA_PF2_D lg_Prog_RHIV_Rev03	

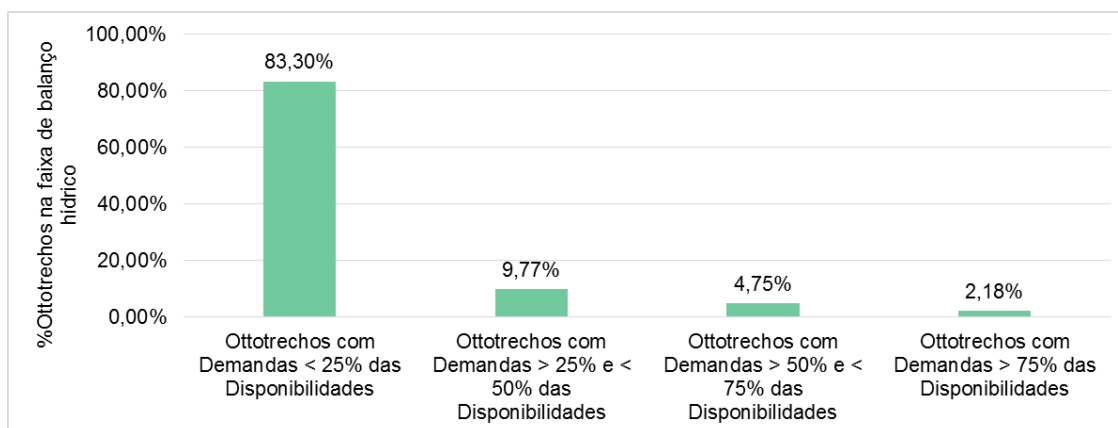

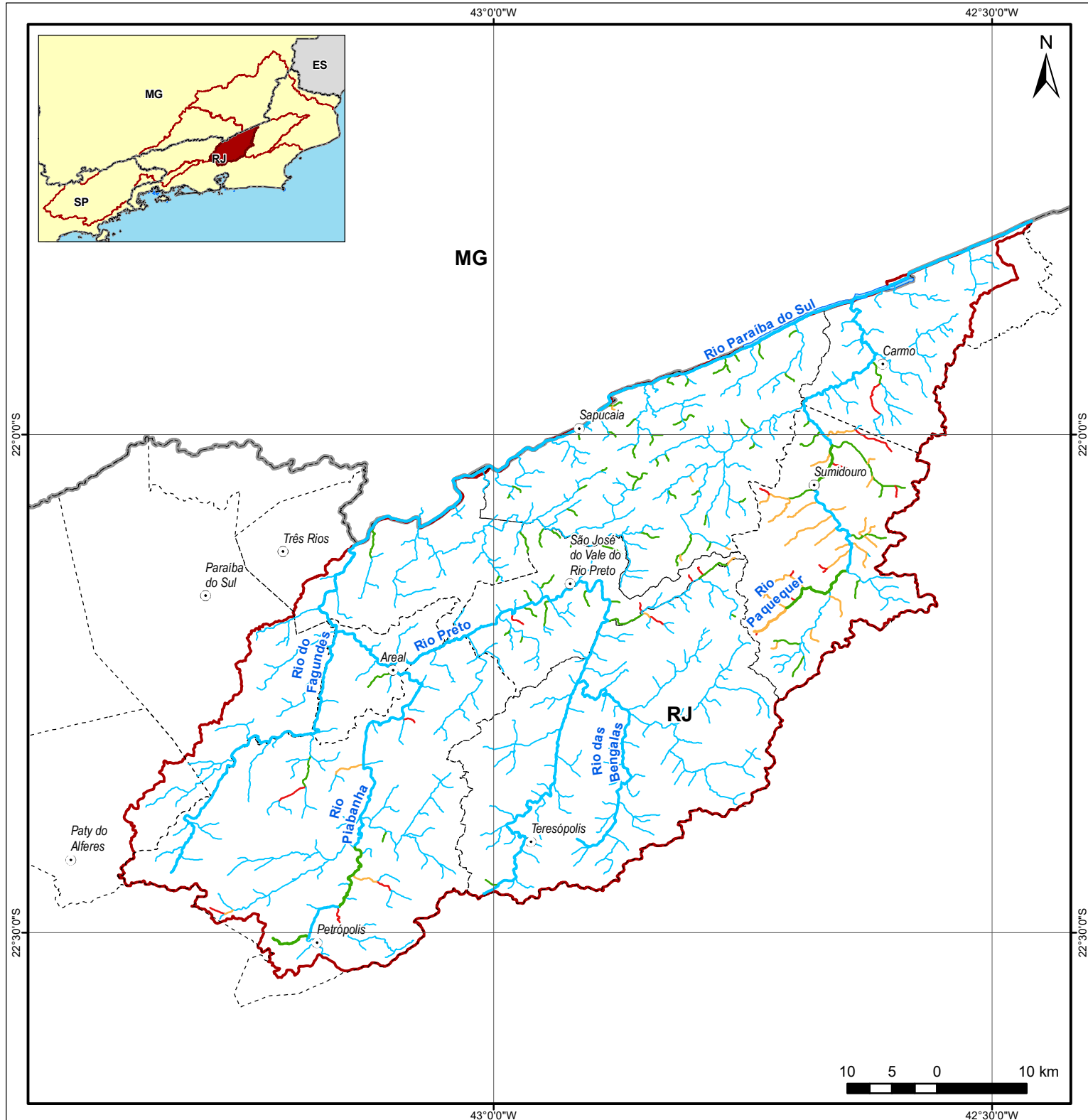


Figura 3.10 – Percentual de ottotuchos em cada faixa de Balanço Hídrico (Q_{95}) do cenário atual (2018)

O Mapa 3.19 apresenta os resultados da simulação de balanço hídrico quantitativo na RH-IV, realizada por ottotrecho, considerando o cenário atual, com vazão de referência Q_{95} . É possível observar que os ottotuchos com demandas superiores a 75% de disponibilidade encontram-se situadas no município de Sumidouro, assim como os ottotuchos com demandas entre 50% e 75% das disponibilidades.

Elaborado por:	Nº da revisão	Revisado por:	Aprovado por:	PF-02 AGVP_PARAIBA_PF2_Dlg_Prog_RHIV_Rev03	103/210
	03				



LEGENDA

- | | |
|----------------------|--|
| ● Sede Municipal | Balanco hídrico Q95 (%), Cenário Atual (2018) |
| Massa D'água | Cenário Atual (2018) |
| ■ Piabanha | 0 - 25 |
| --- Limite Municipal | 26 - 50 |
| ■ Limite Estadual | 51 - 75 |
| | 76 - 100 |

Execução:



Apoio Técnico:



Realização:





**PLANO DE BACIA
HIDROGRÁFICA DA
REGIÃO HIDROGRÁFICA
DO RIO PIABANHA E SUB-BACIAS
HIDROGRÁFICAS DOS RIOS
PAQUEQUER E PRETO**

**Mapa 3.19 – Balanco hídrico quantitativo da RH-IV
por trecho de rio, considerando a vazão de referência
Q95, no Cenário Atual (2018)**

Sistema de Coordenadas Geográficas:
DATUM SIRGAS 2000
Escala: 1:600.000

Fonte de Dados:
- Sede municipal: IBGE, 2010
- Limite municipal: IBGE, 2010
- Limite estadual: IBGE, 2010
- Hidrografia: ANA, 2013
- Limite da bacia: CEIVAP, 2015
- Balanco hídrico: Profill, 2018

	<p>PF-02 – Diagnóstico e Prognóstico</p> <p>COMPLEMENTAÇÃO E FINALIZAÇÃO DO PLANO INTEGRADO DE RECURSOS HÍDRICOS DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO PARAÍBA DO SUL - PIRH-PS E ELABORAÇÃO DOS PLANOS DE RECURSOS HÍDRICOS DAS BACIAS HIDROGRÁFICAS AFLUENTES</p>	<p>Tipo de Documento: Relatório Técnico</p>	
		<p>Cód. do Documento: AGVP_PARAIBA_PF2_D lg_Prog_RHIV_Rev03</p>	

3.6.5 Qualidade da Água


Este item apresenta análise da qualidade da água superficial. Para isso, foram realizadas as seguintes atividades a saber:



1. Avaliação da rede de monitoramento existente do órgão gestor INEA com base na Resolução ANA 903/201;
2. Análise dos parâmetros químicos e biológicos (Oxigênio Dissolvido (OD), Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO), Fósforo Total (PT), Nitrogênio Amoniacal (N-Amoniacal), Nitrato, e Coliformes Fecais (CF), obtidos através de pesquisas realizadas na página virtual do órgão gestor INEA;
3. Análise dos parâmetros inorgânicos (alumínio dissolvido, chumbo total, cádmio, ferro dissolvido e manganês total) que são indicadores de contaminação decorrentes de atividades minerárias, agropecuária, bem como de despejo de efluentes industriais, ou ainda a presença de substâncias características de produtos utilizados no tratamento de água ou efluentes (a exemplo do alumínio, utilizado nas ETAs).

3.6.5.1 Análise dos Parâmetros Químicos, Biológicos e do IQA

A Resolução ANA 903/2013 estabelece, no intuito de eliminar as lacunas geográficas do monitoramento de qualidade das águas superficiais, padrões de densidade dos pontos de monitoramento de qualidade da água. De acordo com a referida resolução, é necessário possuir pelo menos um ponto de monitoramento para cada 1.000 km². No caso da RH-IV são 7 pontos de monitoramento distribuídos em uma área de 3.460,34 km², que resultam em 1,6 pontos por 1.000 km² e atendendo, portanto, ao disposto na resolução ANA 903/2013.

Para avaliação dos aspectos qualitativos nesta unidade de planejamento utilizaram-se dados de 7 estações de monitoramento do INEA no período de fev/14 a dez/17 conforme o Quadro 3.30.

<p>Elaborado por:</p> 	<p>Nº da revisão</p> <p>03</p>	<p>Revisado por:</p>	<p>Aprovado por:</p>	<p>PF-02</p> <p>AGVP_PARAIBA_PF2_Dlg_Prog_RHIV_Rev03</p>	<p>105/210</p>
---	--------------------------------	----------------------	----------------------	--	----------------

	<p>PF-02 – Diagnóstico e Prognóstico</p> <p>COMPLEMENTAÇÃO E FINALIZAÇÃO DO PLANO INTEGRADO DE RECURSOS HÍDRICOS DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO PARAIBA DO SUL - PIRH-PS E ELABORAÇÃO DOS PLANOS DE RECURSOS HÍDRICOS DAS BACIAS HIDROGRÁFICAS AFLUENTES</p>	<p>Tipo de Documento: Relatório Técnico</p>	
		<p>Cód. do Documento: AGVP_PARAIBA_PF2_D lg_Prog_RHIV_Rev03</p>	

Quadro 3.30 – Desenho amostral dos dados de qualidade da água avaliados

Entidade	Ponto	Parâmetro	Início	Fim	Nº dados
INEA	PB0002	OD	jan/14	nov/17	14
		DBO	jan/14	nov/17	14
		CF	jan/14	nov/17	14
		PT	jan/14	nov/17	14
		N-Amoniacal	-	-	0
		Nitrato	jan/14	nov/17	13
INEA	PB0011	OD	jan/14	nov/17	12
		DBO	jan/14	nov/17	13
		CF	jan/14	nov/17	13
		PT	jan/14	nov/17	13
		N-Amoniacal	-	-	0
		Nitrato	jan/14	nov/17	12
INEA	PQ0113	OD	fev/14	nov/17	12
		DBO	fev/14	nov/17	12
		CF	fev/14	nov/17	12
		PT	fev/14	nov/17	12
		N-Amoniacal	-	-	0
		Nitrato	fev/14	nov/17	10
INEA	PR0091	OD	fev/14	nov/17	12
		DBO	fev/14	nov/17	12
		CF	fev/14	nov/17	12
		PT	fev/14	nov/17	12
		N-Amoniacal	-	-	0
		Nitrato	fev/14	nov/17	10
INEA	PS0431	OD	jan/14	dez/17	39
		DBO	jan/14	dez/17	39
		CF	jan/14	dez/17	38
		PT	jan/14	dez/17	40
		N-Amoniacal	-	-	0
		Nitrato	jan/14	dez/17	37
INEA	PS0432	OD	jan/14	dez/17	39
		DBO	jan/14	dez/17	38
		CF	jan/14	dez/17	38
		PT	jan/14	dez/17	40
		N-Amoniacal	-	-	0
		Nitrato	jan/14	dez/17	37
INEA	SA0100	OD	jan/14	nov/17	12
		DBO	jan/14	nov/17	12
		CF	jan/14	nov/17	12

Entidade	Ponto	Parâmetro	Início	Fim	Nº dados
		PT	jan/14	nov/17	12
		N-Amoniacal	-	-	0
		Nitrato	jan/14	nov/17	11

A Figura 3.11 apresenta as frequências de atendimento de classe dos pontos avaliados quanto aos teores de OD frente à Resolução CONAMA n° 357/2005. Verifica-se que a maior parte das estações de monitoramento apresentam-se compatíveis com a Classe 1, destacando-se as estações PB002 e PQ0113 como aquelas mais restritivas quando ao parâmetro.

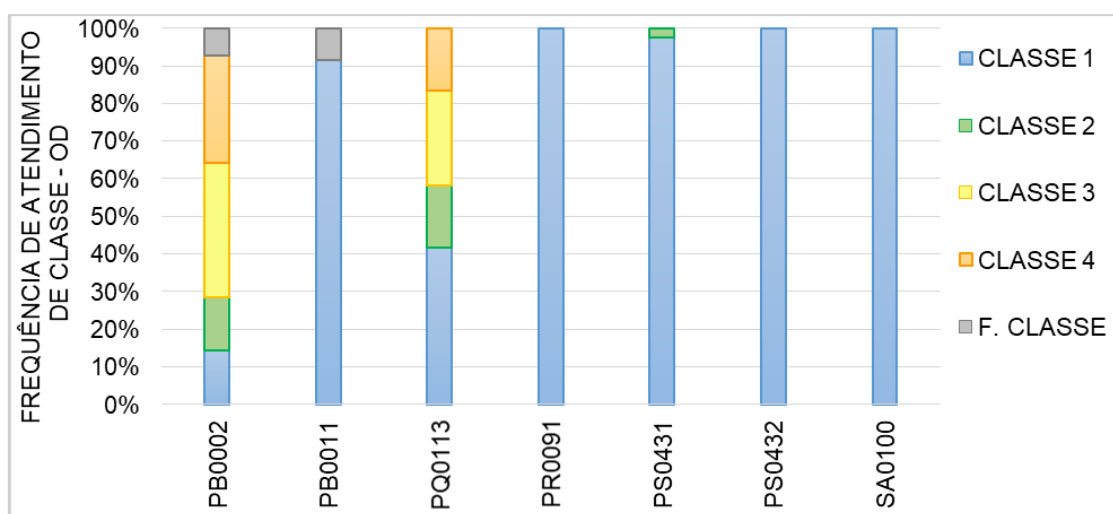


Figura 3.11 – Frequências de atendimento de classe quanto ao OD.

Na Figura 3.12 verifica-se a sazonalidade dos teores de OD pelo percentil de 20%, o qual reflete que 80% dos teores são superiores aos valores indicados. Verifica-se que de forma geral, ao longo dos pontos de monitoramento, os teores de OD tendem a ser superiores na estação seca, destacando-se os pontos PB0002 e PQ0113 onde os percentis alcançam valores mais baixos.

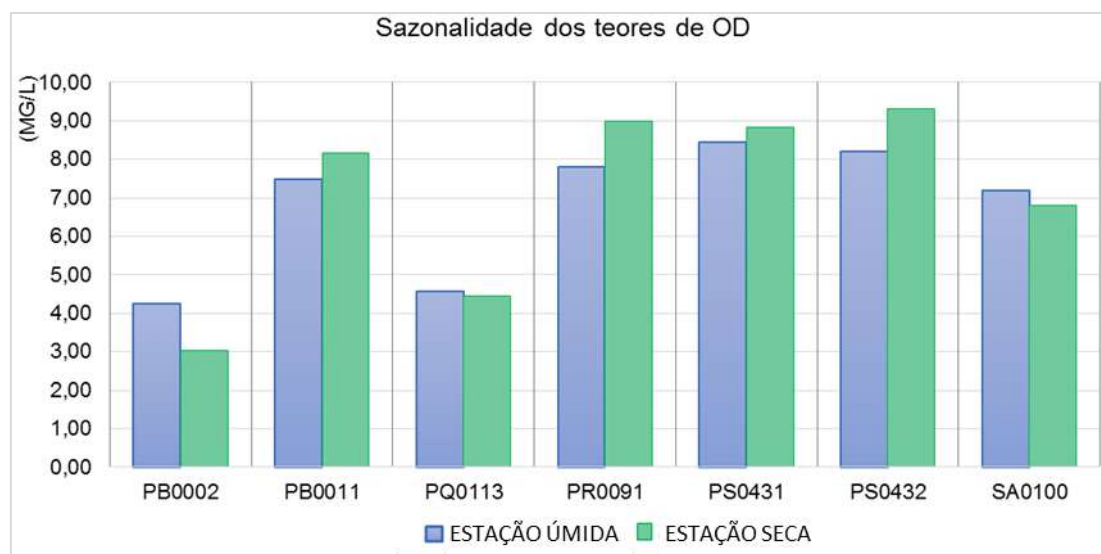


Figura 3.12 – Sazonalidade quanto ao OD

A Figura 3.13 apresenta as frequências de atendimento de classe dos pontos avaliados quanto aos teores de DBO frente à Resolução CONAMA n° 357/2005. Verifica-se que a maior parte das estações de monitoramento apresentam-se compatíveis com a Classe 1, apresentando registros pontuais de classes mais restritivas (Classes 3 e 4) mais destacados em PB0002 e PQ0113.

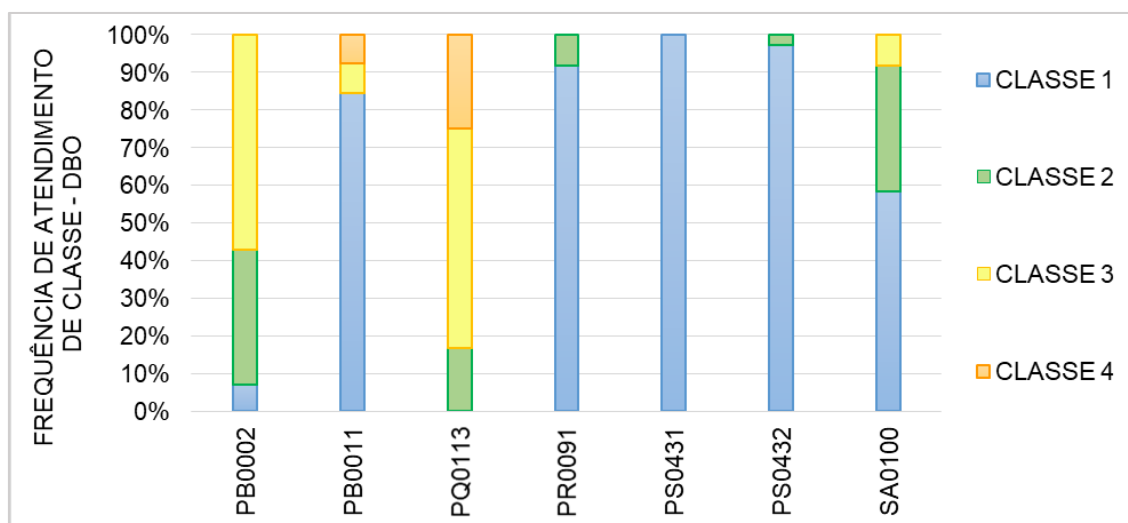


Figura 3.13 – Frequências de atendimento de classe quanto a DBO

Na Figura 3.14 verifica-se a sazonalidade dos teores de DBO representada pelo percentil de 80%, onde verifica-se que de forma geral, ao longo dos pontos de monitoramento, os teores de DBO tendem a ser superiores na estação seca, destacando-se os pontos PB0002 e PQ0113, onde os percentis alcançam valores mais elevados.

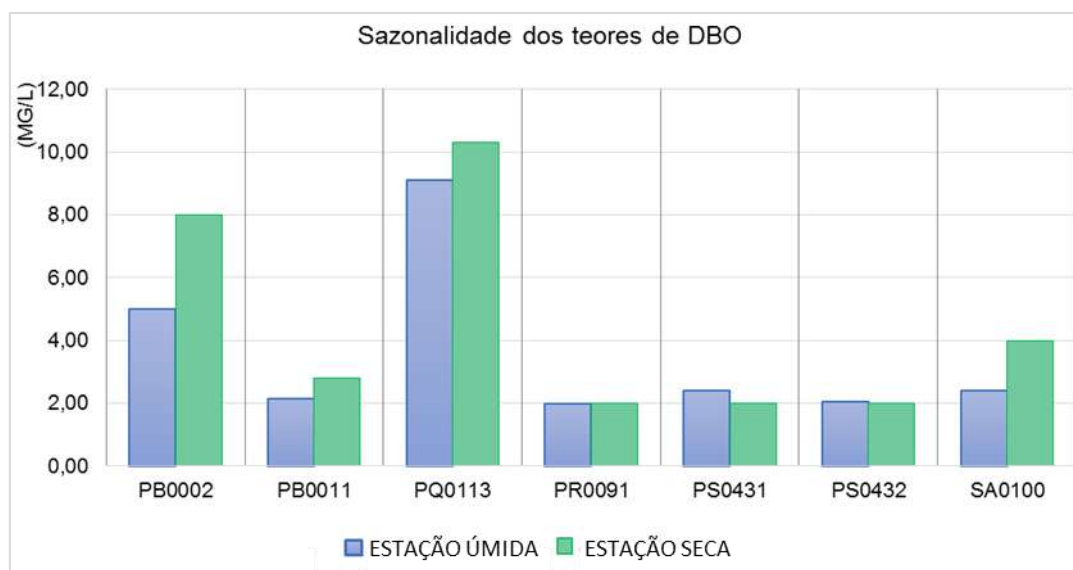


Figura 3.14 – Sazonalidade quanto a DBO.

A Figura 3.15 apresenta as frequências de atendimento de classe dos pontos avaliados quanto às densidades de Coliformes Fecais (CF) frente à Resolução CONAMA n° 357/2005. Verifica-se que grande parte das estações de monitoramento apresentam-se compatíveis com a Classe 4. As estações melhor categorizadas quanto ao parâmetro CF são PS0431 e PS0432.

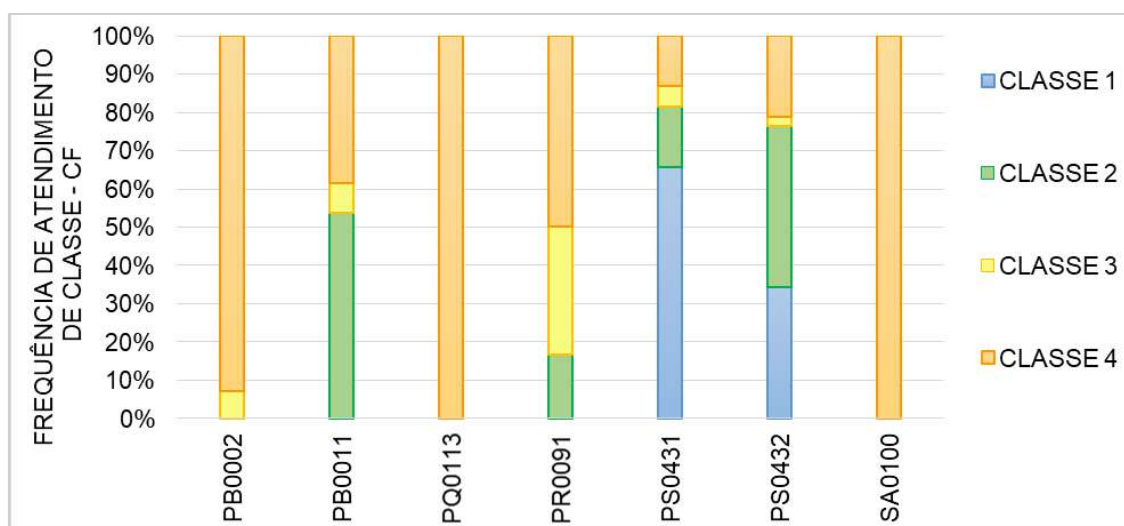


Figura 3.15 – Frequências de atendimento de classe quanto às densidades de CF.

A avaliação da sazonalidade das densidades de CF representada pelo percentil 80% (Figura 3.16), demonstra variação entre as predominâncias de densidades entre as estações seca e úmida ao longo dos pontos monitorados, sendo os percentis predominantemente superiores a 1000 NMP/100 ml.

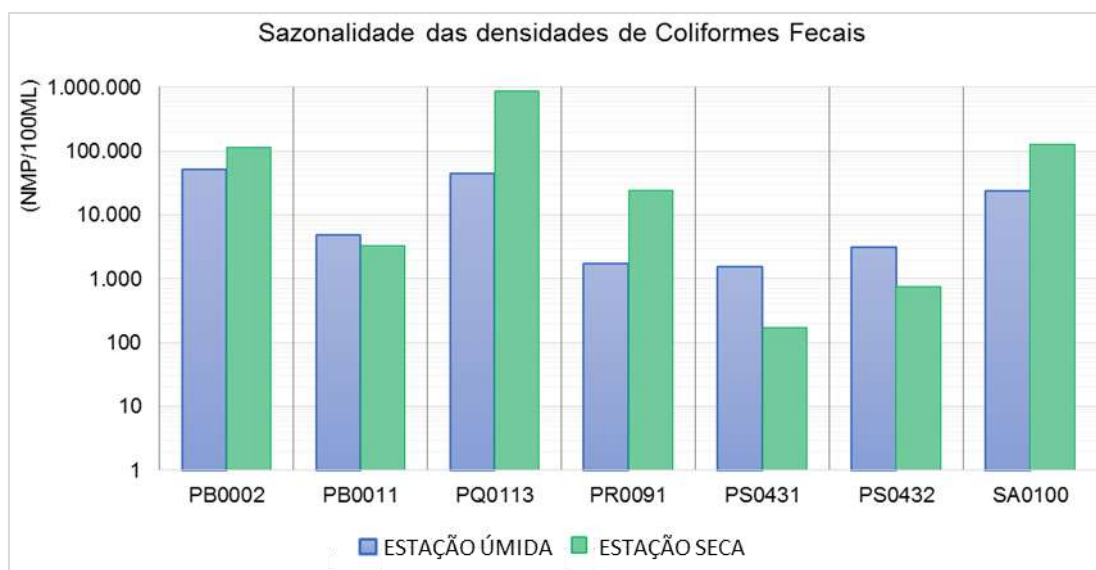


Figura 3.16 – Sazonalidade quanto as densidades de CF

A Figura 3.17 apresenta as frequências de atendimento de classe dos pontos avaliados quanto ao Fósforo Total (PT) frente à Resolução CONAMA n° 357/2005. Verifica-se o predomínio da Classe 1 (> 50% de atendimento) nas estações PR091, PS0431 e PS0432, enquanto nas demais ocorre o predomínio de classes mais restritivas (Classes 3 e 4).

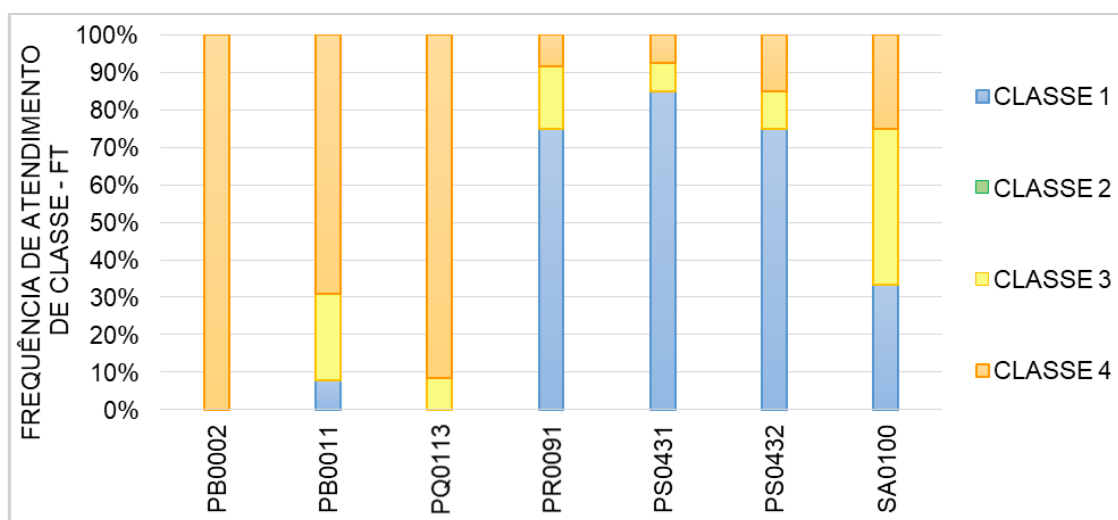


Figura 3.17 – Frequências de atendimento de classe quanto ao PT

Quanto a sazonalidade dos teores de PT representada pelo percentil de 80% (Figura 3.18), verifica-se, de forma geral, ao longo dos pontos de monitoramento, variação entre as predominâncias dos teores de PT entre as estações seca e

úmida ao longo dos pontos monitorados, sendo os maiores percentis registrados nos pontos PB0002 e PQ0113 na estação seca.

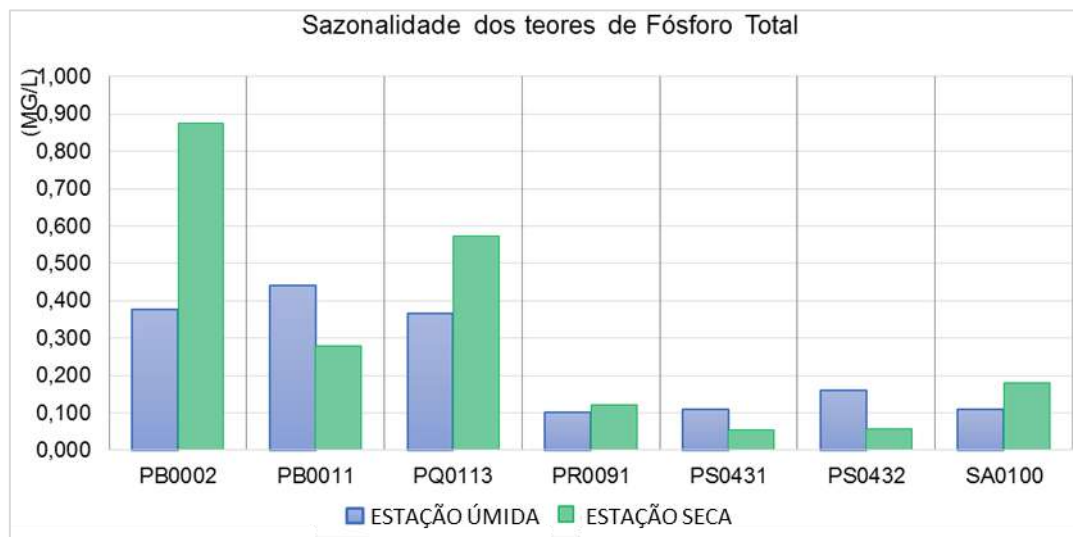


Figura 3.18 – Sazonalidade quanto ao PT.

A Figura 3.19 apresenta as frequências de atendimento de classe dos pontos avaliados quanto ao Nitrato frente à Resolução CONAMA n° 357/2005, onde verifica-se atendimento integral da Classe 1.

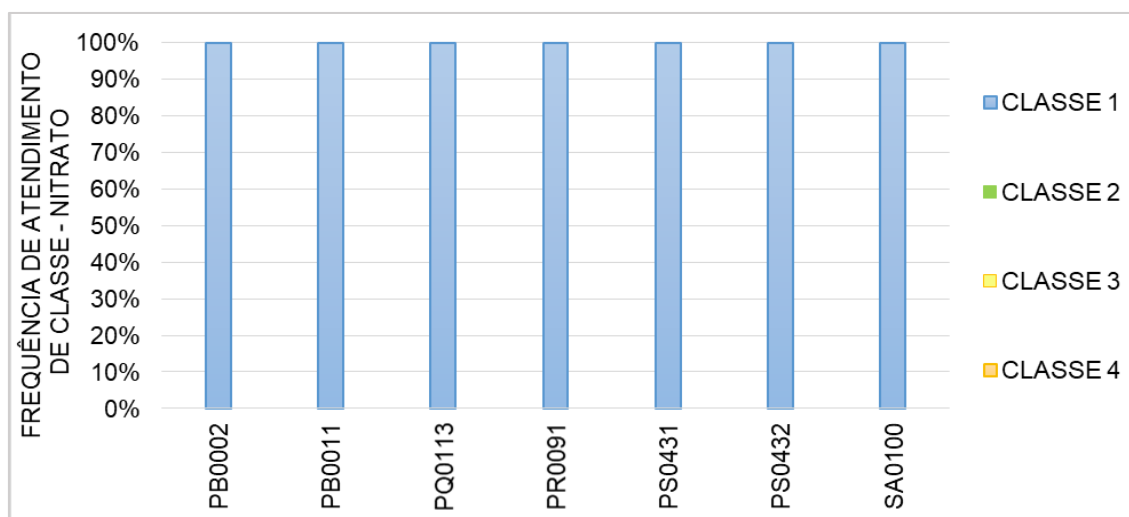


Figura 3.19 – Frequências de atendimento de classe quanto ao Nitrato

Com relação a sazonalidade dos teores de Nitrato representada pelo percentil de 80% (Figura 3.20), verifica-se que de forma geral, ao longo dos pontos de monitoramento, os teores de Nitrato tendem a ser superiores na estação seca, com maior destaque no ponto PB0002.

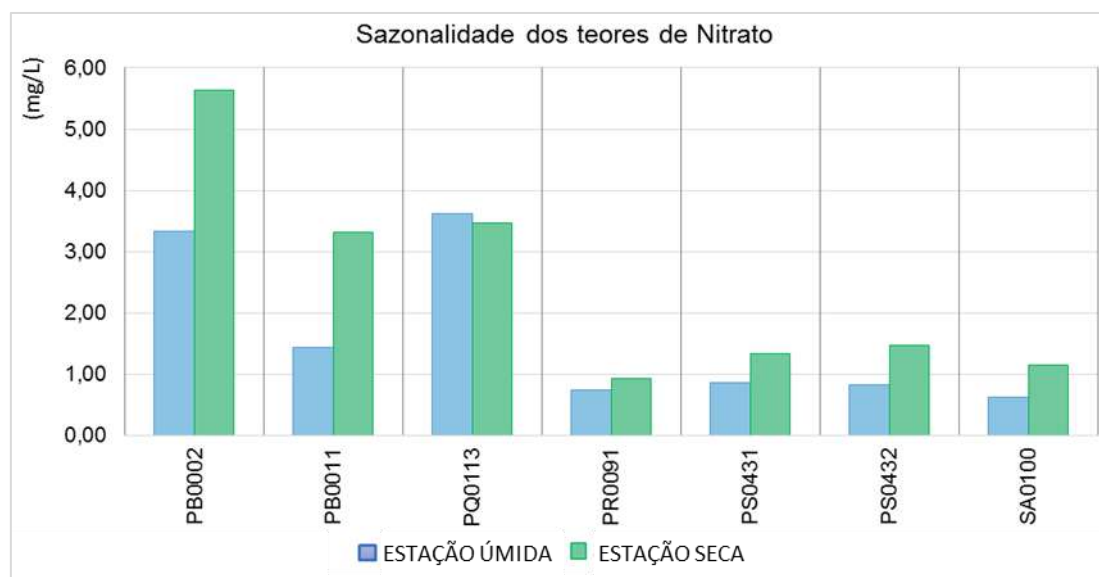


Figura 3.20 – Sazonalidade quanto ao Nitrato

A Figura 3.21 apresenta as frequências de atendimento de classe dos pontos avaliados de forma global, avaliando-se as distribuições de classe dos quatro parâmetros elencados para realização de sua classificação.

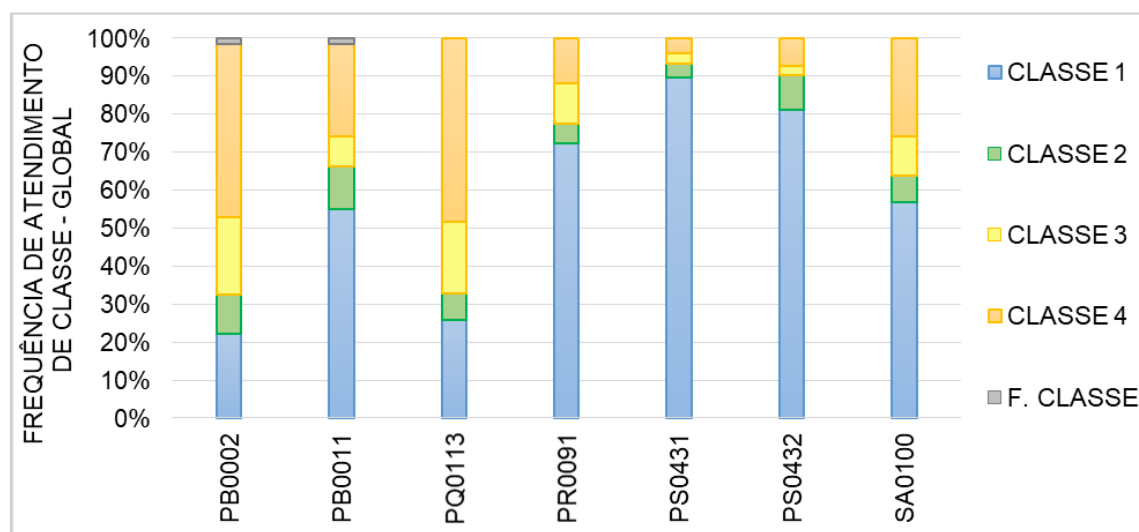


Figura 3.21 – Frequências de atendimento de classe global

O Quadro 3.31 apresenta a classificação final para as estações de monitoramento quanto aos parâmetros de avaliação e de forma global conforme metodologia adotada. Em termos de parâmetros, verifica-se que CF e PT apresentam-se como aqueles mais restritivos entre as estações de monitoramento de forma geral, contribuindo para a perda de qualidade na classificação final.

Quadro 3.31 – Classificação final em termo de classe equivalente da Res. CONAMA nº 357/2005

Classificação	PB0002	PB0011	PQ0113	PR0091	PS0431	PS0432	SA0100
OD	4	1	3	1	1	1	1
DBO	3	1	3	1	1	1	2
CF	4	4	4	4	2	2	4
PT	4	4	4	1	1	1	3
Nitrato	1	1	1	1	1	1	1

A Figura 3.22 apresenta o IQA médio calculado para as estações avaliadas da RH-IV, verificando-se exclusivamente valores na faixa de águas “Boas”.

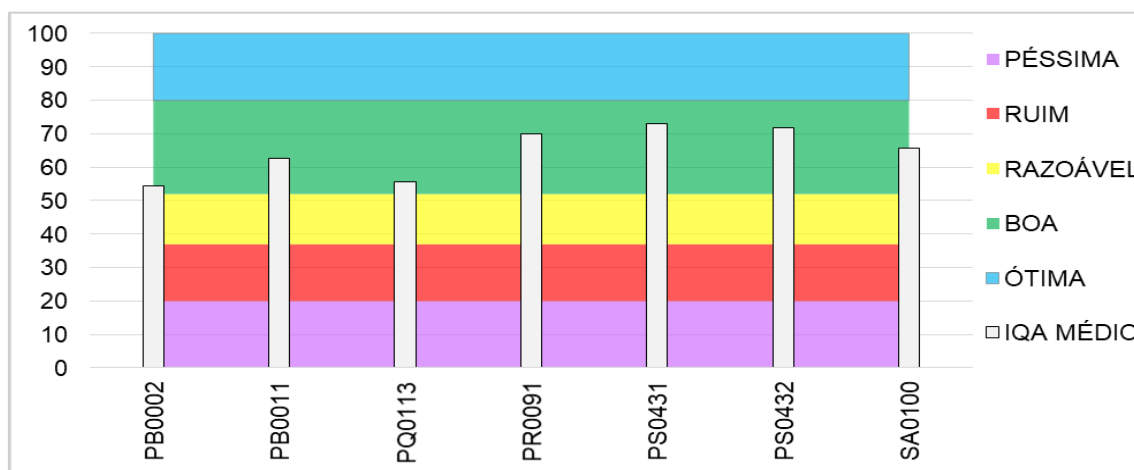
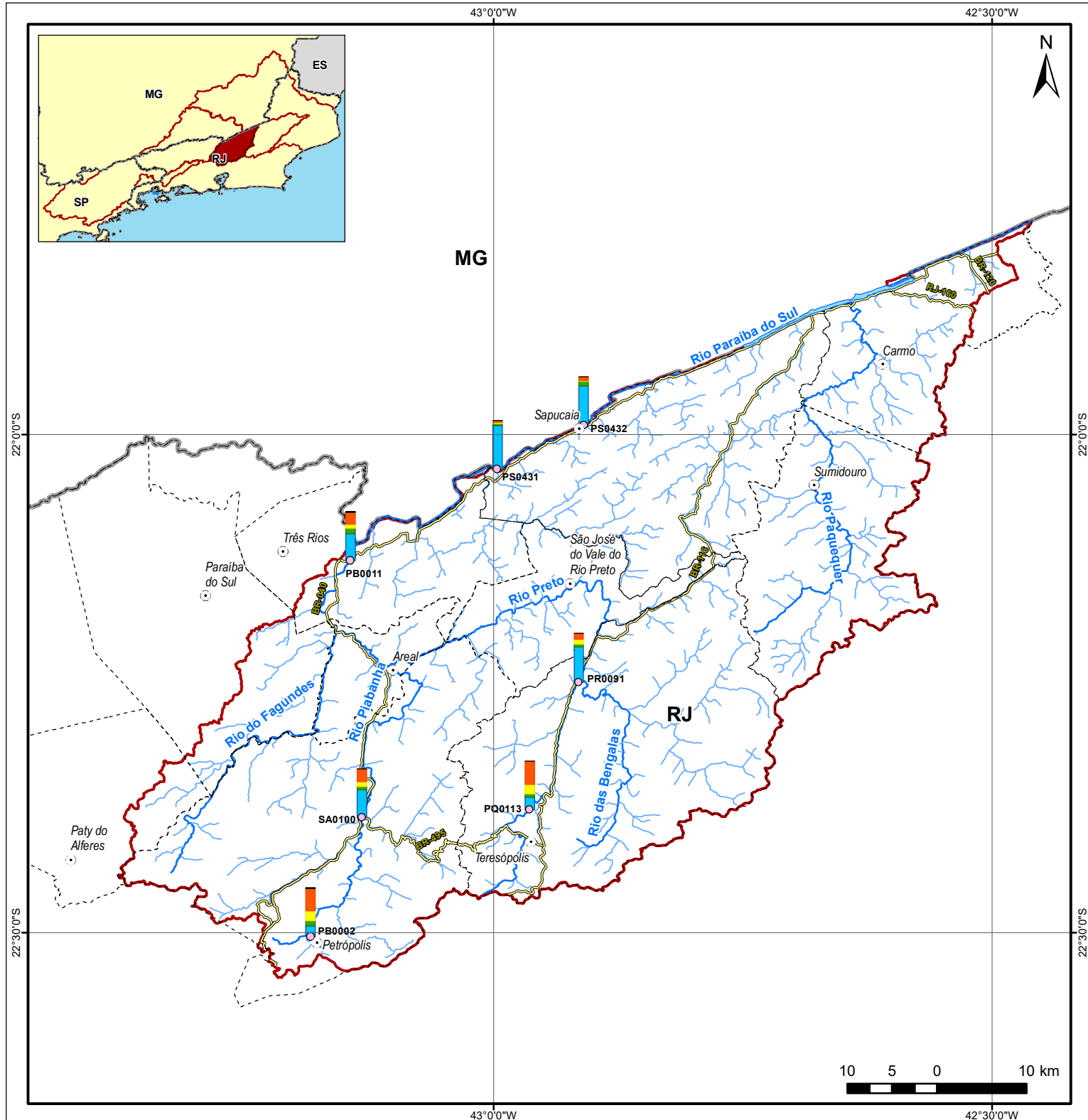


Figura 3.22 – IQA Médio

O Mapa 3.20 apresenta o resultado da qualidade da água para os parâmetros químicos, biológicos e do IQA com base na classificação da Resolução CONAMA nº 357/2005. Observa-se que maior parte da RH-IV se encontra como Classe 1, exceto a região de Petrópolis e Teresópolis que apresentam Fora de Classe, Classe 3 e 4.



LEGENDA

- Sede Municipal
- Ponto de Monitoramento da Qualidade da Água
- ~ Hidrografia
- ~ Rios Principais
- ~ Massa D'água
- ▭ Piabanha
- - - Limite Municipal
- ▭ Limite Estadual

Frequência de atendimento de classe

- 48
- Fora de classe
- Classe 4
- Classe 3
- Classe 2
- Classe 1

Execução:



Apoio Técnico:



Realização:



**PLANO DE BACIA
HIDROGRÁFICA DA
REGIÃO HIDROGRÁFICA
DO RIO PIABANHA E SUB-BACIAS
HIDROGRÁFICAS DOS RIOS
PAQUEQUER E PRETO**

**Mapa 3.20 – Resultado da qualidade da água considerando
parâmetros químicos, biológicos e do IQA na RH-IV**

Sistema de Coordenadas Geográficas:
DATUM SIRGAS 2000
Escala: 1:600.000

Fonte de Dados:
- Sede municipal: IBGE, 2010
- Limite municipal: IBGE, 2010
- Limite estadual: IBGE, 2010
- Hidrografia: ANA, 2013
- Limite da bacia: CEIVAP, 2015
- Qualidade da água: elaborado a partir de INEA, 2018

3.6.5.2 Análise dos Parâmetros Inorgânicos

Na RH-IV foram avaliados os seguintes parâmetros inorgânicos: alumínio dissolvido, chumbo total, cádmio, ferro dissolvido e manganês total. A análise considerou a predominância igual ou superior à 80% da Classe estabelecida pela Resolução CONAMA nº 357/2005 dos dados obtidos no período de 2005 a 2017. O Quadro 3.32 apresenta o resultado da análise dos parâmetros inorgânicos para a região.

Quadro 3.32 - Resultado da análise dos parâmetros inorgânicos

Parâmetros Inorgânicos	Res. CONAMA nº 357/2005			Nº Estações
	Classe 1	Classe 3	Fora de Classe	
Alumínio	57%	29%	14%	7
Chumbo	57%	29%	14%	
Cádmio	29%	71%	0%	
Ferro	43%	57%	0%	
Manganês	86%	14%	0%	

A Figura 3.23 e o Mapa 3.21 ilustram o resultado da análise dos parâmetros inorgânicos para a Região Hidrográfica do Rio Piabanha e Sub-Bacias Hidrográficas dos Rios Paquequer e Preto. Conforme é possível observar, nessa região a maioria dos parâmetros inorgânicos apresentam predominância de valores resultantes compatíveis à Classe 1 da Resolução CONAMA nº 357/2005, com exceção dos parâmetros cádmio e ferro.

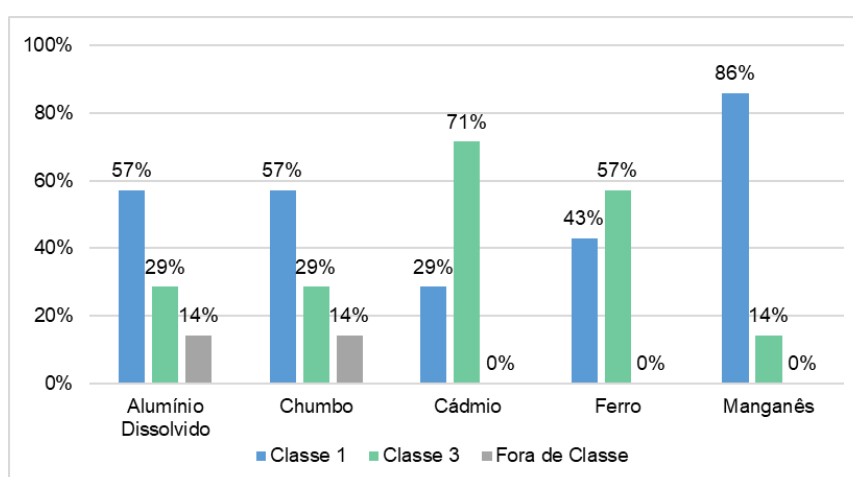
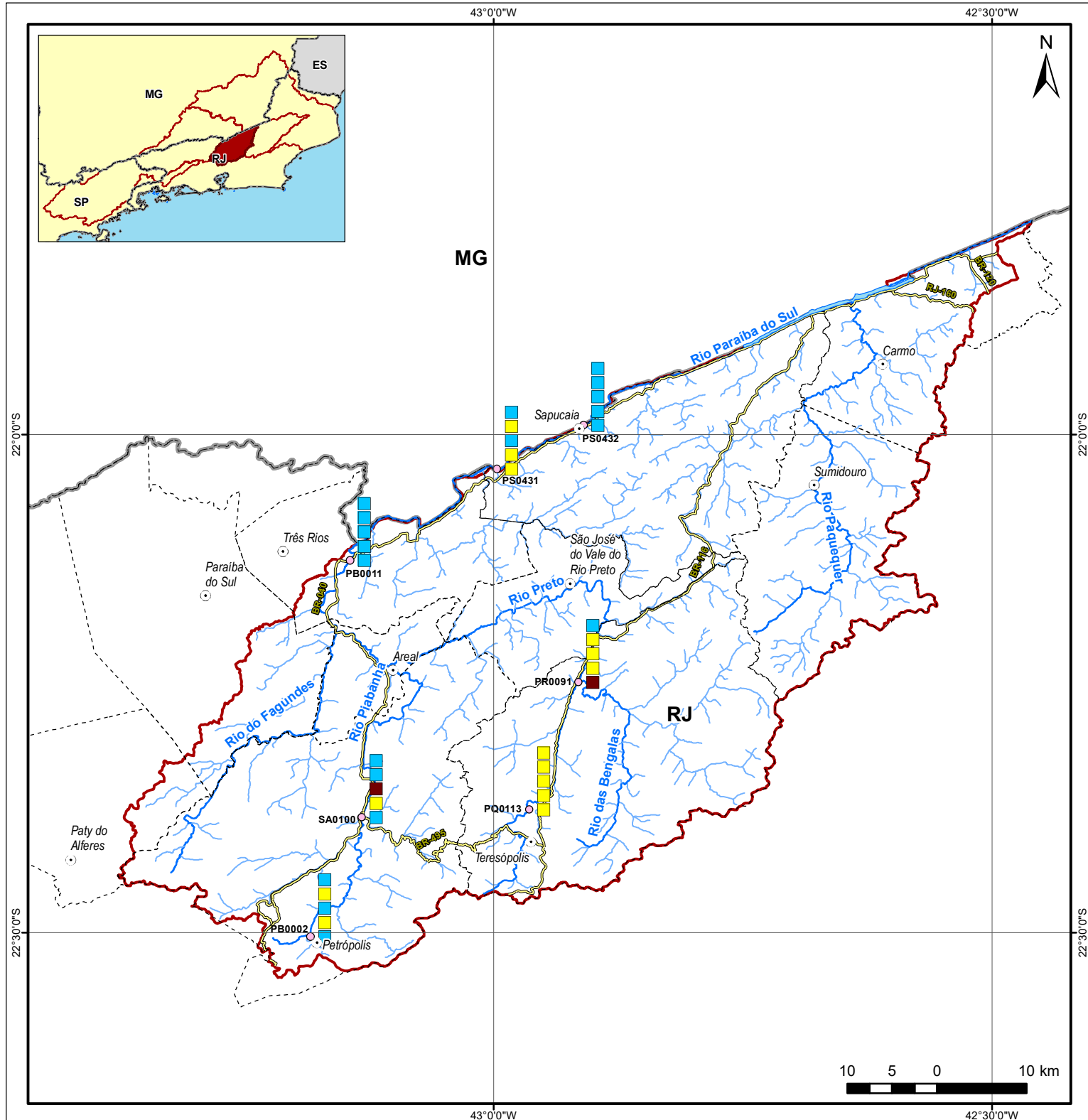


Figura 3.23 – Parâmetros Inorgânicos



LEGENDA

○ Sede Municipal

— Hidrografia

— Rios Principais

— Massa D'água

— Piabanha

— Limite Municipal

— Limite Estadual

○ Ponto de Monitoramento da Qualidade da Água

Classe conforme Res. CONAMA 357/2005

■ Classe 1

■ Classe 3

■ Fora de Classe

Parâmetro

□ Manganês

□ Ferro

□ Chumbo

□ Cádmi

□ Alumínio

Execução:



Apoio Técnico:



Realização:





**PLANO DE BACIA
HIDROGRÁFICA DA
REGIÃO HIDROGRÁFICA
DO RIO PIABANHA E SUB-BACIAS
HIDROGRÁFICAS DOS RIOS
PAQUEQUER E PRETO**

**Mapa 3.21 – Qualidade da água considerando
os parâmetros inorgânicos na RH-IV**

Sistema de Coordenadas Geográficas:
DATUM SIRGAS 2000
Escala: 1:600.000

Fonte de Dados:
- Sede municipal: IBGE, 2010
- Limite municipal: IBGE, 2010
- Limite estadual: IBGE, 2010
- Hidrografia: ANA, 2013
- Limite da bacia: CEIVAP, 2015
- Qualidade da água: elaborado a partir de INEA, 2018

	<p>PF-02 – Diagnóstico e Prognóstico</p> <p>COMPLEMENTAÇÃO E FINALIZAÇÃO DO PLANO INTEGRADO DE RECURSOS HÍDRICOS DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO PARAÍBA DO SUL - PIRH-PS E ELABORAÇÃO DOS PLANOS DE RECURSOS HÍDRICOS DAS BACIAS HIDROGRÁFICAS AFLUENTES</p>	<p>Tipo de Documento: Relatório Técnico</p> <p>Cód. do Documento: AGVP_PARAIBA_PF2_D lg_Prog_RHIV_Rev03</p>	
---	--	---	---

3.6.6 Estimativa das cargas poluidoras

Para o cálculo das cargas potenciais e remanescentes oriundas do esgotamento sanitário gerado pela população urbana e rural da RH-IV, foram utilizados os seguintes materiais:

1. Setores censitários do IBGE e população por setor (2010);
2. Projeções populacionais para o cenário atual (2018) e para os cenários socioeconômicos futuros;
3. Demanda de água para o abastecimento urbano e rural e suas projeções;
4. Índices de tratamento por município, considerando as parcelas da população urbana sem coleta e sem tratamento, atendidas por solução individual (fossa), com coleta e sem tratamento e com coleta e com tratamento. Fonte: Atlas Esgotos (ANA, 2017);
5. Localização das Estações de Tratamento de Efluentes para alocação das cargas remanescentes das ETEs. Fonte: Atlas Esgotos (ANA, 2017).


O primeiro passo foi a definição dos valores de carga potencial per capita a partir de pesquisa em referências bibliográficas. Com base na relação apresentada em Von Sperling (2014), foram definidos os valores a serem aplicados na RH-IV, sendo listados no Quadro 3.33.



Quadro 3.33 – Relação das cargas per capita e concentração no efluente doméstico dos parâmetros a serem simulados no modelo

Parâmetro		Carga per capita (g/hab. dia)
DBO		54
Fósforo orgânico		0,8
Fósforo inorgânico		1,7
Nitrogênio	Nitrogênio orgânico	3,5
	Amônia	4,5
	Nitrato	0
	Nitrato	0
Coliformes fecais*		1.600

*valor da carga em NMP/dia


Fonte: Von Sperling (2014).



<p>Elaborado por:</p> 	<p>Nº da revisão</p> <p>03</p>	<p>Revisado por:</p>	<p>Aprovado por:</p>	<p>PF-02</p> <p>AGVP_PARAIBA_PF2_Dlg_Prog_RHIV_Rev03</p>	<p>117/210</p>
---	--------------------------------	----------------------	----------------------	--	----------------

	PF-02 – Diagnóstico e Prognóstico COMPLEMENTAÇÃO E FINALIZAÇÃO DO PLANO INTEGRADO DE RECURSOS HÍDRICOS DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO PARAÍBA DO SUL - PIRH-PS E ELABORAÇÃO DOS PLANOS DE RECURSOS HÍDRICOS DAS BACIAS HIDROGRÁFICAS AFLUENTES	Tipo de Documento: Relatório Técnico	
		Cód. do Documento: AGVP_PARAIBA_PF2_D lg_Prog_RHIV_Rev03	

A carga total produzida pela população urbana foi então distribuída em carga coletada e tratada, carga coletada e não tratada, carga tratada em solução individual (fossas sépticas e sumidouros) e carga não tratada aplicando-se os índices de atendimento definidos no Atlas Esgotos – Despoluição das Bacias Hidrográficas (ANA, 2017). Considerou-se que a carga produzida pela população rural é destinada em sua totalidade a algum tipo de solução individual.

O Quadro 3.34 apresenta os indicadores de atendimento dos serviços de esgotamento sanitário nas áreas urbanas, por município, obtidos do Atlas Esgotos – Despoluição das Bacias Hidrográficas (ANA, 2017).


Elaborado por: 	Nº da revisão 03	Revisado por:	Aprovado por:	PF-02 AGVP_PARAIBA_PF2_Dlg_Prog_RHIV_Rev03	118/210
---	---------------------	---------------	---------------	---	---------



	<p>PF-02 – Diagnóstico e Prognóstico</p> <p>COMPLEMENTAÇÃO E FINALIZAÇÃO DO PLANO INTEGRADO DE RECURSOS HÍDRICOS DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO PARAÍBA DO SUL - PIRH-PS E ELABORAÇÃO DOS PLANOS DE RECURSOS HÍDRICOS DAS BACIAS HIDROGRÁFICAS AFLUENTES</p>	<p>Tipo de Documento: Relatório Técnico</p>	
		<p>Cód. do Documento: AGVP_PARAIBA_PF2_Dlg_Prog_RHIV_Rev03</p>	

Quadro 3.34 – População e indicadores de atendimento dos serviços de esgotamento sanitário por município da RH-IV

Município	População Total (2018)	População Urbana (2018)	Rede de Coleta - Sem Tratamento (2013)	Rede de Coleta - Com Tratamento (2013)	Solução Individual (2013)	Sem Coleta e Tratamento (2013)
Areal	12.480	10.647	38,40%	0,00%	12,70%	48,90%
Carmo	18.945	14.972	78,20%	0,00%	4,40%	17,50%
Paraíba do Sul	43.591	38.328	86,30%	0,00%	2,50%	11,30%
Paty do Alferes	27.016	19.463	49,10%	0,00%	20,60%	30,30%
Petrópolis	302.092	287.777	18,60%	74,40%	7,00%	0,00%
São José do Vale do Rio Preto	21.047	9.056	30,10%	0,00%	19,90%	50,00%
Sapucaia	17.636	13.636	83,90%	0,00%	1,40%	14,80%
Sumidouro	15.358	5.918	39,00%	1,30%	8,70%	51,10%
Teresópolis	180.891	163.315	38,30%	0,00%	32,90%	28,90%
Três Rios	80.494	79.081	79,20%	19,80%	1,00%	0,00%

Fonte: Atlas Esgotos – Despoluição de Bacias Hidrográficas (ANA, 2017).

<p>Elaborado por:</p> 	<p>Nº da revisão</p> <p>03</p>	<p>Revisado por:</p>	<p>Aprovado por:</p>	<p>PF-02</p> <p>AGVP_PARAIBA_PF2_Dlg_Prog_RHIV_Rev03</p>	<p>119/210</p>
---	--------------------------------	----------------------	----------------------	--	----------------

	<p>PF-02 – Diagnóstico e Prognóstico</p> <p>COMPLEMENTAÇÃO E FINALIZAÇÃO DO PLANO INTEGRADO DE RECURSOS HÍDRICOS DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO PARAÍBA DO SUL - PIRH-PS E ELABORAÇÃO DOS PLANOS DE RECURSOS HÍDRICOS DAS BACIAS HIDROGRÁFICAS AFLUENTES</p>	<p>Tipo de Documento: Relatório Técnico</p> <p>Cód. do Documento: AGVP_PARAIBA_PF2_D lg_Prog_RHIV_Rev03</p>	
---	--	---	---

Para inserir as informações de abatimento das cargas potenciais, é necessário definir as eficiências de tratamento das estações, além das eficiências de remoção de carga em fossas ou soluções individuais. Algumas unidades apresentam a informação da eficiência de remoção da DBO, porém ainda restam as eficiências de remoção dos demais parâmetros a serem considerados no modelo. A partir das eficiências típicas de tratamento em ETEs da região, adotou-se os seguintes valores de eficiência para cada parâmetro, além das eficiências para os demais tipos de solução de esgotamento (Quadro 3.35).

Quadro 3.35 – Eficiências adotadas por tipo de solução de esgotamento sanitário

Parâmetro	Eficiência por tipo de solução (%)	
	Coletado e tratado	Solução individual
DBO*	Variável de acordo com a estação	40%
Coliformes**	99%	80%
Fósforo total**	35%	20%
Nitrogênio total**	50 - 60%	20%


Fonte: (*) Atlas Esgotos – Despoluição de Bacias Hidrográficas (ANA, 2017)
(**) Von Sperling (2005).



A partir da população estimada para o cenário atual (2018) em cada município, utilizando-se também índices de tratamento por município, foram calculadas as cargas potenciais e remanescentes a nível municipal. A carga potencial é dada em função da carga per capita e da população total do município, conforme a equação:

$$Wpot_{p,m} = Pt_m * Wu_p \quad (1)$$

Onde $Wpot_{p,m}$ é a carga potencial do parâmetro p e microbacia m, Pt_m é a população total do município e Wu_p é a carga per capita do parâmetro p. A carga remanescente é obtida de forma similar, conforme os índices de atendimento por tipo de solução para a população urbana. Para a população rural, considerou-se que 100% da mesma utiliza sistemas de soluções individuais como solução de atendimento. O percentual remanescente será então dado pela equação:

$$Wrem_{p,m} = Purb_m * Wu_p * I_{trat,m} * (1 - E_{ETE,p}) + Purb_m * Wu_p * I_{fossa,m} * (1 - E_{fossa,p}) + Prur_m * Wu_p * (1 - E_{fossa,p}) \quad (2)$$

<p>Elaborado por:</p> 	<p>Nº da revisão</p> <p>03</p>	<p>Revisado por:</p>	<p>Aprovado por:</p>	<p>PF-02</p> <p>AGVP_PARAIBA_PF2_Dlg_Prog_RHIV_Rev03</p>	<p>120/210</p>
---	--------------------------------	----------------------	----------------------	--	----------------

	<p>PF-02 – Diagnóstico e Prognóstico</p> <p>COMPLEMENTAÇÃO E FINALIZAÇÃO DO PLANO INTEGRADO DE RECURSOS HÍDRICOS DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO PARAÍBA DO SUL - PIRH-PS E ELABORAÇÃO DOS PLANOS DE RECURSOS HÍDRICOS DAS BACIAS HIDROGRÁFICAS AFLUENTES</p>	<p>Tipo de Documento: Relatório Técnico</p> <p>Cód. do Documento: AGVP_PARAIBA_PF2_D lg_Prog_RHIV_Rev03</p>	
---	--	---	---

Onde $Purb_m$ é a população urbana, $I_{trat,m}$ é o percentual da população urbana servidos com coleta e tratamento de esgotos, $E_{ETE,p}$ é a eficiência da ETE para o parâmetro, $I_{fossa,m}$ é o percentual da população urbana que utiliza fossa como solução, $E_{fossa,p}$ é a eficiência de remoção por fossa, $I_{ntrat,m}$ é o percentual da população do município desprovido de coleta e tratamento, ou que possui coleta mas que não é tratado posteriormente.


Sendo assim, a seguir são apresentados os valores de carga potencial, tratada, não tratada (encaminhada para fossa) e lançada por município situado na área urbana e os valores de carga potencial e tratada por município geradas na área rural, tendo em vista a consideração de que o esgoto doméstico gerado pela população rural é destinado em sua totalidade a algum tipo de solução individual. A estimativa das cargas geradas no ano de 2018 foi realizada para a matéria orgânica (DBO), fósforo total (PT), coliformes e nitrogênio total (NT).

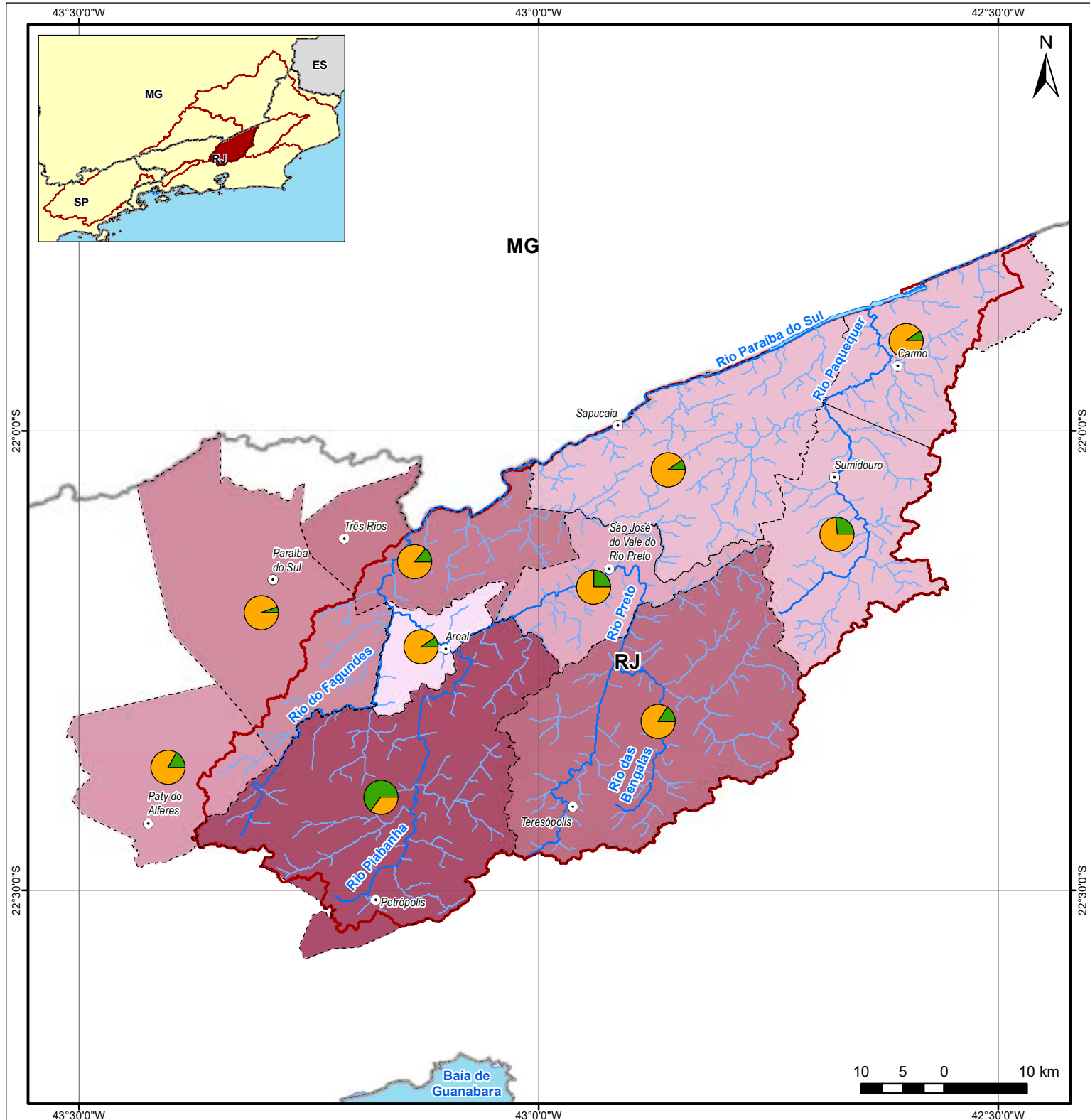
3.6.6.1 Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO)

As cargas poluidoras aqui apresentadas por município serão consideradas como lançamento na modelagem qualitativa, apresentada no item 3.6.7. Para a modelagem qualitativa, será feita a espacialização desses dados nas otobacias que compõem a RH-IV, a partir da utilização dos setores censitários do IBGE, menor unidade territorial formada por área contínua.

O Mapa 3.22 apresenta o percentual de carga orgânica tratada e não tratada da população interna à RH-IV, por município. O Mapa 3.23, por sua vez, apresenta a carga orgânica lançada em cada município na RH-IV.

Observa-se que Petrópolis é o município da RH-IV que apresenta o índice de tratamento de esgoto mais alto da região, de 66%, contudo, o lançamento de matéria orgânica ainda é bastante expressivo. No geral, o percentual de tratamento de esgoto na RH-IV ainda é muito baixo, com os maiores lançamentos de matéria orgânica ocorrendo nos municípios de Petrópolis, Três Rios e Teresópolis.

<p>Elaborado por:</p> 	<p>Nº da revisão</p> <p>03</p>	<p>Revisado por:</p>	<p>Aprovado por:</p>	<p>PF-02</p> <p>AGVP_PARAIBA_PF2_Dlg_Prog_RHIV_Rev03</p>	<p>121/210</p>
---	--------------------------------	----------------------	----------------------	--	----------------



LEGENDA

	Sede Municipal		Limite Estadual		Carga de DBO Tratada Não tratada
	Hidrografia		População (2018)		
	Rios Principais				
	Massa D'água				
	Piabanha				
	Limite Municipal				

Execução:



Apoio Técnico:



Realização:



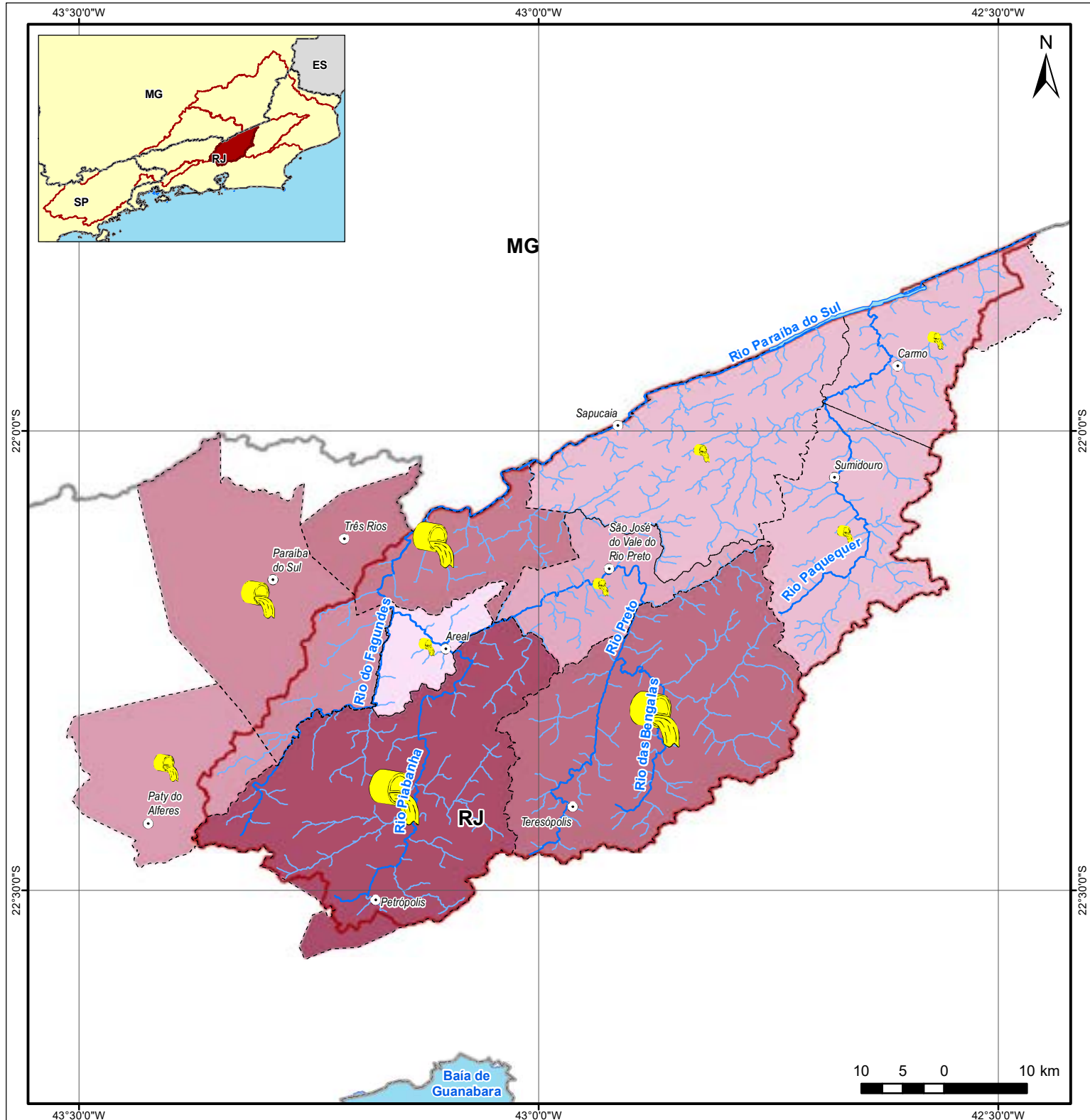
**PLANO DE BACIA
HIDROGRÁFICA DA
REGIÃO HIDROGRÁFICA
DO RIO PIABANHA E SUB-BACIAS
HIDROGRÁFICAS DOS RIOS
PAQUEQUER E PRETO**

Mapa 3.22 – Percentual de carga orgânica tratada e não tratada da população interna à RH-IV, por município

Sistema de Coordenadas Geográficas:
DATUM SIRGAS 2000
Escala: 1:650.000

Fonte de Dados:
- Sede municipal: IBGE, 2010
- Limite municipal: IBGE, 2010
- Limite estadual: IBGE, 2010
- Hidrografia: ANA, 2013
- Limite da bacia: CEIVAP, 2015

- Carga potencial e população:
Calculado a partir do Atlas de
esgotos (ANA, 2017), 2018



LEGENDA

Sede Municipal	Limite Estadual	25.010 - 30.000	Carga lançada de DBO (kg/dia), não tratada	3.001 - 5.000
Hidrografia	População (2018)	30.010 - 50.000	577 - 1.000	
Rios Principais	12.480	50.010 - 100.000	1.001 - 2.000	5.001 - 7.684
Massa D'água	15.010 - 20.000	100.100 - 200.000	2.001 - 3.000	
Piabanha	20.010 - 25.000	250.100 - 302.100		
Limite Municipal				

Execução:



Apoio Técnico:



Realização:





**PLANO DE BACIA
HIDROGRÁFICA DA
REGIÃO HIDROGRÁFICA
DO RIO PIABANHA E SUB-BACIAS
HIDROGRÁFICAS DOS RIOS
PAQUEQUER E PRETO**

**Mapa 3.23 – Carga orgânica lançada
em cada município na RH-IV**

Sistema de Coordenadas Geográficas:
DATUM SIRGAS 2000
Escala: 1:650.000

Fonte de Dados:
- Sede municipal: IBGE, 2010
- Limite municipal: IBGE, 2010
- Limite estadual: IBGE, 2010
- Hidrografia: ANA, 2013
- Limite da bacia: CEIVAP, 2015

- Carga potencial e população:
Calculado a partir do Atlas de
esgotos (ANA, 2017), 2018


	PF-02 – Diagnóstico e Prognóstico COMPLEMENTAÇÃO E FINALIZAÇÃO DO PLANO INTEGRADO DE RECURSOS HÍDRICOS DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO PARAÍBA DO SUL - PIRH-PS E ELABORAÇÃO DOS PLANOS DE RECURSOS HÍDRICOS DAS BACIAS HIDROGRÁFICAS AFLUENTES	Tipo de Documento: Relatório Técnico	
		Cód. do Documento: AGVP_PARAIBA_PF2_D lg_Prog_RHIV_Rev03	

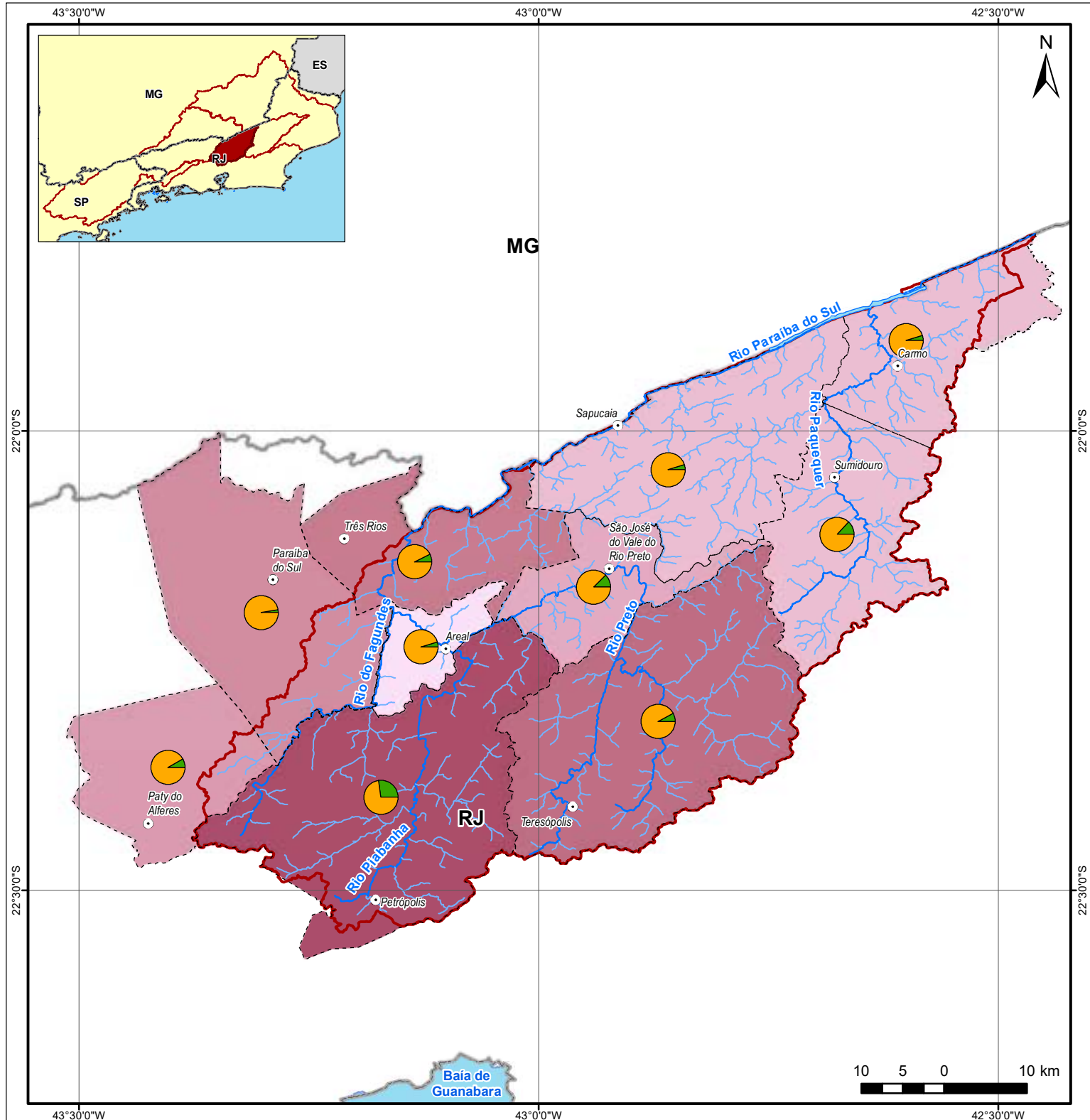
3.6.6.2 Fósforo Total (PT)

O fósforo, assim como o nitrogênio, é um nutriente com baixa biodegradabilidade, por isso, é mais difícil ter resultados satisfatórios nos processos convencionais de tratamento de esgoto. Os processos físico-químicos, de forma geral, não são tão eficientes para remoção de fósforo. Nesse estudo, foram adotados índices de eficiência na remoção de fósforo de 35% para as ETEs e 20% para soluções individuais.

O Mapa 3.24 apresenta o percentual de fósforo total tratado e não tratado da população interna à RH-IV, por município. O Mapa 3.25, por sua vez, apresenta a carga de fósforo total lançada em cada município na RH-IV.

Assim sendo, os municípios da RH-IV onde são verificados os maiores lançamentos de fósforo (acima de 100 kg/dia) na área urbana são os municípios de Petrópolis, e Teresópolis. O município de Três Rios também lança uma significativa carga de fósforo (72,73 kg/dia). Já os municípios Sumidouro e São José do Vale do Rio Preto apresentam uma carga de fósforo lançada abaixo de 10 kg/dia, de 5,56 e 9,03 kg/dia, respectivamente.

Elaborado por: 	Nº da revisão 03	Revisado por:	Aprovado por:	PF-02 AGVP_PARAIBA_PF2_Dlg_Prog_RHIV_Rev03	124/210
---	---------------------	---------------	---------------	---	---------



LEGENDA

Sede Municipal	Limite Estadual	25.010 - 30.000	Carga de Fósforo Total
Hidrografia	População (2018)	30.010 - 50.000	
Rios Principais	12.480	50.010 - 100.000	Tratada
Massa D'água	15.010 - 20.000	100.100 - 200.000	Não Tratada
Piabanha	20.010 - 25.000	250.100 - 302.100	
Limite Municipal			

Execução:



Apoio Técnico:



Realização:



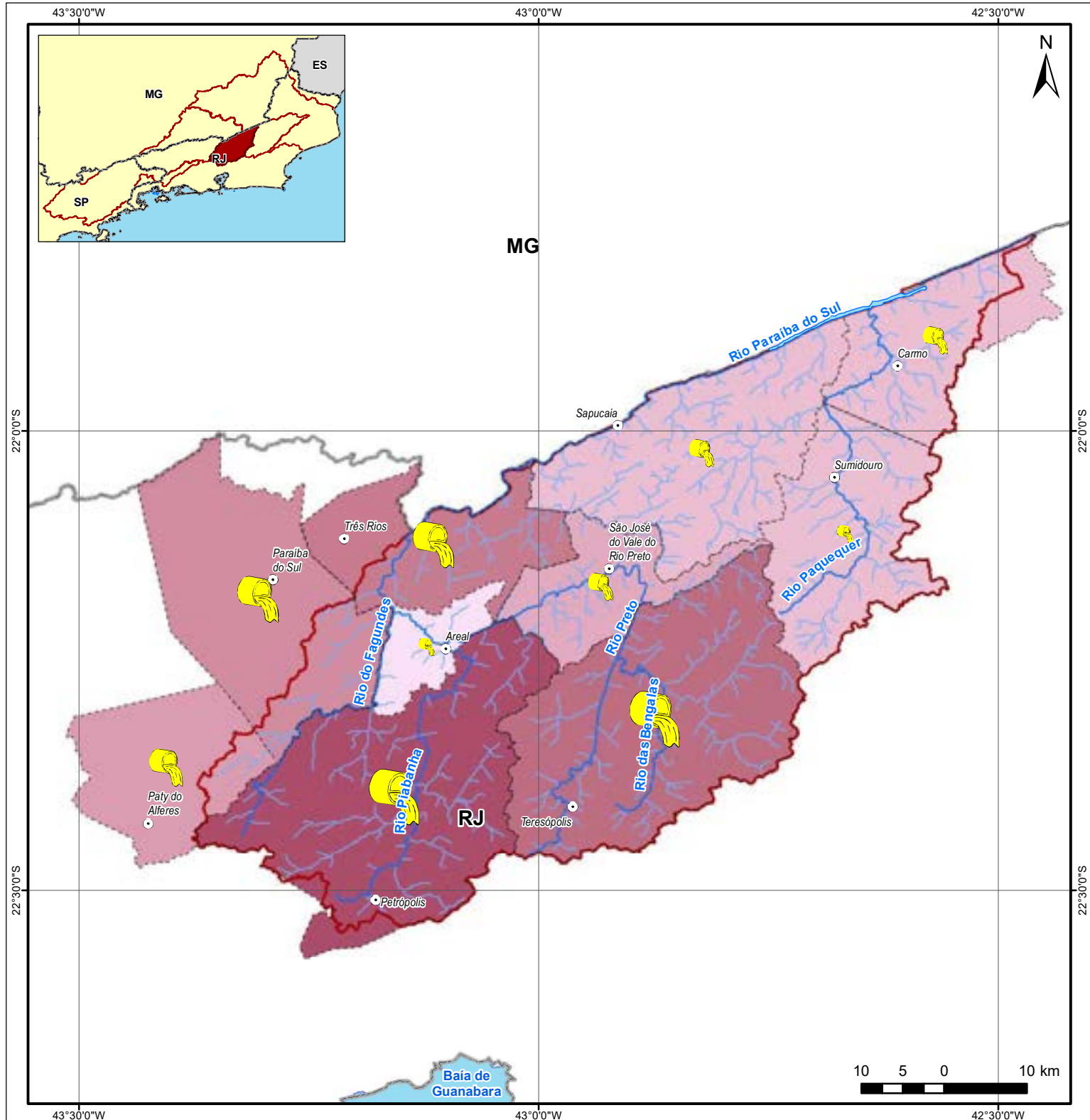
**PLANO DE BACIA
HIDROGRÁFICA DA
REGIÃO HIDROGRÁFICA
DO RIO PIABANHA E SUB-BACIAS
HIDROGRÁFICAS DOS RIOS
PAQUEQUER E PRETO**

Mapa 3.24 – Percentual de fósforo total tratado e não tratado da população interna à RH-IV, por município

Sistema de Coordenadas Geográficas:
DATUM SIRGAS 2000
Escala: 1:650.000

Fonte de Dados:
- Sede municipal: IBGE, 2010
- Limite municipal: IBGE, 2010
- Limite estadual: IBGE, 2010
- Hidrografia: ANA, 2013
- Limite da bacia: CEIVAP, 2015

- Carga potencial e população:
Calculado a partir do Atlas de
esgotos (ANA, 2017), 2018



LEGENDA

	Sede Municipal		Limite Estadual		25.010 - 30.000
	Hidrografia		População (2018)		30.010 - 50.000
	Rios Principais		12.480		50.010 - 100.000
	Massa D'água		15.010 - 20.000		100.100 - 200.000
	Piabanha		20.010 - 25.000		250.100 - 302.100
	Limite Municipal				

Carga lançada de Fósforo Total (kg/dia), não tratado

	11 - 15		41 - 100
	16 - 20		101 - 193
	21 - 40		

Execução:



Apoio Técnico:



Realização:





**PLANO DE BACIA
HIDROGRÁFICA DA
REGIÃO HIDROGRÁFICA
DO RIO PIABANHA E SUB-BACIAS
HIDROGRÁFICAS DOS RIOS
PAQUEQUER E PRETO**

Mapa 3.25 – Carga de fósforo total lançada em cada município na RH-IV

Sistema de Coordenadas Geográficas:
DATUM SIRGAS 2000
Escala: 1:650.000

Fonte de Dados:
- Sede municipal: IBGE, 2010
- Limite municipal: IBGE, 2010
- Limite estadual: IBGE, 2010
- Hidrografia: ANA, 2013
- Limite da bacia: CEIVAP, 2015

- Carga potencial e população:
Calculado a partir do Atlas de
esgotos (ANA, 2017), 2018


	<p>PF-02 – Diagnóstico e Prognóstico</p> <p>COMPLEMENTAÇÃO E FINALIZAÇÃO DO PLANO INTEGRADO DE RECURSOS HÍDRICOS DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO PARAÍBA DO SUL - PIRH-PS E ELABORAÇÃO DOS PLANOS DE RECURSOS HÍDRICOS DAS BACIAS HIDROGRÁFICAS AFLUENTES</p>	<p>Tipo de Documento: Relatório Técnico</p> <p>Cód. do Documento: AGVP_PARAIBA_PF2_D lg_Prog_RHIV_Rev03</p>	
---	--	---	---

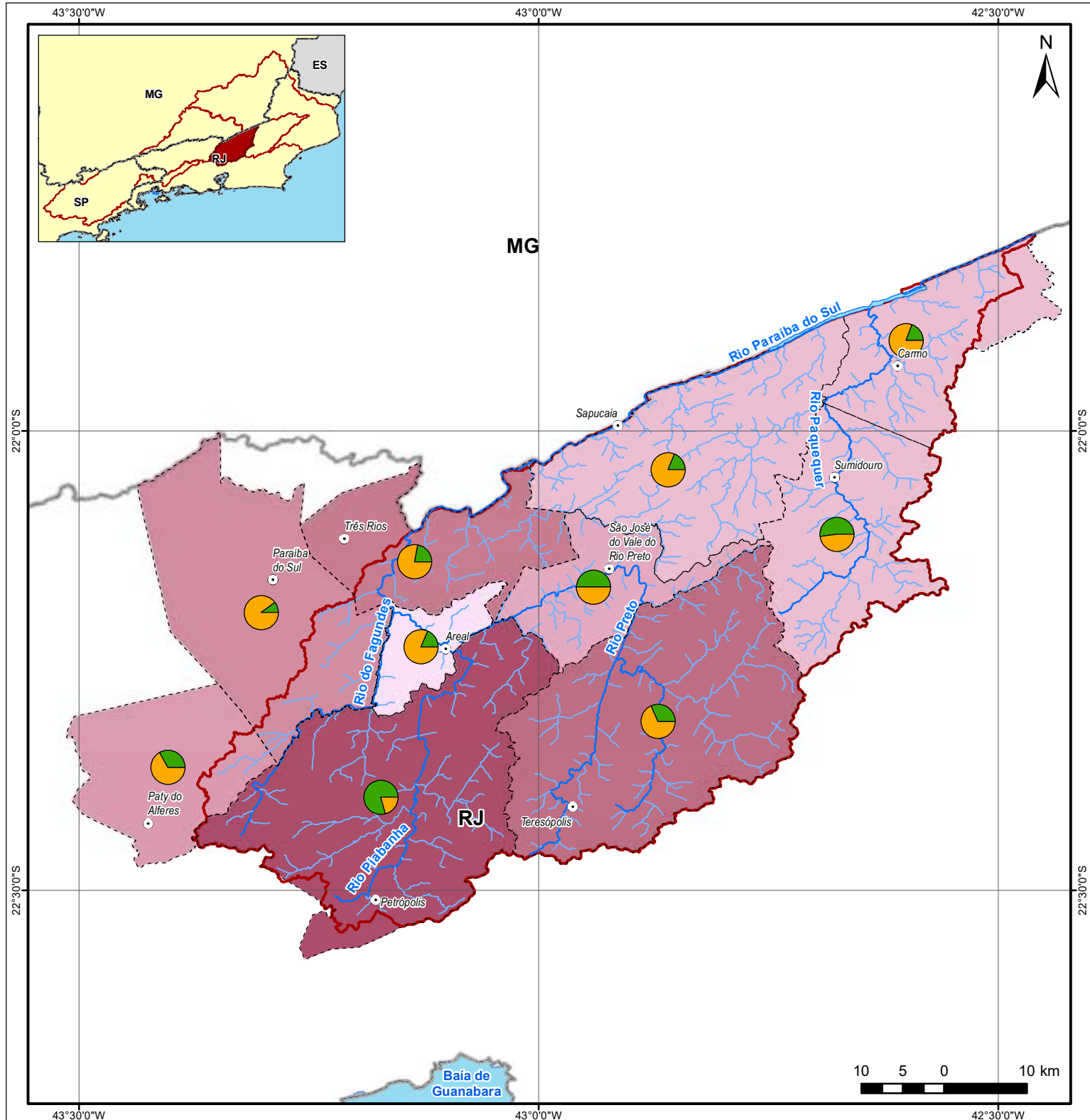
3.6.6.3 Coliformes Termotolerantes

Os esgotos apresentam em sua composição, além da grande quantidade de matéria orgânica e nutrientes, microrganismos patogênicos e substâncias químicas tóxicas, que são prejudiciais à saúde e ao meio ambiente. O Mapa 3.26 apresenta a carga de coliformes termotolerantes tratada e não tratada da população interna à RH-IV, por município. O Mapa 3.27, por sua vez, apresenta a carga de coliformes lançada em cada município da região hidrográfica.

No Mapa 3.26 pode-se observar que nos municípios que possuem altos índices de tratamento de esgoto, a remoção de coliformes termotolerantes é alta, uma vez que a eficiência de remoção de coliformes tende a ser da ordem de 99% nos processos de tratamento convencionais usualmente utilizados (tratamento secundário). Contudo, ainda resta um grande número de organismos patogênicos no efluente tratado, cuja remoção só é possível utilizando-se tratamento terciário. Como exemplos de tratamento terciário cita-se: desinfecção com cloro, ozônio, dióxido de cloro, permanganato de potássio, cloraminas, ozônio/peróxido de hidrogênio ou radiação ultravioleta.

Os municípios onde são verificadas as maiores cargas lançadas de coliformes termotolerantes (acima de $5,30 \times 10^{-12}$ NMP/dia) na RH-IV são Teresópolis, Três Rios e Petrópolis.

<p>Elaborado por:</p> 	<p>Nº da revisão</p> <p>03</p>	<p>Revisado por:</p>	<p>Aprovado por:</p>	<p>PF-02</p> <p>AGVP_PARAIBA_PF2_Dlg_Prog_RHIV_Rev03</p>	<p>127/210</p>
---	--------------------------------	----------------------	----------------------	--	----------------



LEGENDA

- Sede Municipal
- Hidrografia
- Rios Principais
- Massa D'água
- Piabanha
- Limite Municipal

- Limite Estadual
- População (2018)**
- 12.480
- 15.010 - 20.000
- 20.010 - 25.000

- 25.010 - 30.000
- 30.010 - 50.000
- 50.010 - 100.000
- 100.100 - 200.000
- 250.100 - 302.100

Carga de Coliformes Termotolerantes

- Tratada
- Não Tratada

Execução:



Apoio Técnico:



Realização:



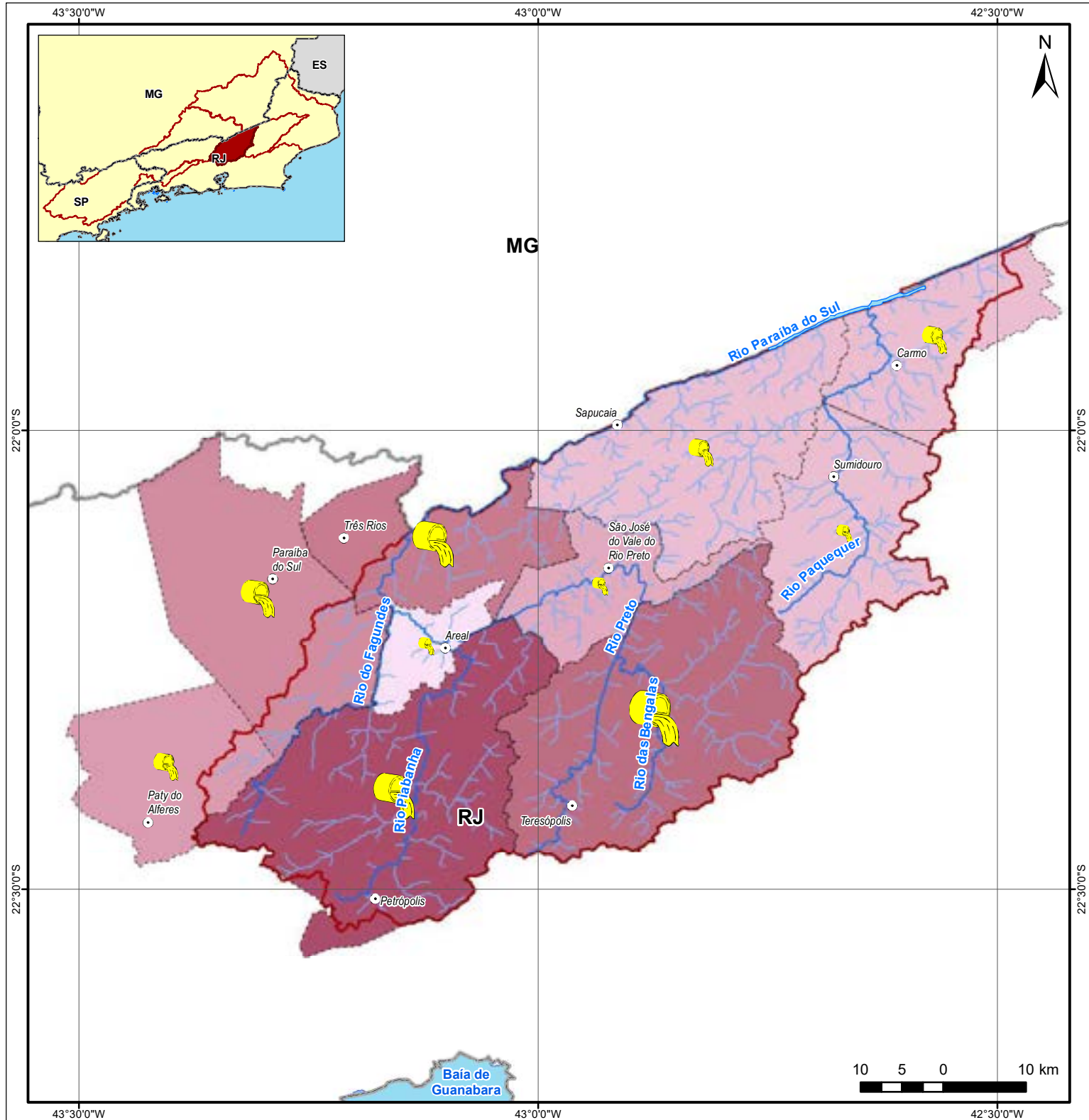
**PLANO DE BACIA
HIDROGRÁFICA DA
REGIÃO HIDROGRÁFICA
DO RIO PIABANHA E SUB-BACIAS
HIDROGRÁFICAS DOS RIOS
PAQUEQUER E PRETO**

Mapa 3.26 – Percentual de carga de coliformes termotolerantes tratada e não tratada da população interna à RH-IV, por município

Sistema de Coordenadas Geográficas:
DATUM SIRGAS 2000
Escala: 1:650.000

Fonte de Dados:
- Sede municipal: IBGE, 2010
- Limite municipal: IBGE, 2010
- Limite estadual: IBGE, 2010
- Hidrografia: ANA, 2013
- Limite da bacia: CEIVAP, 2015

- Carga potencial e população:
Calculado a partir do Atlas de
esgotos (ANA, 2017), 2018



LEGENDA

	Sede Municipal		Limite Estadual		25.010 - 30.000
	Hidrografia	População (2018)			30.010 - 50.000
	Rios Principais		12.480		50.010 - 100.000
	Massa D'água		15.010 - 20.000		100.100 - 200.000
	Piabanha		20.010 - 25.000		250.100 - 302.100
	Limite Municipal				

Carga lançada de Coliformes Termotolerantes (NMP/dia), não tratados

	7 - 10		41 - 80
	11 - 20		81 - 115
	21 - 40		

Execução:



Apoio Técnico:



Realização:





**PLANO DE BACIA
HIDROGRÁFICA DA
REGIÃO HIDROGRÁFICA
DO RIO PIABANHA E SUB-BACIAS
HIDROGRÁFICAS DOS RIOS
PAQUEQUER E PRETO**

**Mapa 3.27 – Carga de coliformes lançada
em cada município na RH-IV**

Sistema de Coordenadas Geográficas:
DATUM SIRGAS 2000
Escala: 1:650.000

Fonte de Dados:
- Sede municipal: IBGE, 2010
- Limite municipal: IBGE, 2010
- Limite estadual: IBGE, 2010
- Hidrografia: ANA, 2013
- Limite da bacia: CEIVAP, 2015

- Carga potencial e população:
Calculado a partir do Atlas de
esgotos (ANA, 2017), 2018


	<p>PF-02 – Diagnóstico e Prognóstico</p> <p>COMPLEMENTAÇÃO E FINALIZAÇÃO DO PLANO INTEGRADO DE RECURSOS HÍDRICOS DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO PARAÍBA DO SUL - PIRH-PS E ELABORAÇÃO DOS PLANOS DE RECURSOS HÍDRICOS DAS BACIAS HIDROGRÁFICAS AFLUENTES</p>	<p>Tipo de Documento: Relatório Técnico</p>	
		<p>Cód. do Documento: AGVP_PARAIBA_PF2_D lg_Prog_RHIV_Rev03</p>	

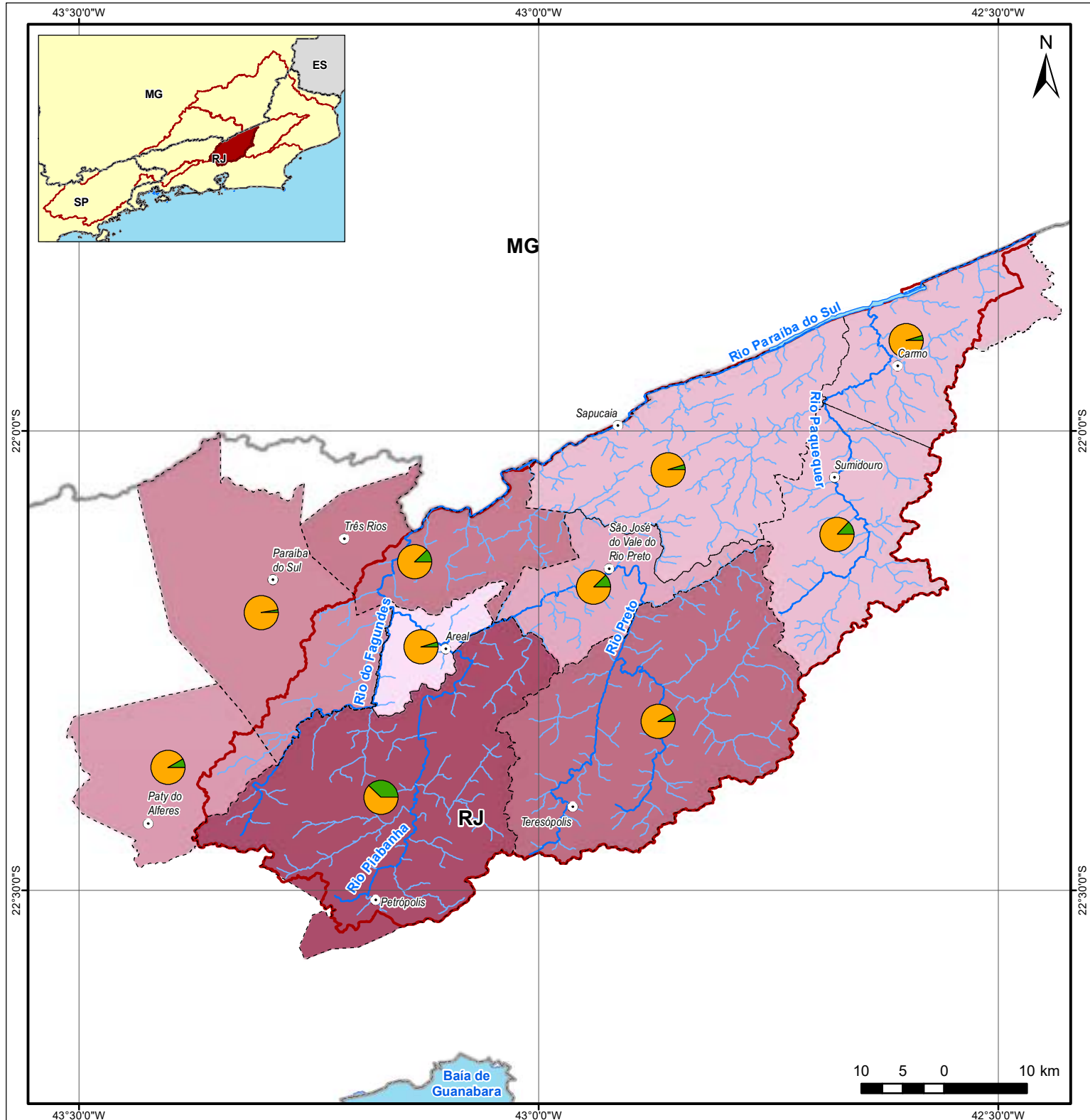
3.6.6.4 Nitrogênio Total (NT)

Conforme informado, o nitrogênio, assim como o fósforo, é um nutriente com baixa biodegradabilidade, por isso, é mais difícil ter resultados satisfatórios nos processos convencionais de tratamento de esgoto. Contudo, a eficiência de remoção de nitrogênio ainda é ligeiramente superior à eficiência de remoção de fósforo nos processos de tratamento convencionais usualmente utilizados (tratamento secundário). Nesse estudo, foram adotados índices de eficiência na remoção de nitrogênio entre 50-60% para as ETEs e 20% para soluções individuais.

O Mapa 3.28 apresenta o percentual de nitrogênio total tratado e não tratado da população interna à RH-IV, por município. O Mapa 3.29, por sua vez, apresenta a carga de nitrogênio total lançada em cada município da RH-IV.

Ainda assim, em muitos municípios são verificadas altas cargas de lançamento de nitrogênio. Os municípios da RH-IV onde são verificados os maiores lançamentos de nitrogênio (acima de 500 kg/dia) são Petrópolis, Teresópolis e Três Rios.

<p>Elaborado por:</p> 	<p>Nº da revisão</p> <p>03</p>	<p>Revisado por:</p>	<p>Aprovado por:</p>	<p>PF-02</p> <p>AGVP_PARAIBA_PF2_Dlg_Prog_RHIV_Rev03</p>	<p>130/210</p>
---	--------------------------------	----------------------	----------------------	--	----------------



LEGENDA

	Sede Municipal		Limite Estadual		25.010 - 30.000	Carga de Nitrogênio Total Tratada Não Tratada
	Hidrografia		População (2018)		12.480	
	Rios Principais		15.010 - 20.000		20.010 - 25.000	
	Massa D'água		20.010 - 25.000		25.010 - 30.000	
	Piabonha		20.010 - 25.000		25.010 - 30.000	
	Limite Municipal		20.010 - 25.000		25.010 - 30.000	

Execução:



Apoio Técnico:



Realização:



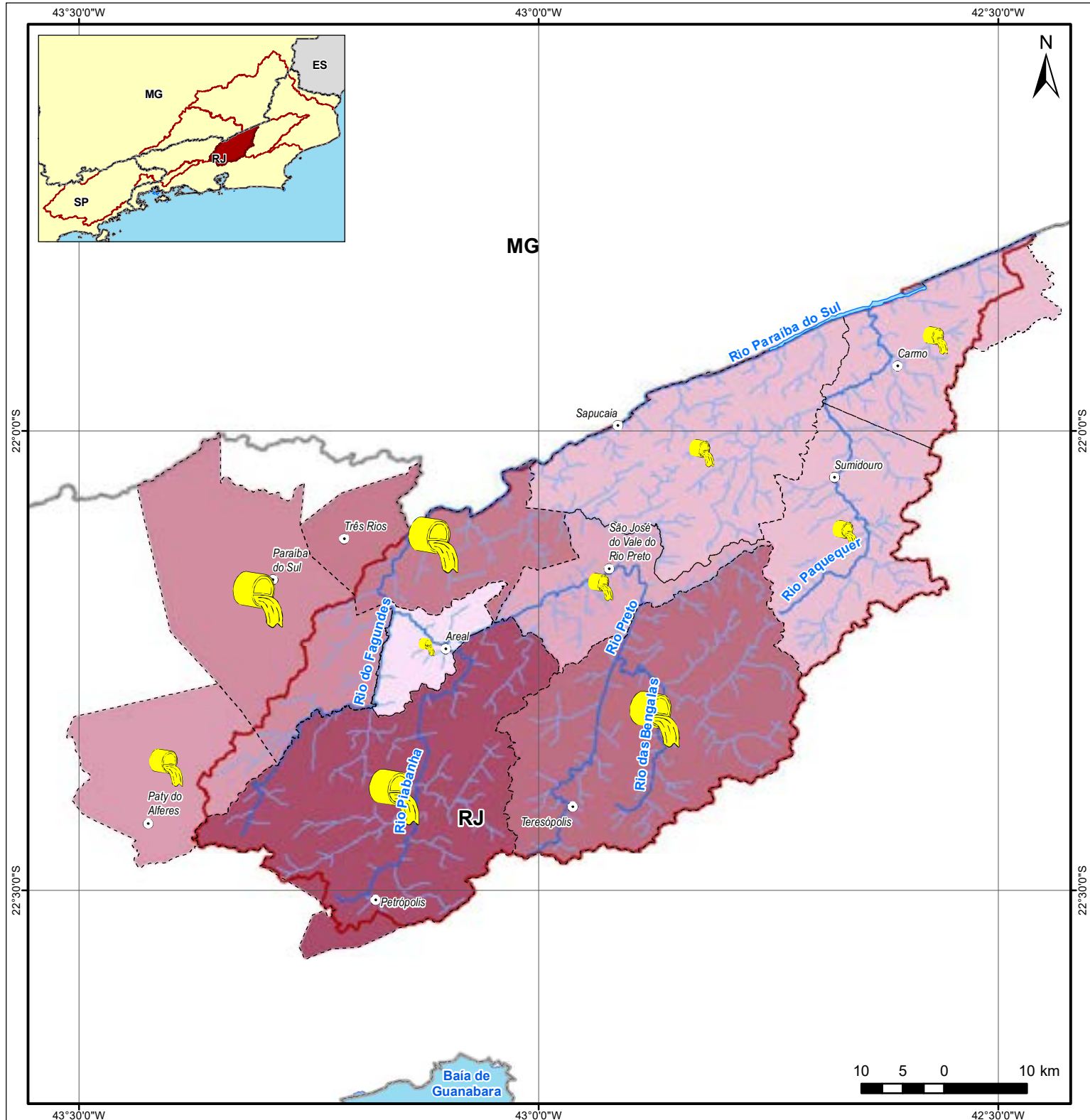
**PLANO DE BACIA
HIDROGRÁFICA DA
REGIÃO HIDROGRÁFICA
DO RIO PIABANHA E SUB-BACIAS
HIDROGRÁFICAS DOS RIOS
PAQUEQUER E PRETO**

Mapa 3.28 – Percentual de nitrogênio total tratado e não tratado da população interna à RH-IV, por município

Sistema de Coordenadas Geográficas:
DATUM SIRGAS 2000
Escala: 1:650.000

Fonte de Dados:
- Sede municipal: IBGE, 2010
- Limite municipal: IBGE, 2010
- Limite estadual: IBGE, 2010
- Hidrografia: ANA, 2013
- Limite da bacia: CEIVAP, 2015

- Carga potencial e população:
Calculado a partir do Atlas de
esgotos (ANA, 2017), 2018



LEGENDA

	Sede Municipal		Limite Estadual		25.010 - 30.000
	Hidrografia	População (2018)			30.010 - 50.000
	Rios Principais		12.480		50.010 - 100.000
	Massa D'água		15.010 - 20.000		100.100 - 200.000
	Piabanha		20.010 - 25.000		250.100 - 302.100
	Limite Municipal				

Carga lançada de Nitrogênio Total (kg/dia), não tratado

	90 - 100		201 - 250
	101 - 150		251 - 1.313
	151 - 200		

Execução:



Apoio Técnico:



Realização:





**PLANO DE BACIA
HIDROGRÁFICA DA
REGIÃO HIDROGRÁFICA
DO RIO PIABANHA E SUB-BACIAS
HIDROGRÁFICAS DOS RIOS
PAQUEQUER E PRETO**

Mapa 3.29 – Carga de nitrogênio total lançada em cada município na RH-IV

Sistema de Coordenadas Geográficas:
DATUM SIRGAS 2000
Escala: 1:650.000

Fonte de Dados:
- Sede municipal: IBGE, 2010
- Limite municipal: IBGE, 2010
- Limite estadual: IBGE, 2010
- Hidrografia: ANA, 2013
- Limite da bacia: CEIVAP, 2015

- Carga potencial e população:
Calculado a partir do Atlas de
esgotos (ANA, 2017), 2018

	<p>PF-02 – Diagnóstico e Prognóstico</p> <p>COMPLEMENTAÇÃO E FINALIZAÇÃO DO PLANO INTEGRADO DE RECURSOS HÍDRICOS DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO PARAÍBA DO SUL - PIRH-PS E ELABORAÇÃO DOS PLANOS DE RECURSOS HÍDRICOS DAS BACIAS HIDROGRÁFICAS AFLUENTES</p>	<p>Tipo de Documento: Relatório Técnico</p> <p>Cód. do Documento: AGVP_PARAIBA_PF2_D lg_Prog_RHIV_Rev03</p>	
---	--	---	---

3.6.7 Balanço Hídrico Qualitativo



Assim como para o balanço hídrico quantitativo, a análise do balanço qualitativo a ser apresentado para a RH-IV também consiste dos resultados apresentados da Bacia Hidrográfica do Rio Paraíba do Sul, adquiridos durante a elaboração do PIRH-PS. Para avaliação do balanço hídrico qualitativo também foi utilizada a ferramenta *WARM-GIS Tools*, que realizou a modelagem dos seguintes parâmetros: demanda bioquímica de oxigênio (DBO), oxigênio dissolvido (OD), fósforo total, coliformes termotolerantes (fecais) ou *E. Coli* e nitrogênio total. Estes parâmetros foram selecionados por serem os principais indicadores da qualidade de água em relação ao tratamento do esgoto doméstico lançado nos corpos hídricos da Bacia Hidrográfica do Rio Paraíba do Sul.

Para calibração do modelo utilizou-se como subsídios a situação da qualidade da água na RH-IV (item 3.6.5) bem como a avaliação das cargas oriundas do esgotamento sanitário (item 3.6.6).


Para a discussão dos resultados da modelagem para o cenário atual (2018), foram definidos pontos diferentes daqueles do balanço hídrico quantitativo, pois optou-se por priorizar os locais onde já existem monitoramentos, além de áreas sujeitas a uma maior degradação dos níveis de qualidade da água. O Quadro 3.36 apresenta a descrição dos pontos de controle de qualidade da água, relacionando-os às respectivas estações de qualidade.

Quadro 3.36 – Descrição dos pontos de controle de qualidade da água para comparação dos resultados do prognóstico qualitativo

Código CP	Código Estação	Curso d'água	Área bacia (km²)	Descrição
PB-11	PB0002	Rio Piabanha	49,9	Jusante mun. Petrópolis
PB-12	SA0100	Rio Santo Antônio	1.18,8	Jusante mun. Petrópolis
PB-13	PQ0113	Rio Paquequer	100,2	Jusante mun. Teresópolis
PB-14	PB0011	Rio Piabanha	2.094,6	Exutório rio Piabanha
PB-15	PS0432	Rio Paraíba do Sul	31.173,3	Próximo ao exutório da RH

	PF-02 – Diagnóstico e Prognóstico COMPLEMENTAÇÃO E FINALIZAÇÃO DO PLANO INTEGRADO DE RECURSOS HÍDRICOS DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO PARAÍBA DO SUL - PIRH-PS E ELABORAÇÃO DOS PLANOS DE RECURSOS HÍDRICOS DAS BACIAS HIDROGRÁFICAS AFLUENTES	Tipo de Documento: Relatório Técnico	
		Cód. do Documento: AGVP_PARAIBA_PF2_D Ig_Prog_RHIV_Rev03	

Os resultados obtidos em cada ponto de controle, caracterizados de acordo com a Resolução CONAMA 357/2005, são apresentados no Quadro 3.37. Nota-se que a RH-IV apresenta nos pontos de controle do rio Piabanha (PB 11) e Paquequer (PB 13) concentrações críticas para DBO (mg/L), OD (mg/L), Fósforo Total (mg/L) e Coliformes Termotolerantes (NMP/100 ml).

Elaborado por: 	Nº da revisão 03	Revisado por:	Aprovado por:	PF-02 AGVP_PARAIBA_PF2_Dlg_Prog_RHIV_Rev03	134/210
---	---------------------	---------------	---------------	---	---------

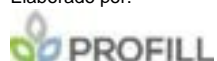
Quadro 3.37 – Concentrações calculadas dos parâmetros no cenário atual nos Pontos de Controle para a vazão Q₉₅

Código CP	Curso d'água	DBO	OD	Fósforo Total	Nitrogênio Amoniacal	Nitrato	Nitrato	Coliformes Termotolerantes
		(mg/L)						(NMP/100mL)
PB-11	Rio Piabanha	11,92	3,73	0,518	2,621	0,139	0,033	15.309
PB-12	Rio Santo Antônio	5,27	7,61	0,103	0,656	0,038	0,020	4.646
PB-13	Rio Paquequer	53,9	1,00	1,17	7,738	0,597	0,225	87.220
PB-14	Rio Piabanha	1,92	8,37	0,068	0,694	0,114	0,352	1.058
PB-15	Rio Paraíba do Sul	0,73	8,23	0,044	0,249	0,044	0,664	1.614

Legenda:

	Classe 1		Classe 2		Classe 3		Classe 4
--	----------	--	----------	--	----------	--	----------

Elaborado por:



Nº da revisão

03



Revisado por:

Aprovado por:

PF-02

AGVP_PARAIBA_Pf2_Dlg_Prog_RHIV_Rev03

135/210

	<p>PP-04 – Plano de Ação da Bacia da Região Hidrográfica do Rio Piabanha e Sub-bacias Hidrográficas dos Rios Paquequer e Preto</p> <p>COMPLEMENTAÇÃO E FINALIZAÇÃO DO PLANO INTEGRADO DE RECURSOS HÍDRICOS DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO PARAÍBA DO SUL - PIRH-PS E ELABORAÇÃO DOS PLANOS DE RECURSOS HÍDRICOS DAS BACIAS HIDROGRÁFICAS AFLUENTES</p>	<p>Tipo de Documento: Relatório Técnico</p> <p>Cód. do Documento: AGVP_PARAIBA_PF2 _Dlg_Prog_RHIV_Rev 03</p>	
---	--	--	---


Do Mapa 3.30 ao Mapa 3.36 são apresentados os resultados da modelagem matemática da qualidade da água, sendo possível visualizar a situação atual da qualidade de água por trechos de rios para os parâmetros DBO, OD, fósforo total, nitrogênio amoniacal, nitrito, nitrato e coliformes termotolerantes considerando a vazão de referência Q_{95} .



Observa-se no Mapa 3.30 que a simulação da qualidade da água para o parâmetro DBO apresentou maior frequência de trechos correspondentes à Classe 1 segundo a Resolução CONAMA nº 357/2005. No entanto, verifica-se que os afluentes na região de Teresópolis e Petrópolis apresentam situação mais crítica correspondendo à Classe 4. Os cursos d'água no entorno de Sumidouro e São José do Vale do Rio Preto apresentam trechos em classe 2 e 3.

Na simulação realizada para o parâmetro OD (Mapa 3.31), verifica-se assim como para o cenário de DBO que maior parte dos trechos correspondem à Classe 1 segundo a Resolução CONAMA nº 357/2005. Apenas a região de Teresópolis e Petrópolis apresenta trecho correspondente à Classe 4. Destaca-se que alguns trechos correspondem à Classe 2 nestas regiões.

Conforme Mapa 3.32, verifica-se na simulação realizada para o parâmetro de fósforo total que em sua maior parte os trechos apresentam Classe 1, segundo a Resolução CONAMA nº 357/2005. Observa-se que há trechos críticos, distribuídos de forma esparsa, na região dos municípios São José do Vale do Rio Preto, Petrópolis e Teresópolis, nas classes 3 e 4, respectivamente.

A simulação da qualidade da água para coliformes termotolerantes permite avaliar a situação atual do saneamento na bacia. Diferentemente dos cenários de DBO, OD e fósforo total, a simulação realizada para o parâmetro de coliformes termotolerantes apresenta com maior frequência trechos correspondentes à Classe 2, 3 e 4, segundo a Resolução CONAMA nº 357/2005. É possível observar no Mapa 3.33 que a situação dos coliformes termotolerantes é crítica na bacia.


<p>Elaborado por:</p> 	<p>Nº da revisão</p> <p>03</p>	<p>Revisado por:</p>	<p>Aprovado por:</p>	<p>PF-02</p> <p>AGVP_PARAIBA_PF2_Dlg_Prog_RHIV_Rev03</p>	<p>136/210</p>
---	--------------------------------	----------------------	----------------------	--	----------------

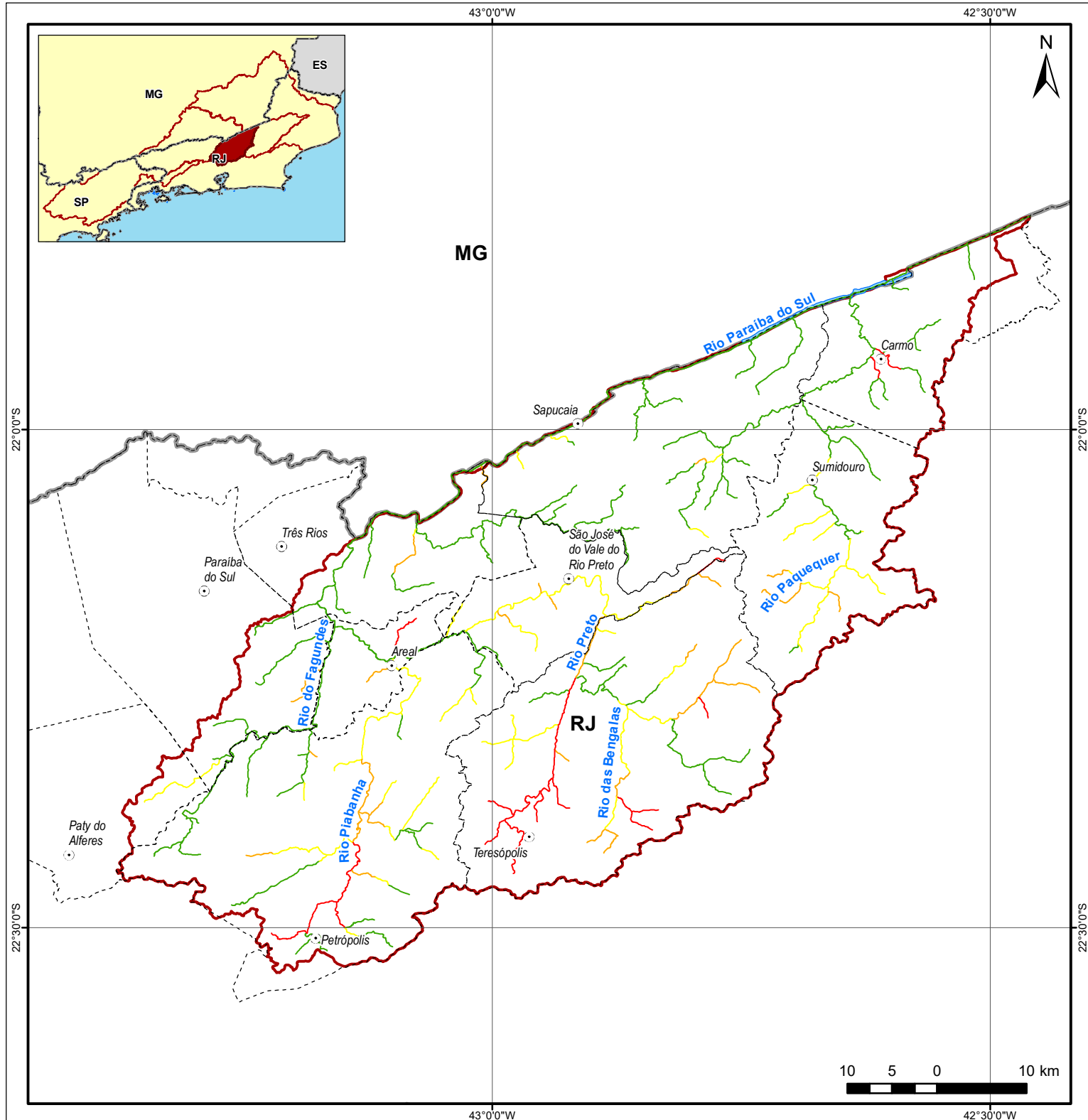
	<p>PP-04 – Plano de Ação da Bacia da Região Hidrográfica do Rio Piabanha e Sub-bacias Hidrográficas dos Rios Paquequer e Preto</p> <p>COMPLEMENTAÇÃO E FINALIZAÇÃO DO PLANO INTEGRADO DE RECURSOS HÍDRICOS DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO PARAÍBA DO SUL - PIRH-PS E ELABORAÇÃO DOS PLANOS DE RECURSOS HÍDRICOS DAS BACIAS HIDROGRÁFICAS AFLUENTES</p>	<p>Tipo de Documento: Relatório Técnico</p> <p>Cód. do Documento: AGVP_PARAIBA_PF2 _Dlg_Prog_RHIV_Rev 03</p>	
---	--	--	---

O Mapa 3.34 apresenta a simulação para o nitrogênio amoniacal. Quando é detectada a existência de nitrogênio amoniacal em um corpo hídrico, significa que próximo ao ponto monitorado existe o lançamento de efluente doméstico. Tendo em vista que a maioria dos trechos de rios está caracterizada como Classe 1 para o nitrogênio amoniacal, de acordo com a Resolução CONAMA nº 357/2005, para avaliação da situação dos rios criou-se uma subdivisão da Classe 1, na qual o azul representa concentrações de nitrogênio amoniacal de até 0,05 mg/L e o verde representa concentrações até 0,1 mg/L. Tal situação ocorre tendo em vista que esses trechos são muito difíceis de simular, pois há muita incerteza devido à baixa vazão e se existem cidades que lançam efluentes. Destaca-se que há trechos correspondente à Classe 3 apenas na região de Teresópolis e Petrópolis, como os demais parâmetros.

Assim como para a simulação de nitrogênio amoniacal, a simulação para o nitrito também seguiu uma subdivisão da Classe 1, conforme Resolução CONAMA nº 357/2005, em virtude de a bacia apresentar trechos correspondentes à Classe 1. As subdivisões da Classe 1 foram classificadas em azul com concentração de nitrito de até 0,05 mg/L, em verde claro com concentração de nitrito entre 0,05 mg/L e 0,1 mg/L e em verde escuro com concentração de nitrito entre 0,1 mg/L até 1 mg/L. Observa-se no Mapa 3.35 que os trechos localizados na região de São José do Vale do Rio Preto e Petrópolis apresentam nitrito com concentração de até 1 mg/L.

Assim como para a análise do nitrito, tendo em vista que todos os trechos de rios estão caracterizados como Classe 1 para nitrato, de acordo com a Resolução CONAMA nº 357/2005, criou-se uma subdivisão da referida classe, na qual o azul representa concentrações de nitrato de até 0,05 mg/L, o verde claro representa concentrações de até 0,1 mg/L e o verde escuro de até 1 mg/L. Observa-se no Mapa 3.36 que o rio Piabanha e Preto até a sua foz apresentam concentração de até 0,1 mg/L de nitrato.

<p>Elaborado por:</p> 	<p>Nº da revisão</p> <p>03</p>	<p>Revisado por:</p>	<p>Aprovado por:</p>	<p>PF-02</p> <p>AGVP_PARAIBA_PF2_Dlg_Prog_RHIV_Rev03</p>	<p>137/210</p>
---	--------------------------------	----------------------	----------------------	--	----------------



LEGENDA

- | | | |
|--|------------------|--|
| | Sede Municipal | Simulação Qualidade Q95 |
| | Massa D'água | Cenário Atual (2018), Parâmetro: DBO |
| | Piabanha | |
| | Limite Municipal | |
| | Limite Estadual | |
| | | |

Execução:



Apoio Técnico:



Realização:

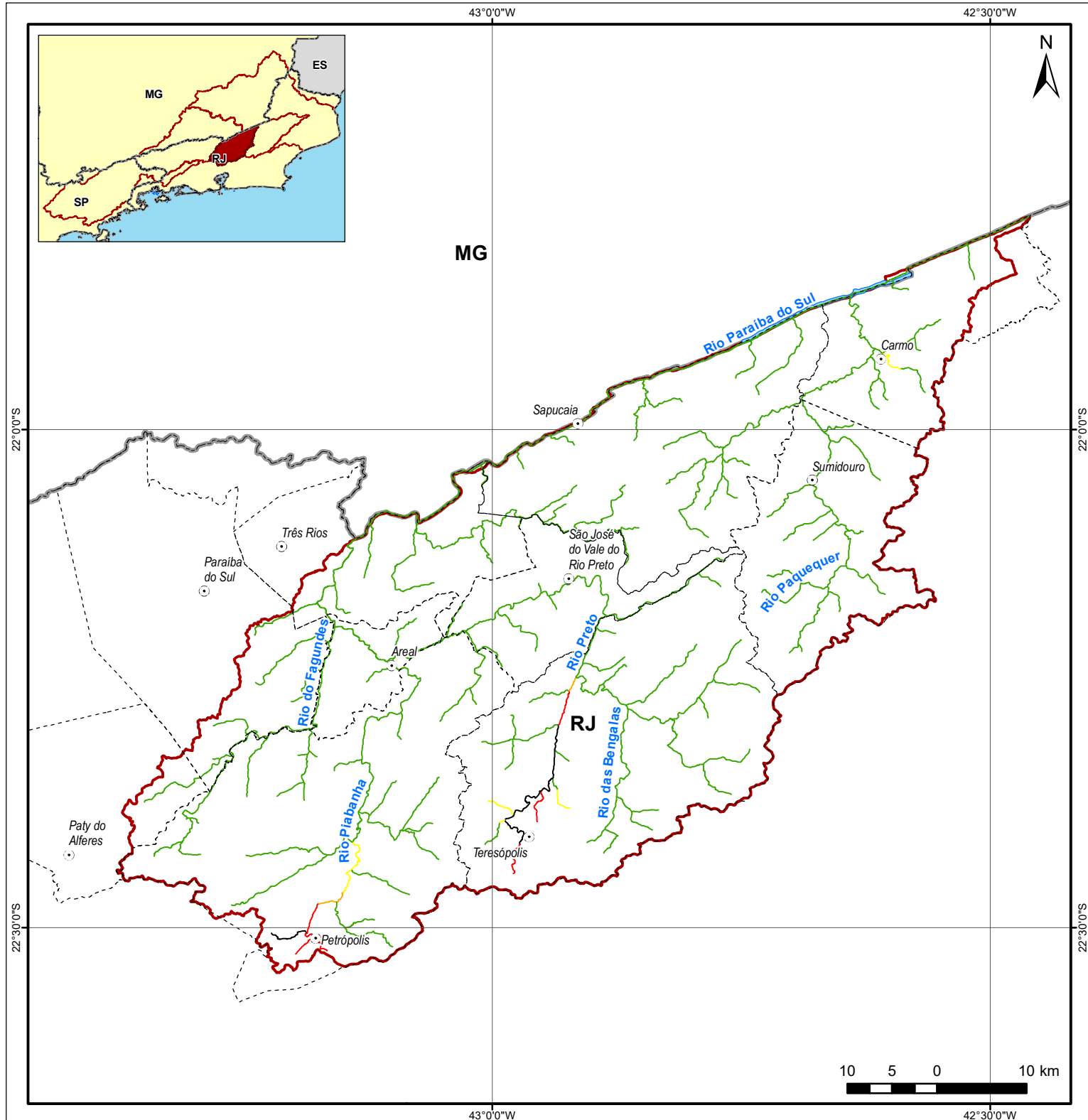


**PLANO DE BACIA
HIDROGRÁFICA DA
REGIÃO HIDROGRÁFICA
DO RIO PIABANHA E SUB-BACIAS
HIDROGRÁFICAS DOS RIOS
PAQUEQUER E PRETO**

**Mapa 3.30 – Simulação da qualidade da água.
Cenário Atual (2018), Q95, parâmetro: DBO**

Sistema de Coordenadas Geográficas:
DATUM SIRGAS 2000
Escala: 1:600.000

Fonte de Dados:
- Sede municipal: IBGE, 2010
- Limite municipal: IBGE, 2010
- Limite estadual: IBGE, 2010
- Hidrografia: ANA, 2013
- Limite da bacia: CEIVAP, 2015
- Simulação qualidade Q95: Profill, 2018



LEGENDA

- | | | |
|--|------------------|--|
| | Sede Municipal | Simulação Qualidade Q95 |
| | Massa D'água | Cenário atual (2018), Parâmetro: OD |
| | Piabanha | |
| | Limite Municipal | |
| | Limite Estadual | |
| | | |
| | | |

Execução:



Apoio Técnico:



Realização:

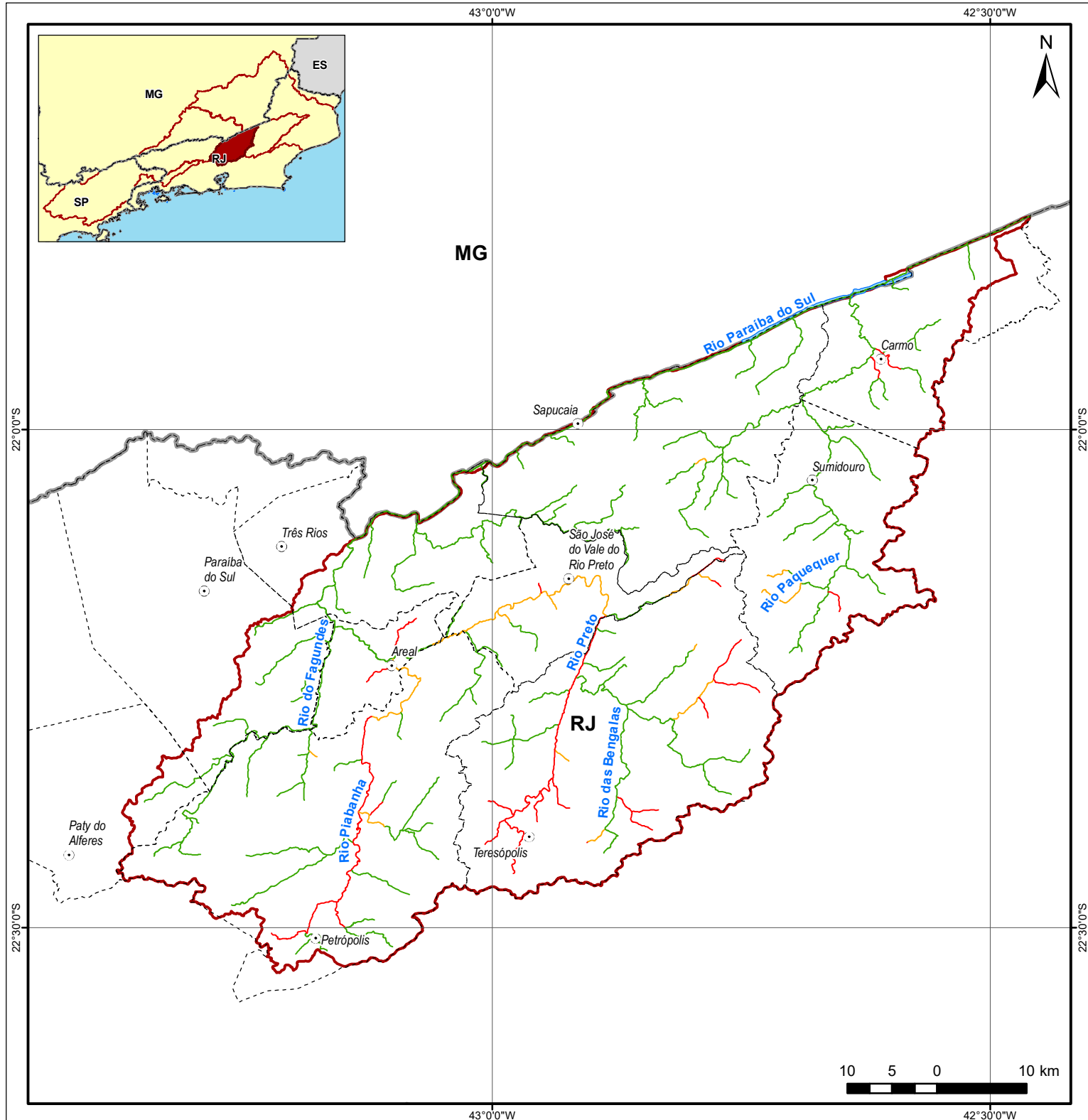


**PLANO DE BACIA
HIDROGRÁFICA DA
REGIÃO HIDROGRÁFICA
DO RIO PIABANHA E SUB-BACIAS
HIDROGRÁFICAS DOS RIOS
PAQUEQUER E PRETO**

**Mapa 3.31 – Simulação da qualidade da água
Cenário Atual (2018), Q95, parâmetro: OD**

Sistema de Coordenadas Geográficas:
DATUM SIRGAS 2000
Escala: 1:600.000

Fonte de Dados:
- Sede municipal: IBGE, 2010
- Limite municipal: IBGE, 2010
- Limite estadual: IBGE, 2010
- Hidrografia: ANA, 2013
- Limite da bacia: CEIVAP, 2015
- Simulação qualidade Q95: Profill, 2018



LEGENDA

- | | |
|--------------------|--|
| ● Sede Municipal | Simulação Qualidade Q95, Cenário Atual (2018) |
| ☁ Massa D'água | Parâmetro: Fósforo Total |
| ▭ Piabanha | ~ Classe 1 |
| ▭ Limite Municipal | ~ Classe 3 |
| ▭ Limite Estadual | ~ Classe 4 |

Execução:



Apoio Técnico:



Realização:

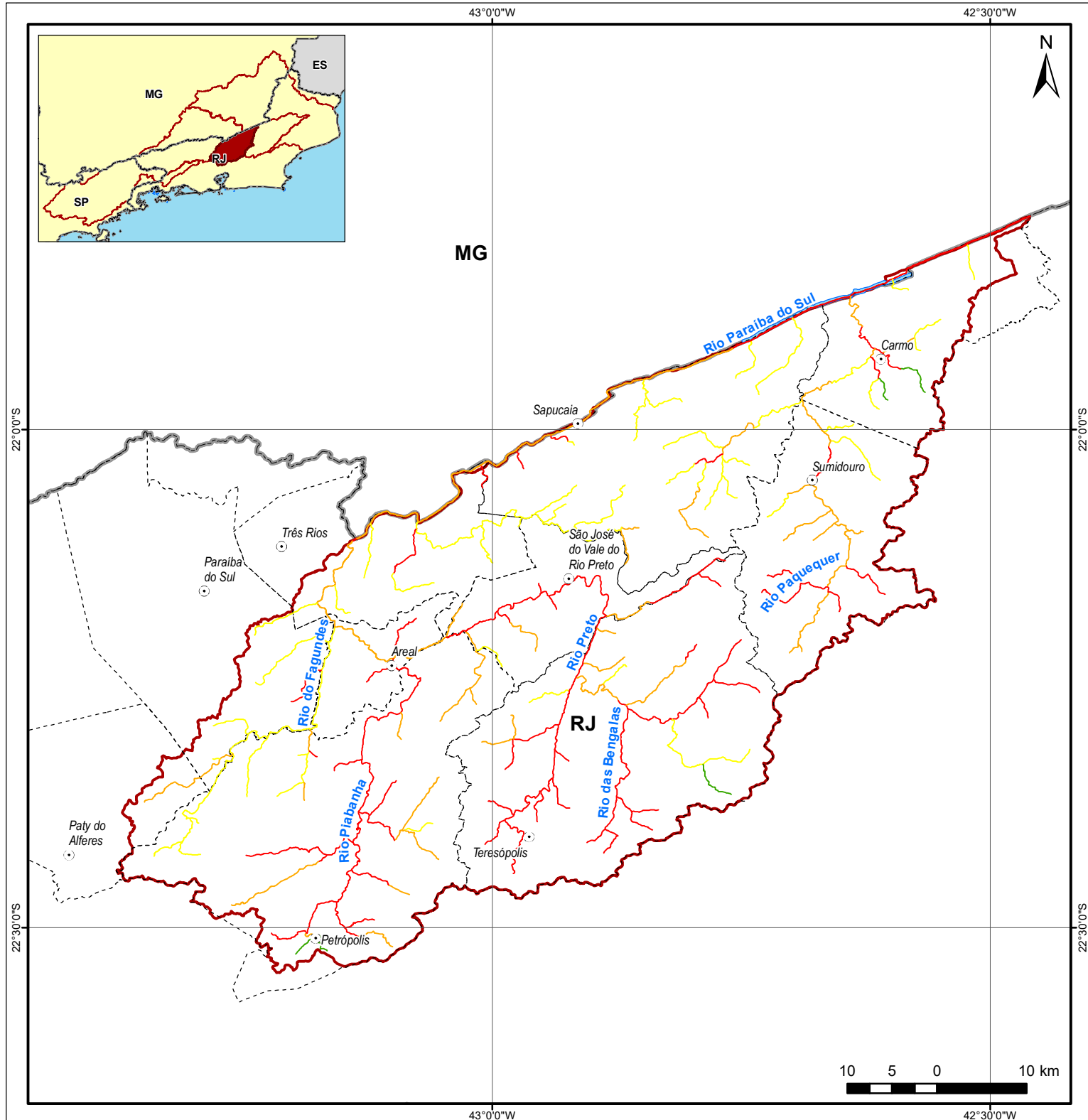


**PLANO DE BACIA
HIDROGRÁFICA DA
REGIÃO HIDROGRÁFICA
DO RIO PIABANHA E SUB-BACIAS
HIDROGRÁFICAS DOS RIOS
PAQUEQUER E PRETO**

**Mapa 3.32 – Simulação da qualidade da água
Cenário Atual, Q95, parâmetro: fósforo total**

Sistema de Coordenadas Geográficas:
DATUM SIRGAS 2000
Escala: 1:600.000

Fonte de Dados:
- Sede municipal: IBGE, 2010
- Limite municipal: IBGE, 2010
- Limite estadual: IBGE, 2010
- Hidrografia: ANA, 2013
- Limite da bacia: CEIVAP, 2015
- Simulação qualidade Q95: Profill, 2018



LEGENDA

- | | | | |
|--|------------------|--|----------|
| | Sede Municipal | Simulação Qualidade Q95, Cenário Atual (2018) | |
| | Massa D'água | Parâmetro: Coliformes Termotolerantes | |
| | Piabanha | | Classe 1 |
| | Limite Municipal | | Classe 2 |
| | Limite Estadual | | Classe 3 |
| | | | Classe 4 |

Execução:



Apoio Técnico:



Realização:

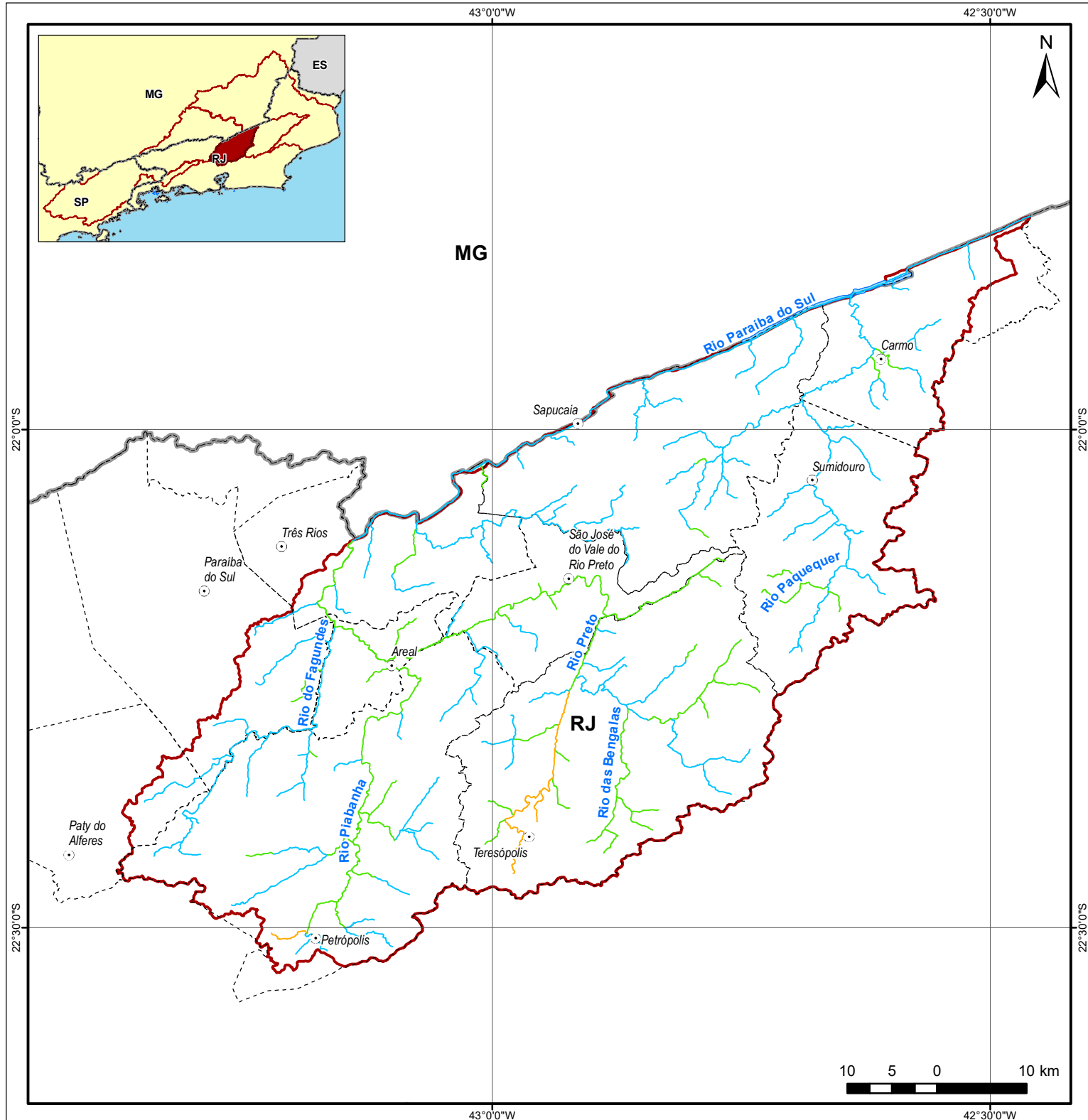


**PLANO DE BACIA
HIDROGRÁFICA DA
REGIÃO HIDROGRÁFICA
DO RIO PIABANHA E SUB-BACIAS
HIDROGRÁFICAS DOS RIOS
PAQUEQUER E PRETO**

**Mapa 3.33 – Simulação da qualidade da água
Cenário Atual, Q95, parâmetro: coliformes termotolerantes**

Sistema de Coordenadas Geográficas:
DATUM SIRGAS 2000
Escala: 1:600.000

Fonte de Dados:
- Sede municipal: IBGE, 2010
- Limite municipal: IBGE, 2010
- Limite estadual: IBGE, 2010
- Hidrografia: ANA, 2013
- Limite da bacia: CEIVAP, 2015
- Simulação qualidade Q95: Profill, 2018



LEGENDA

- | | |
|------------------|--|
| Sede Municipal | Simulação Qualidade Q95, Cenário Atual (2018) |
| Massa D'água | Parâmetro: Nitrogênio Amoniacal |
| Piabanha | Classe 1 (até 0,05 mg/L) |
| Limite Municipal | Classe 1 (até 0,1 mg/L) |
| Limite Estadual | Classe 3 |

Execução:



Apoio Técnico:



Realização:

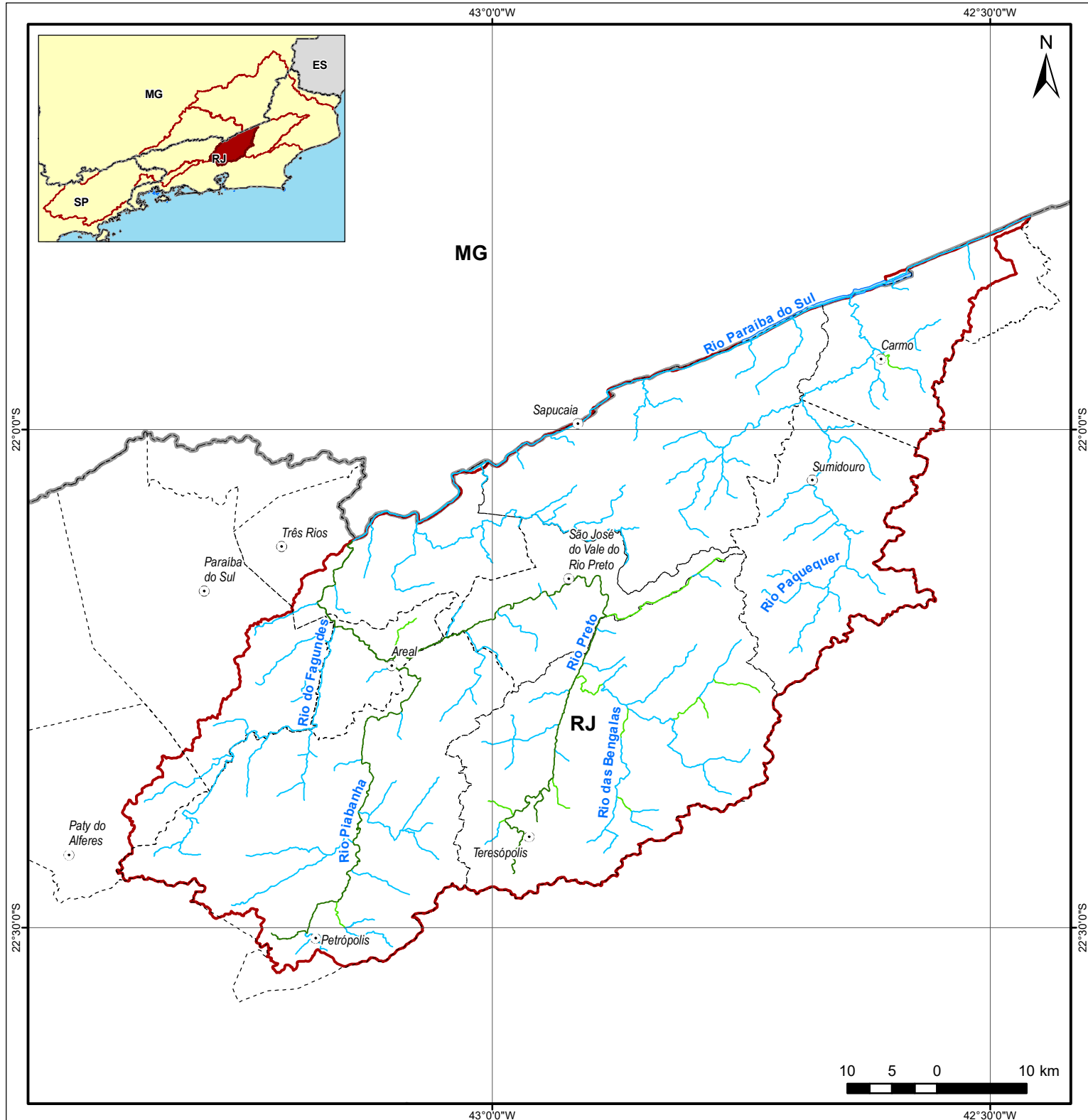


**PLANO DE BACIA
HIDROGRÁFICA DA
REGIÃO HIDROGRÁFICA
DO RIO PIABANHA E SUB-BACIAS
HIDROGRÁFICAS DOS RIOS
PAQUEQUER E PRETO**









**Mapa 3.34 – Simulação da qualidade da água
Cenário Atual, Q95, parâmetro: nitrogênio amoniacal**

Sistema de Coordenadas Geográficas:
DATUM SIRGAS 2000
Escala: 1:600.000

Fonte de Dados:
- Sede municipal: IBGE, 2010
- Limite municipal: IBGE, 2010
- Limite estadual: IBGE, 2010
- Hidrografia: ANA, 2013
- Limite da bacia: CEIVAP, 2015
- Simulação qualidade Q95: Profill, 2018



LEGENDA

- | | |
|--|--|
|  Sede Municipal | Simulação Qualidade Q95, Cenário |
|  Massa D'água | Atual (2018), Parâmetro: Nitrito |
|  Piabanha |  Classe 1 (até 0,05 mg/L) |
|  Limite Municipal |  Classe 1 (até 0,1 mg/L) |
|  Limite Estadual |  Classe 1 (até 1 mg/L) |

Execução:



Apoio Técnico:



Realização:

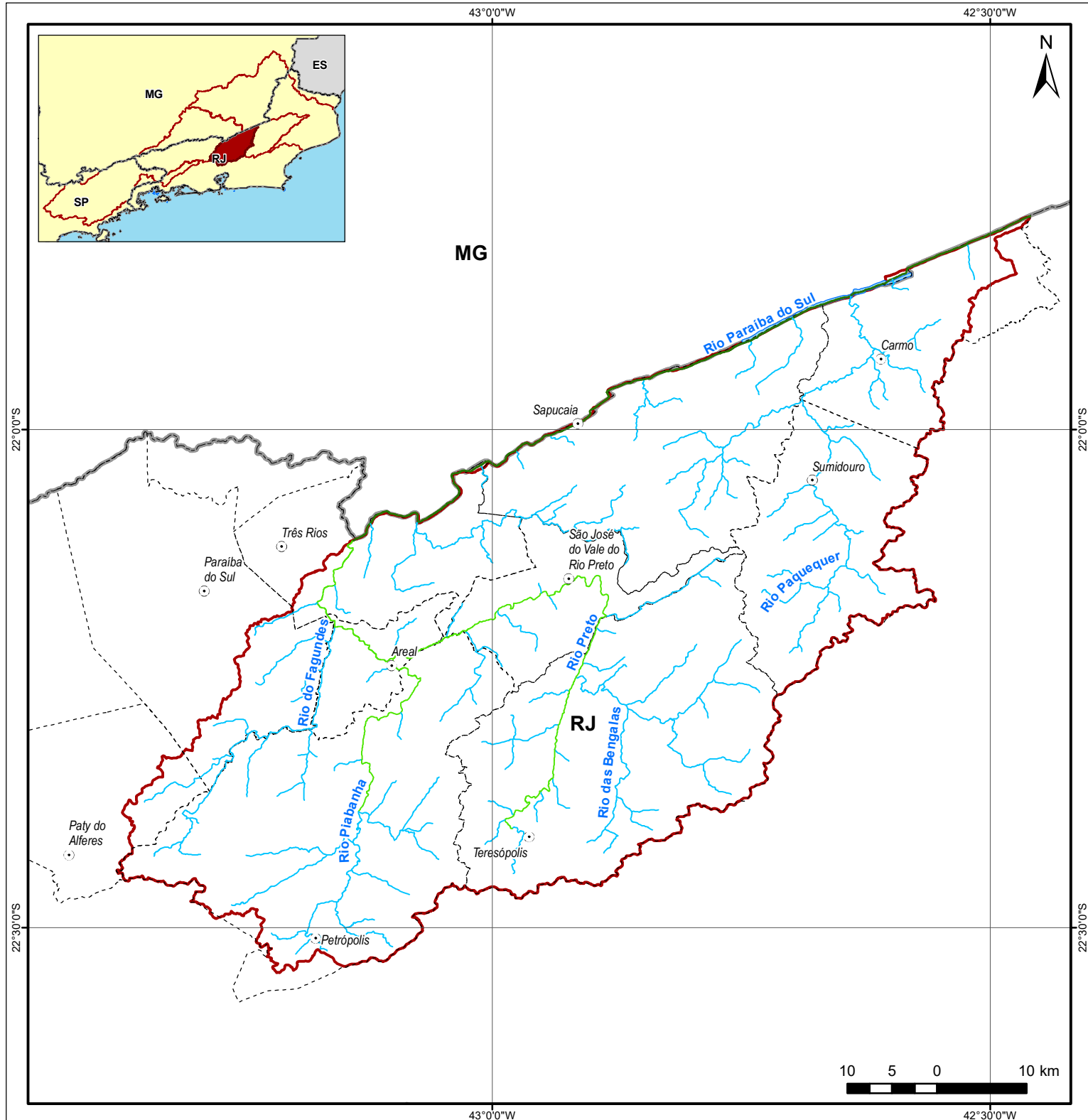


**PLANO DE BACIA
HIDROGRÁFICA DA
REGIÃO HIDROGRÁFICA
DO RIO PIABANHA E SUB-BACIAS
HIDROGRÁFICAS DOS RIOS
PAQUEQUER E PRETO**









**Mapa 3.35 – Simulação da qualidade da água
Cenário Atual, Q95, parâmetro: nitrito**

Sistema de Coordenadas Geográficas:
DATUM SIRGAS 2000
Escala: 1:600.000

Fonte de Dados:
- Sede municipal: IBGE, 2010
- Limite municipal: IBGE, 2010
- Limite estadual: IBGE, 2010
- Hidrografia: ANA, 2013
- Limite da bacia: CEIVAP, 2015
- Simulação qualidade Q95: Profill, 2018



LEGENDA

- | | |
|--|--|
|  Sede Municipal | Simulação Qualidade Q95, Cenário |
|  Massa D'água | Atual (2018), Parâmetro: Nitrato |
|  Piabanha |  Classe 1 (até 0,05 mg/L) |
|  Limite Municipal |  Classe 1 (até 0,1 mg/L) |
|  Limite Estadual |  Classe 1 (até 1 mg/L) |

Execução:



Apoio Técnico:



Realização:





**PLANO DE BACIA
HIDROGRÁFICA DA
REGIÃO HIDROGRÁFICA
DO RIO PIABANHA E SUB-BACIAS
HIDROGRÁFICAS DOS RIOS
PAQUEQUER E PRETO**

**Mapa 3.36 – Simulação da qualidade da água
Cenário Atual (2018), Q95, parâmetro: nitrato**

Sistema de Coordenadas Geográficas:
DATUM SIRGAS 2000
Escala: 1:600.000

Fonte de Dados:
- Sede municipal: IBGE, 2010
- Limite municipal: IBGE, 2010
- Limite estadual: IBGE, 2010
- Hidrografia: ANA, 2013
- Limite da bacia: CEIVAP, 2015
- Simulação qualidade Q95: Profill, 2018

	PP-04 – Plano de Ação da Bacia da Região Hidrográfica do Rio Piabanha e Sub-bacias Hidrográficas dos Rios Paquequer e Preto COMPLEMENTAÇÃO E FINALIZAÇÃO DO PLANO INTEGRADO DE RECURSOS HÍDRICOS DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO PARAÍBA DO SUL - PIRH-PS E ELABORAÇÃO DOS PLANOS DE RECURSOS HÍDRICOS DAS BACIAS HIDROGRÁFICAS AFLUENTES	Tipo de Documento: Relatório Técnico Cód. do Documento: AGVP_PARAIBA_PF2 _Dlg_Prog_RHIV_Rev 03	
---	---	---	---


3.7 Recursos Hídricos Subterrâneos



A Bacia Hidrográfica do Rio Paraíba do Sul se caracteriza, espacialmente, por apresentar dois tipos de aquíferos: o poroso e o fissural. O aquífero poroso está relacionado às bacias sedimentares e sequências aluvionares de Taubaté, Resende e Campos, enquanto que o aquífero fissural ocupa a maior expansão territorial da Bacia (90%), referente às rochas ígneas e metamórficas, que possuem baixa permeabilidade dependendo, portanto, da intensidade das fissuras, para que possam ocorrer vazões que justifiquem a sua exploração.

Com relação a RH-IV, o Mapa 3.37 apresenta a hidrogeologia da região. É possível observar a presença de Unidade Fraturada de pouca produtividade aquífera na região de Carmo e Sumidouro. Na porção Norte da bacia observa-se a ocorrência de Unidades Fraturadas com baixa produtividade, porém localmente moderada. Enquanto na região de Petrópolis e Teresópolis ganha destaque a Unidade Fraturada com produtividade não aquífera.

Conforme informado pelo CNH-Piabanha, os municípios de São José do Rio Preto e Sumidouro utilizam água subterrânea para irrigação. Além disso, foi alertada a importância de estudar a disponibilidade e qualidade da água subterrânea em toda a RH-IV.

Destaca-se que no Plano Integrado de Recursos Hídricos da Bacia Hidrográfica do Rio Paraíba do Sul (PIRH-PS) está prevista a realização do Programa 2.2.1 - Uso Sustentável da Água Subterrânea. Este programa apresenta a seguinte ação *“Promover ou aprimorar o uso sustentável dos mananciais subterrâneos, com base no aumento do conhecimento e melhor gestão dos recursos”*. Porém, caso o CBH-Piabanha julgue necessário realizar um estudo específico para a RH-IV, esta ação poderá ser acrescentada em seu programa de ações, a ser apresentado no âmbito do Produto Final 04 (PF-04).

Elaborado por: 	Nº da revisão 03	Revisado por:	Aprovado por:	PF-02 AGVP_PARAIBA_PF2_Dlg_Prog_RHIV_Rev03	145/210
---	---------------------	---------------	---------------	---	---------

	<p>PP-04 – Plano de Ação da Bacia da Região Hidrográfica do Rio Piabanha e Sub-bacias Hidrográficas dos Rios Paquequer e Preto</p> <p>COMPLEMENTAÇÃO E FINALIZAÇÃO DO PLANO INTEGRADO DE RECURSOS HÍDRICOS DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO PARAÍBA DO SUL - PIRH-PS E ELABORAÇÃO DOS PLANOS DE RECURSOS HÍDRICOS DAS BACIAS HIDROGRÁFICAS AFLUENTES</p>	<p>Tipo de Documento: Relatório Técnico</p> <p>Cód. do Documento: AGVP_PARAIBA_PF2 _Dlg_Prog_RHIV_Rev 03</p>	
---	--	--	---

4 PROGNÓSTICO

Este item apresenta os cenários alternativos e tendencial considerados para o Plano de Bacia Hidrográfica (PBH) da RH-IV e a análise da evolução histórica das variáveis que configuram o comportamento das demandas hídricas, possibilitando a definição das taxas de crescimento destas variáveis a serem aplicadas para os cenários projetados.


Em seguida, são apresentadas as projeções das demandas hídricas e das cargas poluidoras em cada um dos cenários. Por fim, são descritos os resultados dos balanços quali-quantitativos obtidos através da modelagem no cenário futuro considerado mais crítico na RH-IV.



4.1 Cenários Prospectivos

De acordo com o apresentado no Tomo II do PP-02 do PIRH-PS, a necessidade de criar cenários prospectivos deve-se ao fato de que:

1. “Cenários são ferramentas para ordenar nossa percepção sobre futuros alternativos nos quais as consequências das decisões de hoje se desenrolarão...”
2. “Cenários não são criados para prever o futuro, mas para preparar os sistemas para atuarem adequadamente em qualquer futuro que ocorra, por meio da avaliação da sua inserção nas diferentes possibilidades que possam ocorrer”.
3. “O planejamento e o pensamento por cenários criarão a base de estratégias robustas, que são aquelas válidas para qualquer cenário, para alcance das metas do plano”.

Os subitens a seguir apresentam os cenários alternativos e tendencial criados no âmbito do PIRH-PS e que serão considerados para realização do PBH da RH-IV.

<p>Elaborado por:</p> 	<p>Nº da revisão</p> <p>03</p>	<p>Revisado por:</p>	<p>Aprovado por:</p>	<p>PF-02</p> <p>AGVP_PARAIBA_PF2_Dlg_Prog_RHIV_Rev03</p>	<p>147/210</p>
---	--------------------------------	----------------------	----------------------	--	----------------

	PP-04 – Plano de Ação da Bacia da Região Hidrográfica do Rio Piabanha e Sub-bacias Hidrográficas dos Rios Paquequer e Preto COMPLEMENTAÇÃO E FINALIZAÇÃO DO PLANO INTEGRADO DE RECURSOS HÍDRICOS DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO PARAÍBA DO SUL - PIRH-PS E ELABORAÇÃO DOS PLANOS DE RECURSOS HÍDRICOS DAS BACIAS HIDROGRÁFICAS AFLUENTES	Tipo de Documento: Relatório Técnico Cód. do Documento: AGVP_PARAIBA_PF2 _Dlg_Prog_RHIV_Rev 03	
---	---	---	---

4.1.1 Cenários para a Região Hidrográfica do Rio Piabanha e Sub-Bacias Hidrográficas dos Rios Paquequer e Preto


Após a avaliação dos cenários econômicos globais e nacionais, dos Planos e Programas setoriais externos à Bacia Hidrográfica do Rio Paraíba do Sul e da análise do contexto de gestão dos recursos hídricos, realizadas no âmbito do PIRH-PS, foram criados 3 (três) cenários a serem prospectados, seguindo a mesma linha apresentada no Prognóstico apresentado por CEIVAP (2015), a saber: cenários tendencial, otimista e pessimista. Porém, a denominação dos últimos foi alterada para: Cenário de Maior Dinâmica Econômica e Cenário de Menor Dinâmica Econômica, conforme detalhado a seguir.



4.1.1.1 Cenário Tendencial

Este cenário espelha o Cenário Referencial da EPE (2018). É caracterizado pelo crescimento gradual da produtividade total da economia, como consequência dos investimentos e reformas realizadas para melhorias no ambiente de negócios. Porém, devido a problemas de coordenação política e de formação de consensos ou de maiorias, as reformas são parciais, insuficientes para promoção do crescimento da economia como se julga ser seu potencial. O PIB brasileiro, que estudos demonstram ter um potencial de crescimento anual da ordem de 4 a 5%, crescerá em média 2,9% ao ano, até 2033. O setor industrial cresce 3,0%, o agropecuário 2,7% e o de serviços 2,9%.

A economia cresce, mas carece de inovações que permitam uma transição para uma pauta de exportações de produtos com maior valor agregado. A indústria consegue se inserir melhor na economia e aproveita para reduzir sua vulnerabilidade por meio de investimentos que aumentam a eficiência de uso dos recursos hídricos: processos produtivos com menor uso, reúso de água e uso de esgotos tratados.

A agricultura mantém-se na produção de *commodities*, com processo de reconversão dos métodos de irrigação e culturas irrigadas como resposta à vulnerabilidade hídrica e conseguindo alcançar maior eficiência de uso de água.

Elaborado por: 	N° da revisão 03	Revisado por:	Aprovado por:	PF-02 AGVP_PARAIBA_PF2_Dlg_Prog_RHIV_Rev03	148/210
---	---------------------	---------------	---------------	---	---------

	<p>PP-04 – Plano de Ação da Bacia da Região Hidrográfica do Rio Piabanha e Sub-bacias Hidrográficas dos Rios Paquequer e Preto</p> <p>COMPLEMENTAÇÃO E FINALIZAÇÃO DO PLANO INTEGRADO DE RECURSOS HÍDRICOS DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO PARAÍBA DO SUL - PIRH-PS E ELABORAÇÃO DOS PLANOS DE RECURSOS HÍDRICOS DAS BACIAS HIDROGRÁFICAS AFLUENTES</p>	<p>Tipo de Documento: Relatório Técnico</p> <p>Cód. do Documento: AGVP_PARAIBA_PF2 _Dlg_Prog_RHIV_Rev 03</p>	
---	--	--	---


As demandas ambientais e relacionadas à qualidade das águas, embora existam por pressões da sociedade e dos países importadores de *commodities*, não preponderam sobre os objetivos de crescimento econômico, que são considerados prioritários. Devido a este fator, existem avanços nos serviços de esgotamento sanitário, nos processos de despoluição das águas e no controle dos impactos ambientais das atividades produtivas, mas insuficientes para atingir os objetivos de qualidade de água expressos no enquadramento de corpos de água em classes, de acordo com seus usos preponderantes.



4.1.1.2 Cenário de Maior Dinâmica Econômica

Neste cenário, as reformas são realizadas de forma mais efetiva do que no Cenário Tendencial, promovendo um maior avanço na produtividade total da economia. Isto faz com que o PIB aumente um pouco além do que aumentaria no Cenário Tendencial, embora se mantenha algo distante do crescimento potencial: 3,4% ao ano, até 2033. O aumento da competitividade em relação ao Cenário Tendencial permite um maior avanço nas cadeias produtivas de maior valor agregado, fazendo com que a indústria e os serviços cresçam 3,5% ao ano e a agropecuária um pouco menos: 3,0% ao ano.

A indústria recuperará gradualmente sua contribuição na formação do PIB, com adoção de tecnologias e inovação, com expressiva geração de empregos diretos e indiretos. Programas extensivos e intensivos de capacitação permitirão a qualificação dos empregos que serão gerados. A eficiência de uso de água será promovida além do que se alcança no Cenário Tendencial, tanto como forma de se precaver contra estiagens críticas, quanto por exigências do mercado consumidor, interno e principalmente externo.

O setor agropecuário se destacará na aplicação de tecnologias produtivas, fazendo com que se produza mais na mesma área e com a mesma quantidade de água, com controle de impactos ambientais. Porém, com o aumento da área cultivada, espera-se maior pressão sobre os recursos hídricos do que no Cenário Tendencial. Pequenas e médias propriedades coexistirão, estabelecendo sinergias que aumentarão a produtividade.

<p>Elaborado por:</p> 	<p>Nº da revisão</p> <p>03</p>	<p>Revisado por:</p>	<p>Aprovado por:</p>	<p>PF-02</p> <p>AGVP_PARAIBA_PF2_Dlg_Prog_RHIV_Rev03</p>	<p>149/210</p>
---	--------------------------------	----------------------	----------------------	--	----------------

	<p>PP-04 – Plano de Ação da Bacia da Região Hidrográfica do Rio Piabanha e Sub-bacias Hidrográficas dos Rios Paquequer e Preto</p> <p>COMPLEMENTAÇÃO E FINALIZAÇÃO DO PLANO INTEGRADO DE RECURSOS HÍDRICOS DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO PARAÍBA DO SUL - PIRH-PS E ELABORAÇÃO DOS PLANOS DE RECURSOS HÍDRICOS DAS BACIAS HIDROGRÁFICAS AFLUENTES</p>	<p>Tipo de Documento: Relatório Técnico</p> <p>Cód. do Documento: AGVP_PARAIBA_PF2 _Dlg_Prog_RHIV_Rev 03</p>	
---	--	--	---

A população urbana crescerá com taxas superiores às verificadas nos demais cenários, especialmente nas bacias mais industrializadas. As concessionárias de abastecimento de água e de esgotamento sanitário serão privilegiadas por aumentos de eficiência operacional. Eles decorrem, dentre outros fatores, de uma nova estrutura tarifária ou de aportes de recursos que permitirão o aumento de investimentos sem onerar em demasia segmentos sociais mais carentes. Devido a isto, realizam investimentos na redução das perdas físicas na rede de distribuição e na cobertura dos serviços de esgotamento sanitário.

A população rural manterá seu processo de redução, mas com maior intensidade do que no Cenário Tendencial, face às oportunidades de emprego e renda criadas pelo crescimento industrial.


Por fim, as oportunidades turísticas baseadas na natureza e em águas com qualidade serão mantidas e ampliadas em toda bacia.



4.1.1.3 Cenário de Menor Dinâmica Econômica

Neste cenário, as reformas estruturais e investimentos são realizados com intensidade inferior à dos demais cenários, levando à deterioração das contas públicas e à manutenção da instabilidade política e econômica. Isto leva a um crescimento irrisório do PIB nacional, da ordem de 2,2% ao ano, até 2033. Os setores com maiores agregações de valores, indústria e serviços, experimentam crescimentos inferiores, da ordem de 2,2% ao ano, e a agropecuária apresenta crescimento de 2,4 % ao ano.

O Brasil permanece inserido nas redes de comercialização de *commodities* (petróleo, celulose, etanol, minérios, madeira, etc.) e de produtos alimentícios não processados ou com pouco processamento (café, açúcar, etc.), sem aumentos de eficiência, sem agregação de valor, em uma economia com baixo nível de inovação.

Diante da dificuldade de crédito, o setor agropecuário é descapitalizado, reduzindo suas possibilidades de investimento em eficiência no uso de água. O setor industrial se mantém relevante, mas com baixa incorporação de tecnologia

<p>Elaborado por:</p> 	<p>Nº da revisão</p> <p>03</p>	<p>Revisado por:</p>	<p>Aprovado por:</p>	<p>PF-02</p> <p>AGVP_PARAIBA_PF2_Dlg_Prog_RHIV_Rev03</p>	<p>150/210</p>
---	--------------------------------	----------------------	----------------------	--	----------------

	<p>PP-04 – Plano de Ação da Bacia da Região Hidrográfica do Rio Piabanha e Sub-bacias Hidrográficas dos Rios Paquequer e Preto</p> <p>COMPLEMENTAÇÃO E FINALIZAÇÃO DO PLANO INTEGRADO DE RECURSOS HÍDRICOS DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO PARAÍBA DO SUL - PIRH-PS E ELABORAÇÃO DOS PLANOS DE RECURSOS HÍDRICOS DAS BACIAS HIDROGRÁFICAS AFLUENTES</p>	<p>Tipo de Documento: Relatório Técnico</p> <p>Cód. do Documento: AGVP_PARAIBA_PF2 _Dlg_Prog_RHIV_Rev 03</p>	
---	--	--	---

e valor, sem geração substancial de empregos que atraia a mão-de-obra excedente no meio rural.


As políticas distributivas e de proteção ao ambiente são fortemente impactadas pela crise. A população urbana da RH-IV cresce a taxas mais modestas em relação aos demais cenários. A população rural mantém-se decrescente como nos demais cenários, porém com taxa de diminuição menor, causada pela falta de oportunidades de emprego e renda no meio urbano.



As concessionárias de serviços de abastecimento de água e de esgotamento sanitário têm dificuldades de recompor suas políticas tarifárias e não conseguem operar de forma mais eficiente para reduzir suas perdas e os lançamentos de poluentes no meio hídrico. O processo de poluição das águas é mantido, especialmente gerado pelos esgotos não coletados e não tratados do meio urbano. Isto tende a prejudicar a utilização do potencial turístico da bacia nas regiões com atrativos cênicos e de recreação de contato primário com o meio hídrico.

4.1.2 Evolução histórica das variáveis correlacionadas com as demandas hídricas consuntivas e suas respectivas taxas de crescimento para os cenários projetados

Para fins de avaliação da evolução histórica, foram consideradas as seguintes variáveis correlacionadas com as demandas hídricas consuntivas:

1. Populações urbanas e rurais nos municípios da RH-IV, nos censos 2000, 2010 e na contagem populacional de 2007, publicadas pelo IBGE;
2. Populações totais nos municípios da RH-IV, nos anos que vão de 2001 a 2017, publicadas pelo IBGE;
3. Valores Adicionados Brutos pela indústria nos municípios da RH-IV no período 2005 a 2015, publicadas pelo IBGE;
4. Áreas irrigadas de arroz, cana de açúcar, pivô central e outros sistemas em 2015, obtidas em ANA (2015);

<p>Elaborado por:</p> 	<p>Nº da revisão</p> <p>03</p>	<p>Revisado por:</p>	<p>Aprovado por:</p>	<p>PF-02 AGVP_PARAIBA_PF2_Dlg_Prog_RHIV_Rev03</p>	<p>151/210</p>
---	--------------------------------	----------------------	----------------------	---	----------------

	<p>PP-04 – Plano de Ação da Bacia da Região Hidrográfica do Rio Piabanha e Sub-bacias Hidrográficas dos Rios Paquequer e Preto</p> <p>COMPLEMENTAÇÃO E FINALIZAÇÃO DO PLANO INTEGRADO DE RECURSOS HÍDRICOS DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO PARAÍBA DO SUL - PIRH-PS E ELABORAÇÃO DOS PLANOS DE RECURSOS HÍDRICOS DAS BACIAS HIDROGRÁFICAS AFLUENTES</p>	<p>Tipo de Documento: Relatório Técnico</p> <p>Cód. do Documento: AGVP_PARAIBA_PF2 _Dlg_Prog_RHIV_Rev 03</p>	
---	--	--	---

5. Rebanhos animais nos municípios da RH-IV no período entre 2006 e 2016 obtidas nas Pesquisas Agrícolas Municipais publicadas pelo IBGE.

Destaca-se que o objetivo da avaliação da evolução foi identificar alguma tendência para estas variáveis, que afetará as demandas hídricas a elas correlacionadas. As populações urbanas e rurais serão utilizadas para projeção das demandas de abastecimento urbano e rural e cargas poluidoras oriundas do saneamento urbano e rural. O VAB da indústria para projeção das demandas industriais, as áreas irrigadas e rebanhos para projeção das demandas na irrigação e criação de animais, respectivamente.


Tais análises possibilitaram a definição das taxas geométricas de crescimento anual para os cenários tendencial e alternativos, a serem utilizadas nas projeções de demandas hídricas (Item 4.1.3) e das cargas poluidoras (Item 4.1.4).



4.1.2.1 População

Como foi acima detalhado, a população total em cada município pode ser obtida anualmente pelas informações do IBGE; porém, apenas nos censos, ou nas contagens populacionais intermediárias, é possível encontrar a distribuição entre o meio urbano e rural. Como as demandas hídricas diferem para uma e outra população, houve necessidade de desagregar os valores das populações totais nos anos em que ela é apresentada em seu total.

Com base nos valores desagregados das populações totais municipais, entre população urbana e rural, em 2000, 2007 e 2010, foram obtidos 3 valores de taxas de urbanização para cada município da Bacia Hidrográfica do Rio Paraíba do Sul. Os valores das taxas de urbanização entre 2000 e 2007, e entre 2007 e 2010, foram ajustados por interpolação linear.

As taxas de urbanização entre 2010 e 2017, último ano em que se obteve informação sobre a população total municipal, foram obtidas por uma média ponderada entre: (i) valor projetado linearmente considerando as taxas de

<p>Elaborado por:</p> 	<p>Nº da revisão</p> <p>03</p>	<p>Revisado por:</p>	<p>Aprovado por:</p>	<p>PF-02</p> <p>AGVP_PARAIBA_PF2_Dlg_Prog_RHIV_Rev03</p>	<p>152/210</p>
---	--------------------------------	----------------------	----------------------	--	----------------

	PP-04 – Plano de Ação da Bacia da Região Hidrográfica do Rio Piabanha e Sub-bacias Hidrográficas dos Rios Paquequer e Preto COMPLEMENTAÇÃO E FINALIZAÇÃO DO PLANO INTEGRADO DE RECURSOS HÍDRICOS DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO PARAÍBA DO SUL - PIRH-PS E ELABORAÇÃO DOS PLANOS DE RECURSOS HÍDRICOS DAS BACIAS HIDROGRÁFICAS AFLUENTES	Tipo de Documento: Relatório Técnico Cód. do Documento: AGVP_PARAIBA_PF2 _Dlg_Prog_RHIV_Rev 03	
---	---	---	---

urbanização desde 2000, incluindo na amostra os valores projetados nos anos anteriores, com peso 1; (ii) o valor da taxa de urbanização do ano anterior ao projetado, com peso 3. Estes pesos evitam a obtenção de taxas de urbanização superiores a 100% na maioria dos municípios. Para aqueles poucos municípios que apresentaram altas taxas de urbanização, e que, mesmo com a ponderação adotada, ultrapassaram o valor 100%, foram adotadas as taxas do último ano com percentual inferior a 100%.


Com base neste procedimento arbitrário, mas com aproximações coerentes com o nível possível de precisão que se pode obter em projeções para o futuro, foram obtidas as populações urbanas e rurais para cada município nos anos de 2000 a 2017.

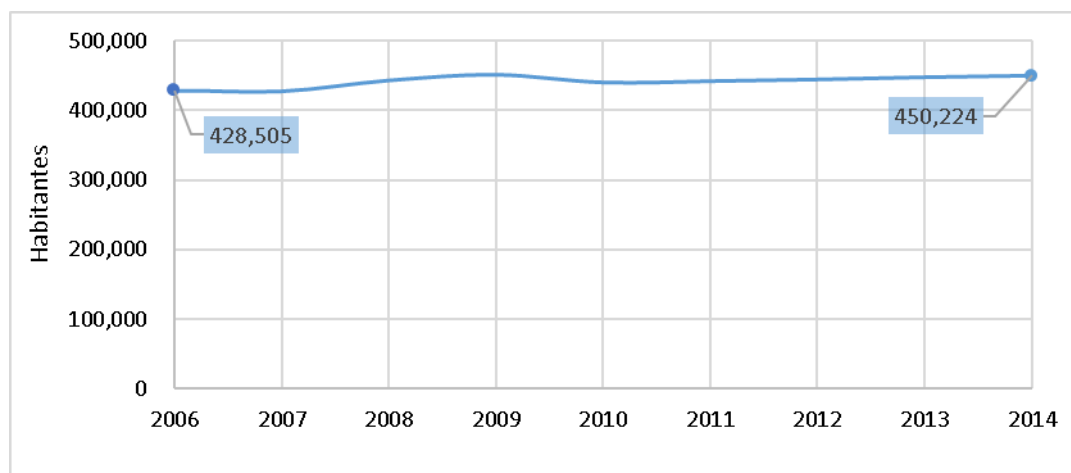
Houve também necessidade de se considerar que os limites das áreas municipais não coincidem com os limites da RH-IV. Para se considerar as populações urbanas e rurais de cada município que se encontra dentro da região hidrográfica, foi considerada a distribuição identificada no último censo, de 2010. Nele são apresentadas as populações urbanas e rurais em cada setor censitário municipal, informação mais precisa sob o ponto de vista espacial. Os limites dos setores censitários foram superpostos por geoprocessamento aos limites das RH-IV e, desta forma, obtidas as populações urbanas e rurais de cada município. Julgou-se ser suficiente a obtenção destas distribuições apenas para o censo mais recente e os percentuais obtidos foram aplicados para ajustar os valores das populações urbanas e rurais dentro das RH-IV.

A seguir é apresentada a evolução histórica das populações urbana e rural e suas respectivas taxas de crescimento para os cenários projetados.

População Urbana

Na Figura 4.1 é apresentada a evolução histórica da população urbana da RH-IV no período entre 2006 e 2017. Observa-se que a população urbana da RH-IV se manteve consideravelmente constante ao longo dos anos em análise, atingindo, no ano de 2017, uma população de 457.247 habitantes.

Elaborado por: 	Nº da revisão 03	Revisado por:	Aprovado por:	PF-02 AGVP_PARAIBA_PF2_Dlg_Prog_RHIV_Rev03	153/210
---	---------------------	---------------	---------------	---	---------



Fonte: Censos Demográficos e estimativas populacionais IBGE.

Figura 4.1 – Evolução histórica da população urbana na RH-IV

Com relação à projeção da população urbana no Cenário Tendencial, observa-se que a população urbana se mantém em leve acréscimo (Quadro 4.3), com taxas geométricas de crescimento anual baixas (Quadro 4.2).



A projeção da população urbana para o Cenário de Maior Dinâmica Econômica considerou que com um cenário de melhor economia, especialmente liderado pelo setor industrial, a bacia atrairia população em busca dos empregos ofertados. Para que esta situação do aumento da população fosse implementada numericamente, foram incrementados os valores de Taxas Geométricas de Crescimento Populacional Anual (TGCAs) adotando-se os seguintes acréscimos para a RH-IV apresentados no Quadro 4.1.

Quadro 4.1 – Acréscimos das TGCAs da população urbana na RH-IV no Cenário de Maior Dinâmica Econômica

Incrementos das TGCA da População Urbana	2018-2023	2023-2028	2028-2033
TGCA período anterior	0,90%	1,00%	1,12%
Piabanha	0,07%	0,07%	0,08%

Fonte: PP-02 Consolidação do Diagnóstico e Prognóstico do PIRH-PS (Tomo II).

Este incremento foi estimado, portanto, para produzir aumentos maiores das TGCAs nas sub-bacias da Bacia Hidrográfica do Rio Paraíba do Sul mais populosas, e em períodos que sucedem a outros com maiores TGCAs na bacia. A fórmula foi ajustada para que os incrementos fossem da ordem de grandeza do que se espera na situação demográfica do país.

	PP-04 – Plano de Ação da Bacia da Região Hidrográfica do Rio Piabanha e Sub-bacias Hidrográficas dos Rios Paquequer e Preto COMPLEMENTAÇÃO E FINALIZAÇÃO DO PLANO INTEGRADO DE RECURSOS HÍDRICOS DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO PARAÍBA DO SUL - PIRH-PS E ELABORAÇÃO DOS PLANOS DE RECURSOS HÍDRICOS DAS BACIAS HIDROGRÁFICAS AFLUENTES	Tipo de Documento: Relatório Técnico	
		Cód. do Documento: AGVP_PARAIBA_PF2_Dlg_Prog_RHIV_Rev 03	

Com relação à projeção para o Cenário de Menor Dinâmica Econômica, as mesmas taxas de alteração das TGCAs do Cenário Tendencial (Quadro 4.2) foram aplicadas, mas subtraindo as TGCAs da população urbana no Cenário Tendencial. Portanto, em relação ao Cenário de Maior Dinâmica Econômica, este de Menor Dinâmica apresenta uma lógica diametralmente oposta, e pelas mesmas razões apresentadas.

Sendo assim, o Quadro 4.2 apresenta as taxas geométricas de crescimento anual para os cenários tendencial e alternativos. Destaca-se que ao pé do quadro são apresentadas as Taxas Geométricas de Crescimento projetadas pelo IBGE para o Estado do Rio de Janeiro, que servem para efeitos de comparação.

Quadro 4.2 – Taxas Geométricas de Crescimento Anual da População Urbana da RH-IV nos Cenários Tendencial e Alternativos

Cenários Prospectados	2013-2018	2018-2023	2023-2028	2028-2033
Tendencial	1,00%	1,10%	0,95%	1,03%
Maior Dinâmica Econômica	0,87%	0,57%	0,70%	0,71%
Menor Dinâmica Econômica	0,87%	0,43%	0,58%	0,57%
Referência: projeções do IBGE para a população total no Estado do RJ	0,65%	0,56%	0,41%	0,27%


Fonte: Adaptado de IBGE (2018).

Por fim, o Quadro 4.3 mostra o crescimento anual da população urbana nos cenários tendencial e alternativos na RH-IV, em valores absolutos, considerando as taxas apresentadas anteriormente. No Cenário de Maior Dinâmica Econômica, o número de habitantes aumentaria para 516.322 em 2033, enquanto no de Menor, a população cresceria para 506.164 habitantes, considerando o mesmo período.

Quadro 4.3 – Crescimento Anual da População Urbana da RH-IV nos Cenários Tendencial e Alternativos

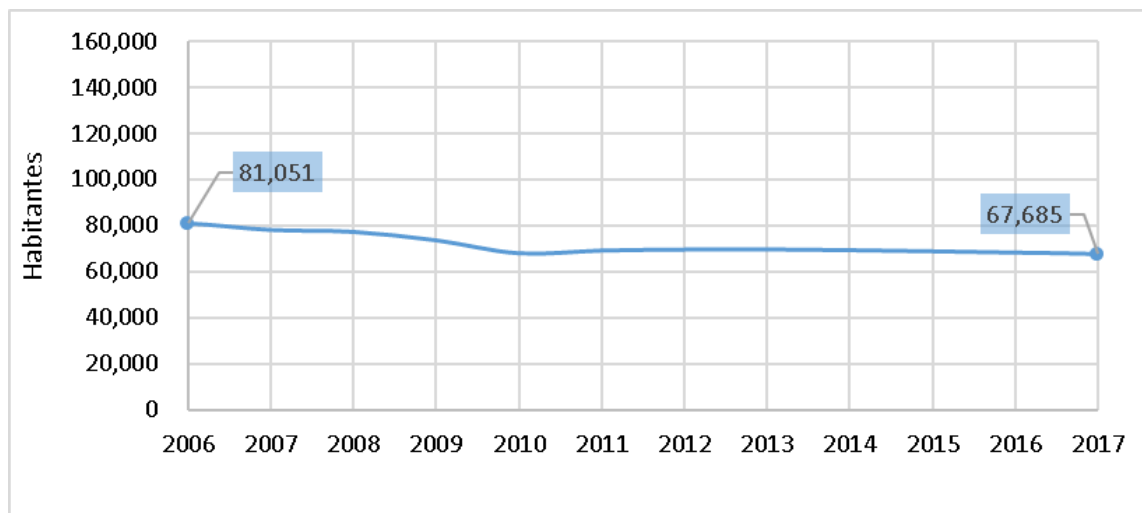
Cenários Prospectados	2013	2018	2023	2028	2033
	Habitantes				
Tendencial	447.902	467.767	479.653	494.921	510.598
Maior Dinâmica Econômica	447.902	467.767	481.284	498.443	516.322
Menor Dinâmica Econômica	447.902	467.767	478.026	492.058	506.164

Fonte: Calculado com base nas taxas estipuladas para cada cenário e IBGE (2018)

Elaborado por:	Nº da revisão	Revisado por:	Aprovado por:	PF-02 AGVP_PARAIBA_PF2_Dlg_Prog_RHIV_Rev03	155/210
	03				

População Rural

Na Figura 4.2 é apresentada a evolução histórica da população rural da RH-IV no período entre 2006 e 2017. Observa-se decréscimo populacional neste segmento, decorrente do processo de urbanização, mas com taxa suave. A explicação também deverá ser encontrada na análise das próximas variáveis.





Fonte: Censos Demográficos e estimativas populacionais IBGE.

Figura 4.2 – Evolução histórica da população rural na RH-IV

Com relação à projeção no Cenário Tendencial, a população rural da RH-IV segue a tendência decrescente (Quadro 4.5), com taxas geométricas de crescimento negativas (Quadro 4.4).

Já as TGCAs da população rural para o Cenário de Maior Dinâmica Econômica foram projetadas simplesmente subtraindo os valores da correção ajustada para a população urbana das TGCAs da população rural do Cenário Tendencial, apresentados no Quadro 4.3. Ou seja, enquanto os valores da correção deste quadro são somados às TGCAs da população urbana no Cenário Tendencial, eles são subtraídos das TGCAs da população rural no mesmo cenário. Foi a maneira mais simples de estabelecer a racionalidade de que a população rural é reduzida com taxas mais aceleradas no Cenário de Maior Dinâmica Econômica do que no Cenário Tendencial, pois a população rural é atraída para o meio urbano em busca de empregos e renda.

	<p>PP-04 – Plano de Ação da Bacia da Região Hidrográfica do Rio Piabanha e Sub-bacias Hidrográficas dos Rios Paquequer e Preto</p> <p>COMPLEMENTAÇÃO E FINALIZAÇÃO DO PLANO INTEGRADO DE RECURSOS HÍDRICOS DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO PARAÍBA DO SUL - PIRH-PS E ELABORAÇÃO DOS PLANOS DE RECURSOS HÍDRICOS DAS BACIAS HIDROGRÁFICAS AFLUENTES</p>	<p>Tipo de Documento: Relatório Técnico</p> <p>Cód. do Documento: AGVP_PARAIBA_PF2 _Dlg_Prog_RHIV_Rev 03</p>	
---	--	--	---

No Cenário de Menor Dinâmica Econômica, a projeção da população rural foi realizada da mesma forma que para a população urbana. Os valores de correção do Quadro 4.1 foram subtraídos as TGCAs da população no Cenário Tendencial para representar o efeito de uma redução menos acelerada, de modo a representar melhor o Cenário de Menor Dinâmica Econômica.

Sendo assim, foram calculadas as taxas geométricas de crescimento anual para os cenários tendencial e alternativos (Quadro 4.4). Observa-se que a população rural da RH-IV segue a tendência decrescente, apresentando taxas geométricas de crescimento negativas.


Para efeitos de comparação, ao pé do quadro são apresentadas as Taxas Geométricas de Crescimento projetadas pelo IBGE para o Estado do Rio de Janeiro.



Quadro 4.4 – Taxas Geométricas de Crescimento Anual da População Rural da RH-IV nos Cenários Tendencial e Alternativos

Cenários Prospectados	2013-2018	2018-2023	2023-2028	2028-2033
Tendencial	-1,13%	-1,98%	-1,16%	-2,17%
Maior Dinâmica Econômica	-1,20%	-2,06%	-1,24%	-2,17%
Menor Dinâmica Econômica	-1,13%	-1,91%	-1,11%	-2,11%
Referência: projeções do IBGE para a população total no Estado do RJ	0,65%	0,56%	0,41%	0,27%

Fonte: Adaptado de IBGE (2018).

Dessa forma, o Quadro 4.5 apresenta o decréscimo anual da população rural nos cenários tendencial e alternativos na RH-IV, em valores absolutos, considerando as taxas apresentadas anteriormente. Observa-se que no Cenário de Maior Dinâmica Econômica, o número de habitantes reduziria para 49.784 em 2033, enquanto no de Menor, a estimativa é que a população reduza para 50.806 habitantes, considerando o mesmo período.

<p>Elaborado por:</p> 	<p>Nº da revisão</p> <p>03</p>	<p>Revisado por:</p>	<p>Aprovado por:</p>	<p>PF-02</p> <p>AGVP_PARAIBA_PF2_Dlg_Prog_RHIV_Rev03</p>	<p>157/210</p>
---	--------------------------------	----------------------	----------------------	--	----------------

	PP-04 – Plano de Ação da Bacia da Região Hidrográfica do Rio Piabanha e Sub-bacias Hidrográficas dos Rios Paquequer e Preto COMPLEMENTAÇÃO E FINALIZAÇÃO DO PLANO INTEGRADO DE RECURSOS HÍDRICOS DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO PARAÍBA DO SUL - PIRH-PS E ELABORAÇÃO DOS PLANOS DE RECURSOS HÍDRICOS DAS BACIAS HIDROGRÁFICAS AFLUENTES	Tipo de Documento: Relatório Técnico	
		Cód. do Documento: AGVP_PARAIBA_PF2_Dlg_Prog_RHIV_Rev 03	

Quadro 4.5 – Crescimento Anual da População Rural da RH-IV nos Cenários Tendencial e Alternativos

Cenários Prospectados	2013	2018	2023	2028	2033
	Habitantes				
Tendencial	69.698	65.833	59.563	56.196	50.354
Maior Dinâmica Econômica	69.698	65.606	59.133	55.560	49.784
Menor Dinâmica Econômica	69.698	65.833	59.771	56.530	50.806


Fonte: Calculado com base nas taxas estipuladas para cada cenário e IBGE (2018)

4.1.2.2 Indústria

A Classificação Nacional de Atividades Econômicas (CNAE) é a classificação oficialmente adotada pelo Sistema Estatístico Nacional e pelos órgãos federais gestores de registros administrativos. Para análise das demandas industriais na da Região Hidrográfica do Rio Piabanha e Sub-Bacias Hidrográficas dos Rios Paquequer e Preto, foram avaliadas as indústrias caracterizadas como de “transformação”, as quais são classificadas de acordo com os seguintes códigos CNAE, conforme apresentado no Quadro 4.6.

Quadro 4.6 – Demandas hídricas industriais por segmento CNAE na RH-IV

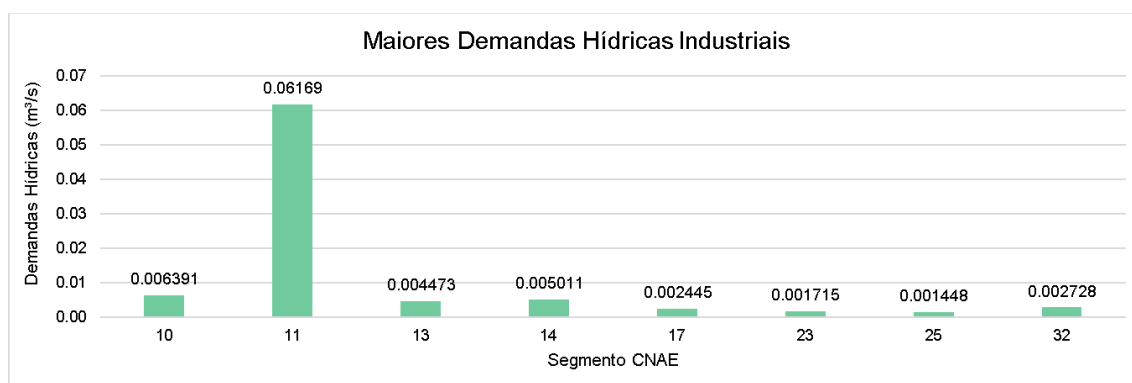
Segmento do CNAE	Segmento da indústria de transformação	Demandas Hídricas (m³/s)
10	Fabricação de produtos alimentícios	0,006391
11	Fabricação de bebidas	0,061690
12	Fabricação de produtos do fumo	0,000000
13	Fabricação de produtos têxteis	0,004473
14	Confecção de artigos do vestuário e acessórios	0,005011
15	Preparação couros/fabricação artefatos de couro, artigos para viagem e calçados	0,000248
16	Fabricação de produtos de madeira	0,000130
17	Fabricação de celulose, papel e produtos de papel	0,002445
18	Impressão e reprodução de gravações	0,000090
19	Fabricação de coque, de produtos derivados do petróleo e de biocombustíveis	0,000003
20	Fabricação de produtos químicos	0,000387
21	Fabricação de produtos farmoquímicos e farmacêuticos	0,000037
22	Fabricação de produtos de borracha e de material plástico	0,000557
23	Fabricação de produtos de minerais não-metálicos	0,001715
24	Metalurgia	0,000939
25	Fabricação de produtos de metal, exceto máquinas e equipamentos	0,001448

Elaborado por:	Nº da revisão	Revisado por:	Aprovado por:	PF-02 AGVP_PARAIBA_PF2_Dlg_Prog_RHIV_Rev03	158/210
	03				

Segmento do CNAE	Segmento da indústria de transformação	Demandas Hídricas (m³/s)
26	Fabricação de equipamentos de informática, produtos eletrônicos e ópticos	0,000059
27	Fabricação de máquinas, aparelhos e materiais elétricos	0,000004
28	Fabricação de máquinas e equipamentos	0,000193
29	Fabricação de veículos automotores, reboques e carrocerias	0,000018
30	Fabricação de outros equipamentos de transporte, exceto veículos automotores	0,000063
31	Fabricação de móveis	0,000189
32	Fabricação de produtos diversos	0,002728
33	Manutenção, reparação e instalação de máquinas e equipamentos	0,000611

Fonte: Adaptado de ANA, 2017a.

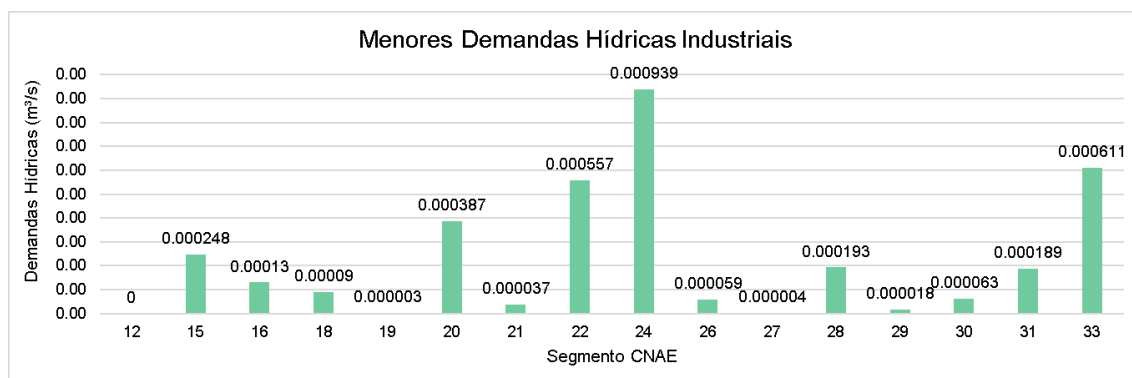
Observa-se que na RH-IV a maior demanda (Figura 4.3) se refere ao setor de Fabricação de bebidas (0,062 m³/s); seguindo, em ordem decrescente, pelos setores de fabricação de produtos alimentícios (0,006 m³/s); confecção de artigos do vestuário e acessórios (0,005m³/s) e fabricação de produtos têxteis (0,004 m³/s).



Fonte: Adaptado de ANA, 2017a.

Figura 4.3 – Distribuição das maiores demandas industriais na RH-IV, distribuídas por segmento CNAE

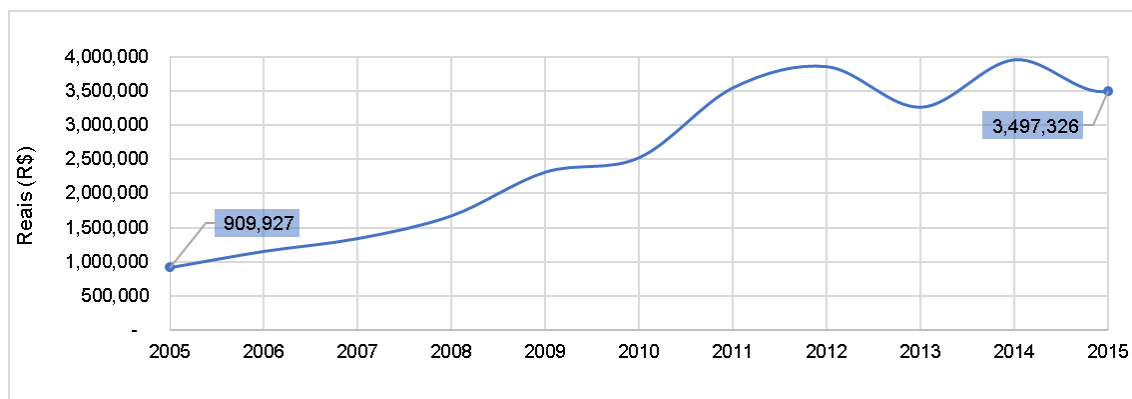
As demais demandas hídricas industriais da RH-IV, distribuídas por segmento CNAE, estão ilustradas na Figura 4.4.



Fonte: Adaptado de ANA, 2017a.

Figura 4.4 – Distribuição das menores demandas industriais na RH-IV, distribuídas por segmento CNAE



Tendo em vista o material apresentado pela ANA (2017a), as demandas hídricas e os VAB Industriais foram estimados supondo que os empreendimentos seriam distribuídos nas áreas urbanas municipais da RH-IV, ou seja, adotou-se a hipótese de que as indústrias estariam localizadas nas zonas urbanas. Destaca-se que esta variável apresenta comportamento mais instável do que o das variáveis populacionais, em decorrência das variabilidades da economia, com períodos sucessivos de expansão e de recessão, como pode ser verificado na Figura 4.5.



Fonte: Adaptado de ANA, 2017a.

Figura 4.5 – Evolução histórica da variação do VAB Industrial na RH-IV

A RH-IV apresenta um significativo dinamismo da indústria. Entre 2005 e 2015 o VAB Industrial foi multiplicado por 3,5. Isto, curiosamente, não foi refletido em variações seja na população urbana, seja na rural. O que se pode concluir é que o tipo de industrialização absorveu mão de obra local, ou é caracterizado pela geração de renda, mas não de empregos.

	PP-04 – Plano de Ação da Bacia da Região Hidrográfica do Rio Piabanha e Sub-bacias Hidrográficas dos Rios Paquequer e Preto COMPLEMENTAÇÃO E FINALIZAÇÃO DO PLANO INTEGRADO DE RECURSOS HÍDRICOS DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO PARAÍBA DO SUL - PIRH-PS E ELABORAÇÃO DOS PLANOS DE RECURSOS HÍDRICOS DAS BACIAS HIDROGRÁFICAS AFLUENTES	Tipo de Documento: Relatório Técnico	
		Cód. do Documento: AGVP_PARAIBA_PF2_Dlg_Prog_RHIV_Rev 03	

As projeções para a indústria no Cenário Tendencial foram as que apresentaram maiores variações entre as taxas de crescimento (Quadro 4.9). Ao projetar as taxas geométricas de crescimento anual, observa-se que o VAB da RH-IV cresceria a taxas inferiores ao VAB brasileiro em todos os cenários prospectados.

Especificamente para a projeção do VBA industrial no Cenário de Maior Dinâmica Econômica foram consideradas as projeções do aumento do PIB industrial para o Brasil nos cenários Referencial e Superior da EPE (2018). As diferenças percentuais entre os aumentos do PIB industrial foram calculadas como no Quadro 4.7.

Quadro 4.7 – TGCAs referentes aos Cenários Referencial e Superior nas prospecções da EPE (2018)

Períodos	2018 - 2022	2023 - 2027	2028 - 2032	2018 - 2032
Superior: Indústria	3,80%	3,40%	3,20%	3,50%
Referencial: Indústria	3,10%	3,10%	2,90%	3,00%
Diferenças	22,6%	9,7%	10,3%	16,7%

Fonte: Adaptado de EPE (2018)


O mesmo foi realizado para a projeção do VBA industrial no Cenário de Menor Dinâmica Econômica, onde foram consideradas as projeções do aumento do PIB industrial para o Brasil nos cenários Referencial e Inferior da EPE (2018). As diferenças percentuais entre os aumentos do PIB industrial foram calculadas como no Quadro 4.8.



Quadro 4.8 – TGCAs dos Cenários Referencial e Inferior nas prospecções da EPE (2018)

Períodos	2018 - 2022	2023 - 2027	2028 - 2032	2018 - 2032
Inferior: Indústria	2,10%	2,20%	2,50%	2,20%
Referencial: Indústria	3,10%	3,10%	2,90%	3,00%
Diferenças (%)	-32,3%	-29,0%	-13,8%	-26,7%

Fonte: Adaptado de EPE (2018)

Estes percentuais de incremento entre as TGCAs dos Cenários Referencial e Superior da EPE (2018) foram aplicados às TGCAs do Cenário Tendencial para se obter as TGCAs dos Cenário de Maior e Menor Dinâmica Econômica na RH-IV. Ou seja, se as diferenças entre as TGCAs projetadas pela EPE para os Cenário Superior e Referencial forem de x%, o mesmo x% será adotado para a

Elaborado por:	Nº da revisão	Revisado por:	Aprovado por:	PF-02 AGVP_PARAIBA_PF2_Dlg_Prog_RHIV_Rev03	161/210
	03				

	PP-04 – Plano de Ação da Bacia da Região Hidrográfica do Rio Piabanha e Sub-bacias Hidrográficas dos Rios Paquequer e Preto COMPLEMENTAÇÃO E FINALIZAÇÃO DO PLANO INTEGRADO DE RECURSOS HÍDRICOS DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO PARAÍBA DO SUL - PIRH-PS E ELABORAÇÃO DOS PLANOS DE RECURSOS HÍDRICOS DAS BACIAS HIDROGRÁFICAS AFLUENTES	Tipo de Documento: Relatório Técnico	
		Cód. do Documento: AGVP_PARAIBA_PF2_Dlg_Prog_RHIV_Rev03	

TGCA do Cenário Tendencial do Prognóstico, visando ajustar a TGCA do Cenário de Maior Dinâmica Econômica. As TGCAs resultantes são apresentadas no Quadro 4.9.

Ao pé do quadro citado são apresentadas as taxas de crescimento propostas pela EPE (2018) para o VAB Industrial brasileiro, para efeito de comparação com os valores calculados nas projeções.

Quadro 4.9 –Taxas Geométricas de Crescimento Anual dos VABs da Indústria na RH-IV nos Cenários Tendencial e Alternativos

Cenários Prospectados	2013-2018	2018-2023	2023-2028	2028-2033
Tendencial	9,36%	4,42%	4,22%	3,51%
Maior Dinâmica Econômica	9,36%	5,42%	4,63%	3,87%
Menor Dinâmica Econômica	9,36%	3,00%	2,99%	3,02%
Referência: TGCAs projetadas pela EPE no Cenário Referencial para o VAB Industrial	Período	2018-2022	2022-2027	2027-2032
	Total	3,10%	3,10%	2,90%
Referência: TGCAs projetadas pela EPE no Cenário Superior para o VAB Industrial.	Período	2022-2018	2027-2022	2032-2027
	TGCAs	3,8%	3,4%	3,2%
Referência: TGCAs projetadas pela EPE no Cenário Inferior para o VAB Industrial.	Período	2022-2018	2027-2022	2032-2027
	TGCAs	2,1%	2,2%	2,5%


Fonte: Adaptado de EPE (2018).



Dessa forma, o Quadro 4.10 apresenta a projeção do VAB da indústria na RH-IV nos cenários tendencial e alternativos, em valores absolutos, considerando as taxas apresentadas anteriormente. O VAB estimado em 2033 varia entre R\$ 7.949.398 no Cenário de Menor Dinâmica Econômica e R\$ 10.064.648 no Cenário de Maior Dinâmica Econômica.

Quadro 4.10 – Projeção do VAB Industrial (R\$) nos Cenários Tendencial e Alternativos

Cenários Prospectados	2013	2018	2023	2028	2033
	R\$				
Tendencial	3.260.509	5.099.094	6.330.548	7.783.536	9.247.946
Maior Dinâmica Econômica	3.260.509	5.099.094	6.639.028	8.323.971	10.064.648
Menor Dinâmica Econômica	3.260.509	5.099.094	5.909.860	6.849.208	7.949.398

Fonte: Calculado a partir de IBGE e taxas adaptadas de EPE (2018).

Elaborado por:	Nº da revisão	Revisado por:	Aprovado por:	PF-02 AGVP_PARAIBA_PF2_Dlg_Prog_RHIV_Rev03	162/210
	03				

	<p>PP-04 – Plano de Ação da Bacia da Região Hidrográfica do Rio Piabanha e Sub-bacias Hidrográficas dos Rios Paquequer e Preto</p> <p>COMPLEMENTAÇÃO E FINALIZAÇÃO DO PLANO INTEGRADO DE RECURSOS HÍDRICOS DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO PARAÍBA DO SUL - PIRH-PS E ELABORAÇÃO DOS PLANOS DE RECURSOS HÍDRICOS DAS BACIAS HIDROGRÁFICAS AFLUENTES</p>	<p>Tipo de Documento: Relatório Técnico</p> <p>Cód. do Documento: AGVP_PARAIBA_PF2 _Dlg_Prog_RHIV_Rev 03</p>	
---	--	--	---


4.1.2.3 Irrigação

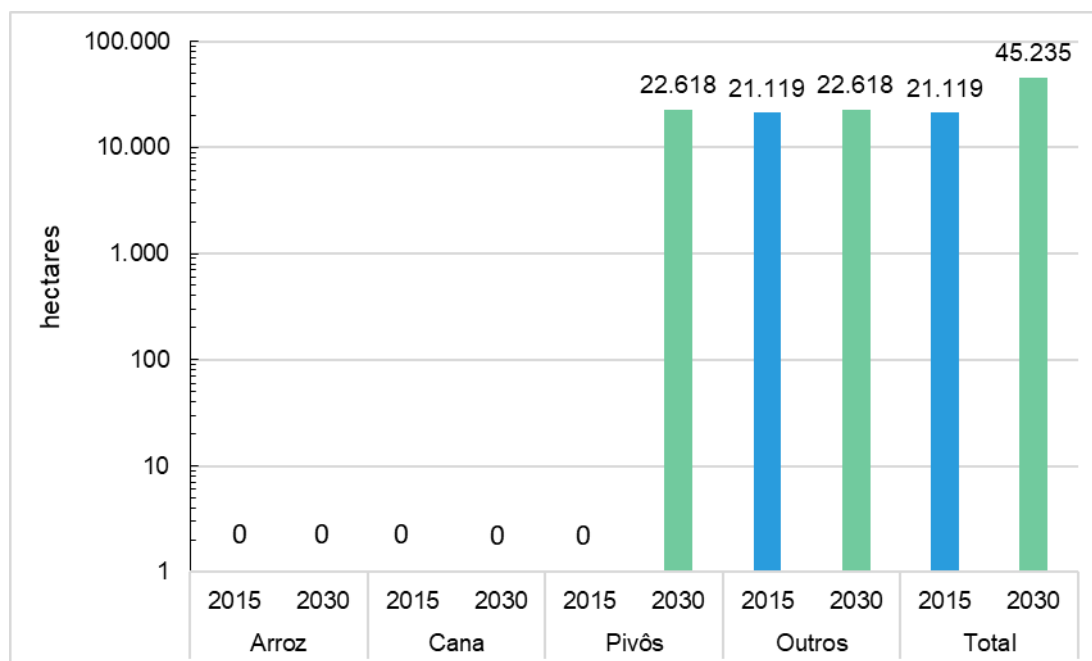
Em 2017, a Agência Nacional de Águas apresentou um estudo onde foi estimada a área irrigada de cada município do país, tendo por referência ao ano 2015 (ANA, 2017b). Para cada município foram estimadas as áreas de arroz irrigado por inundação, cana de açúcar, pivô central e outros sistemas. Para se projetar as áreas irrigadas municipais na RH-IV considerou-se a proporção das áreas rurais em cada município.

Neste caso, não foi estimado o crescimento da área irrigada por meio de taxas geométricas de crescimento anual, tendo em vista que o esgotamento dos solos aptos e dos demais insumos naturais usados faz com que seu crescimento seja aritmético, com base em taxas anuais de incremento de área. De acordo com os estudos do economista inglês Thomas Robert Malthus, a população mundial cresce em progressão geométrica, enquanto a produção de alimentos em progressão aritmética.

Na Figura 4.6 são apresentadas as áreas irrigadas divididas pelos métodos utilizados na RH-IV, para o ano de 2015 e projetado para 2030. Verifica-se que no ano de 2015 a única área irrigada está classificada como “outros” (21.119 ha). Esta classe de irrigação abrange um amplo leque de possibilidades, mas na RH-IV é importante vincular, preponderantemente, à irrigação por sulcos ou aspersão convencional em pequenas propriedades. Ao projetar para 2030 observa-se o aumento desta área para 22.618 ha.

Observa-se um crescimento significativo na RH-IV no ano de 2030. Verifica-se por estas projeções que na RH-IV a área irrigada passará de 20.000 ha em 2015 para 50.000 ha em 2030. Por outro lado, observa-se um crescimento na área irrigada por pivô, sendo de 0 ha em 2015, passando para 22.618 ha em 2033.

<p>Elaborado por:</p> 	<p>Nº da revisão</p> <p>03</p>	<p>Revisado por:</p>	<p>Aprovado por:</p>	<p>PF-02</p> <p>AGVP_PARAIBA_PF2_Dlg_Prog_RHIV_Rev03</p>	<p>163/210</p>
---	--------------------------------	----------------------	----------------------	--	----------------





Fonte: ANA (2017b)

Figura 4.6 – Áreas irrigadas distribuídas pelos métodos utilizados na RH-IV estimada em 2015 e projetada para 2030.

Para projeção das áreas irrigadas no Cenário Tendencial foi usado o estudo “*Análise Territorial para o Desenvolvimento da Agricultura Irrigada no Brasil*” (Brasil, 2014), que avaliou a área adicional irrigável do País utilizando como unidade territorial de análise as otobacias (microbacias). As estimativas das áreas irrigáveis adicionais foram realizadas considerando a mesma abordagem adotada no dimensionamento de projetos de irrigação no campo, considerando a demanda hídrica, o balanço hídrico e a área disponível para atividades agrícolas (ANA, 2017b). Também foram consideradas a dinâmica fundiária, a qualidade logística e a importância ambiental. O potencial de expansão da área irrigada considerou as áreas com aptidão de solos alta ou média; aptidão de relevo alta; qualidade logística alta (existência de escoamento da produção e de energia elétrica), sendo excluídas as áreas de proteção ambiental (ANA, 2017).

Para projeção da área irrigada no cenário de Maior Dinâmica Econômica adotou-se procedimento análogo ao que foi adotado para os VABs Industriais. O Quadro 4.11 mostra as diferenças entre os PIBs Agropecuários nos Cenários Referencial e Superior das prospecções da EPE (2018).

	PP-04 – Plano de Ação da Bacia da Região Hidrográfica do Rio Paraíba e Sub-bacias Hidrográficas dos Rios Paquequer e Preto COMPLEMENTAÇÃO E FINALIZAÇÃO DO PLANO INTEGRADO DE RECURSOS HÍDRICOS DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO PARAÍBA DO SUL - PIRH-PS E ELABORAÇÃO DOS PLANOS DE RECURSOS HÍDRICOS DAS BACIAS HIDROGRÁFICAS AFLUENTES	Tipo de Documento: Relatório Técnico	
		Cód. do Documento: AGVP_PARAIBA_PPF2_Dlg_Prog_RHIV_Rev 03	

Quadro 4.11 – TGCAs referentes aos Cenários Referencial e Superior nas prospecções da EPE (2018)

Períodos	2018 - 2022	2023 - 2027	2028 - 2032	2018 - 2032
Superior: Agropecuária	2,50%	3,40%	3,10%	3,00%
Referencial: Agropecuária	2,40%	2,90%	2,70%	2,70%
Diferenças (%)	4,2%	17,2%	14,8%	11,1%

Fonte: Adaptado de EPE (2018)


Os percentuais foram aplicados aos incrementos anuais de área irrigada no Cenário Tendencial para obtenção dos mesmos incrementos no Cenário de Maior Dinâmica Econômica. Como no Cenário Tendencial alguns incrementos são negativos (Quadro 4.13), eles serão amplificados no cenário alternativo, acelerando a tendência de redução da área irrigada de algumas categoriais. Dessa forma, a análise foi realizada por tipo de cultura ou método de irrigação, sendo calculado o incremento anual e a área irrigada em cada cena de 2015 (correspondente a estimativas da ANA, 2017b), e na cena atual, 2018, bem como as projeções para as cenas de curto, médio e longo prazo.



Para projeção da área irrigada no Cenário de Menor Dinâmica Econômica adotou-se procedimento análogo ao que foi adotado para o Cenário de Maior Dinâmica. O Quadro 4.12 mostra as diferenças entre os PIBs Agropecuários nos Cenários Referencial e Inferior das prospecções da EPE (2018). Os percentuais (negativos, como devem ser em situação de menor dinâmica econômica) foram aplicados aos incrementos anuais de área irrigada no Cenário Referencial para obtenção dos mesmos incrementos no Cenário de Menor Dinâmica Econômica deste Plano.

Quadro 4.12 – TGCAs referentes aos Cenários Referencial e Superior nas prospecções da EPE (2018).

Períodos	2018 - 2022	2023 - 2027	2028 - 2032	2018 - 2032
Inferior: Agropecuária	1,90%	2,70%	2,50%	2,40%
Referencial: Agropecuária	2,40%	2,90%	2,70%	2,70%
Diferenças (%)	-20,8%	-6,9%	-7,4%	-11,1%


Fonte: Adaptado de EPE (2018)

Elaborado por:	Nº da revisão	Revisado por:	Aprovado por:	PF-02 AGVP_PARAIBA_PPF2_Dlg_Prog_RHIV_Rev03	165/210
	03				

	<p>PP-04 – Plano de Ação da Bacia da Região Hidrográfica do Rio Piabanha e Sub-bacias Hidrográficas dos Rios Paquequer e Preto</p> <p>COMPLEMENTAÇÃO E FINALIZAÇÃO DO PLANO INTEGRADO DE RECURSOS HÍDRICOS DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO PARAÍBA DO SUL - PIRH-PS E ELABORAÇÃO DOS PLANOS DE RECURSOS HÍDRICOS DAS BACIAS HIDROGRÁFICAS AFLUENTES</p>	<p>Tipo de Documento: Relatório Técnico</p> <p>Cód. do Documento: AGVP_PARAIBA_PF2 _Dlg_Prog_RHIV_Rev 03</p>	
---	--	--	---

Como no Cenário Tendencial alguns incrementos são negativos (Quadro 4.13), estes incrementos negativos serão reduzidos neste Cenário de Menor Dinâmica Econômica. Este método foi desacelerando a tendência de redução da área irrigada de algumas categoriais. Esta consideração se faz necessária no Cenário de Menor Dinâmica Econômica tendo em vista a hipótese de que uma quantidade menor de recursos estará disponível para a conversão de culturas irrigadas para culturas não irrigadas (reconversão da atividade produtivas).

No Quadro 4.13 é apresentado o incremento anual e projeção da área irrigada conforme o método utilizado na RH-IV, nos cenários tendencial e alternativos.

<p>Elaborado por:</p> 	<p>Nº da revisão</p> <p>03</p>	<p>Revisado por:</p>	<p>Aprovado por:</p>	<p>PF-02</p> <p>AGVP_PARAIBA_PF2_Dlg_Prog_RHIV_Rev03</p>	<p>166/210</p>
---	--------------------------------	----------------------	----------------------	--	----------------

Quadro 4.13 – Incremento anual da área irrigada conforme o método utilizado na RH-IV, nos Cenários Tendencial e Alternativos

Cenários Prospectados	Arroz						Açúcar						Pivô Central						Outros Sistemas					
	Incremento anual	Área irrigada (ha)					Incremento anual	Área irrigada (ha)					Incremento anual	Área irrigada (ha)					Incremento anual	Área irrigada (ha)				
	(2015-2030)	2015	2018	2023	2028	2033	(2015-2030)	2015	2018	2023	2028	2033	(2015-2030)	2015	2018	2023	2028	2033	(2015-2030)	2015	2018	2023	2028	2033
Tendencial	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1.507,84	0	4.524	12.063	19.602	27.141	99,92	21.119	21.419	21.918	22.418	22.917
Maior Dinâmica Econômica	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1.675,38	0	5.026	13.403	21.780	30.157	111,02	21.119	21.452	22.007	22.562	23.117
Menor Dinâmica Econômica	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1.340,30	0	4.021	10.722	17.424	24.125	1.340,30	0	4.021	10.722	17.424	24.125

Assim, foram obtidos o incremento anual e a projeção da área irrigada total na RH-IV nos cenários tendencial e alternativos (Quadro 4.14). Observa-se que o Cenário de Maior Dinâmica Econômica representa a maior área total irrigada considerando todos os anos projetados. O inverso ocorre com o Cenário de Menor Dinâmica Econômica, apresentando a menor área total irrigada. Tal situação poderá acarretar problemas relevantes ao balanço hídrico nestas unidades, caso medidas de aumento de eficiência não sejam adotadas.

Quadro 4.14 – Incremento anual e projeção da área irrigada total na RH-IV nos Cenários Tendencial e Alternativos

Cenários Prospectados	Incremento total anual	Área irrigada (ha)				
	2015-2030	2015	2018	2023	2028	2033
Tendencial	1.607,76	21.119	25.942	33.981	42.020	50.059
Maior Dinâmica Econômica	1.786,40	21.119	26.478	35.410	44.342	53.274
Menor Dinâmica Econômica	1.429,12	21.119	25.406	32.552	39.697	46.843

Fonte: Calculado a partir de Atlas de Irrigação da ANA e taxas dos cenários prospectivos de EPE (2018).

4.1.2.4 Criação de Animais

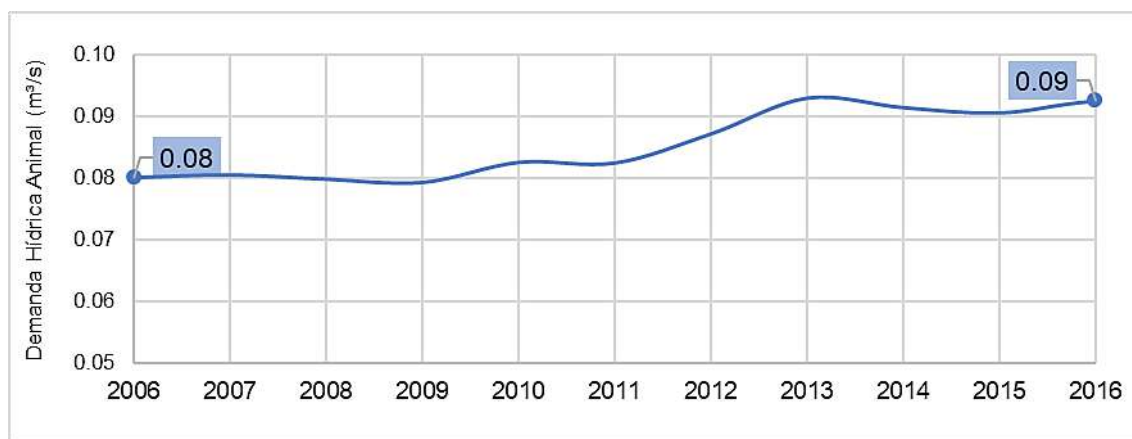
Para estimativa desta variável foram consideradas as informações do IBGE sobre rebanhos de Bovinos, Bubalinos, Equinos, Suínos, Caprinos, Ovinos, Galináceos e Codornas, considerando o período de 2006 a 2016. As demandas hídricas de cada rebanho foram obtidas e somadas para cada município considerando os usos diários de acordo com o Quadro 4.15.

Quadro 4.15 – Demandas hídricas unitárias por tipo de rebanho animal

Tipo de Rebanho	Criação de Animais (l/dia/animal)	
	Referência	Valor adotado
Bovinos	50 a 70	50
Bubalinos		50
Equinos, Muares e Asininos	40 a 56	40
Suínos	10 a 30	10
Ovinos e Caprinos	8 a 12	8
Coelhos	0,2 a 0,3	0,25
Avinos (Galináceos)	0,15 a 0,25	0,2
Codornas	Estimativa a partir do uso de galináceos	0,1

Fonte: SUDENE (1980); TELLES e DOMINGUES (2006).

O quadro acima apresenta as estimativas de uso de água para cada tipo de rebanho, a partir do qual foi estimada a demanda hídrica por rebanho. A soma das demandas hídricas por rebanho resultou na demanda animal. Para obtenção das demandas hídricas para criação de animais na RH-IV, os valores municipais foram projetados considerando a proporção das áreas rurais de cada município. A Figura 4.7 apresenta a evolução das demandas hídricas na RH-IV. Nota-se uma suave elevação dos valores.





Fonte: Adaptado de IBGE (2018).

Figura 4.7 – Evolução histórica da demanda hídrica para criação animal na RH-IV.

Para as projeções das demandas hídricas para criação de animais no Cenário Tendencial, foram consideradas as tendências lineares dos últimos 11 anos, ou uma memória dos últimos 11 anos, a partir do registro de rebanhos apresentado pelo IBGE de 2006 a 2016. Adotou-se a ponderação 2 para o valor do ano anterior e 1 para o valor tendencial, para suavizar as projeções, conforme apresentado no Quadro 4.16.

Para projeção da demanda hídrica da criação de animais no Cenário de Maior Dinâmica Econômica, as TGCAs obtidas pelas projeções do Cenário Tendencial foram acrescidas pelos mesmos percentuais obtidos no Quadro 4.11, oriundo das prospecções da EPE (2018) para os cenários Referencial e Superior.

Já para a projeção da demanda hídrica para criação de animais no Cenário de Menor Dinâmica Econômica, as TGCAs obtidas pelas projeções do Cenário Tendencial foram subtraídas pelos mesmos percentuais obtidos no Quadro 4.12,

	PP-04 – Plano de Ação da Bacia da Região Hidrográfica do Rio Piabanha e Sub-bacias Hidrográficas dos Rios Paquequer e Preto COMPLEMENTAÇÃO E FINALIZAÇÃO DO PLANO INTEGRADO DE RECURSOS HÍDRICOS DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO PARAÍBA DO SUL - PIRH-PS E ELABORAÇÃO DOS PLANOS DE RECURSOS HÍDRICOS DAS BACIAS HIDROGRÁFICAS AFLUENTES	Tipo de Documento: Relatório Técnico	
		Cód. do Documento: AGVP_PARAIBA_PF2_Dlg_Prog_RHIV_Rev03	

oriundo das prospecções da EPE (2018) para os PIBs Agropecuários nos cenários Referencial e Inferior.

Dessa forma, o Quadro 4.16 apresenta as Taxas Geométricas de Crescimento Anual da demanda hídrica para criação na RH-IV nos cenários tendencial e alternativos. Ao pé deste quadro estão as taxas de crescimento do VAB Agropecuário projetadas pela EPE (2018) para o Brasil, para efeitos de comparação. Destaca-se que as taxas de crescimento calculadas para as demandas de criação de animais são inferiores às taxas de crescimento do VAB Agropecuário brasileiro, o que pode ser explicado pela menor significância da pecuária, em relação à agricultura, nesta bacia.

Quadro 4.16 – Taxas Geométricas de Crescimento Anual da demanda hídrica para criação na RH-IV nos Cenários Tendencial e Alternativos

Cenários Prospectados	2013-2018	2018-2023	2023-2028	2028-2033
Tendencial	0,32%	0,81%	0,44%	0,25%
Maior Dinâmica Econômica	0,32%	0,77%	0,36%	0,21%
Menor Dinâmica Econômica	0,32%	0,97%	0,47%	0,26%
Referência: TGCAs projetadas pela EPE no Cenário Tendencial para o VAB Agropecuário	Período	2018-2022	2022-2027	2027-2032
	TGCAs	2,40%	2,90%	2,70%
Referência: TGCAs projetadas pela EPE no Cenário Superior para o VAB Agropecuário	Período	2018-2022	2022-2027	2027-2032
	TGCAs	2,50%	3,40%	3,10%
Referência: TGCAs projetadas pela EPE no Cenário Superior para o VAB Agropecuário	Período	2018-2022	2022-2027	2027-2032
	TGCAs	1,90%	2,70%	2,50%


Fonte: Adaptado de EPE (2018)



O Quadro 4.17 apresenta a projeção da demanda hídrica total para criação de animais para criação na RH-IV nos cenários tendencial e alternativos. Observa-se que as demandas se mantêm similares em todos os cenários prospectados.

Quadro 4.17 – Projeção da demanda hídrica total para criação de animais na RH-IV nos Cenários Tendencial e Alternativos

Cenários Prospectados	2013	2018	2023	2028	2033
	(m³/s)				
Tendencial	0,09	0,09	0,10	0,10	0,09
Maior Dinâmica Econômica	0,09	0,09	0,10	0,10	0,10
Menor Dinâmica Econômica	0,093	0,094	0,099	0,101	0,103

Fonte: Calculado a partir das taxas dos cenários prospectivos de EPE (2018).

Elaborado por:	Nº da revisão	Revisado por:	Aprovado por:	PF-02	170/210
	03			AGVP_PARAIBA_PF2_Dlg_Prog_RHIV_Rev03	

	<p>PP-04 – Plano de Ação da Bacia da Região Hidrográfica do Rio Piabanha e Sub-bacias Hidrográficas dos Rios Paquequer e Preto</p> <p>COMPLEMENTAÇÃO E FINALIZAÇÃO DO PLANO INTEGRADO DE RECURSOS HÍDRICOS DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO PARAÍBA DO SUL - PIRH-PS E ELABORAÇÃO DOS PLANOS DE RECURSOS HÍDRICOS DAS BACIAS HIDROGRÁFICAS AFLUENTES</p>	<p>Tipo de Documento: Relatório Técnico</p> <p>Cód. do Documento: AGVP_PARAIBA_PF2 _Dlg_Prog_RHIV_Rev 03</p>	
---	--	--	---


4.1.2.5 Índices de Eficiência de Uso da água nos diversos cenários projetados



Considerando as melhores ou piores condições econômicas é sabido que os setores usuários da água fazem uso, em maior ou menor grau, de tecnologias e procedimentos produtivos que diminuem as taxas unitárias de utilização de água. Em última instância alteram os processos produtivos e tornam-se mais ou menos eficientes em função da disponibilidade de recursos econômicos. No caso do presente prognóstico, foram considerados os seguintes abatimentos por conta da provável melhoria de eficiência dos setores usuários, nos cenários Tendencial, Maior Dinâmica Econômica e Menor Dinâmica Econômica:

1. **Redução no índice de perdas dos sistemas de abastecimento**, de modo que a distância da meta de 15% (meta final SNIS) de perdas seja reduzida à metade até 2033 no cenário tendencial = Reduções na demanda final da ordem de 1,5%; 3,7% e 4,5% em 2033 nos três cenários, respectivamente;
2. **Redução do consumo per-capita**, de modo que em 2033 no cenário tendencial a distância até o indicador de 110L/hab./dia da ONU seja diminuída a metade = Reduções na demanda final da ordem de 0,8%; 2,1% e 2,5% em 2033 nos três cenários respectivamente;
3. **Aumento de eficiência no uso da água na indústria**: redução de 10% na demanda, no cenário tendencial em 2033 = reduções na demanda final da ordem de 5,0%; 10,0% e 15% em 2033 nos três cenários, respectivamente;
4. **Aumento na eficiência no uso da água na irrigação**: redução de 5% na demanda para a irrigação, no cenário tendencial em 2033 = Reduções na demanda final da ordem de 5,0%; 5,0% e 10,0% em 2033 nos três cenários, respectivamente.

4.1.3 Projeção das Demandas Hídricas

Conforme informado no item 3.6.3, o quadro de demandas da RH-IV é composto pelas estimativas apresentadas no SNIRH (ANA-SNIRH, 2015), para os setores

<p>Elaborado por:</p> 	<p>Nº da revisão</p> <p>03</p>	<p>Revisado por:</p>	<p>Aprovado por:</p>	<p>PF-02</p> <p>AGVP_PARAIBA_PF2_Dlg_Prog_RHIV_Rev03</p>	<p>171/210</p>
---	--------------------------------	----------------------	----------------------	--	----------------

	PP-04 – Plano de Ação da Bacia da Região Hidrográfica do Rio Piabanha e Sub-bacias Hidrográficas dos Rios Paquequer e Preto COMPLEMENTAÇÃO E FINALIZAÇÃO DO PLANO INTEGRADO DE RECURSOS HÍDRICOS DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO PARAÍBA DO SUL - PIRH-PS E ELABORAÇÃO DOS PLANOS DE RECURSOS HÍDRICOS DAS BACIAS HIDROGRÁFICAS AFLUENTES	Tipo de Documento: Relatório Técnico	
		Cód. do Documento: AGVP_PARAIBA_PF2_Dlg_Prog_RHIV_Rev 03	

de abastecimento (urbano e rural), indústria, Irrigação e Criação de Animais, bem como dos dados disponibilizados pela ANA, através de e-mail, para o setor de Mineração (ANA 2017).

Para a projeção das demandas foram aplicadas as taxas de crescimentos estimadas no item 4.1.2 para cada setor usuário consuntivo, bem como dos respectivos índices de redução de perdas e aumento da eficiência no uso da água (4.1.2.5). A seguir são apresentados os resultados das projeções das demandas hídricas nos setores de abastecimento público urbano e rural, indústria, termoeletricas, mineração, irrigação e criação de animais, para os Cenários Tendencial, Cenários de Maior e Menor Dinâmica Econômica. Esta projeção foi realizada para 2018, tendo em vista que parte das demandas foram publicada pela ANA em 2015, bem como para os horizontes de planejamento de curto (2023), médio (2028) e longo prazo (2033).

4.1.3.1 Abastecimento Urbano

Para a realização da projeção das demandas hídricas do abastecimento urbano no horizonte de planejamento do Plano de Bacia da RH-IV, foram consideradas as taxas de crescimento referentes à população urbana aplicadas sobre a demanda atual, assim como os índices de eficiência de uso da água e de redução das perdas físicas existentes na rede de distribuição associadas a menores usos de água per capita estimados para o setor. Os resultados da projeção das demandas do abastecimento urbano estão apresentados no Quadro 4.18.

Quadro 4.18 – Projeção das Demandas Hídricas do setor de Abastecimento Urbano da RH-IV nos Cenários Tendencial e Alternativos, nos anos de 2018, 2023, 2028 e 2033

Cenários Prospectivos	Menor Dinâmica	Tendencial	Maior Dinâmica	Menor Dinâmica	Tendencial	Maior Dinâmica	Menor Dinâmica	Tendencial	Maior Dinâmica	Menor Dinâmica	Tendencial	Maior Dinâmica
	2018			2023			2028			2033		
Demandas (m³/s)	1,28	1,28	1,28	1,30	1,28	1,28	1,33	1,30	1,30	1,36	1,32	1,32

Na Figura 4.8 é possível observar que a partir de 2023 as demandas hídricas projetadas para os diferentes cenários (considerando a melhoria na eficiência do uso da água) apresentam pequenas disparidades, sendo que o cenário de menor dinâmica econômica apresenta a maior demanda, seguido pelo de maior dinâmica econômica e, posteriormente, o tendencial.

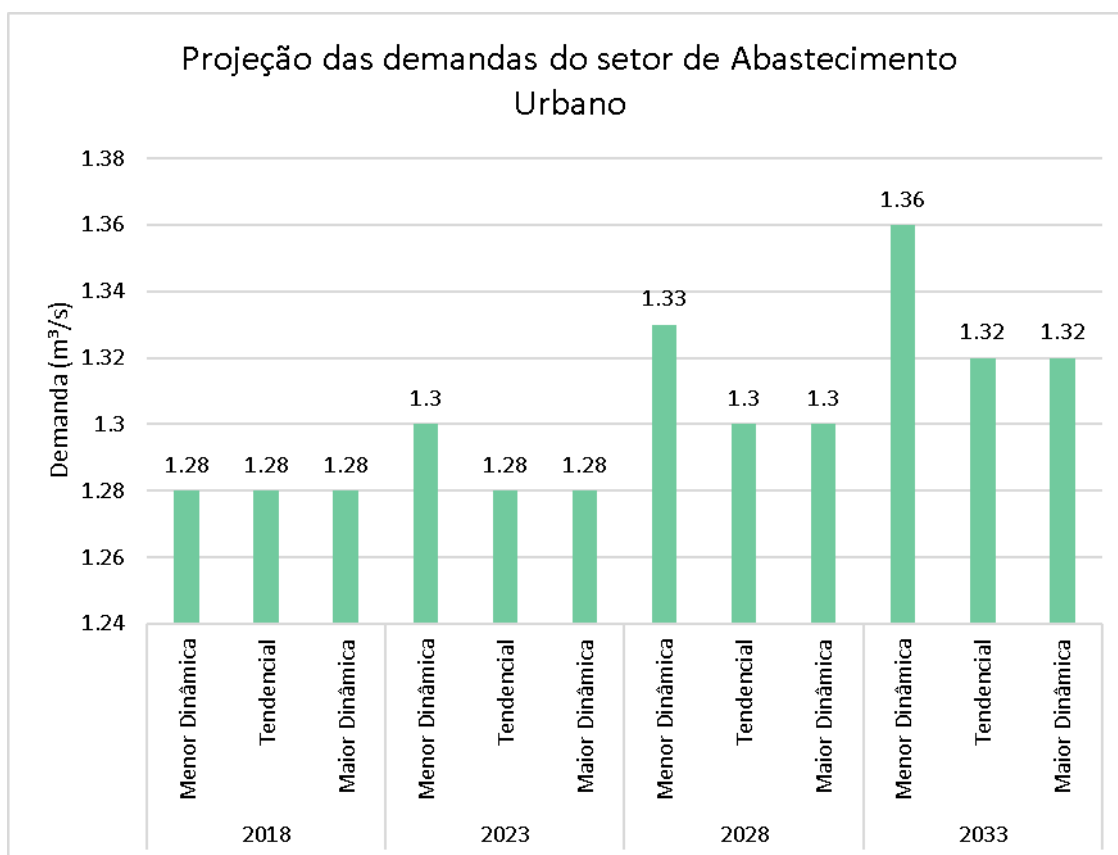


Figura 4.8 – Projeção das Demandas Hídricas do setor de Abastecimento Urbano na RH-IV, para os cenários de menor dinâmica econômica, tendencial e maior dinâmica econômica

4.1.3.2 Abastecimento Rural

Para realização das projeções do abastecimento rural, fez-se uso das taxas de crescimento estimadas para a população rural (item 4.1.2.1) aplicadas sobre as demandas atuais do setor. Diferentemente do abastecimento urbano, para o rural não foram estimadas reduções das demandas per capita e diminuição das perdas físicas. Os resultados da projeção das demandas do abastecimento rural estão apresentados no Quadro 4.19.

Quadro 4.19 – Projeção das Demandas Hídricas do setor de Abastecimento Rural da RH-IV nos Cenários Tendencial e Alternativos, nos anos de 2018, 2023, 2028 e 2033

Cenários Prospectivos	Menor Dinâmica	Tendencial	Maior Dinâmica	Menor Dinâmica	Tendencial	Maior Dinâmica	Menor Dinâmica	Tendencial	Maior Dinâmica	Menor Dinâmica	Tendencial	Maior Dinâmica
	2018			2023			2028			2033		
Demandas (m³/s)	0,09	0,09	0,09	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,07	0,07	0,07

Na Figura 4.9 é possível observar que as demandas projetadas para o abastecimento rural são iguais em todos os cenários, diminuindo 0,01 m³/s em cada ano de análise.

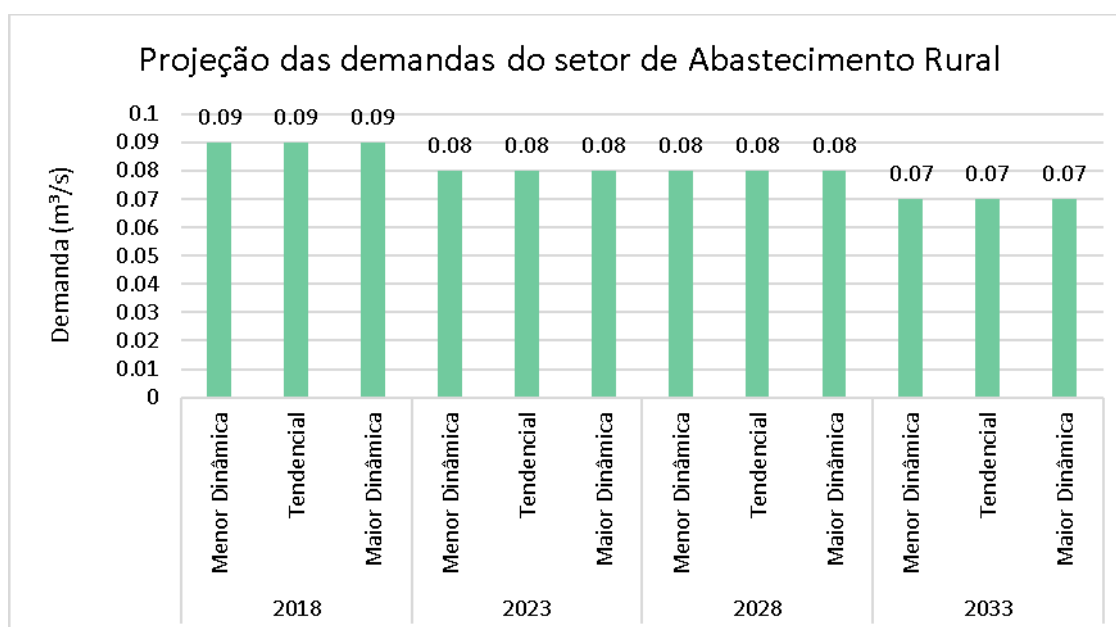


Figura 4.9 – Projeção das Demandas Hídricas do setor de Abastecimento Rural na RH-IV, para os cenários de menor dinâmica econômica, tendencial e maior dinâmica econômica

4.1.3.3 Indústria

Em relação à demanda hídrica projetada para o setor industrial nos três cenários propostos, destaca-se que, além das taxas de crescimento, foram aplicados os índices de eficiência de uso da água devido a melhorias do setor (item 4.1.2.5). Os resultados da projeção das demandas do setor industrial estão apresentados no Quadro 4.20.

Quadro 4.20 – Projeção das Demandas Hídricas do setor industrial da RH-IV nos Cenários Tendencial e Alternativos, nos anos de 2018, 2023, 2028 e 2033

Cenários Prospectivos	Menor Dinâmica	Tendencial	Maior Dinâmica	Menor Dinâmica	Tendencial	Maior Dinâmica	Menor Dinâmica	Tendencial	Maior Dinâmica	Menor Dinâmica	Tendencial	Maior Dinâmica
	2018			2023			2028			2033		
	Demandas (m³/s)											
	0,14	0,14	0,14	0,16	0,16	0,17	0,18	0,20	0,20	0,20	0,23	0,23

Aplicadas as taxas de projeções e as respectivas taxas de eficiência hídrica (redução projetada para o setor) percebe-se que a demanda no cenário tendencial em 2033 é de 0,23 m³/s, ou seja, há um aumento previsto de 0,09 m³/s em 15 anos frente à situação atual. Nos cenários de menor e maior dinâmica econômica, o crescimento da demanda é, aproximadamente, 0,07 m³/s e 0,09 m³/s, respectivamente (Figura 4.10).

Um aspecto a ser ressaltado sobre os resultados obtidos para as projeções dos diferentes cenários de demandas hídricas do setor industrial, é que o cenário tendencial apresenta uma demanda total, em 2033, igual ao cenário de maior dinâmica econômica. Isto pode estar associado as taxas de reduções aplicadas ao cenário de maior dinâmica econômica, sendo que estas são maiores do que as estimadas para o cenário tendencial.

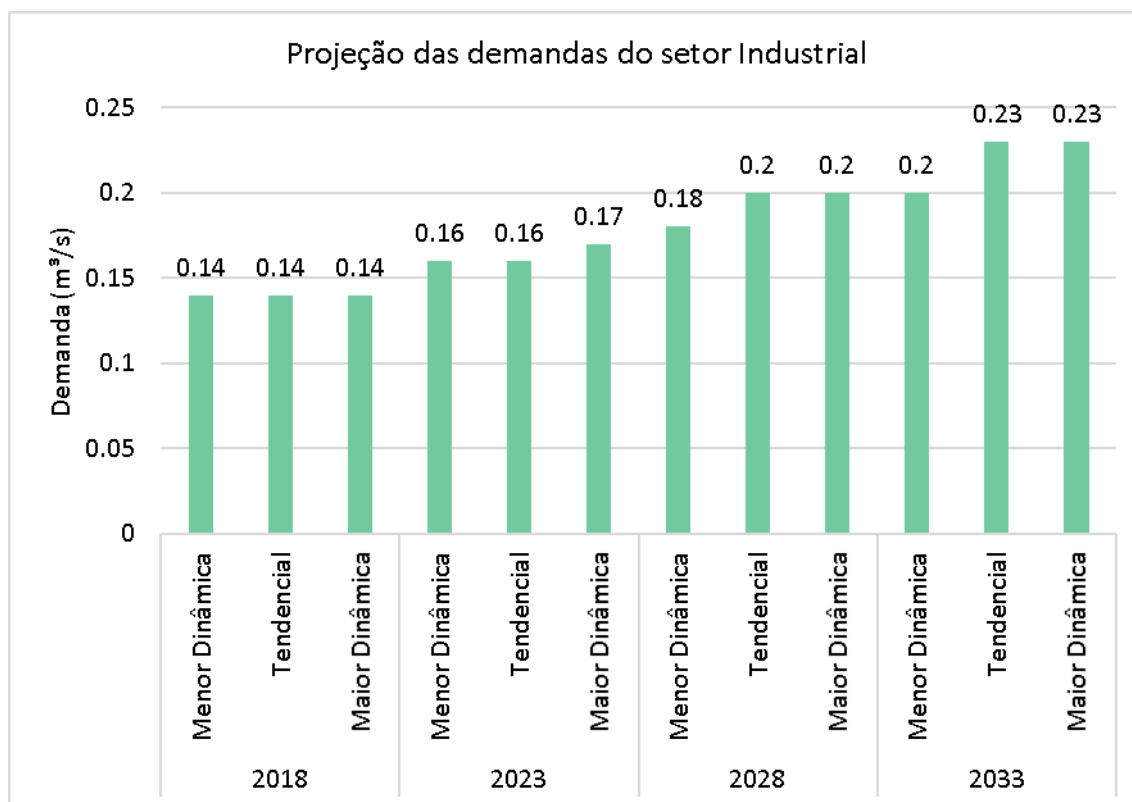


Figura 4.10 – Projeção das Demandas Hídricas do setor industrial na RH-IV, para os cenários de menor dinâmica econômica, tendencial e maior dinâmica econômica

4.1.3.4 Mineração

Tendo em vista não haver referência consolidada para estimativas de crescimento do setor de mineração, não foi estudada, no capítulo anterior, a determinação de taxas de crescimento para este setor. Dessa forma, assim como realizado na construção dos cenários utilizados nas projeções das demandas hídricas do setor de energia termoelétrica, as demandas hídricas atuais do setor de mineração foram projetadas para os cenários futuros considerando as taxas de crescimento estimadas para o setor industrial, dado a relação entre estes setores. Contudo, não foram aplicados os índices de eficiência de uso de água nos cenários construídos para o setor de mineração.

Esta consideração é possível pois compreende-se que seja a que melhor guarda relação com o setor. Os resultados da projeção das demandas do setor termoelétrico estão apresentados no Quadro 4.21.

Quadro 4.21 – Projeção das Demandas Hídricas do setor de Mineração da RH-IV nos Cenários Tendencial e Alternativos, nos anos de 2018, 2023, 2028 e 2033

Cenários Prospectivos	Menor Dinâmica	Tendencial	Maior Dinâmica	Menor Dinâmica	Tendencial	Maior Dinâmica	Menor Dinâmica	Tendencial	Maior Dinâmica	Menor Dinâmica	Tendencial	Maior Dinâmica
	2018			2023			2028			2033		
Demandas (m³/s)	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01

Na Figura 4.11 é possível observar que a demanda do setor de mineração se mantém estável em todos os cenários e cenários, não ultrapassando a vazão média de 0,01 m³/s.

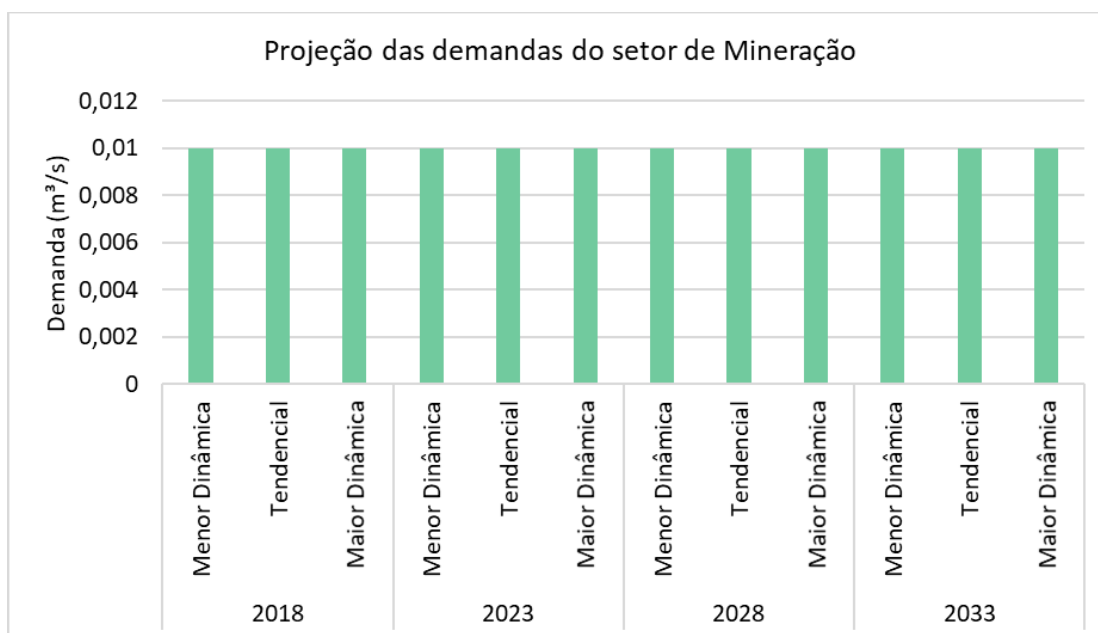


Figura 4.11 – Projeção das Demandas Hídricas do setor de Mineração na RH-IV, para os cenários de menor dinâmica econômica, tendencial e maior dinâmica econômica

4.1.3.5 Irrigação

A partir das taxas de crescimento (item 4.1.2.3) estimadas para o setor de irrigação, realizou-se a projeção das demandas hídricas futuras para o cenário tendencial e os cenários de maior e menor dinâmica econômica conforme horizonte de planejamento do PBH da RH-IV. Para este caso, as taxas de redução estimadas para este setor, estão relacionadas à melhoria do manejo das culturas agrícolas, bem como à redução da lâmina de água utilizada na irrigação.

Os resultados da projeção das demandas do setor de irrigação estão apresentados no Quadro 4.22.

Quadro 4.22 – Projeção das Demandas Hídricas do setor de Irrigação da RH-IV nos Cenários Tendencial e Alternativos, nos anos de 2018, 2023, 2028 e 2033

Cenários Prospectivos	Menor Dinâmica	Tendencial	Maior Dinâmica	Menor Dinâmica	Tendencial	Maior Dinâmica	Menor Dinâmica	Tendencial	Maior Dinâmica	Menor Dinâmica	Tendencial	Maior Dinâmica
	2018			2023			2028			2033		
Demandas (m³/s)	1,22	1,26	1,30	1,56	1,62	1,67	1,86	1,98	2,03	2,13	2,31	2,36

Com base nos resultados obtidos para o cenário de maior dinâmica econômica (2033), observa-se o incremento de 1,1 m³/s, somada a demanda atual que é de 1,26 m³/s, totalizando 2,36 m³/s. O aumento significativo das demandas é resultado da perspectiva do incremento de áreas irrigadas na RH-IV.

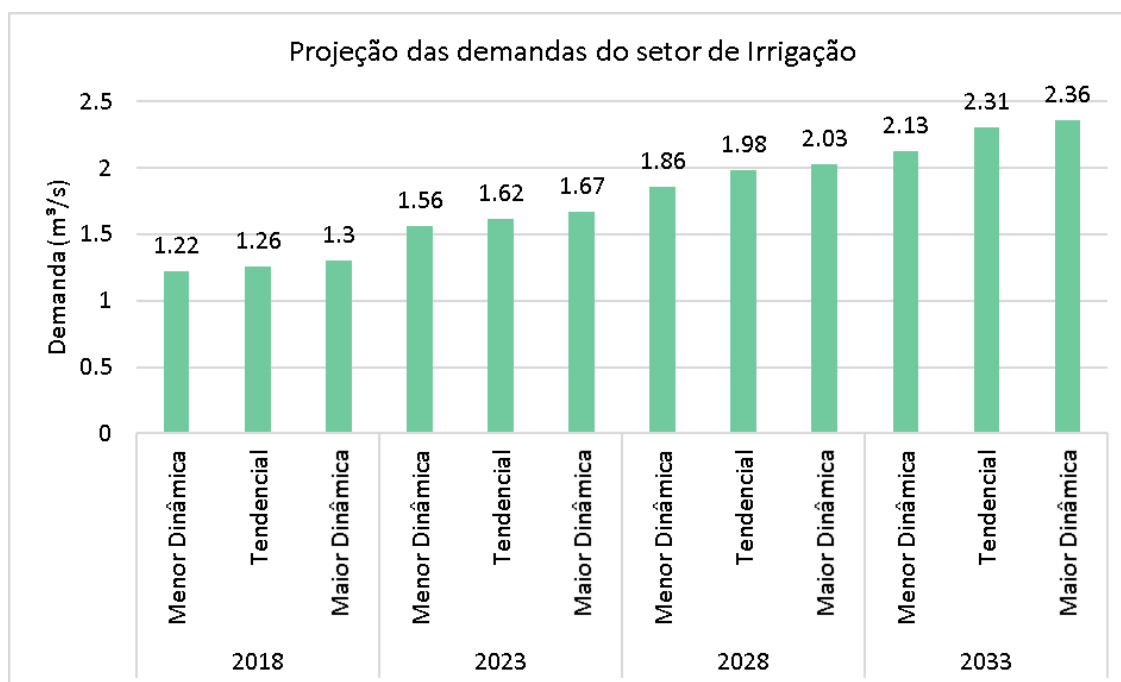


Figura 4.12 – Projeção das Demandas Hídricas do setor de Irrigação na RH-IV, para os cenários de menor dinâmica econômica, tendencial e maior dinâmica econômica

4.1.3.6 Criação de Animais

As demandas hídricas para a criação de animais foram projetadas a partir das taxas de crescimento estimadas para os diferentes cenários do PIRH-PS (Quadro 4.23). Contudo, não foram aplicados os índices de eficiência de uso de água nos cenários construídos para este setor.

Quadro 4.23 – Projeção das Demandas Hídricas do setor de Criação de Animais da RH-IV nos Cenários Tendencial e Alternativos, nos anos de 2018, 2023, 2028 e 2033

Cenários Prospectivos	Menor Dinâmica	Tendencial	Maior Dinâmica	Menor Dinâmica	Tendencial	Maior Dinâmica	Menor Dinâmica	Tendencial	Maior Dinâmica	Menor Dinâmica	Tendencial	Maior Dinâmica
	2018			2023			2028			2033		
Demandas (m³/s)	0,09	0,09	0,09	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10

Na Figura 4.13 é possível verificar que a demanda hídrica relacionada à criação de animais apresenta um leve crescimento (0,01 m³/s) entre os cenários projetados a partir de 2023, se mantendo constante nos demais cenários analisados.

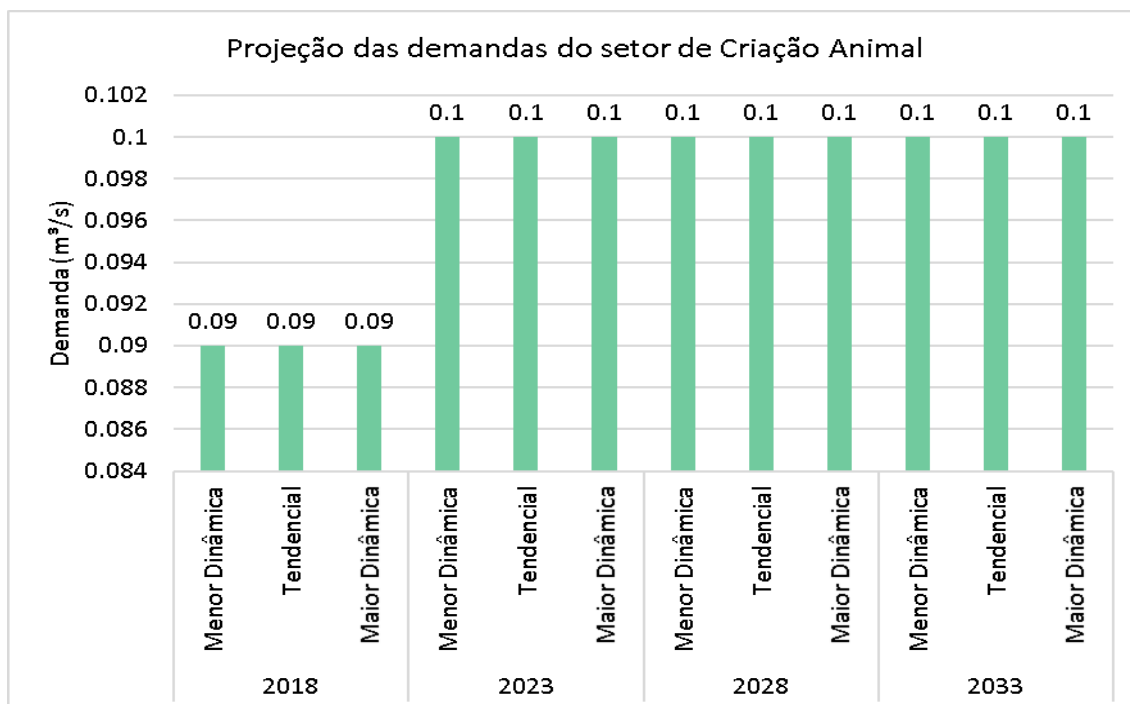


Figura 4.13 – Projeção das Demandas Hídricas do setor de Criação Animal na RH-IV, para os cenários de menor dinâmica econômica, tendencial e maior dinâmica econômica

4.1.3.7 Análise Geral das Demandas Projetadas

No Quadro 4.24 é apresentado as demandas totais projetadas a partir da demanda atual para os três cenários previstos para o Plano.

Quadro 4.24 – Resumo das projeções de demanda totais na RH-IV nos Cenários Tendencial e Alternativos, nos anos de 2018, 2023, 2028 e 2033

Cenários Prospectivos	Menor Dinâmica	Tendencial	Menor Dinâmica	Tendencial	Menor Dinâmica	Tendencial	Menor Dinâmica	Tendencial	Menor Dinâmica	Tendencial	Menor Dinâmica	Tendencial
	2018		2023		2028		2028		2033		2033	
Demandas (m³/s)	2,83	2,87	2,92	3,2	3,25	3,31	3,56	3,67	3,72	3,87	4,04	4,09

Tendo em vista os resultados apresentados, conclui-se que os Cenários de Maior Dinâmica Econômica (4,09 m³/s) e Tendencial (4,04 m³/s), na cena de 2033, apresentam as maiores demandas estimadas (Figura 4.14). Destaca-se que estes valores consideram a aplicação dos índices de eficiência do uso da água.

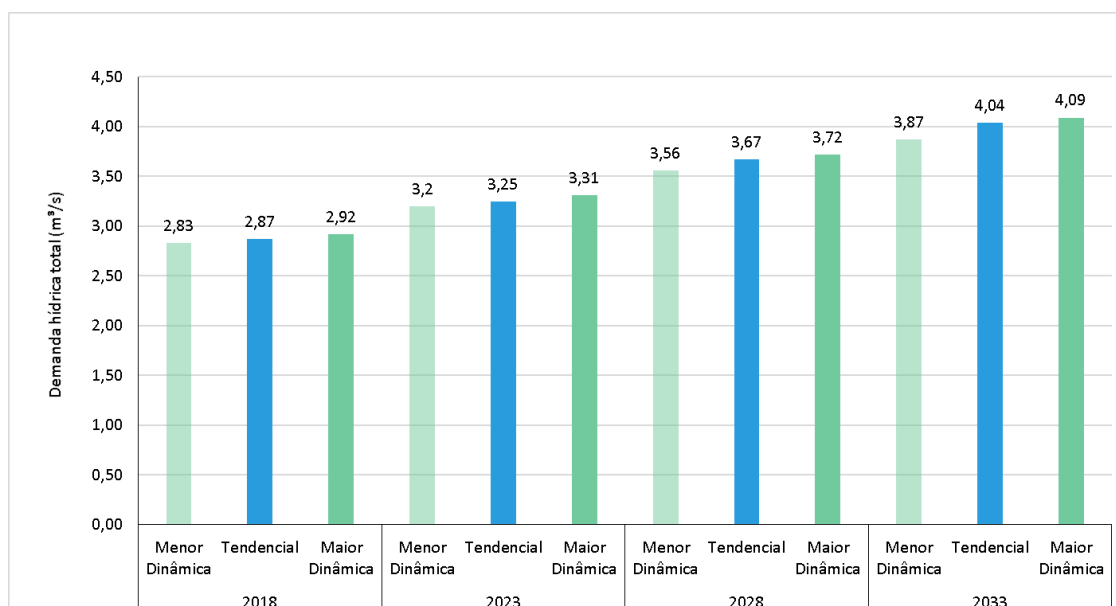




Figura 4.14 – Resumo das projeções de demanda totais na RH-IV nos cenários tendencial e alternativos, nos anos de 2018, 2023, 2028 e 2033

Observa-se que o Cenário de Maior Dinâmica Econômica representa uma vazão de 0,22 m³/s a mais quando comparado ao Cenário de Menor Dinâmica Econômica, na cena de 2033. Já o Cenário Tendencial representa uma diferença

	<p>PP-04 – Plano de Ação da Bacia da Região Hidrográfica do Rio Piabanha e Sub-bacias Hidrográficas dos Rios Paquequer e Preto</p> <p>COMPLEMENTAÇÃO E FINALIZAÇÃO DO PLANO INTEGRADO DE RECURSOS HÍDRICOS DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO PARAÍBA DO SUL - PIRH-PS E ELABORAÇÃO DOS PLANOS DE RECURSOS HÍDRICOS DAS BACIAS HIDROGRÁFICAS AFLUENTES</p>	<p>Tipo de Documento: Relatório Técnico</p> <p>Cód. do Documento: AGVP_PARAIBA_PF2 _Dlg_Prog_RHIV_Rev 03</p>	
---	--	--	---

de apenas 0,05 m³/s em relação ao Cenário de Maior Dinâmica Econômica, no mesmo período.

4.1.4 Projeção das Cargas Poluidoras


As fontes pontuais são representadas por aqueles tipos de lançamento em que os poluentes atingem os corpos hídricos de forma concentrada no espaço. O exemplo mais clássico é o lançamento de esgoto doméstico proveniente das concentrações urbanas. Ainda que os lançamentos não ocorram totalmente de forma concentrada, considera-se que ocorre um único despejo contínuo resultante da vazão de retorno de cada imóvel.



Neste capítulo são apresentadas as projeções das cargas poluidoras nos cenários tendencial, de maior e de menor dinâmica econômica, comparando com a situação atual encontrada na RH-IV. A metodologia aplicada para o cálculo das cargas potenciais e remanescentes atuais, oriundas do esgotamento sanitário gerado pela população urbana e rural da RH-IV, está apresentada no item 3.6.6.

A espacialização das cargas nos setores censitários se deu considerando a proporção da população residente em cada setor em relação ao total do município no ano de 2010. Identificou-se também os setores censitários que possuíam ETEs, onde a carga remanescente municipal oriunda das estações foi concentrada nessas unidades. Complementarmente, valendo-se de operações de geoprocessamento, foi possível definir as cargas remanescentes por ottobacias a partir das cargas definidas em cada setor censitário, possibilitando uma distribuição bastante razoável.

Destaca-se que para as projeções destas cargas nos cenários futuros, considerou-se a hipótese de que não será realizado nenhum investimento na área de saneamento nos próximos 15 anos, independentemente da taxa de crescimento da população. A carga remanescente para um cenário futuro é, então, dada de acordo com a equação:

$$Wrem, fut_{p,m} = Wrem, 2018_{p,m} + (Purb, fut_m - Purb, 2018_m) * Wu_p \quad (1)$$

<p>Elaborado por:</p> 	<p>Nº da revisão</p> <p>03</p>	<p>Revisado por:</p>	<p>Aprovado por:</p>	<p>PF-02</p> <p>AGVP_PARAIBA_PF2_Dlg_Prog_RHIV_Rev03</p>	<p>181/210</p>
---	--------------------------------	----------------------	----------------------	--	----------------

	PP-04 – Plano de Ação da Bacia da Região Hidrográfica do Rio Piabanha e Sub-bacias Hidrográficas dos Rios Paquequer e Preto COMPLEMENTAÇÃO E FINALIZAÇÃO DO PLANO INTEGRADO DE RECURSOS HÍDRICOS DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO PARAÍBA DO SUL - PIRH-PS E ELABORAÇÃO DOS PLANOS DE RECURSOS HÍDRICOS DAS BACIAS HIDROGRÁFICAS AFLUENTES	Tipo de Documento: Relatório Técnico	
		Cód. do Documento: AGVP_PARAIBA_PF2_Dlg_Prog_RHIV_Rev 03	

Onde $W_{rem, fut_{p,m}}$ é a carga remanescente do cenário socioeconômico futuro, $W_{rem, 2018_{p,m}}$ é a carga remanescente atual, P_{urb, fut_m} é a população projetada no cenário futuro, $P_{urb, 2018_m}$ é a população do município estimada para o cenário atual e W_{u_p} é a carga per capita da população.

A seguir, são apresentadas as projeções das cargas lançadas (remanescentes) para os cenários propostos neste prognóstico (Tendencial, Menor Dinâmica Econômica e Maior Dinâmica Econômica). As projeções foram realizadas considerando as zonas urbanas e rurais, sendo analisados os seguintes parâmetros: Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO), Fósforo Total (FT), Elementos Nitrogenados e Coliformes Termotolerantes.


4.1.4.1 Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO)

Em relação à DBO, o Quadro 4.25 apresenta os valores de carga orgânica lançada na zona urbana nos cenários atual, tendencial, de menor dinâmica econômica e maior dinâmica econômica. Atualmente, a carga de DBO lançada na RH-IV é de 14.708,54 kg/dia e estima-se um aumento de 2.578,12 kg/dia no cenário de maior dinâmica econômica, chegando à 17.286,66 kg/dia em 2033.

Quadro 4.25 – Valores de carga de DBO lançada na zona urbana nos Cenários Atual, Tendencial e Alternativos (kg/dia), para a RH-IV.

Carga lançada DBO urbana (kg/dia)									
Atual (2018)	Tendencial			Menor Dinâmica Econ.			Maior Dinâmica Econ.		
	(2023)	(2028)	(2033)	(2023)	(2028)	(2033)	(2023)	(2028)	(2033)
14.708,54	15.339,63	16.150,32	16.982,72	15.253,26	15.998,30	16.765,20	15.426,24	16.337,33	17.286,66

Com relação à zona rural, atualmente a carga lançada de DBO é de 2.081,78 kg/dia na RH-IV. Observa-se um decréscimo desta carga no cenário de maior dinâmica econômica (1.573,85 kg/dia), em 2033, assim como também em todos os cenários analisados, (Quadro 4.26) tendo em vista que neste cenário a população rural é atraída para o meio urbano em busca de empregos e renda.

Elaborado por:	Nº da revisão	Revisado por:	Aprovado por:	PF-02	182/210
	03			AGVP_PARAIBA_PF2_Dlg_Prog_RHIV_Rev03	

Quadro 4.26 – Valores de carga de DBO lançada na zona rural nos Cenários Atual, Tendencial e Alternativos (kg/dia), para a RH-IV

Carga lançada DBO rural (kg/dia)									
Atual (2018)	Tendencial			Menor Dinâmica Econ.			Maior Dinâmica Econ.		
	(2023)	(2028)	(2033)	(2023)	(2028)	(2033)	(2023)	(2028)	(2033)
2.081,78	1.883,68	1.776,93	1.592,32	1.890,42	1.787,80	1.690,76	1.869,38	1.756,31	1.573,85

4.1.4.2 Fósforo Total (PT)

O Quadro 4.27 apresenta os valores de carga de fósforo lançado na zona urbana nos cenários atual, tendencial, de menor dinâmica econômica e maior dinâmica econômica, para a RH-IV. Atualmente a carga de fósforo lançada na RH-IV é de 380,05 kg/dia e estima-se um aumento de 47,74 kg/dia no cenário de maior dinâmica econômica, chegando à 427,79 kg/dia em 2033.

Quadro 4.27 – Valores de carga de fósforo lançado na zona urbana nos Cenários Atual, Tendencial e Alternativos (kg/dia), para a RH-IV

Carga lançada fósforo urbana (kg/dia)									
Atual (2018)	Tendencial			Menor Dinâmica Econ.			Maior Dinâmica Econ.		
	(2023)	(2028)	(2033)	(2023)	(2028)	(2033)	(2023)	(2028)	(2033)
380,05	391,74	406,75	422,16	390,14	403,93	418,14	393,34	410,21	427,79

Na zona rural no cenário atual a carga de fósforo lançada é de 51,40 kg/dia. Estima-se que no cenário de maior dinâmica econômica haverá uma diminuição para 38,86 kg/dia em 2033 (Quadro 4.28).

Quadro 4.28 – Valores de carga de fósforo lançado na zona rural nos Cenários Atual, Tendencial e Alternativos (kg/dia), para a RH-IV

Carga lançada fósforo rural (kg/dia)									
Atual (2018)	Tendencial			Menor Dinâmica Econ.			Maior Dinâmica Econ.		
	(2023)	(2028)	(2033)	(2023)	(2028)	(2033)	(2023)	(2028)	(2033)
51,40	46,51	43,87	39,32	46,68	44,14	41,75	46,16	43,37	38,86

4.1.4.3 Coliformes Termotolerantes

O Quadro 4.29 apresenta os valores de carga de coliformes termotolerantes lançados na zona urbana nos cenários atual, tendencial, de menor dinâmica econômica e maior dinâmica econômica, para a RH-IV. Observa-se o aumento de 0,48 NMP/dia x 10⁻¹⁴ no cenário de maior dinâmica econômica, totalizando 2,65 NMP/dia x 10⁻¹⁴ em 2033.

Quadro 4.29 – Valores de carga de coliformes termotolerantes lançados na zona urbana nos Cenários Atual, Tendencial e Alternativos, para a RH-IV

Carga lançada coliformes termotolerantes urbana (NMP/dia x 10 ⁻¹⁴)									
Atual (2018)	Tendencial			Menor Dinâmica Econ.			Maior Dinâmica Econ.		
	(2023)	(2028)	(2033)	(2023)	(2028)	(2033)	(2023)	(2028)	(2033)
2,17	2,29	2,44	2,59	2,27	2,41	2,55	2,30	2,47	2,65

Quanto à zona rural, no cenário atual a carga de coliformes termotolerantes lançados é de 1,29 NMP/dia x 10⁻¹³. Observa-se a redução de 0,32 NMP/dia x 10⁻¹³ no cenário de maior dinâmica econômica, chegando a 0,97 NMP/dia x 10⁻¹³ em 2033 (Quadro 4.30).

Quadro 4.30 – Valores de carga de coliformes termotolerantes lançados na zona rural nos Cenários Atual, Tendencial e Alternativos, para a RH-IV

Carga lançada coliformes termotolerantes rural (NMP/dia x 10 ⁻¹³)									
Atual (2018)	Tendencial			Menor Dinâmica Econ.			Maior Dinâmica Econ.		
	(2023)	(2028)	(2033)	(2023)	(2028)	(2033)	(2023)	(2028)	(2033)
1,29	1,16	1,10	0,98	1,17	1,10	1,04	1,15	1,08	0,97

4.1.4.4 Nitrogênio Total (NT)

O Quadro 4.31 apresenta os valores de carga de nitrogênio total lançado na zona urbana nos cenários atual, tendencial, de menor dinâmica econômica e maior dinâmica econômica, para a RH-IV. Observa-se que no cenário atual o lançamento é de 3.679,60 kg/dia. Estima-se um aumento de 381,9 kg/dia no cenário de maior dinâmica econômica, chegando à 4.061,5 kg/dia em 2033.

Quadro 4.31 – Valores de carga de nitrogênio total lançado na zona urbana nos Cenários Atual, Tendencial e Alternativos (kg/dia), para a RH-IV

Carga lançada nitrogênio total urbano (kg/dia)									
Atual (2018)	Tendencial			Menor Dinâmica Econ.			Maior Dinâmica Econ.		
	(2023)	(2028)	(2033)	(2023)	(2028)	(2033)	(2023)	(2028)	(2033)
2.810,72	2.904,21	3.024,31	3.147,63	2.891,41	3.001,79	3.115,41	2.917,04	3.052,02	3.192,66

Com relação à zona rural, atualmente ocorre o lançamento de 411,22 kg/dia de carga de nitrogênio total (Quadro 4.32). Ao analisar os cenários futuros, observa-se uma tendência de diminuição desta carga em todos os três cenários até 2033, com destaque para o cenário de maior dinâmica econômica, o qual prevê que a carga de nitrogênio lançada na RH-IV será da ordem de 310,88 kg/dia em 2033.

Quadro 4.32 – Valores de carga de nitrogênio total lançado na zona rural nos Cenários Atual, Tendencial e Alternativos (kg/dia), para a RH-IV

Carga lançada nitrogênio total rural (kg/dia)									
Atual (2018)	Tendencial			Menor Dinâmica Econ.			Maior Dinâmica Econ.		
	(2023)	(2028)	(2033)	(2023)	(2028)	(2033)	(2023)	(2028)	(2033)
411,22	372,09	351,00	314,53	373,42	353,15	333,98	369,26	346,93	310,88

4.1.5 Avaliação do Balanço Quantitativo nos Cenários Futuros

Neste capítulo são analisados e discutidos os balanços hídricos quantitativos da RH-IV considerando a disponibilidade hídrica apresentada no item 0, referente à disponibilidade hídrica, bem como as demandas hídricas apresentadas nos itens 3.6.3 (demandas hídricas atuais) e 4.1.3 (projeção das demandas hídricas).

Assim como foi realizado no item 3.6.4, referente ao balanço hídrico quantitativo no cenário atual, a avaliação do balanço quantitativo nos cenários tendencial, de maior dinâmica econômica e de menor dinâmica econômica foi realizada através da ferramenta WARM-GIS Tools, sendo geradas simulações para todos os cenários. Porém, durante a realização da modelagem, observou-se que as cenas intermediárias (2025 e 2028) e dos cenários tendencial e menor dinâmica econômica não apresentaram grandes diferenças nos resultados que

justificassem uma discussão pormenorizada. Por este motivo, nesse item é apresentada, novamente, a análise da situação atual (2018) para que seja possível comparar com o resultado do balanço hídrico observado no cenário de maior dinâmica econômica (2033). Destaca-se que foi escolhido apresentar a simulação deste cenário, tendo em vista constituir-se na situação mais crítica em relação ao balanço hídrico, para a vazão de referência Q_{95} .



Com relação ao balanço hídrico quantitativo da RH-IV, o Quadro 4.33 apresenta o Percentual de ottotrechos em cada faixa de Balanço Hídrico (Q_{95}) na RH-IV, para os cenários atual (2018) e de maior dinâmica econômica (2033). Ao comparar os resultados obtidos nos cenários, observa-se que ocorrerá um aumento de 5,83% de ottotrechos com demandas superiores a 75% da disponibilidade.

Por outro lado, ocorrerá a diminuição dos ottotrechos com demandas menores que 25% da disponibilidade. Dessa forma, no cenário de maior dinâmica econômica (2033), a RH-IV apresentará 69,39% de seus ottotrechos com demandas inferiores a 25% da disponibilidade.

Quadro 4.33 – Percentual de ottotrechos em cada faixa de Balanço Hídrico (Q_{95}) na RH-IV, para os Cenários Atual (2018) e de Maior Dinâmica Econômica (2033)

2018				2033			
Percentual de Ottotrechos na faixa do Balanço Hídrico (demanda/disponibilidade)							
< 25%	> 25% e < 50%	> 50% e < 75%	> 75%	< 25%	> 25% e < 50%	> 50% e < 75%	> 75%
83,30%	9,77%	4,75%	2,18%	69,39%	17,54%	5,06%	8,01%

A Figura 4.15 apresenta a comparação entre o percentual de ottotrechos da RH-IV nas faixas de balanço hídrico baseado na vazão de referência Q_{95} , no Cenário Atual (2018) e no Cenário de Maior Dinâmica Econômica (2033).

	<p>PP-04 – Plano de Ação da Bacia da Região Hidrográfica do Rio Piabanha e Sub-bacias Hidrográficas dos Rios Paquequer e Preto</p> <p>COMPLEMENTAÇÃO E FINALIZAÇÃO DO PLANO INTEGRADO DE RECURSOS HÍDRICOS DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO PARAÍBA DO SUL - PIRH-PS E ELABORAÇÃO DOS PLANOS DE RECURSOS HÍDRICOS DAS BACIAS HIDROGRÁFICAS AFLUENTES</p>	<p>Tipo de Documento: Relatório Técnico</p> <p>Cód. do Documento: AGVP_PARAIBA_PF2 _Dlg_Prog_RHIV_Rev 03</p>	
---	--	--	---

Destaca-se que no item 3.6.4 está apresentado o Mapa 3.19, referente à simulação do balanço hídrico por ottotrecho, considerando a vazão de referência Q_{95} , no cenário atual (2018). Já o Mapa 4.1 apresenta a simulação para o Cenário de Maior Dinâmica Econômica (2033), também considerando a Q_{95} .

Observa-se piora significativa na situação em toda a RH-IV, principalmente no município de Sumidouro, onde a maioria dos trechos de rios no município, que em 2018 apresentaram demandas menores que 51% a 75% da disponibilidade hídrica, em 2033 este percentual passará para >75%. Além do município de Sumidouro, os municípios de Sapucaia e São José do Vale do Rio Preto também apresentarão pioras significativas no cenário de maior dinâmica econômica, na simulação realizada para 2033. De uma maneira geral, observa-se que, neste cenário, 69,39% dos ottotrechos permanecerão apresentando demandas menores que 25% da disponibilidade hídrica, porém o percentual de ottotrechos com demandas superiores a 75% das disponibilidades pode ser considerado bastante alto (8,01%), principalmente em comparação com o cenário de 2018 (2,18%).

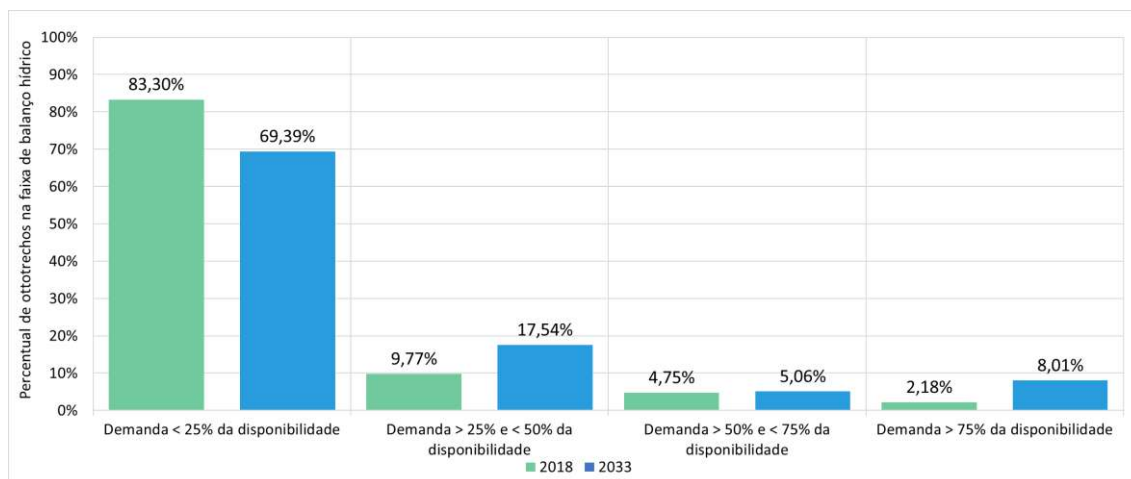

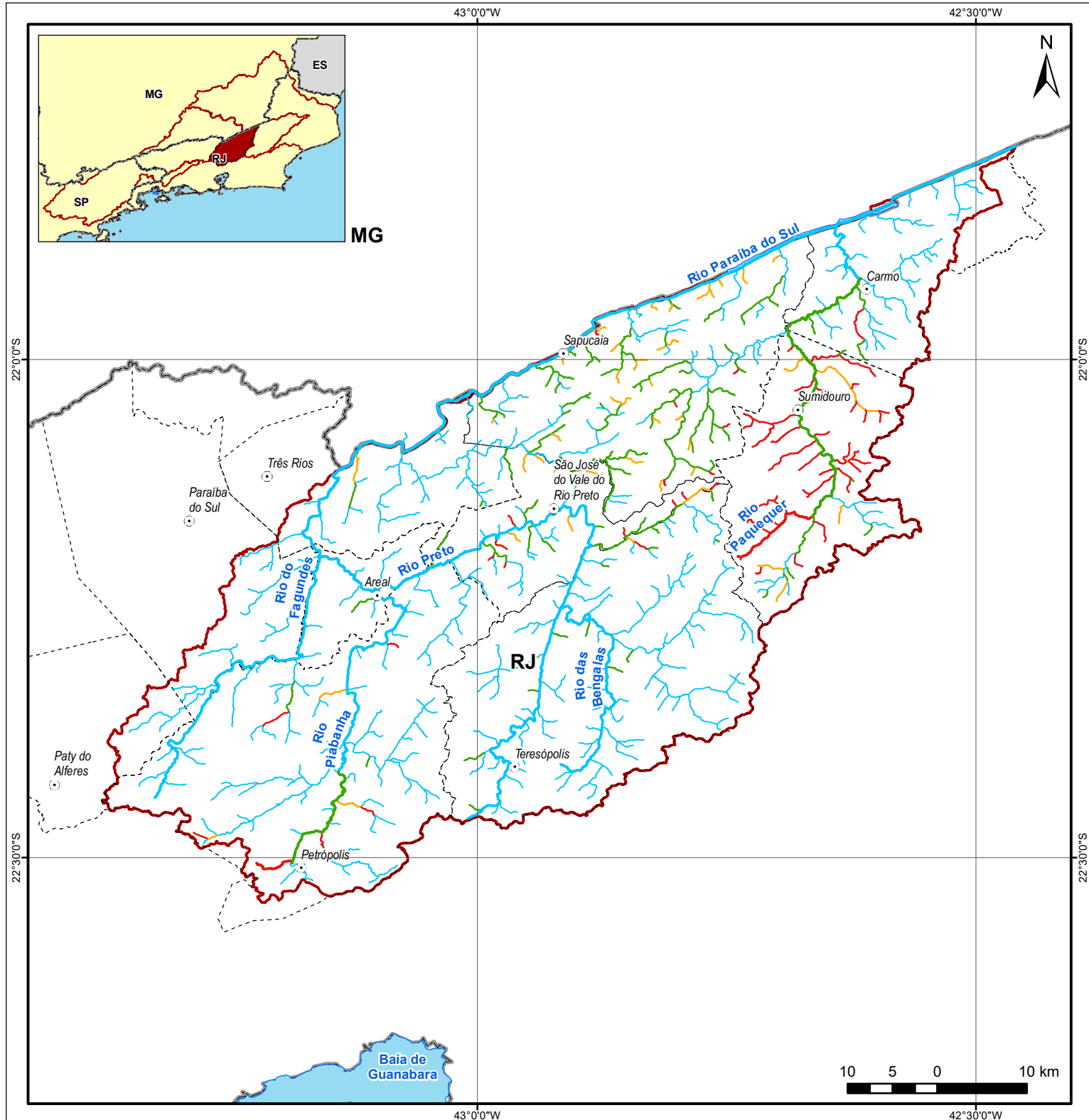


Figura 4.15 – Comparação entre o percentual de ottotrechos da RH-IV nas faixas de balanço hídrico baseado na vazão de referência Q_{95} , considerando o Cenário Atual (2018) e o Cenário de Maior Dinâmica Econômica (2033)

<p>Elaborado por:</p> 	<p>Nº da revisão</p> <p>03</p>	<p>Revisado por:</p>	<p>Aprovado por:</p>	<p>PF-02</p> <p>AGVP_PARAIBA_PF2_Dlg_Prog_RHIV_Rev03</p>	<p>187/210</p>
---	--------------------------------	----------------------	----------------------	--	----------------



LEGENDA

- | | | |
|--|------------------|--|
| | Sede Municipal | Balanco hídrico Q95 (%) |
| | Massa D'água | Cenário maior dinâmica econômica (2033) |
| | Piabanha | 0 - 25 |
| | Limite Municipal | 26 - 50 |
| | Limite Estadual | 51 - 75 |
| | | 76 - 100 |

Execução:



Apoio Técnico:



Realização:





**PLANO DE BACIA
HIDROGRÁFICA DA
REGIÃO HIDROGRÁFICA
DO RIO PIABANHA E SUB-BACIAS
HIDROGRÁFICAS DOS RIOS
PAQUEQUER E PRETO**

**Mapa 4.1 – Balanço Hídrico por ottotrecho considerando
a vazão de referência Q95, no cenário de maior
dinâmica econômica (2033)**

Sistema de Coordenadas Geográficas:
DATUM SIRGAS 2000
Escala: 1:600.000

Fonte de Dados:
- Sede municipal: IBGE, 2010
- Limite municipal: IBGE, 2010
- Limite estadual: IBGE, 2010
- Hidrografia: ANA, 2013
- Limite da bacia: CEIVAP, 2015
- Balanço Hídrico: Profill, 2018

	<p>PP-04 – Plano de Ação da Bacia da Região Hidrográfica do Rio Piabanha e Sub-bacias Hidrográficas dos Rios Paquequer e Preto</p> <p>COMPLEMENTAÇÃO E FINALIZAÇÃO DO PLANO INTEGRADO DE RECURSOS HÍDRICOS DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO PARAÍBA DO SUL - PIRH-PS E ELABORAÇÃO DOS PLANOS DE RECURSOS HÍDRICOS DAS BACIAS HIDROGRÁFICAS AFLUENTES</p>	<p>Tipo de Documento: Relatório Técnico</p> <p>Cód. do Documento: AGVP_PARAIBA_PF2 _Dlg_Prog_RHIV_Rev 03</p>	
---	--	--	---


4.1.6 Avaliação do Balanço Qualitativo nos Cenários Futuros



A seguir são apresentados os resultados da modelagem para a cena de maior desenvolvimento econômico (2033), tendo em vista constituir-se na situação mais crítica de qualidade. Assim como no balanço quantitativo (item 4.1.5), durante a realização da modelagem, observou-se que as cenas intermediárias (2025 e 2028) e dos outros cenários (tendencial e de menor dinâmica econômica) não apresentaram grandes diferenças nos resultados que justificassem uma discussão pormenorizada neste item.

A atualização dos dados de qualidade da água (item 3.6.5) permitiu melhores condições de calibragem do modelo WARM-GIS Tools utilizado para as simulações, possibilitando obter melhores resultados. As cargas projetadas (item 4.1.4), também foram consideradas. No entanto, as informações apresentadas são representativas dos municípios, sendo que na abordagem da modelagem qualitativa, é necessário que estas informações sejam alocadas de uma forma mais específica, considerando os aglomerados populacionais e a localização das Estações de Tratamento de Efluentes.

Sendo assim, a seguir é apresentada a análise dos mapas resultantes da modelagem matemática da qualidade da água, sendo possível visualizar a situação da qualidade de água, por trechos de rios, para o cenário de maior dinâmica econômica, no ano de 2033 (Mapa 4.2 a Mapa 4.8). É descrito o comportamento dos parâmetros (Demanda Bioquímica de Oxigênio, Oxigênio Dissolvido, Fósforo Total, coliformes termotolerantes e Nitrogênio Total) utilizando a vazão de referência Q_{95} . A análise realizada é feita de acordo com as premissas da Resolução CONAMA nº 357/2005 e trata-se da caracterização dos ototrechos pelas classes definidas na referida resolução.

Na análise do Mapa 4.2, observa-se que a situação se apresenta mais crítica do ponto de vista da Resolução CONAMA nº 357/2015 quando comparado ao cenário de 2018 (item 3.6.7). Quando comparada à situação atual, destaca-se a alteração de classe em alguns trechos de rios da região, principalmente nos municípios de Petrópolis e Teresópolis, onde observa-se um considerável

<p>Elaborado por:</p> 	<p>Nº da revisão</p> <p>03</p>	<p>Revisado por:</p>	<p>Aprovado por:</p>	<p>PF-02</p> <p>AGVP_PARAIBA_PF2_Dlg_Prog_RHIV_Rev03</p>	<p>189/210</p>
---	--------------------------------	----------------------	----------------------	--	----------------


	<p>PP-04 – Plano de Ação da Bacia da Região Hidrográfica do Rio Piabanha e Sub-bacias Hidrográficas dos Rios Paquequer e Preto</p> <p>COMPLEMENTAÇÃO E FINALIZAÇÃO DO PLANO INTEGRADO DE RECURSOS HÍDRICOS DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO PARAÍBA DO SUL - PIRH-PS E ELABORAÇÃO DOS PLANOS DE RECURSOS HÍDRICOS DAS BACIAS HIDROGRÁFICAS AFLUENTES</p>	<p>Tipo de Documento: Relatório Técnico</p> <p>Cód. do Documento: AGVP_PARAIBA_PF2 _Dlg_Prog_RHIV_Rev 03</p>	
---	--	--	---



aumento de afluentes que passam a ser considerados pela modelagem como Classe 3 e 4.

No que se refere à modelagem da OD, considerando a vazão de referência Q_{95} apresentada no cenário atual, existem trechos pontuais de rios que atualmente apresentam características de Classe 3 e 4, principalmente na área urbana do município de Petrópolis, sendo que a maioria dos trechos correspondem à Classe 1. Ao analisar a situação do OD no cenário de maior dinâmica econômica (2033) (Mapa 4.3), é possível observar que a situação para o parâmetro OD não irá se alterar muito, em que a maioria dos trechos continuarão classificados como Classe 1, apresentando pequenas alterações de classe principalmente nos afluentes que interceptam as zonas urbanas de Petrópolis e Teresópolis.

Em relação à modelagem do fósforo total, considerando a vazão de referência Q_{95} no cenário atual, é possível observar alguns afluentes que apresentam Classe 3 e 4, principalmente na zona urbana de Petrópolis e Teresópolis. Tendo em vista que a situação da qualidade de água para fósforo total já é considerada crítica, principalmente próximo às zonas urbanas, ao realizar a simulação para o cenário de maior dinâmica econômica (2033) (Mapa 4.4), nota-se que na simulação que alguns afluentes situados entre as zonas urbanas de Petrópolis e Teresópolis alteram da Classe 2 para a 3 e também da Classe 3 para a 4, no ano de 2033.

Pode-se observar que no cenário atual da RH-IV, predomina a ocorrência da Classe 2 com relação a este parâmetro, mas há um alto índice de rios e afluentes caracterizados como Classe 3 e 4. Ao realizar a simulação de coliformes termotolerantes no cenário de maior dinâmica econômica (2033), observa-se uma situação crítica ao longo de toda a RH-IV (Mapa 4.5). Tal resultado é agravado tendo em vista que as projeções consideram a hipótese de que não será realizado nenhum investimento na área de saneamento nos próximos 15 anos, independentemente da taxa de crescimento da população. Nesse cenário, observa-se um aumento considerável de rios e afluentes que tiveram sua classe

<p>Elaborado por:</p> 	<p>Nº da revisão</p> <p>03</p>	<p>Revisado por:</p>	<p>Aprovado por:</p>	<p>PF-02</p> <p>AGVP_PARAIBA_PF2_Dlg_Prog_RHIV_Rev03</p>	<p>190/210</p>
---	--------------------------------	----------------------	----------------------	--	----------------


	<p>PP-04 – Plano de Ação da Bacia da Região Hidrográfica do Rio Piabanha e Sub-bacias Hidrográficas dos Rios Paquequer e Preto</p> <p>COMPLEMENTAÇÃO E FINALIZAÇÃO DO PLANO INTEGRADO DE RECURSOS HÍDRICOS DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO PARAÍBA DO SUL - PIRH-PS E ELABORAÇÃO DOS PLANOS DE RECURSOS HÍDRICOS DAS BACIAS HIDROGRÁFICAS AFLUENTES</p>	<p>Tipo de Documento: Relatório Técnico</p> <p>Cód. do Documento: AGVP_PARAIBA_PF2 _Dlg_Prog_RHIV_Rev 03</p>	
---	--	--	---

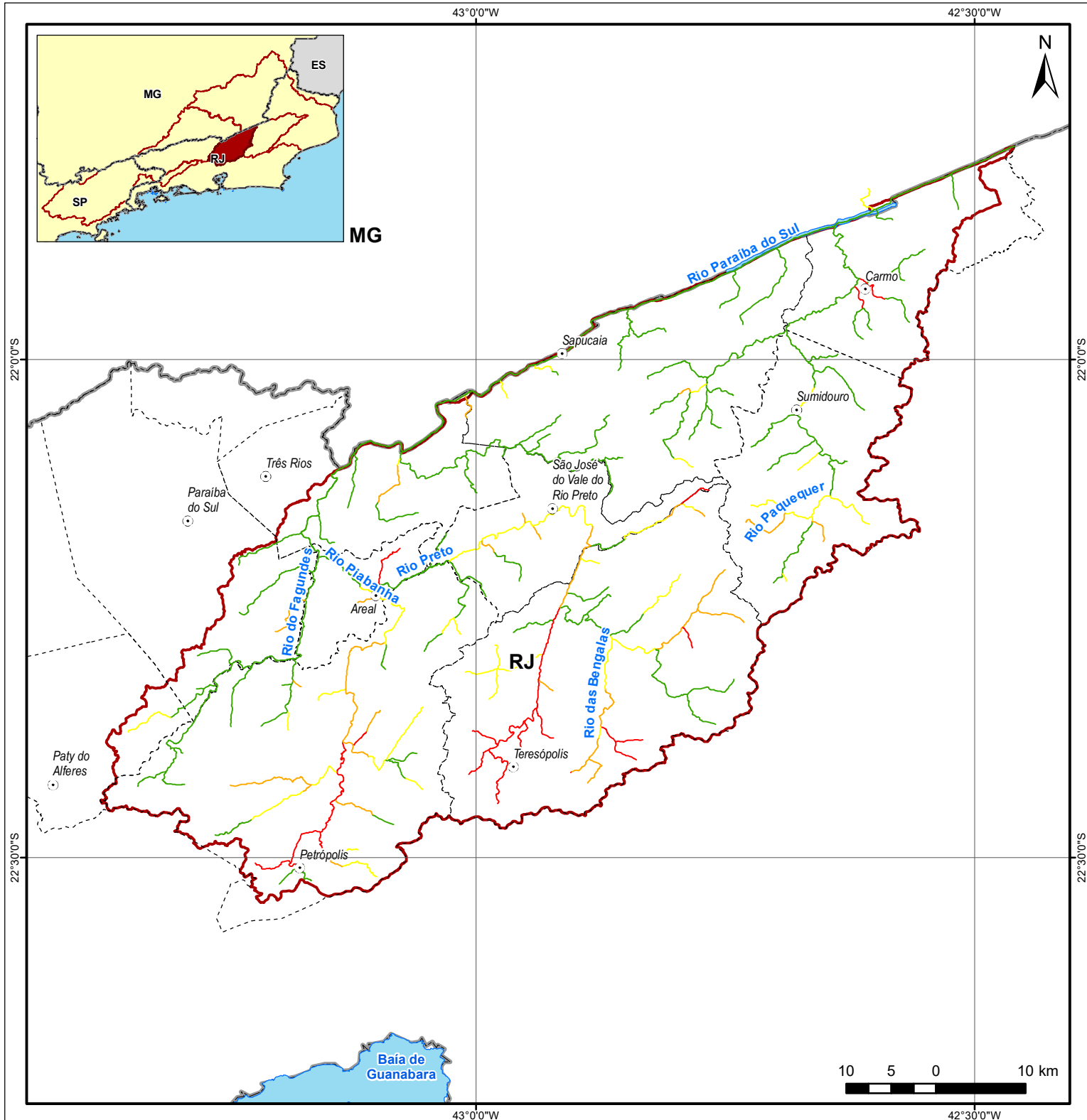
alterada quando comparado ao cenário atual (2018), apresentando-se como Classe 3 e 4.

Quanto à simulação para o nitrogênio amoniacal, destaca-se, para o cenário atual (2018), que a simulação realizada para o nitrogênio amoniacal apresentou pequenos afluentes caracterizados como Classe 3, na região de Teresópolis e Petrópolis. Ao analisar o Mapa 4.6, que representa a concentração de nitrogênio amoniacal na simulação para o ano de 2033 no cenário de maior dinâmica econômica, observa-se que haverá um aumento de trechos de rios na RH-IV que passarão para Classe 3.

Quando realizada a simulação do nitrito para o ano de 2033 no cenário de maior dinâmica econômica (Mapa 4.7) é possível perceber que a maioria dos rios da RH-IV apresentam concentrações de até 0,05 mg/L de nitrito, sendo que nas regiões dos municípios de São José do Vale do Rio Preto, Petrópolis e Teresópolis essa concentração pode chegar até 0,1 mg/L.

Na análise de nitrato, quando realizada a simulação para o ano de 2033 no cenário de maior dinâmica econômica (Mapa 4.8), observa-se que maioria dos rios na RH-IV apresentam concentrações de nitrato até 0,05 mg/L (azul), com alguns trechos a jusante dos municípios de Petrópolis e Teresópolis apresentando concentração de até 0,1 mg/L de nitrato (verde claro).

<p>Elaborado por:</p> 	<p>Nº da revisão</p> <p>03</p>	<p>Revisado por:</p>	<p>Aprovado por:</p>	<p>PF-02</p> <p>AGVP_PARAIBA_PF2_Dlg_Prog_RHIV_Rev03</p>	<p>191/210</p>
---	--------------------------------	----------------------	----------------------	--	----------------



LEGENDA

- | | | | |
|--|------------------|--|----------|
| | Sede Municipal | Simulação Qualidade Q95, Cenário (2033) | |
| | Massa D'água | Parâmetro DBO | |
| | Piabanha | | Classe 1 |
| | Limite Municipal | | Classe 2 |
| | Limite Estadual | | Classe 3 |
| | | | Classe 4 |

Execução:



Apoio Técnico:



Realização:

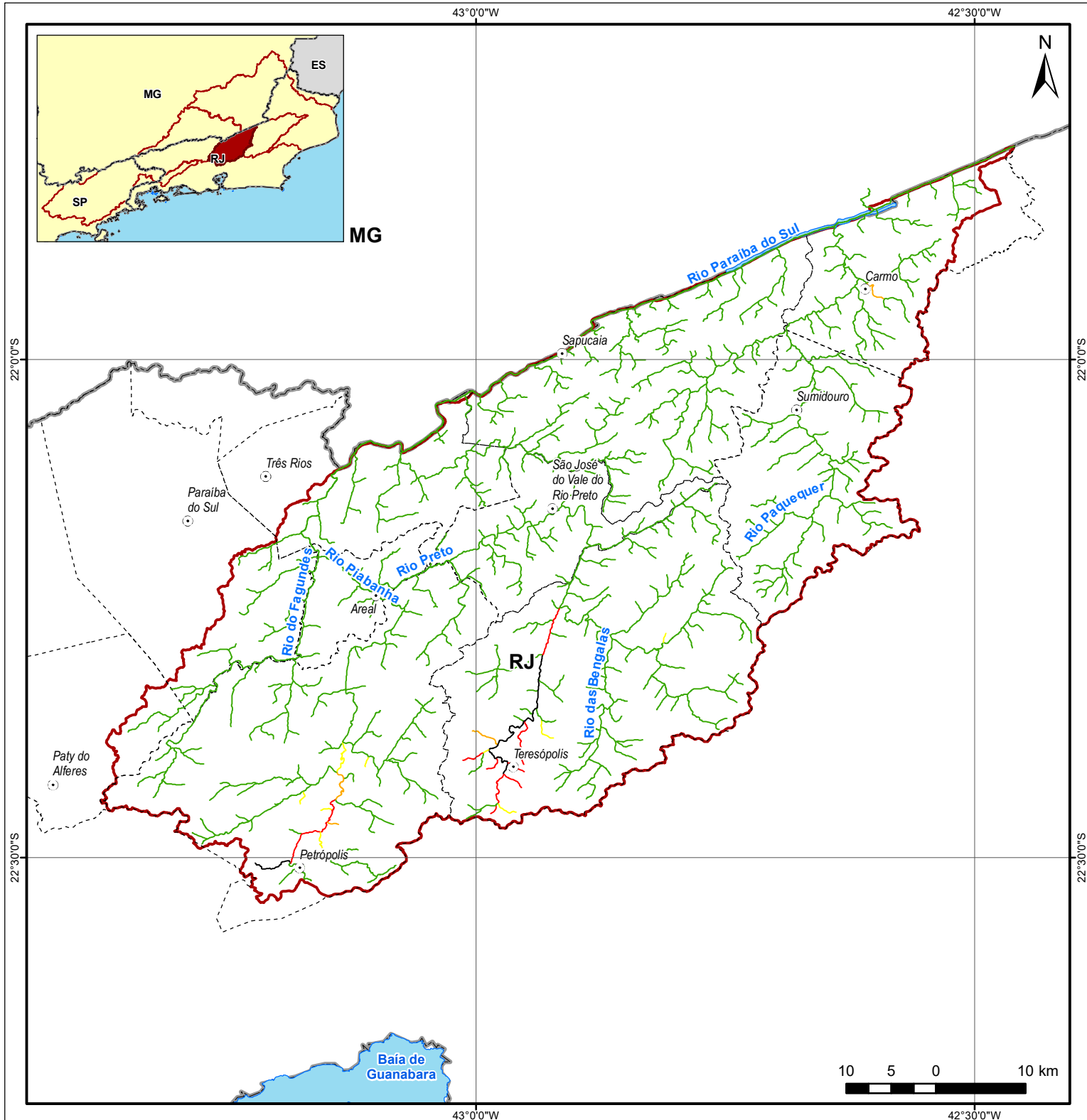


**PLANO DE BACIA
HIDROGRÁFICA DA
REGIÃO HIDROGRÁFICA
DO RIO PIABANHA E SUB-BACIAS
HIDROGRÁFICAS DOS RIOS
PAQUEQUER E PRETO**

**Mapa 4.2 – Simulação da qualidade da água
Cenário de Maior Dinâmica Econômica (2033),
vazão: Q95, parâmetro: DBO**

Sistema de Coordenadas Geográficas:
DATUM SIRGAS 2000
Escala: 1:600.000

Fonte de Dados:
- Sede municipal: IBGE, 2010
- Limite municipal: IBGE, 2010
- Limite estadual: IBGE, 2010
- Hidrografia: ANA, 2013
- Limite da bacia: CEIVAP, 2015
- Simulação Qualidade Q95: Profill, 2018



LEGENDA

- | | | |
|--|------------------|--|
| | Sede Municipal | Simulação Qualidade Q95, Cenário (2033) |
| | Massa D'água | Parâmetro: OD |
| | Piabanha | Classe 1 |
| | Limite Municipal | Classe 2 |
| | Limite Estadual | Classe 3 |
| | | Classe 4 |
| | | Fora de Classe |

Execução:



Apoio Técnico:



Realização:

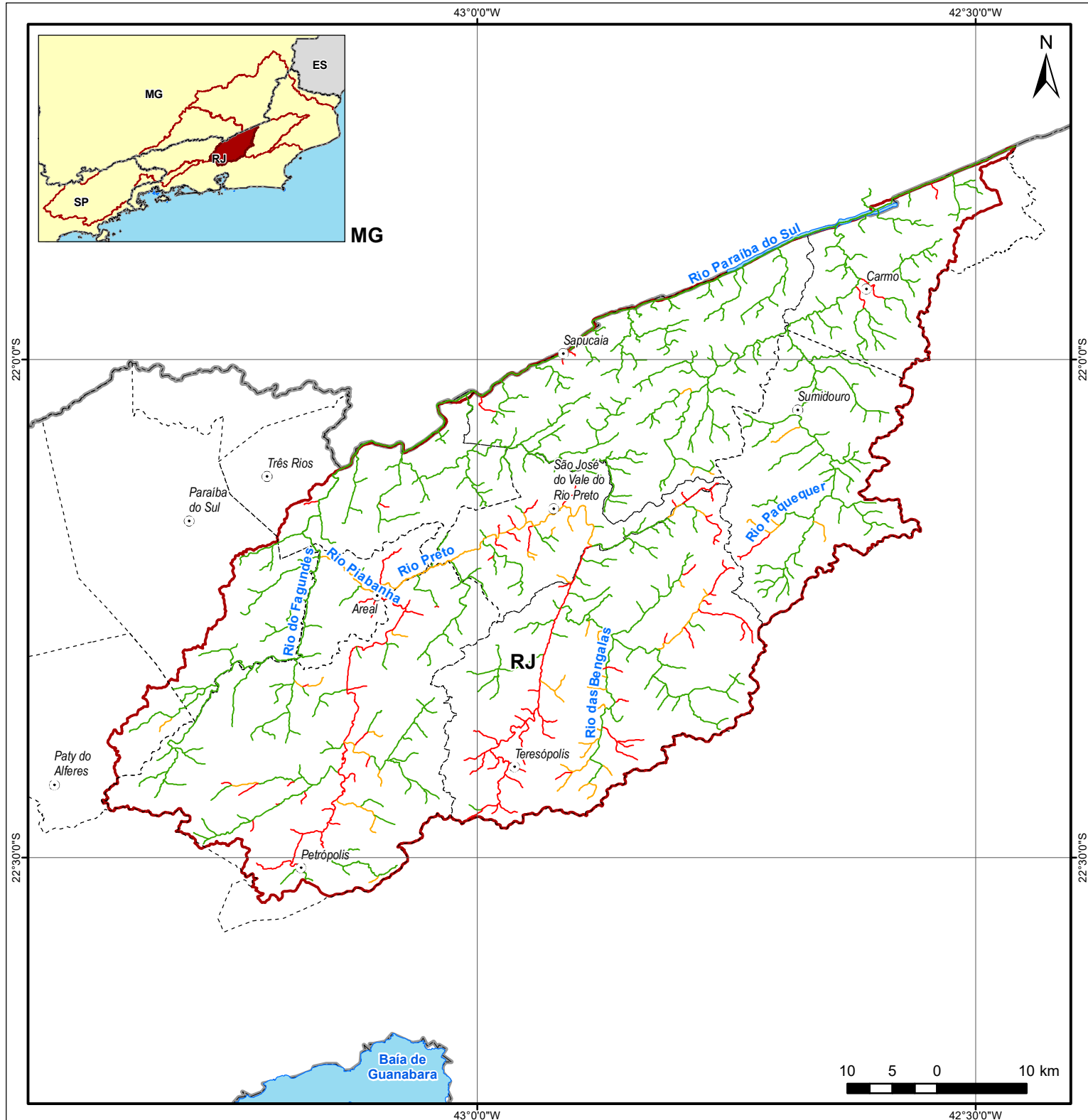


**PLANO DE BACIA
HIDROGRÁFICA DA
REGIÃO HIDROGRÁFICA
DO RIO PIABANHA E SUB-BACIAS
HIDROGRÁFICAS DOS RIOS
PAQUEQUER E PRETO**

**Mapa 4.3 – Simulação da qualidade da água
Cenário Maior Dinâmica Econômica (2033),
vazão: Q95, parâmetro: OD**

Sistema de Coordenadas Geográficas:
DATUM SIRGAS 2000
Escala: 1:600.000

Fonte de Dados:
- Sede municipal: IBGE, 2010
- Limite municipal: IBGE, 2010
- Limite estadual: IBGE, 2010
- Hidrografia: ANA, 2013
- Limite da bacia: CEIVAP, 2015
- Simulação Qualidade Q95: Profill, 2018



LEGENDA

- | | |
|------------------|--|
| ○ Sede Municipal | Simulação Qualidade Q95, Cenário (2033) |
| Massa D'água | Parâmetro: Fósforo Total |
| Piabanha | Classe 1 |
| Limite Municipal | Classe 3 |
| Limite Estadual | Classe 4 |

Execução:



Apoio Técnico:



Realização:

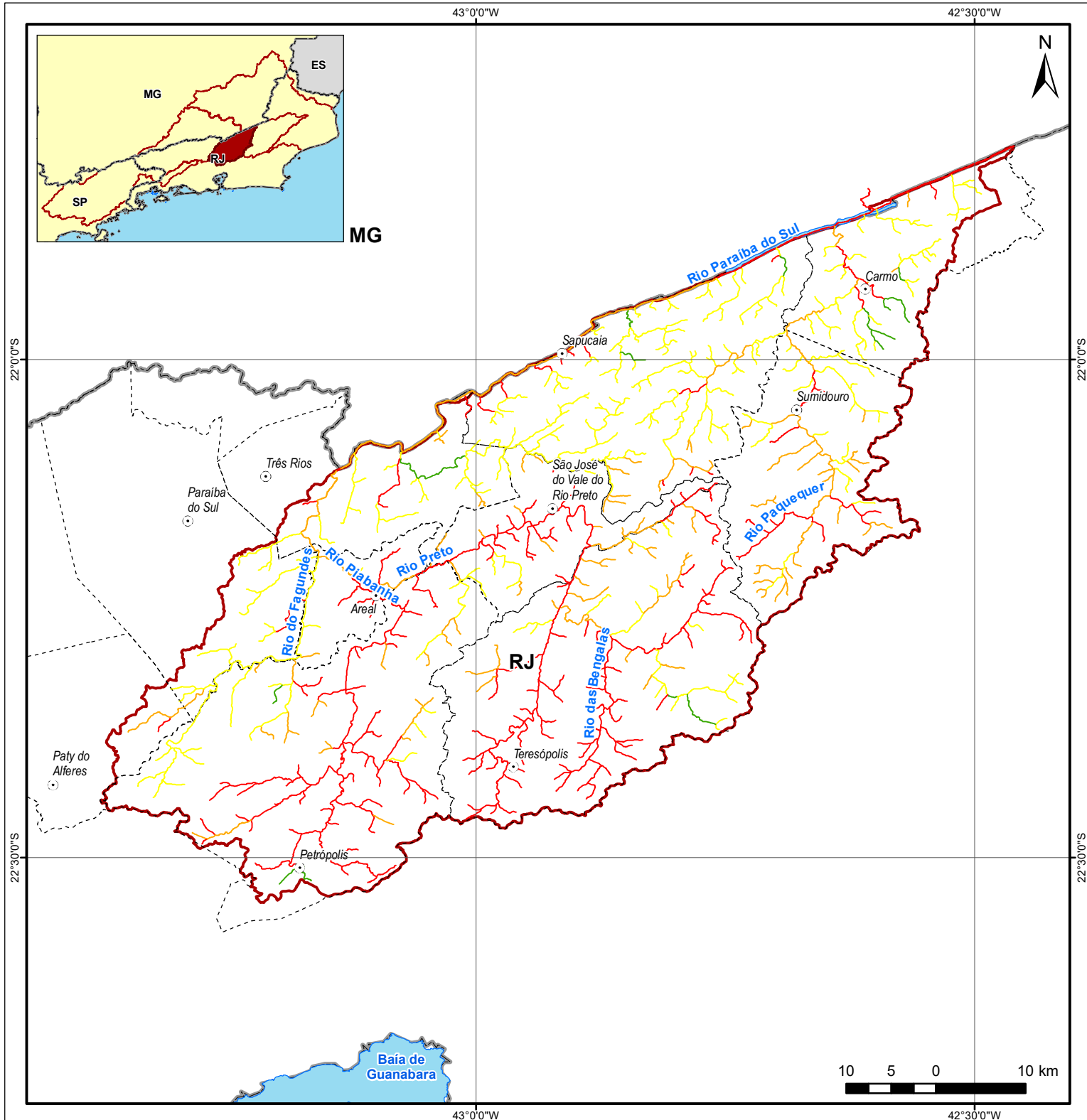


**PLANO DE BACIA
HIDROGRÁFICA DA
REGIÃO HIDROGRÁFICA
DO RIO PIABANHA E SUB-BACIAS
HIDROGRÁFICAS DOS RIOS
PAQUEQUER E PRETO**

**Mapa 4.4 – Simulação da qualidade da água
Cenário de Maior Dinâmica Econômica (2033),
vazão: Q95, parâmetro: fósforo total**

Sistema de Coordenadas Geográficas:
DATUM SIRGAS 2000
Escala: 1:600.000

Fonte de Dados:
- Sede municipal: IBGE, 2010
- Limite municipal: IBGE, 2010
- Limite estadual: IBGE, 2010
- Hidrografia: ANA, 2013
- Limite da bacia: CEIVAP, 2015
- Simulação Qualidade Q95: Profill, 2018



LEGENDA

- | | | | |
|--|------------------|--|----------|
| | Sede Municipal | Simulação Qualidade Q95, Cenário (2033) | |
| | Massa D'água | Parâmetro: Coliformes Termotolerantes | |
| | Piabanha | | Classe 1 |
| | Limite Municipal | | Classe 2 |
| | Limite Estadual | | Classe 3 |
| | | | Classe 4 |

Execução:



Apoio Técnico:



Realização:

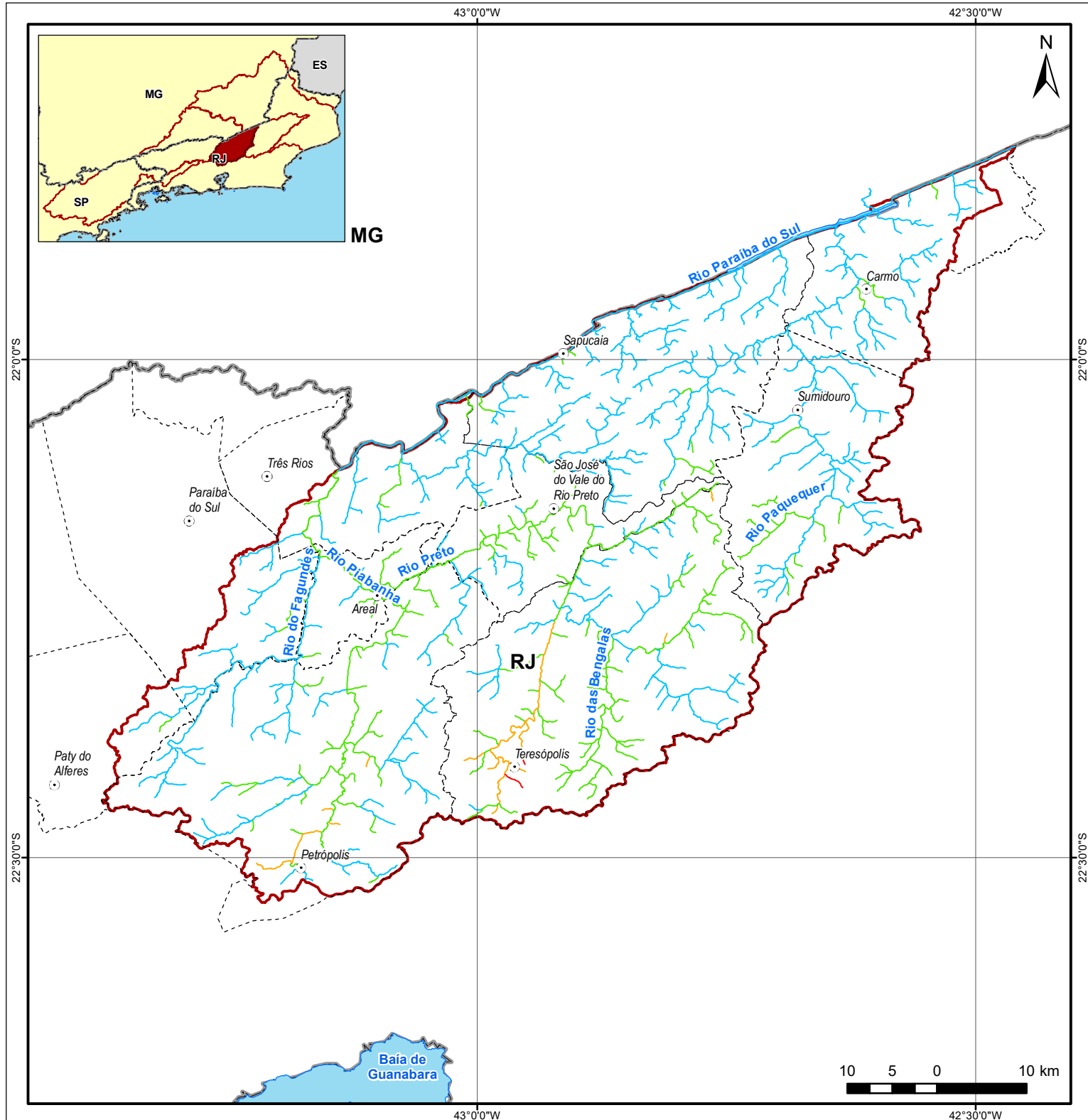


**PLANO DE BACIA
HIDROGRÁFICA DA
REGIÃO HIDROGRÁFICA
DO RIO PIABANHA E SUB-BACIAS
HIDROGRÁFICAS DOS RIOS
PAQUEQUER E PRETO**

**Mapa 4.5 – Simulação da qualidade da água
Cenário de Maior Dinâmica Econômica (2033)
Vazão: Q95, parâmetro: coliformes termotolerantes**

Sistema de Coordenadas Geográficas:
DATUM SIRGAS 2000
Escala: 1:600.000

Fonte de Dados:
- Sede municipal: IBGE, 2010
- Limite municipal: IBGE, 2010
- Limite estadual: IBGE, 2010
- Hidrografia: ANA, 2013
- Limite da bacia: CEIVAP, 2015
- Simulação Qualidade Q95: Profill, 2018



LEGENDA

- | | |
|------------------|--|
| Sede Municipal | Simulação Qualidade Q95, Cenário (2033) |
| Massa D'água | Parâmetro: Nitrogênio Amoniacal |
| Piabanha | Classe 1 (até 0,05 mg/L) |
| Limite Municipal | Classe 1 (até 0,1 mg/L) |
| Limite Estadual | Classe 3 |
| | Classe 4 |

Execução:



Apoio Técnico:



Realização:

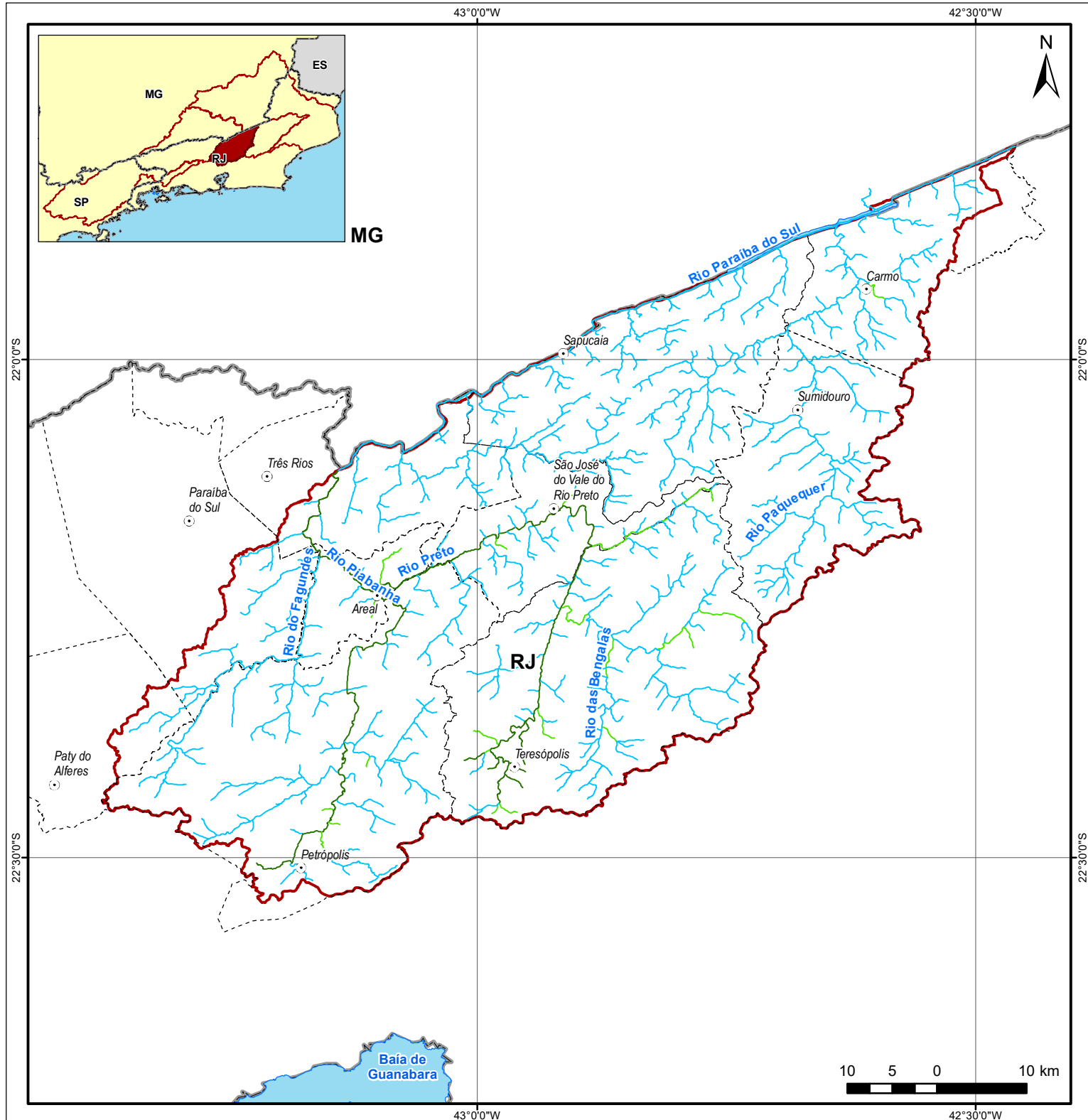


**PLANO DE BACIA
HIDROGRÁFICA DA
REGIÃO HIDROGRÁFICA
DO RIO PIABANHA E SUB-BACIAS
HIDROGRÁFICAS DOS RIOS
PAQUEQUER E PRETO**

**Mapa 4.6 – Simulação da qualidade da água
Cenário de Maior Dinâmica Econômica (2033)
Vazão: Q95, parâmetro: nitrogênio amoniacal**

Sistema de Coordenadas Geográficas:
DATUM SIRGAS 2000
Escala: 1:600.000

Fonte de Dados:
- Sede municipal: IBGE, 2010
- Limite municipal: IBGE, 2010
- Limite estadual: IBGE, 2010
- Hidrografia: ANA, 2013
- Limite da bacia: CEIVAP, 2015
- Simulação Qualidade Q95: Profill, 2018



LEGENDA

- | | | |
|--|------------------|--|
| | Sede Municipal | Simulação Qualidade Q95, Cenário (2033) |
| | Massa D'água | Parâmetro: Nitrito |
| | Piabanha | |
| | Limite Municipal | |
| | Limite Estadual | |

Execução:



Apoio Técnico:



Realização:

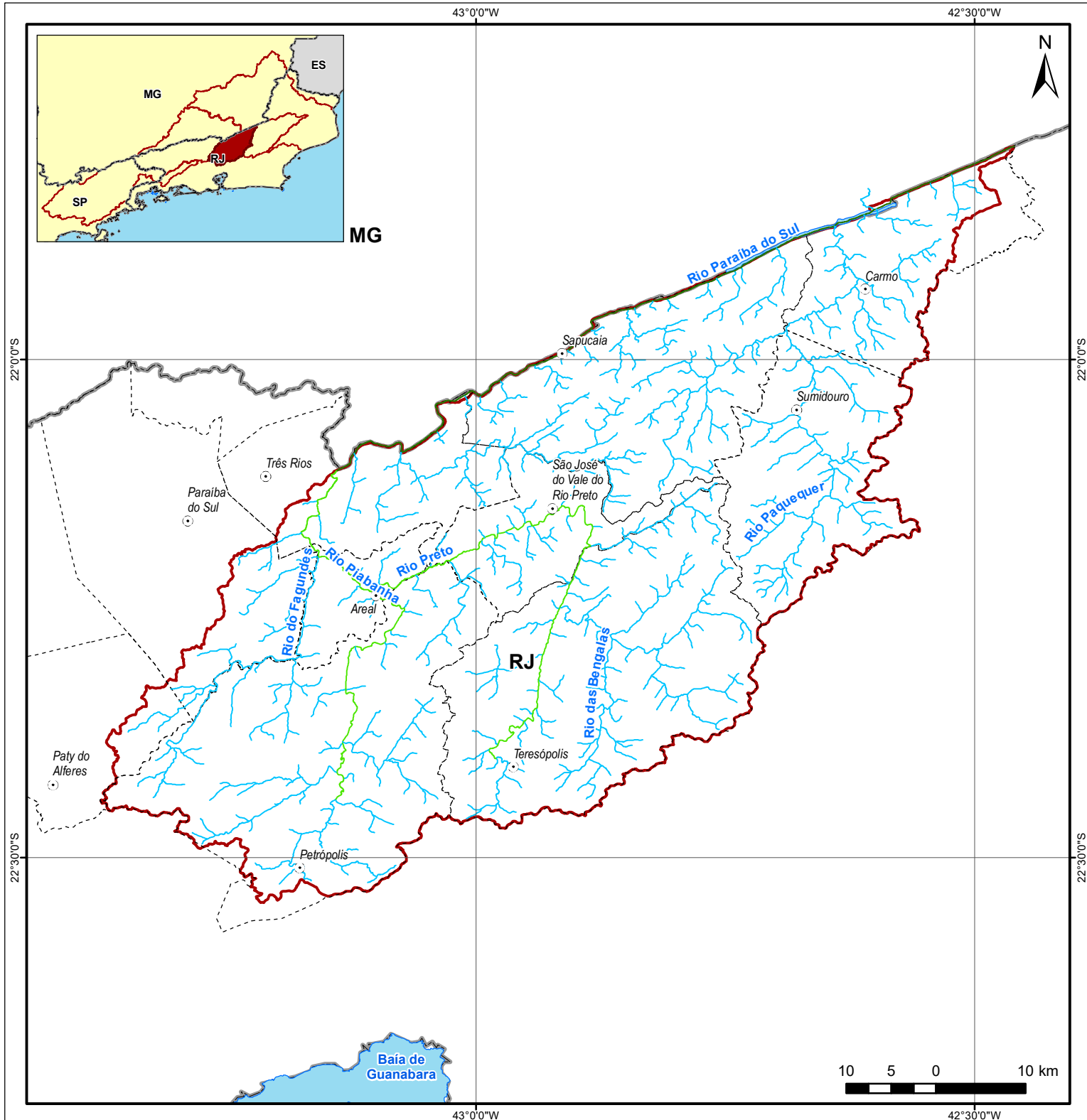


**PLANO DE BACIA
HIDROGRÁFICA DA
REGIÃO HIDROGRÁFICA
DO RIO PIABANHA E SUB-BACIAS
HIDROGRÁFICAS DOS RIOS
PAQUEQUER E PRETO**

**Mapa 4.7 – Simulação da qualidade da água
Cenário de Maior Dinâmica Econômica (2033)
Vazão: Q95, parâmetro: nitrito**

Sistema de Coordenadas Geográficas:
DATUM SIRGAS 2000
Escala: 1:600.000

Fonte de Dados:
- Sede municipal: IBGE, 2010
- Limite municipal: IBGE, 2010
- Limite estadual: IBGE, 2010
- Hidrografia: ANA, 2013
- Limite da bacia: CEIVAP, 2015
- Simulação Qualidade Q95: Profill, 2018



LEGENDA

- | | | |
|--|------------------|--|
| | Sede Municipal | Simulação Qualidade Q95, Cenário (2033) |
| | Massa D'água | Parâmetro: Nitrato |
| | Piabanha | |
| | Limite Municipal | |
| | Limite Estadual | |
| | | |
| | | |
| | | |

Execução:



Apoio Técnico:



Realização:





**PLANO DE BACIA
HIDROGRÁFICA DA
REGIÃO HIDROGRÁFICA
DO RIO PIABANHA E SUB-BACIAS
HIDROGRÁFICAS DOS RIOS
PAQUEQUER E PRETO**

**Mapa 4.8 – Simulação da qualidade da água
Cenário de Maior Dinâmica Econômica (2033)
Vazão: Q95, parâmetro: nitrato**

Sistema de Coordenadas Geográficas:
DATUM SIRGAS 2000
Escala: 1:600.000

Fonte de Dados:
- Sede municipal: IBGE, 2010
- Limite municipal: IBGE, 2010
- Limite estadual: IBGE, 2010
- Hidrografia: ANA, 2013
- Limite da bacia: CEIVAP, 2015
- Simulação Qualidade Q95: Profill, 2018

	<p>PP-04 – Plano de Ação da Bacia da Região Hidrográfica do Rio Piabanha e Sub-bacias Hidrográficas dos Rios Paquequer e Preto</p> <p>COMPLEMENTAÇÃO E FINALIZAÇÃO DO PLANO INTEGRADO DE RECURSOS HÍDRICOS DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO PARAÍBA DO SUL - PIRH-PS E ELABORAÇÃO DOS PLANOS DE RECURSOS HÍDRICOS DAS BACIAS HIDROGRÁFICAS AFLUENTES</p>	<p>Tipo de Documento: Relatório Técnico</p> <p>Cód. do Documento: AGVP_PARAIBA_PF2 _Dlg_Prog_RHIV_Rev 03</p>	
---	--	--	---

5 ÁREAS SUJEITAS À RESTRIÇÃO DE USO


Tendo em vista as análises realizadas no âmbito do diagnóstico e prognóstico, neste item são apresentadas as áreas sujeitas à restrição de uso da RH-IV. O objetivo principal é direcionar a atenção dos órgãos gestores quanto à aplicação dos instrumentos de gestão em regiões críticas sob o ponto de vista de balanço hídrico quali-quantitativo ou de interesse por conta da presença de empreendimentos potencialmente impactantes para os recursos hídricos.



As áreas foram definidas considerando a situação atual do balanço hídrico quali-quantitativo, a realidade atual do esgotamento sanitário na bacia, bem como do uso e ocupação do solo. Para identificação das áreas foram consideradas as seguintes situações: **(i) situação crítica qualitativa e (ii) situação crítica quantitativa.**

Na RH-IV foi possível identificar 03 (três) áreas que exigem atenção especial: 02 (duas) pela situação crítica qualitativa e 01 (uma) pela situação crítica quantitativa.

Para definição de área crítica do ponto de vista qualitativo, são definidores de zonas de especial interesse quatro parâmetros (DBO, OD, Fósforo Total e Nitrogênio Amoniacal) e foram, então, indicadas as ottobacias que correspondem à curso d'água classificados de acordo com a Resolução CONAMA n° 357/2005, como Classe 4 ou fora de classe (superior à Classe 4, no caso de OD), para este conjunto de parâmetros, considerando a vazão de referência $Q_{7,10}$, por ser considerada uma situação mais crítica do ponto de vista de disponibilidade hídrica. Destaca-se que os coliformes termotolerantes se consagram em um parâmetro de suma importância a ser avaliado. No entanto, de acordo com os resultados de qualidade da água (monitoramento e modelagem da qualidade da água) os coliformes termotolerantes não definem zonas distintas na região haja visto que significativa porção dos cursos d'água estão atualmente caracterizados como Classe 4.

Para definição de áreas críticas com relação à quantidade, foram sobrepostas as ottobacias que apresentam demanda maior ou igual à 75% da disponibilidade

<p>Elaborado por:</p> 	<p>N° da revisão</p> <p>03</p>	<p>Revisado por:</p>	<p>Aprovado por:</p>	<p>PF-02</p> <p>AGVP_PARAIBA_PF2_Dlg_Prog_RHIV_Rev03</p>	<p>199/210</p>
---	--------------------------------	----------------------	----------------------	--	----------------

	PP-04 – Plano de Ação da Bacia da Região Hidrográfica do Rio Piabanha e Sub-bacias Hidrográficas dos Rios Paquequer e Preto COMPLEMENTAÇÃO E FINALIZAÇÃO DO PLANO INTEGRADO DE RECURSOS HÍDRICOS DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO PARAÍBA DO SUL - PIRH-PS E ELABORAÇÃO DOS PLANOS DE RECURSOS HÍDRICOS DAS BACIAS HIDROGRÁFICAS AFLUENTES	Tipo de Documento: Relatório Técnico	
		Cód. do Documento: AGVP_PARAIBA_PF2 _Dlg_Prog_RHIV_Rev 03	

hídrica, também considerando a vazão de referência $Q_{7,10}$. Esta análise foi realizada com base nos resultados da modelagem efetuada através do modelo matemático de balanço hídrico WARM GIS.

O Quadro 5.1 apresenta a localização dessas áreas sujeitas à restrição de uso.

Quadro 5.1 – Identificação das Áreas Sujeitas à Restrição de Uso na RH-IV

Área	Municípios Interceptados	Localização
1	Petrópolis e Areal	Rio Piabanha até a PCH Piabanha, no município de Areal
2	Petrópolis, São José do Vale do Rio Preto, Três Rios, Areal e Teresópolis	Rio Preto até a foz no Rio Piabanha
3	Carmo e Sumidouro	Rio Paquequer até a foz no Rio Paraíba do Sul


A seguir são apresentadas as análises realizadas para as áreas identificadas. Para as Áreas 01 e 02 são avaliadas as vazões de lançamentos outorgadas (por setor) frente à situação crítica qualitativa, considerando a vazão de referência $Q_{7,10}$. Já para a Área 03 são avaliadas as vazões de captações superficiais outorgadas frente à situação crítica quantitativa, considerando a vazão de referência $Q_{7,10}$. Estas áreas podem ser identificadas no Mapa 5.1.



Área 01: Abrangendo parte dos municípios de Petrópolis e Areal

O rio Piabanha e seus afluentes apresentam uma condição atual de qualidade bastante ruim, os quais, atualmente estão classificados, de acordo com a Res. CONAMA 357/2005, como Classe 3 ou 4 para DBO, OD e Fósforo Total.

Segundo o banco de dados do CNARH (2018), ao longo de toda a Área 01 ocorre o lançamento de esgoto com vazão de 1.744 m³/h. As maiores vazões se referem ao setor de esgotamento sanitário (1.447 m³/h), seguido do setor da indústria (292 m³/h). Destaca-se que nesta análise não são considerados os lançamentos não outorgados, no caso da UP Piabanha, cerca de 40% do esgoto produzido na unidade não é tratado.

Ao analisar os lançamentos realizados na Área 01, observa-se que não há outorgas no rio Paraíba do Sul. Com relação aos lançamentos outorgados em rios alheios ao Paraíba do Sul, o de maior vazão (810 m³/h) é realizado no rio da Quitandinha. Em seguida, destaca-se o lançamento de 576 m³/h. Estes

Elaborado por:	Nº da revisão	Revisado por:	Aprovado por:	PF-02	200/210
	03			AGVP_PARAIBA_PF2_Dlg_Prog_RHIV_Rev03	

	PP-04 – Plano de Ação da Bacia da Região Hidrográfica do Rio Piabanha e Sub-bacias Hidrográficas dos Rios Paquequer e Preto COMPLEMENTAÇÃO E FINALIZAÇÃO DO PLANO INTEGRADO DE RECURSOS HÍDRICOS DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO PARAÍBA DO SUL - PIRH-PS E ELABORAÇÃO DOS PLANOS DE RECURSOS HÍDRICOS DAS BACIAS HIDROGRÁFICAS AFLUENTES	Tipo de Documento: Relatório Técnico Cód. do Documento: AGVP_PARAIBA_PF2_Dlg_Prog_RHIV_Rev03	
---	---	---	---

lançamentos estão situados no município de Petrópolis e são provenientes do setor de esgotamento sanitário. Neste mesmo município há um registro de um lançamento de 291 m³/h de efluente industrial no rio Piabanha, também localizado no município de Petrópolis.

Estes lançamentos contribuem para a situação atual da qualidade da água encontrada no rio Piabanha e seus afluentes (Classe 3 ou 4 para DBO, OD e Fósforo Total, de acordo com a Res. CONAMA 357/2005).


Área 02: Abrangendo parte do município de Petrópolis, São José do Vale do Rio Preto, três Rios, Areal e Teresópolis



Na Área 02, o rio das Bengalas e seus afluentes apresentam uma condição atual de qualidade bastante ruim (Classe 4 para DBO, OD e Fósforo Total, de acordo com a Res. CONAMA 357/2005). Especificamente com relação a esses afluentes, algumas ottobacias apresentam-se fora de classe para OD e classificadas como Classe 3 para Nitrogênio Amoniacal.

Segundo o banco de dados do CNARH (2018), ao longo de toda a Área 02 ocorre um lançamento de esgoto com vazão de 6 m³/h, proveniente do setor da indústria. Destaca-se que nesta análise não são considerados os lançamentos não outorgados, que no caso da RH-IV, cerca de 40% do esgoto produzido na unidade não é tratado, conforme informado anteriormente.

Ao analisar os lançamentos realizados na Área 02, observou-se que não há registros de lançamentos no rio Paraíba do Sul. Destaca-se que há apenas dois registros de lançamentos outorgados nesta área, os quais são realizados no rio Preto, com vazão de 5 m³/h e 1 m³/h, correspondentes ao setor industrial.

Estes lançamentos contribuem para a situação atual da qualidade da água encontrada no rio Preto e seus afluentes (Classe 2 ou 3 para DBO, e Fósforo Total, de acordo com a Res. CONAMA 357/2005).

Elaborado por: 	N° da revisão 03	Revisado por:	Aprovado por:	PF-02 AGVP_PARAIBA_PF2_Dlg_Prog_RHIV_Rev03	201/210
---	---------------------	---------------	---------------	---	---------

	<p>PP-04 – Plano de Ação da Bacia da Região Hidrográfica do Rio Piabanha e Sub-bacias Hidrográficas dos Rios Paquequer e Preto</p> <p>COMPLEMENTAÇÃO E FINALIZAÇÃO DO PLANO INTEGRADO DE RECURSOS HÍDRICOS DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO PARAÍBA DO SUL - PIRH-PS E ELABORAÇÃO DOS PLANOS DE RECURSOS HÍDRICOS DAS BACIAS HIDROGRÁFICAS AFLUENTES</p>	<p>Tipo de Documento: Relatório Técnico</p> <p>Cód. do Documento: AGVP_PARAIBA_PF2 _Dlg_Prog_RHIV_Rev 03</p>	
---	--	--	---

Área 03: Abrangendo parte do município de Carmo e Sumidouro

A RH-IV possui 822 ottotrechos, porém, ao considerar a vazão de referência $Q_{7,10}$, observa-se que 39 apresentam demandas superiores à 75% das disponibilidades (5%). Neste caso, estes ottotrechos, inseridos na Área 03, estão situados no rio Paquequer e seus afluentes, nos municípios de Carmo e Sumidouro.


De acordo com o banco de dados do CNARH (2018), de maneira geral, em toda a Área 03 é realizada uma captação superficial de 87 m³/h. Nesta área, a maior captação refere-se ao setor industrial (77 m³/h).



Ao analisar as vazões de captação superficial, observou-se uma vazão captada outorgada de 77 m³/h, no rio Paquequer, situada no município de Carmo e de responsabilidade do setor industrial. A segunda maior vazão outorgada é decorrente do setor de Mineração (5 m³/h), também captada no rio Paquequer, porém no município de Sumidouro. Destaca-se que, nessa área sujeita à restrição de uso, não há registros de captação superficial no rio Paraíba do Sul

Salienta-se que estas captações contribuem para a situação atual do balanço quantitativo observado na Área 03, caracterizado como demandas maiores que 25% e menores que 50% com relação à disponibilidade no rio Paquequer. Já seus afluentes apresentam demandas superiores à 50% com relação à disponibilidade.

Por fim, no âmbito do PIRH-PS, estas áreas deverão ser melhor estudadas no âmbito do Programa 1.3.1, referente à Criação de UEGs e Indicação de Manejos Diferenciados, o qual é composto por três ações, a saber:


- Ação 1.3.1.1: Estudar e propor a criação de Unidades Especiais de Gestão (UEGs) para a Bacia Hidrográfica do Rio Paraíba do Sul e definir as necessidades de manejo diferenciado e possíveis restrições de uso para cada UEG;
- Ação 1.3.1.2: Alinhar junto aos órgãos gestores a definição das Unidades Especiais de Gestão (UEGs);



<p>Elaborado por:</p> 	<p>Nº da revisão</p> <p>03</p>	<p>Revisado por:</p>	<p>Aprovado por:</p>	<p>PF-02</p> <p>AGVP_PARAIBA_PF2_Dlg_Prog_RHIV_Rev03</p>	<p>202/210</p>
---	--------------------------------	----------------------	----------------------	--	----------------

	<p>PP-04 – Plano de Ação da Bacia da Região Hidrográfica do Rio Piabanha e Sub-bacias Hidrográficas dos Rios Paquequer e Preto</p> <p>COMPLEMENTAÇÃO E FINALIZAÇÃO DO PLANO INTEGRADO DE RECURSOS HÍDRICOS DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO PARAÍBA DO SUL - PIRH-PS E ELABORAÇÃO DOS PLANOS DE RECURSOS HÍDRICOS DAS BACIAS HIDROGRÁFICAS AFLUENTES</p>	<p>Tipo de Documento: Relatório Técnico</p> <p>Cód. do Documento: AGVP_PARAIBA_PF2 _Dlg_Prog_RHIV_Rev 03</p>	
---	--	--	---

- Ação 1.3.1.3: Instituir as Unidades Especiais de Gestão (UEGs) para a Bacia Hidrográfica do Rio Paraíba do Sul

Destaca-se que para a consolidação dessas áreas na RH-IV em UEGs deverá ser considerado o índice de pressão sobre as “Áreas de Interesse para Proteção e Recuperação de Mananciais”, apresentado no Atlas dos Mananciais de Abastecimento Público do Estado do Rio de Janeiro (INEA, 2018).

<p>Elaborado por:</p> 	<p>Nº da revisão</p> <p>03</p>	<p>Revisado por:</p>	<p>Aprovado por:</p>	<p>PF-02</p> <p>AGVP_PARAIBA_PF2_Dlg_Prog_RHIV_Rev03</p>	<p>203/210</p>
---	--------------------------------	----------------------	----------------------	--	----------------

	<p>PP-04 – Plano de Ação da Bacia da Região Hidrográfica do Rio Piabanha e Sub-bacias Hidrográficas dos Rios Paquequer e Preto</p> <p>COMPLEMENTAÇÃO E FINALIZAÇÃO DO PLANO INTEGRADO DE RECURSOS HÍDRICOS DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO PARAÍBA DO SUL - PIRH-PS E ELABORAÇÃO DOS PLANOS DE RECURSOS HÍDRICOS DAS BACIAS HIDROGRÁFICAS AFLUENTES</p>	<p>Tipo de Documento: Relatório Técnico</p> <p>Cód. do Documento: AGVP_PARAIBA_PF2 _Dlg_Prog_RHIV_Rev 03</p>	
---	--	--	---


6 SÍNTESE CONCLUSIVA



O PF-02 – Diagnóstico e Prognóstico é parte integrante da Fase 2 do Contrato nº 01/2018 AGEVAP. Este produto corresponde à primeira etapa do Plano de Bacia da Região Hidrográfica do Rio Piabanha e Sub-Bacias Hidrográficas dos Rios Paquequer e Preto (RH-IV), que está sendo construído em conformidade com a Lei nº 3.239/1999 do Estado do Rio de Janeiro.

O Diagnóstico identificou importantes cenários que devem ser considerados no processo de elaboração deste PBH. Com relação ao balanço hídrico quantitativo, ao comparar os cenários atual (2018) e o cenário de maior dinâmica econômica (2033), observou-se que há uma piora significativa em toda RH-IV, principalmente nos municípios de Sumidouro, Sapucaia e São José do Vale do Rio Preto. No cenário de 2033, 69,39% dos ottotrechos permanecerão apresentando demandas menores que 25% da disponibilidade hídrica, porém o percentual de ottotrechos com demandas superiores a 75% das disponibilidades pode ser considerado alto (8,01%), principalmente em comparação com o cenário de 2018 (2,18%).

Tendo em vista o cenário atual e prognóstico quantitativo, ratifica-se a necessidade de realizar um estudo referente ao uso da água subterrânea, visando identificar seu potencial hídrico, o consumo atual, através da análise das outorgas emitidas, bem como a qualidade da água. Conforme informado, no PIRH-PS está prevista a realização do Programa 2.2.1 - Uso Sustentável da Água Subterrânea. Porém, caso o CBH-Piabanha julgue necessário realizar um estudo específico para a RH-IV, esta ação poderá ser acrescentada em seu programa de ações.

Com relação ao balanço hídrico qualitativo, para o parâmetro de DBO o cenário de 2033 apontou a alteração de Classe 3 para 4 em alguns trechos de rios, principalmente nos municípios de Petrópolis e Teresópolis. Também nestes dois municípios o cenário de 2033 mostrou alterações de classe em alguns trechos de rios, principalmente nas zonas urbanas, dos parâmetros OD, fósforo total e nitrogênio total. Para os demais municípios, a situação para o parâmetro OD não

<p>Elaborado por:</p> 	<p>Nº da revisão</p> <p>03</p>	<p>Revisado por:</p>	<p>Aprovado por:</p>	<p>PF-02</p> <p>AGVP_PARAIBA_PF2_Dlg_Prog_RHIV_Rev03</p>	<p>205/210</p>
---	--------------------------------	----------------------	----------------------	--	----------------

	<p>PP-04 – Plano de Ação da Bacia da Região Hidrográfica do Rio Piabanha e Sub-bacias Hidrográficas dos Rios Paquequer e Preto</p> <p>COMPLEMENTAÇÃO E FINALIZAÇÃO DO PLANO INTEGRADO DE RECURSOS HÍDRICOS DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO PARAÍBA DO SUL - PIRH-PS E ELABORAÇÃO DOS PLANOS DE RECURSOS HÍDRICOS DAS BACIAS HIDROGRÁFICAS AFLUENTES</p>	<p>Tipo de Documento: Relatório Técnico</p> <p>Cód. do Documento: AGVP_PARAIBA_PF2 _Dlg_Prog_RHIV_Rev 03</p>	
---	--	--	---


irá se alterar muito, em que a maioria dos trechos continuarão classificados como Classe 1. Já para fósforo, tendo em vista que a situação da qualidade de água para fósforo total já é considerada crítica no cenário de 2018, principalmente próximo às zonas urbanas, no cenário de 2033 observou-se uma significativa alteração de classe nos rios da RH-IV.



Por este motivo, verifica-se a necessidade de aumentar o índice de tratamento do esgotamento sanitário na RH-IV, tendo em vista que o índice de coleta é alto na maioria dos municípios da região, bem como estudar a necessidade de implantar novos aterros sanitários na região, pois, conforme relatado pelo CBH-Piabanha, há inúmeros locais com disposição inadequada de resíduos.

Complementarmente, há necessidade de fomentar as ações de educação ambiental na região hidrográfica, visando não somente à melhoria da qualidade da água, mas também o seu uso consciente.

Outro assunto de extrema importância na bacia refere-se às áreas de risco geológico, que, de acordo com a CPRM (2012), estão situadas nas proximidades do rio Paquequer, no município de Sumidouro, bem como às áreas suscetíveis a inundações, que, segundo a ANA, estão localizadas nos municípios de São José do Vale do Rio Preto e Teresópolis. Conforme informado, no PIRH-PS está prevista a execução do Programa 1.4.1 - Elaboração e Execução do Plano de Gerenciamento de Riscos (PGR), o qual está em fase de contratação. Porém, caso o CBH-Piabanha julgue necessário, poderá ser desenvolvido um estudo para tratar destas questões na RH-IV. Além disso, também se observa a necessidade de elaborar um estudo específico sobre a situação da drenagem urbana desta região.

Sendo assim, o Programa de Ações, a ser apresentado no âmbito do PF-04, levará em consideração os resultados obtidos após a consolidação do diagnóstico e prognóstico e será construído em conjunto com o CBH-Piabanha e AGEVAP, através da realização de novas dinâmicas e reuniões, devendo focar nas seguintes questões: (i) aumento da disponibilidade, (ii) redução das demandas; (iii) redução das cargas poluidoras; e (iv) redução nos riscos de

<p>Elaborado por:</p> 	<p>Nº da revisão</p> <p>03</p>	<p>Revisado por:</p>	<p>Aprovado por:</p>	<p>PF-02</p> <p>AGVP_PARAIBA_PF2_Dlg_Prog_RHIV_Rev03</p>	<p>206/210</p>
---	--------------------------------	----------------------	----------------------	--	----------------



	<p>PP-04 – Plano de Ação da Bacia da Região Hidrográfica do Rio Piabanha e Sub-bacias Hidrográficas dos Rios Paquequer e Preto</p> <p>COMPLEMENTAÇÃO E FINALIZAÇÃO DO PLANO INTEGRADO DE RECURSOS HÍDRICOS DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO PARAÍBA DO SUL - PIRH-PS E ELABORAÇÃO DOS PLANOS DE RECURSOS HÍDRICOS DAS BACIAS HIDROGRÁFICAS AFLUENTES</p>	<p>Tipo de Documento: Relatório Técnico</p> <p>Cód. do Documento: AGVP_PARAIBA_PF2 _DlG_Prog_RHIV_Rev 03</p>	
---	--	--	---

inundações e deslizamentos. Para isso, serão criadas ações que busquem aumentar o índice de tratamento de esgotos, a utilização consciente dos recursos hídricos e a recuperação das áreas degradadas, principalmente em Áreas de Preservação Permanente.

É importante destacar que ao longo do processo de construção do PF-02 foram encaminhadas muitas considerações e solicitações por parte dos membros do CBH-Piabanha e da AGEVAP. Grande parte dessas solicitações foram atendidas neste produto e outra parte será atendida no âmbito do Programa de Ações do PBH do Piabanha. Dessa forma, no Quadro 6.1 são listados os assuntos a serem tratados nas próximas etapas de construção do plano.


Quadro 6.1 – Indicação da forma de atendimento das solicitações não atendidas no âmbito do PF-2



Nº	Item	Solicitação	Atendimento
Durante o Seminário			
1	Drenagem Urbana	Não foi observado um estudo sobre drenagem. Na bacia é registrada muitas situações de inundações. Esse assunto deverá ser considerado no âmbito do PRH (priorizar a questão de drenagem urbana). De acordo com a presidente, a bacia tem situações distintas. Quando ocorre inundações, elas acontecem muito rapidamente e regride rapidamente. Estudar a questão de águas pluviais excedentes. Todos os municípios sofrem com a deficiência da drenagem.	No PIRH-PS está previsto o Programa 3.4.1 - Ampliação e Aperfeiçoamento dos Sistemas de Drenagem Urbana. Este programa prevê a elaboração de inventário para determinar condições críticas do ponto de vista de drenagem urbana e indicação de ações para melhoria das condições dos sistemas de drenagem urbana. Todavia, no PBH da RH-IV também pode ser indicada uma ação que contemple o preenchimento desta lacuna de informação.
2	Recursos Hídricos Subterrâneos	Realizar estudo das águas subterrâneas na bacia toda. Em São José do Rio Preto e Sumidouro deve ser estudada a disponibilidade subterrânea.	No PIRH-PS está previsto o Programa 2.2.1 - Uso Sustentável da Água Subterrânea. Este programa prevê a elaboração de estudo de inventário, prognóstico e plano com indicação de medidas para a utilização sustentável da água subterrânea. Todavia, no PBH da RH-IV também pode ser indicada uma ação que contemple o preenchimento desta lacuna de informação.
Pós Seminário			
3	Avaliação do Saneamento Ambiental	Sugestão: Os campos que estão "sem informação" poderiam ser preenchidos com informações dos anos anteriores.	O saneamento será objeto do programa de ações com medidas robustas de ataque. Novas caracterizações precisarão ser realizadas em momento <i>posterior</i> do plano, em sua próxima atualização.

	<p>PP-04 – Plano de Ação da Bacia da Região Hidrográfica do Rio Piabanha e Sub-bacias Hidrográficas dos Rios Paquequer e Preto</p> <p>COMPLEMENTAÇÃO E FINALIZAÇÃO DO PLANO INTEGRADO DE RECURSOS HÍDRICOS DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO PARAÍBA DO SUL - PIRH-PS E ELABORAÇÃO DOS PLANOS DE RECURSOS HÍDRICOS DAS BACIAS HIDROGRÁFICAS AFLUENTES</p>	<p>Tipo de Documento: Relatório Técnico</p> <p>Cód. do Documento: AGVP_PARAIBA_PF2 _Dlq_Prog_RHIV_Rev 03</p>	
---	--	--	---

7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AGOSTINHO, A. A., L. C. Gomes, I. S. Suzuki & H. F. Júlio Jr. 2003. **Migratory fishes of the Upper Paraná River Basin, Brazil**. Pp. 19–98. In: Carolsfeld, J., B. Harvey, C. Ross & A. Baer (Eds.). *Migratory fishes of South America: biology, fisheries and conservation status*. World Fisheries Trust, British Columbia, Canada. 380p
- ANA, Agência Nacional de Águas. **Água na indústria: uso e coeficientes técnicos**. Brasília: ANA, 2017a
- ANA, Agência Nacional de Águas. **Atlas irrigação: Uso da água na agricultura irrigada**. Brasília: ANA, 2017b.
- ANA, Agência Nacional das Águas. Resolução nº 91, de 26 de novembro de 2018. **Estabelece o cálculo da cobrança pelo uso de recursos hídricos de domínio da União para o exercício 2019**.
- ANA, Agência Nacional de Águas. **Atlas de Água**. 2010. Disponível em: <<http://atlas.ana.gov.br/Atlas/forms/Home.aspx>>. Acesso em: jan. 2019.
- ANA, Agência Nacional de Águas. **Atlas de Esgoto**. 2017. Disponível em: <http://arquivos.ana.gov.br/imprensa/publicacoes/ATLASESGOTOSDespoluicaoodeBaciasHidrograficas-ResumoExecutivo_livro.pdf>. Acesso em: 15 de out. 2018.
- ANA, Agência Nacional de Águas. **Atlas de Vulnerabilidade a Inundações**. 2014. Disponível em: <file:///C:/Users/Bruna/Downloads/Atlas_de_Vulnerabilidade_a_Inundaes.pdf>. Acesso em: mar. 2020.
- ATLAS DE DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO. **Consulta**. Disponível em: <<http://www.atlasbrasil.org.br/2013/pt/consulta/>>. Acesso em: 21 nov. 2019.
- BRASIL. Ministério da Integração Nacional. **Análise territorial para o desenvolvimento da agricultura irrigada no Brasil**. Brasília: MI, 2014.
- BRASIL, Governo Federal. Plano Nacional de Gestão de Riscos e Resposta a Desastre Naturais. 2012-2014. Disponível em: <http://www.cprm.gov.br/publique/media/gestao_territorial/plano_nac_risco.pdf>. Acesso em: mar. 2020.
- BONETTO, A. A. & H. P. Castello. 1985. **Pesca y piscicultura en aguas continentales de America Latina**. Washington, D.C.: Secretaria General de la Organización de los Estados Americanos. 118 p.
- BUZELLI, Giovanna Moreti; CUNHA-SANTINO, Marcela Bianchessi da. **Análise e diagnóstico da qualidade da água e estado trófico do reservatório de Barra Bonita, SP**. Rev. Ambient. Água, Taubaté, v. 8, n. 1, p. 186-205, Apr. 2013. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1980-993X2013000100014&lng=en&nrm=iso>. Acesso em: 13 de maio 2020. <https://doi.org/10.4136/ambi-agua.930>
- CEDAE, Companhia Estadual de Águas e Esgotos. **Notícias**, 2019. Disponível em: <<https://www.cedae.com.br/Noticias/detalhe/devido-a-intrusao-salina-sistema-de-producao-de-agua-e-interrompido-em-sao-joao-da-barra/id/329>>. Acesso em: 15 nov. 2019.

<p>Elaborado por:</p> 	<p>Nº da revisão</p> <p>03</p>	<p>Revisado por:</p>	<p>Aprovado por:</p>	<p>PF-02</p> <p>AGVP_PARAIBA_PF2_Dlq_Prog_RHIV_Rev03</p>	<p>208/210</p>
---	--------------------------------	----------------------	----------------------	--	----------------

	PP-04 – Plano de Ação da Bacia da Região Hidrográfica do Rio Piabanha e Sub-bacias Hidrográficas dos Rios Paquequer e Preto COMPLEMENTAÇÃO E FINALIZAÇÃO DO PLANO INTEGRADO DE RECURSOS HÍDRICOS DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO PARAÍBA DO SUL - PIRH-PS E ELABORAÇÃO DOS PLANOS DE RECURSOS HÍDRICOS DAS BACIAS HIDROGRÁFICAS AFLUENTES	Tipo de Documento: Relatório Técnico Cód. do Documento: AGVP_PARAIBA_PF2_Dlg_Prog_RHIV_Rev 03	
---	---	--	---

CEIVAP, AGEVAP, COHIDRO. 2015. **Plano Integrado de Recursos Hídricos da Bacia Hidrográfica do Rio Paraíba do Sul e Planos de ação de Recursos Hídricos das Bacias Afluentes. Relatório de Diagnóstico.** Tomo I, Tomo II, Tomo III. 789p.

CBH-Piabanha, Comitê da Bacia Hidrográfica do Rio Piabanha e Sub-Bacias Hidrográficas dos Rios Paquequer e Preto. **Gestão de Resíduos Sólidos na Região Hidrográfica IV: Perspectivas e Desafios.** Disponível em: <<http://www.comitepiabanha.org.br/conteudo/Seminario-Saneamento-terceiro.pdf>>. Acesso em: Mar. 2019.

COPPETEC FUNDAÇÃO. Governo do Estado do Rio de Janeiro. Secretaria de Estado do Ambiente (SEA). Instituto Estadual do Ambiente (INEA). **Plano Estadual de Recursos Hídricos do Estado do Rio de Janeiro.** R3-B - Temáticas Técnicas Estratégicas: RT-07 - Estudos de Avaliação da Intrusão Salina. Ver 01, 2013. Disponível em: <<https://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=1&ved=2ahUKEwjwK9D-oPDIAhW1LLkGHUSDCrkQFjAAegQIAhAB&url=http%3A%2F%2Fwww.inea.rj.gov.br%2Fcs%2Fgroups%2Fpublic%2Fdocuments%2Fdocument%2Fzwew%2Fmddy%2F~edisp%2Finea0062136.pdf&usg=AOvVaw14sfQeyj0y9l4rTahVrE4M>>. Acesso em: 15 nov. 2019.

CPRM, Serviço Geológico do Brasil. **Ação Emergencial para Delimitação de Áreas em Alto e Muito Alto Risco a Enchentes, Inundações e Movimentos de Massa.** 2015. Disponível em: <https://www.cprm.gov.br/sace/conteudo/acre/risco/Relatorio_ASSISBRASIL_2015.pdf>. Acesso em mar. 2020.

CPRM, Serviço Geológico do Brasil. **Setorização de Risco Geológico.** Disponível em: <<http://www.cprm.gov.br/publique/Gestao-Territorial/Prevencao-de-Desastres/Setorizacao-de-Risco-Geologico-5389.html>>. Acesso em: Mar. 2020.

EPE, Empresa De Pesquisa Energética. **Cadernos de Economia. Ano I, nº I, fevereiro de 2018.** Disponível em: <http://www.epe.gov.br/sites-pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/PublicacoesArquivos/publicacao-280/Caderno%20de%20Economia_vf.pdf>. Acesso em junho de 2018.


FIRJAN (2019) – Índice Firjan de Gestão Fiscal 2019, Federação das Indústrias do Estado do Rio de Janeiro. Disponível em: <<https://www.firjan.com.br/ifgf/>>.



GOMES, Thiago. Jornal Online Terceira Via. **É feia a situação da lagoa,** 2017. Disponível em: <<https://www.jornalterceiravia.com.br/2017/07/23/e-feia-a-situacao-da-lagoa/>>. Acesso em: 11 nov. 2019.

INEA, Instituto Estadual do Ambiente. **Plano Estadual de Recursos Hídricos do Estado do Rio de Janeiro (PERHI-RJ): Relatório Gerencial,** 2014.

IBGE, INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Censo Demográfico, 2010.** Disponível em: <<https://www.ibge.gov.br/>>. Acesso em: jan 2019.

IBGE, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Mapa de Biomas e de Vegetação - Brasil.** [S.l.], 2004. Disponível em: <<https://ww2.ibge.gov.br/home/presidencia/noticias/21052004biomashtml.shtm>>.

Elaborado por: 	N° da revisão 03	Revisado por:	Aprovado por:	PF-02 AGVP_PARAIBA_PF2_Dlg_Prog_RHIV_Rev03	209/210
---	---------------------	---------------	---------------	---	---------

	PP-04 – Plano de Ação da Bacia da Região Hidrográfica do Rio Piabanha e Sub-bacias Hidrográficas dos Rios Paquequer e Preto COMPLEMENTAÇÃO E FINALIZAÇÃO DO PLANO INTEGRADO DE RECURSOS HÍDRICOS DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO PARAÍBA DO SUL - PIRH-PS E ELABORAÇÃO DOS PLANOS DE RECURSOS HÍDRICOS DAS BACIAS HIDROGRÁFICAS AFLUENTES	Tipo de Documento: Relatório Técnico Cód. do Documento: AGVP_PARAIBA_PF2 _Dlg_Prog_RHIV_Rev 03	
---	---	---	---

IBGE, INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Séries Históricas e Estatísticas.** Disponível em: <http://seriesestatisticas.ibge.gov.br/lista_tema.aspx?op=0&no=1>. Acesso em: 07 mai. 2018.

INEA, 2015. **Revista INEANA.** v03. n°01, ISSN 2238-2496. 2015. Disponível em: <http://www.inea.rj.gov.br/cs/groups/public/@inter_vpres_geiat/documents/document/zwew/mte4/~edisp/inea0118222.pdf>. Acesso em: 28 nov. 2019

INEA, Instituto Estadual do Ambiente. **Atlas dos mananciais de abastecimento público do Estado do Rio de Janeiro.** Disponível em: <http://www.inea.rj.gov.br/wp-content/uploads/2019/01/Livro_Atlas-dos-Mananciais-de-Abastecimento-do-Estado-do-Rio-de-Janeiro.pdf>. Acesso em mar. 2020.

PNUD, Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento. **Desenvolvimento Humano e IDH,** 2019. Disponível em: <<https://www.br.undp.org/content/brazil/pt/home/idh0.html>>. Acesso em: 21 nov. 2019.

PROJETO MAPBIOMAS. 2018. **Coleção Versão 4.1 da Série Anual de Mapas de Cobertura e Uso de Solo do Brasil.** Disponível em: <<https://mapbiomas.org/>>. Acesso em: abr. 2020.

SEAS, Secretaria de Estado do Ambiente e Sustentabilidade. **Panorama da Gestão dos Resíduos Sólidos no estado do Rio de Janeiro. 2019.**


SNIS, SISTEMA NACIONAL DE INFORMAÇÕES SOBRE SANEAMENTO. **Diagnóstico dos Serviços de Água e Esgoto.** 2018. Disponível em: <<http://www.snis.gov.br/diagnostico-agua-e-esgotos/diagnostico-ae-2016>>. Acesso em: 12 out. 2018.

SNIS, SISTEMA NACIONAL DE INFORMAÇÕES SOBRE SANEAMENTO. **Série Histórica,** 2016. Disponível em: <<http://app4.cidades.gov.br/serieHistorica/>>. Acesso em: jan. 2019.

SUDENE – Superintendência de Desenvolvimento do Nordeste. **Plano de aproveitamento integrado dos recursos hídricos do Nordeste do Brasil - PLRHINE,** 15 v, Recife. 1980.

TELLES, D. D.; DOMINGUES, A. F. **Água na agricultura e pecuária.** In. REBOUÇAS, A. C.; BRAGA, B.; TUNDISI, J. G. Águas Doces no Brasil, 3ª edição revisada e ampliada. São Paulo: Editora Escrituras, 2006.

WHO, WORLD HEALTH ORGANIZATION. **Guidelines for drinking-water quality.** 2011. Disponível em: <https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/44584/9789241548151_eng.pdf;jsessionid=75894881A91888ED77F4936A7B77DB63?sequence=1>. Acesso em: 28 fev. 2019.

Elaborado por: 	N° da revisão 03	Revisado por:	Aprovado por:	PF-02 AGVP_PARAIBA_PF2_Dlg_Prog_RHIV_Rev03	210/210
---	---------------------	---------------	---------------	---	---------