



Ato Convocatório nº 09/2022

Contrato do Serviço nº 071/2022

**CONTRATAÇÃO DE EMPRESA ESPECIALIZADA PARA REALIZAÇÃO
DO ESTUDO DAS DISPONIBILIDADES HÍDRICAS NA BACIA
HIDROGRÁFICA DO RIO PARAÍBA DO SUL (EDH-PS)**

P4_Disponibilidade_R03

Abril/2024



	P4_Disponibilidade_R03 CONTRATAÇÃO DE EMPRESA ESPECIALIZADA PARA REALIZAÇÃO DO ESTUDO DAS DISPONIBILIDADES HÍDRICAS NA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO PARAÍBA DO SUL (EDH-PS)	Tipo de Documento: Relatório Técnico	
		Cód. do Documento: AGVP_PARAIBA_EHID_Produto4_Disponibilidade_R03	

03	09/04/2024	Minuta	EK, MM, CB, SA	SA	CB
02	06/03/2024	Minuta	EK, MM, CB, SA	SA	CB
01	16/01/2024	Minuta	EK, MM, CB, SA	SA	CB
00	08/11/2023	Minuta	EK, MM, CB, SA	SA	CB
Revisão	Data	Descrição breve	Ass. Autor	Ass. Superv.	Ass. Aprov.

CONTRATAÇÃO DE EMPRESA ESPECIALIZADA PARA REALIZAÇÃO DO ESTUDO DAS DISPONIBILIDADES HÍDRICAS NA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO PARAÍBA DO SUL (EDH-PS)					
Elaborado por:		Supervisionado por:			
Elisa Kich, Maurício Melati, Carlos Bortoli, Sidnei Agra		Sidnei Agra			
Aprovado por:			Revisão:	Finalidade:	Data:
Carlos Bortoli			03	3	09/04/2024
Legenda Finalidade: [1] Para Informação [2] Para comentário [3] Para Aprovação					
			PROFILL ENGENHARIA E AMBIENTE S.A Av. Iguaçu, 451 – 6º andar Porto Alegre/RS Fone: (51) 3211-3944		

Nº da revisão



Revisado:

CB

Aprovado:

SA

AGVP_PARAIBA_EHID_Produto4_Disponibilidade_R03

 AGEVAP AGÊNCIA DE ÁGUA	P4_Disponibilidade_R03 CONTRATAÇÃO DE EMPRESA ESPECIALIZADA PARA REALIZAÇÃO DO ESTUDO DAS DISPONIBILIDADES HÍDRICAS NA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO PARAÍBA DO SUL (EDH-PS)	Tipo de Documento: Relatório Técnico	 CEIVAP
--	---	---	---

APRESENTAÇÃO

A PROFILL Engenharia e Ambiente S.A. vem por meio
 deste apresentar PRODUTO 4 – ESTIMATIVAS DAS
 DISPONIBILIDADES HÍDRICAS NA BACIA
 HIDROGRÁFICA DO RIO PARAÍBA DO SUL escopo do
 Contrato nº 09/2022 AGEVAP, referente à **REALIZAÇÃO**
DO ESTUDO DAS DISPONIBILIDADES HÍDRICAS NA
BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO PARAÍBA DO SUL
(EDH-PS).

O Presente documento traz as metodologias e resultados
 da avaliação da disponibilidade hídrica da BHPS.

Abril/2024

 AGEVAP AGÊNCIA DE ÁGUA	P4_Disponibilidade_R03	Tipo de Documento: Relatório Técnico
	CONTRATAÇÃO DE EMPRESA ESPECIALIZADA PARA REALIZAÇÃO DO ESTUDO DAS DISPONIBILIDADES HÍDRICAS NA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO PARAÍBA DO SUL (EDH-PS)	
		Cód. do Documento: AGVP_PARAIBA_EHID_Produ to4_Disponibilidade_R03

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	18
2	CONSIDERAÇÕES SOBRE A ESCOLHA DO MÉTODO PARA A BHPS	19
3	MODELO HIDROLÓGICO CHUVA-VAZÃO – MGB.....	22
3.1	Descrição do Modelo para a BHPS	24
3.1.1	Definição das Sub-bacias.....	24
3.1.2	Minibacias	35
3.1.3	Classes de Resposta Hidrológica.....	35
3.1.4	Representação dos Barramentos no modelo	40
3.1.4.1	Barramentos representados no modelo com substituição de vazões	41
3.1.5	Representação das Transposições no modelo.....	42
3.1.6	Dados de Precipitação e Vazão	45
3.1.7	Dados de Clima.....	49
3.1.8	Definição do período de simulação do modelo	51
3.2	Calibração do Modelo	52
3.2.1	Metodologia de Calibração.....	52
3.2.2	MGB com assimilação de dados	56
3.2.3	Resultados da Calibração do Modelo	57
3.2.3.1	Sub-bacia dos Rios Muriaé e Carangola.....	60
3.2.3.2	Sub-bacia do Rio Pomba	65
3.2.3.3	Sub-bacia do Rio Piabanha	70
3.2.3.4	Sub-bacia do Rio Dois Rios	74
3.2.3.5	Sub-bacia do Médio Vale Inferior do Rio Paraíba do Sul.....	79
3.2.3.6	Sub-bacia do Baixo Vale do Rio Paraíba do Sul	84
3.2.3.7	Sub-bacia do Rio Paraibuna	95
3.2.3.8	Sub-bacia do Rio Preto	100
3.2.3.9	Sub-bacia do Rio Piraí	104
3.2.3.10	Sub-bacia do Médio Vale do Rio Paraíba do Sul.....	108
3.2.3.11	Sub-bacia do Alto Vale do Rio Paraíba do Sul	120
3.2.3.12	Sub-bacia do Médio Vale Superior do Rio Paraíba do Sul	124
3.2.4	Estações não utilizadas na calibração do modelo	137
4	DISPONIBILIDADE HÍDRICA	143
4.1	Métodos de Obtenção de Vazão de Referência	144
4.1.1	Vazões de permanência $Q_{95\%}$ e $Q_{90\%}$	144
4.1.2	Vazão média de longo termo.....	145
4.1.3	$Q_{7,10}$	145
4.1.4	Ano Hidrológico	147
4.1.5	Avaliação das Vazões Incrementais Negativas	150
4.2	Conversão dos Resultados do MGB para a BHO6 Completa.....	154
4.3	Resultados da Disponibilidade Hídrica	157

	P4_Disponibilidade_R03 CONTRATAÇÃO DE EMPRESA ESPECIALIZADA PARA REALIZAÇÃO DO ESTUDO DAS DISPONIBILIDADES HÍDRICAS NA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO PARAÍBA DO SUL (EDH-PS)	Tipo de Documento: Relatório Técnico Cód. do Documento: AGVP_PARAIBA_EHID_Produ to4_Disponibilidade_R03	
---	---	---	---

4.3.1	Resultados da Disponibilidade Hídrica nas Estações Fluviométricas	161
4.3.2	Resultados da Disponibilidade Hídrica na Base Hidrográfica	178
4.3.3	Comparação com o período crítico entre 2015 e 2021 nas estações fluviométricas	186
4.3.4	Disponibilidade hídrica considerando os volumes transpostos	194
4.4	Bases Hidrográficas dos Órgãos	201
4.4.1	Transferência dos resultados entre as Bases Hidrográficas	201
4.4.2	São Paulo - DAEE.....	201
4.4.3	Rio de Janeiro - INEA.....	202
4.4.4	Minas Gerais - IGAM.....	204
5	CONSIDERAÇÕES FINAIS	206
6	ANDAMENTO DAS ATIVIDADES	209
7	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	210

 AGEVAP AGÊNCIA DE ÁGUA	P4_Disponibilidade_R03 CONTRATAÇÃO DE EMPRESA ESPECIALIZADA PARA REALIZAÇÃO DO ESTUDO DAS DISPONIBILIDADES HÍDRICAS NA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO PARAÍBA DO SUL (EDH-PS)	Tipo de Documento: Relatório Técnico Cód. do Documento: AGVP_PARAIBA_EHID_Produ to4_Disponibilidade_R03	 CEIVAP
--	---	---	---

LISTA DE QUADROS

Quadro 3.1 – Transposições de águas na BHPS.....	43
Quadro 3.2 – Total de estações consistidas para cada sub-bacia e densidade de monitoramento.....	46
Quadro 3.3 – Estações pré-selecionadas não utilizadas na construção do modelo hidrológico.	138
Quadro 4.1 – Resultados espaciais das vazões de referência Qm1t, Q _{7,10} , Q95 e Q90 anuais, mensais, bimestrais e trimestrais.....	160
Quadro 6.1 - Lista dos produtos e respectivos andamentos.....	209

LISTA DE TABELAS

Tabela 3.1 - Médias das métricas após calibração do modelo hidrológico nas estações sem assimilação de dados, e em todas as estações.....	60
Tabela 3.2 – Resultados da calibração do Modelo MGB para a sub-bacia dos Rios Muriaé e Carangola.	62
Tabela 3.3 – Resultados de vazão de referência (m ³ /s) renaturalizada e simulada (período coincidente) para a sub-bacia dos Rios Muriaé e Carangola.	63
Tabela 3.4 – Resultados de vazão de referência específica (L/s/km ²) renaturalizada e modelada (período coincidente) para a sub-bacia dos Rios Muriaé e Carangola.....	64
Tabela 3.5 – Resultados da calibração do Modelo MGB para a sub-bacia do Rio Pomba.	67
Tabela 3.6 – Resultados de vazão de referência (m ³ /s) renaturalizada e modelada (período coincidente) para a sub-bacia do Rio Pomba.....	68
Tabela 3.7 – Resultados de vazão de referência específica (L/s/km ²) renaturalizada e modelada (período coincidente) para a sub-bacia do Rio Pomba.	69
Tabela 3.8 – Resultados da calibração do Modelo MGB para a sub-bacia do Rio Piabanha.	72
Tabela 3.9 – Resultados de vazão de referência (m ³ /s) renaturalizada e modelada (período coincidente) para a sub-bacia do Rio Piabanha.	72
Tabela 3.10 – Resultados de vazão de referência específica (L/s/km ²) renaturalizada e modelada (período coincidente) para a sub-bacia do Rio Piabanha.	73

 AGEVAP AGÊNCIA DE ÁGUA	P4_Disponibilidade_R03 CONTRATAÇÃO DE EMPRESA ESPECIALIZADA PARA REALIZAÇÃO DO ESTUDO DAS DISPONIBILIDADES HÍDRICAS NA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO PARAÍBA DO SUL (EDH-PS)	Tipo de Documento: Relatório Técnico	 CEIVAP
		Cód. do Documento: AGVP_PARAIBA_EHID_Produ to4_Disponibilidade_R03	

Tabela 3.11 – Resultados da calibração do Modelo MGB para a sub-bacia do Rio Dois Rios	76
Tabela 3.12 – Resultados de vazão de referência (m ³ /s) renaturalizada e modelada (período coincidente) para a sub-bacia do Rio Dois Rios.....	77
Tabela 3.13 – Resultados de vazão de referência específica (L/s/km ²) renaturalizada e modelada (período coincidente) para a sub-bacia do Rio Dois Rios.	78
Tabela 3.14 – Resultados da calibração do Modelo MGB para a sub-bacia do Médio Vale Inferior do Rio Paraíba do Sul.....	81
Tabela 3.15 – Resultados de vazão de referência renaturalizada (m ³ /s) e modelada (período coincidente) para a sub-bacia do Médio Vale Inferior do Rio Paraíba do Sul....	82
Tabela 3.16 – Resultados de vazão de referência específica (L/s/km ²) renaturalizada e modelada (período coincidente) para a sub-bacia do Médio Vale Inferior do Rio Paraíba do Sul.	83
Tabela 3.17 – Resultados da calibração do Modelo MGB para a sub-bacia do Baixo Vale do Rio Paraíba do Sul.....	86
Tabela 3.18 – Resultados de vazão de referência (m ³ /s) renaturalizada e modelada (período coincidente) para a sub-bacia do Baixo Vale do Rio Paraíba do Sul.....	86
Tabela 3.19 – Resultados de vazão de referência específica (L/s/km ²) renaturalizada e modelada (período coincidente) para a sub-bacia do Baixo Vale do Rio Paraíba do Sul. 87	87
Tabela 3.20 – Resultados da calibração do Modelo MGB para a sub-bacia do Rio Paraibuna	97
Tabela 3.21 – Resultados de vazão de referência (m ³ /s) renaturalizada e modelada (período coincidente) para a sub-bacia do Rio Paraibuna.....	98
Tabela 3.22 – Resultados de vazão de referência específica (L/s/km ²) renaturalizada e modelada (período coincidente) para a sub-bacia do Rio Paraibuna.	99
Tabela 3.23 – Resultados da calibração do Modelo MGB para a sub-bacia do Rio Preto	102
Tabela 3.24 – Resultados de vazão de referência (m ³ /s) renaturalizada e modelada (período coincidente) para a sub-bacia do Rio Preto.	103
Tabela 3.25 – Resultados de vazão de referência específica (L/s/km ²) renaturalizada e modelada (período coincidente) para a sub-bacia do Rio Preto.....	103
Tabela 3.26 – Resultados da calibração do Modelo MGB para a sub-bacia do Rio Piraí.	106

 AGEVAP AGÊNCIA DE ÁGUA	P4_Disponibilidade_R03	Tipo de Documento: Relatório Técnico	 CEIVAP
		Cód. do Documento: AGVP_PARAIBA_EHID_Produto4_Disponibilidade_R03	

Tabela 3.27 – Resultados de vazão de referência (m ³ /s) renaturalizada e modelada (período coincidente) para a sub-bacia do Rio Piraí.....	106
Tabela 3.28 – Resultados de vazão de referência específica (L/s/km ²) renaturalizada e modelada (período coincidente) para a sub-bacia do Rio Piraí.	107
Tabela 3.29 – Resultados da calibração do Modelo MGB para a sub-bacia do Médio Vale do Rio Paraíba do Sul.....	110
Tabela 3.30 – Resultados de vazão de referência (m ³ /s) renaturalizada e modelada (período coincidente) para a sub-bacia do Médio Vale do Rio Paraíba do Sul.	111
Tabela 3.31 – Resultados de vazão de referência específica (L/s/km ²) renaturalizada e modelada (período coincidente) para a sub-bacia do Médio Vale do Rio Paraíba do Sul.	112
Tabela 3.32 – Resultados da calibração do Modelo MGB para a sub-bacia do Alto Vale do Rio Paraíba do Sul.....	122
Tabela 3.33 – Resultados de vazão de referência (m ³ /s) renaturalizada e modelada (período coincidente) para a sub-bacia do Alto Vale do Rio Paraíba do Sul.	122
Tabela 3.34 – Resultados de vazão de referência específica (L/s/km ²) renaturalizada e modelada (período coincidente) para a sub-bacia do Alto Vale do Rio Paraíba do Sul.	123
Tabela 3.35 – Resultados da calibração do Modelo MGB para a sub-bacia Médio Vale Superior do Rio Paraíba do Sul.	126
Tabela 3.36 – Resultados de vazão de referência (m ³ /s) renaturalizada e modelada (período coincidente) para a sub-bacia Médio Vale Superior do Rio Paraíba do Sul.	127
Tabela 3.37 – Resultados de vazão de referência específica (L/s/km ²) renaturalizada e modelada (período coincidente) para a sub-bacia Médio Vale Superior do Rio Paraíba do Sul.	128
Tabela 4.1, Resumo dos períodos de análise considerando o ano hidrológico.	149
Tabela 4.2 – Resultados de vazão de referência (m ³ /s) Qmlt para os cotrechos da BHO6 com estações fluviométricas.	162
Tabela 4.3 – Resultados de vazão de referência específica (L/s/km ²) Qmlt para os cotrechos da BHO6 com estações fluviométricas.	164
Tabela 4.4 – Resultados de vazão de referência (m ³ /s) Q95 para os cotrechos da BHO6 com estações fluviométricas.	166
Tabela 4.5 – Resultados de vazão de referência específica (L/s/km ²) Q95 para os cotrechos da BHO6 com estações fluviométricas.	168

 AGEVAP AGÊNCIA DE ÁGUA	P4_Disponibilidade_R03 CONTRATAÇÃO DE EMPRESA ESPECIALIZADA PARA REALIZAÇÃO DO ESTUDO DAS DISPONIBILIDADES HÍDRICAS NA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO PARAÍBA DO SUL (EDH-PS)	Tipo de Documento: Relatório Técnico Cód. do Documento: AGVP_PARAIBA_EHID_Produ to4_Disponibilidade_R03	 CEIVAP
--	---	---	---

Tabela 4.6 – Resultados de vazão de referência (m ³ /s) Q90 para os cotrechos da BHO6 com estações fluviométricas.	170
Tabela 4.7 – Resultados de vazão de referência específica (L/s/km ²) Q90 para os cotrechos da BHO6 com estações fluviométricas.	172
Tabela 4.8 – Resultados de vazão de referência (m ³ /s) Q _{7,10} para os cotrechos da BHO6 com estações fluviométricas.	174
Tabela 4.9 – Resultados de vazão de referência específica (L/s/km ²) Q _{7,10} para os cotrechos da BHO6 com estações fluviométricas.	176
Tabela 4.10 – Resultados de vazão de referência anuais (m ³ /s) para as principais bacias e trechos específicos do Rio Paraíba do Sul para avaliação das entregas na região....	179
Tabela 4.11 – Resultados de vazão de alteração de vazão de referência anual (m ³ /s) do período crítico para diferentes pontos dentro da BHPS.	188
Tabela 4.12. Resultados de aumento percentual médio (%) dos trechos dos principais reservatórios após a propagação das vazões transpostas para jusante do Rio Paraíba do Sul.	194

LISTA DE FIGURAS

Figura 3.1 – Resumo esquemático do modelo MGB. Fonte: Site do Grupo de Pesquisas HGE.....	23
Figura 3.2 – Altimetria e baixo relevo da BHPS	26
Figura 3.3 – Unidades hidrogeológicas aflorantes da BHPS.....	27
Figura 3.4 – Estruturas hidráulicas existentes na BHPS	28
Figura 3.5 – Precipitação total anual média da BHPS de acordo com o Atlas Pluviométrico do Brasil (CPRM). Fonte: (PINTO et al., 2014)	29
Figura 3.6 - Coeficiente de escoamento das estações fluviométricas	30
Figura 3.7 - Coeficiente da relação entre a Q95% e a vazão média de longo período.	31
Figura 3.8 - Coeficiente de variação da vazão média anual de longo período	32
Figura 3.9 – Mapa das regiões hidrologicamente homogêneas apresentado no PIRH. Fonte: CEIVAP; AGEVAP e COHIDRO (2015).	33
Figura 3.10 - Sub-bacias e minibacias definidas para o modelo hidrológico chuva-vazão MGB.	34

 AGEVAP AGÊNCIA DE ÁGUA	P4_Disponibilidade_R03	Tipo de Documento: Relatório Técnico	 CEIVAP
	CONTRATAÇÃO DE EMPRESA ESPECIALIZADA PARA REALIZAÇÃO DO ESTUDO DAS DISPONIBILIDADES HÍDRICAS NA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO PARAÍBA DO SUL (EDH-PS)	Cód. do Documento: AGVP_PARAIBA_EHID_Produ to4_Disponibilidade_R03	

Figura 3.11 – Mapa de classes hidrológicas da paisagem (HLC) da BHPS.	37
Figura 3.12 – Mapa de uso e ocupação do solo na BHPS em 1985. Fonte: Souza et al. (2020).	38
Figura 3.13 – Mapa de uso e ocupação do solo na BHPS em 2021. Fonte: Souza et al., 2020).	39
Figura 3.14 – Representação dos principais barramentos no modelo hidrológico chuva-vazão.....	41
Figura 3.15 – Representação das transposições de água no Rio Paraíba do Sul para simular um cenário hipotético sem transposição.....	44
Figura 3.16 – Localização das estações das bases pluviométrica e fluviométrica consistidas – BHPS. Fonte: Hidroweb	47
Figura 3.17 – Disponibilidade diária de dados de precipitação e vazão renaturalizada entre 1978 e 2021. Fonte: Elaboração própria.	48
Figura 3.18 – Localização das estações climatológicas utilizadas para o estudo.....	50
Figura 3.19 – Período de simulação do modelo hidrológico. Fonte: Elaboração própria. .	52
Figura 3.20 – Exemplo de hidrograma simulado e renaturalizado no modelo hidrológico juntamente com sua respectiva localização. Série superior: sem ajuste da calibração. Série inferior: após a calibração. Fonte: Elaboração própria.	58
Figura 3.21 – Exemplo de curva de permanência simulada e renaturalizada no modelo hidrológico juntamente com a localização do exemplo mostrado. Figura da esquerda: início da calibração. Figura da direita: após a calibração. Fonte: Elaboração própria.	59
Figura 3.22 – Gráfico boxplot da melhora dos resultados de calibração utilizando a assimilação de dados – Rios Muriaé e Carangola	61
Figura 3.23 – Gráfico boxplot da melhora dos resultados de calibração utilizando a assimilação de dados – Rio Pomba.	66
Figura 3.24 – Gráfico boxplot da melhora dos resultados de calibração utilizando a assimilação de dados – Rio Piabanga	71
Figura 3.25 – Gráfico boxplot da melhora dos resultados de calibração utilizando a assimilação de dados – Rio Dois Rios	75
Figura 3.26 – Gráfico boxplot da melhora dos resultados de calibração utilizando a assimilação de dados – Médio Vale Inferior do Rio Paraíba do Sul	80
Figura 3.27 – Gráfico boxplot da melhora dos resultados de calibração utilizando a assimilação de dados – Baixo Vale do Rio Paraíba do Sul.	85

 AGEVAP AGÊNCIA DE ÁGUA	P4_Disponibilidade_R03 CONTRATAÇÃO DE EMPRESA ESPECIALIZADA PARA REALIZAÇÃO DO ESTUDO DAS DISPONIBILIDADES HÍDRICAS NA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO PARAÍBA DO SUL (EDH-PS)	Tipo de Documento: Relatório Técnico Cód. do Documento: AGVP_PARAIBA_EHID_Produ to4_Disponibilidade_R03	 CEIVAP
--	---	---	---

Figura 3.28 – Espacialização do estimador estatístico Nash-Sutcliffe – Sub-bacias Muriaé, Carangola, Pomba, Piabanhá, Dois Rios, Médio Vale Inferior e Baixo Vale do Rio Paraíba. Fonte: Elaboração própria	88
Figura 3.29 – Espacialização do estimador estatístico Nash-Sutcliffe logarítmico – Sub-bacias Muriaé, Carangola, Pomba, Piabanhá, Dois Rios, Médio Vale Inferior e Baixo Vale do Rio Paraíba. Fonte: Elaboração própria	89
Figura 3.30 – Espacialização do estimador estatístico Erro de Volume– Sub-bacias Muriaé, Carangola, Pomba, Piabanhá, Dois Rios, Médio Vale Inferior e Baixo Vale do Rio Paraíba. Fonte: Elaboração própria	90
Figura 3.31 – Espacialização do estimador estatístico Erro de Q95 – Sub-bacias Muriaé, Carangola, Pomba, Piabanhá, Dois Rios, Médio Vale Inferior e Baixo Vale do Rio Paraíba. Fonte: Elaboração própria	91
Figura 3.32 – Espacialização do estimador estatístico Erro de Q90 – Sub-bacias Muriaé, Carangola, Pomba, Piabanhá, Dois Rios, Médio Vale Inferior e Baixo Vale do Rio Paraíba. Fonte: Elaboração própria	92
Figura 3.33 – Espacialização do estimador estatístico Erro de Qmilt – Sub-bacias Muriaé, Carangola, Pomba, Piabanhá, Dois Rios, Médio Vale Inferior e Baixo Vale do Rio Paraíba. Fonte: Elaboração própria	93
Figura 3.34 – Espacialização do estimador estatístico Erro de Q _{7,10} – Sub-bacias Muriaé, Carangola, Pomba, Piabanhá, Dois Rios, Médio Vale Inferior e Baixo Vale do Rio Paraíba. Fonte: Elaboração própria	94
Figura 3.35 – Gráfico boxplot da melhora dos resultados de calibração utilizando a assimilação de dados – Rio Paraibuna	96
Figura 3.36 – Gráfico boxplot da melhora dos resultados de calibração utilizando a assimilação de dados – Rio Preto.....	101
Figura 3.37 – Gráfico boxplot da melhora dos resultados de calibração utilizando a assimilação de dados – Rio Piraí	105
Figura 3.38 – Gráfico boxplot da melhora dos resultados de calibração utilizando a assimilação de dados – Rio Médio Vale do Rio Paraíba do Sul	109
Figura 3.39 – Espacialização do estimador estatístico Nash-Sutcliffe – Rio Paraibuna, Rio Preto, Rio Piraí e Vale do Rio Paraíba. Fonte: Elaboração própria	113
Figura 3.40 – Espacialização do estimador estatístico Nash-Sutcliffe logarítmico – Rio Paraibuna, Rio Preto, Rio Piraí e Vale do Rio Paraíba. Fonte: Elaboração própria.....	114

 AGEVAP AGÊNCIA DE ÁGUA	P4_Disponibilidade_R03 CONTRATAÇÃO DE EMPRESA ESPECIALIZADA PARA REALIZAÇÃO DO ESTUDO DAS DISPONIBILIDADES HÍDRICAS NA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO PARAÍBA DO SUL (EDH-PS)	Tipo de Documento: Relatório Técnico Cód. do Documento: AGVP_PARAIBA_EHID_Produ to4_Disponibilidade_R03	 CEIVAP
--	---	---	---

Figura 3.41 – Espacialização do estimador estatístico Erro de Volume – Rio Paraibuna, Rio Preto, Rio Piraí e Vale do Rio Paraíba. Fonte: Elaboração própria	115
Figura 3.42 – Espacialização do estimador estatístico Erro de Q95 – Rio Paraibuna, Rio Preto, Rio Piraí e Vale do Rio Paraíba. Fonte: Elaboração própria	116
Figura 3.43 – Espacialização do estimador estatístico Erro de Q90 – Rio Paraibuna, Rio Preto, Rio Piraí e Vale do Rio Paraíba. Fonte: Elaboração própria	117
Figura 3.44 – Espacialização do estimador estatístico Erro de QmIt – Rio Paraibuna, Rio Preto, Rio Piraí e Vale do Rio Paraíba. Fonte: Elaboração própria	118
Figura 3.45 – Espacialização do estimador estatístico Erro de Q _{7,10} – Rio Paraibuna, Rio Preto, Rio Piraí e Vale do Rio Paraíba. Fonte: Elaboração própria	119
Figura 3.46 – Gráfico boxplot da melhora dos resultados de calibração utilizando a assimilação de dados – Alto Vale do Rio Paraíba do Sul.....	121
Figura 3.47 – Gráfico boxplot da melhora dos resultados de calibração utilizando a assimilação de dados – Médio Vale Superior do Rio Paraíba do Sul.....	125
Figura 3.48 – Espacialização do estimador estatístico Nash-Sutcliffe – Sub-bacia do Alto Vale do Rio Paraíba do Sul e Médio Vale Superior do Rio Paraíba do Sul. Fonte: Elaboração própria	130
Figura 3.49 – Espacialização do estimador estatístico Nash-Sutcliffe logarítmico – Sub-bacia do Alto Vale do Rio Paraíba do Sul e Médio Vale Superior do Rio Paraíba do Sul. Fonte: Elaboração própria	131
Figura 3.50 – Espacialização do estimador estatístico Erro de Volume– Sub-bacia do Alto Vale do Rio Paraíba do Sul e Médio Vale Superior do Rio Paraíba do Sul. Fonte: Elaboração própria	132
Figura 3.51 – Espacialização do estimador estatístico Erro de Q95 – Sub-bacia do Alto Vale do Rio Paraíba do Sul e Médio Vale Superior do Rio Paraíba do Sul. Fonte: Elaboração própria	133
Figura 3.52 – Espacialização do estimador estatístico Erro de Q90 – Sub-bacia do Alto Vale do Rio Paraíba do Sul e Médio Vale Superior do Rio Paraíba do Sul. Fonte: Elaboração própria	134
Figura 3.53 – Espacialização do estimador estatístico Erro de QmIt – Sub-bacia do Alto Vale do Rio Paraíba do Sul e Médio Vale Superior do Rio Paraíba do Sul. Fonte: Elaboração própria	135

 AGEVAP ADÉNIA DE BÁCIA	P4_Disponibilidade_R03	Tipo de Documento: Relatório Técnico	 CEIVAP
		Cód. do Documento: AGVP_PARAIBA_EHID_Produto4_Disponibilidade_R03	

Figura 3.54 – Espacialização do estimador estatístico Erro de Q _{7,10} – Sub-bacia do Alto Vale do Rio Paraíba do Sul e Médio Vale Superior do Rio Paraíba do Sul. Fonte: Elaboração própria	136
Figura 3.55 – Espacialização das estações fluviométricas pré-selecionadas em etapas anteriores do projeto e não utilizadas no modelo.	142
Figura 4.1 – Exemplo de curva de permanência com indicação das vazões Q90 e Q95. Fonte: Elaboração própria	145
Figura 4.2 – Ajuste empírico para diferentes tempos de retorno para os dados renaturalizados.	147
Figura 4.3 - Vazões médias específicas de longo termo com as estações que foram utilizadas na análise com dados a partir de 1978. Fonte: Elaboração própria	148
Figura 4.4 – Exemplo de estiagem com vazões mínimas no mês de novembro (indicação na imagem).....	149
Figura 4.5 – Boxplot da análise do ano hidrológico com as estações que foram utilizadas com dados a partir de 1978. Fonte: Elaboração própria.....	150
Figura 4.6 – Vazões QmIt incrementais específicas anuais (L/s/km ²) das minibacias do modelo hidrológico.....	152
Figura 4.7 – Sazonalidade mensal das vazões de referência estudadas para o modelo assimilado.....	153
Figura 4.8 – Tratamento dos resultados nas minibacias de cabeceira do modelo hidrológico.	155
Figura 4.9 – Tratamento dos resultados nos trechos incrementais das minibacias do modelo hidrológico.....	156
Figura 4.10 – Tratamento dos resultados nos trechos incrementais das minibacias do modelo hidrológico.....	157
Figura 4.11 – Espacialização dos métodos de regionalização utilizados. Fonte: Elaboração própria	159
Figura 4.12 – Resultados simulados em uma determinada minibacia com os dados renaturalizados em uma estação fluviométrica no mesmo local.....	161
Figura 4.13 – Diagrama indicando os locais com os resultados de entregas (m ³ /s) entre os principais rios da BHPS.....	180
Figura 4.14 – Resultados espaciais da Q95 anual na base BHO6	181
Figura 4.15 – Resultados espaciais da Q90 anual na base BHO6	182

 AGEVAP ADÉNCIA DE ÁGUA	P4_Disponibilidade_R03 CONTRATAÇÃO DE EMPRESA ESPECIALIZADA PARA REALIZAÇÃO DO ESTUDO DAS DISPONIBILIDADES HÍDRICAS NA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO PARAÍBA DO SUL (EDH-PS)	Tipo de Documento: Relatório Técnico Cód. do Documento: AGVP_PARAIBA_EHID_Produ to4_Disponibilidade_R03	 CEIVAP
---	---	---	--

Figura 4.16 – Resultados espaciais da $Q_{7,10}$ anual na base BHO6	183
Figura 4.17 – Resultados espaciais da $Q_{m\bar{t}}$ anual na base BHO6	184
Figura 4.18 – Resultados espaciais da $Q_{m\bar{t}}$ específica anual na base BHO6	185
Figura 4.19 – Anomalia do armazenamento total terrestre (TWS) na BHPS entre 2002 e 2021.	186
Figura 4.20 – Anomalia das vazões médias anuais específicas ($m^3/s/km^2$) para as estações com dados completos entre 1960 e 2021.	189
Figura 4.21 – Resultados espaciais da redução da Q_{95} anual no período 2014-2020 na base BHO6	190
Figura 4.22 – Resultados espaciais da redução da Q_{90} anual no período 2014-2020 na base BHO6	191
Figura 4.23 – Resultados espaciais da redução da $Q_{m\bar{t}}$ anual no período 2014-2020 na base BHO6	192
Figura 4.24 – Resultados espaciais da redução considerando a $Q_{7,10}$ em relação a Q_7 mínima no período 2014-2020 na base BHO6	193
Figura 4.25 – Aumento da disponibilidade da Q_{95} sem a retirada da água pelas transposições da BHPS no trecho a jusante do reservatório Santa Cecília.....	196
Figura 4.26 – Resultados espaciais de alteração da vazão Q_{95} anual considerando os volumes das transposições na base BHO6.....	197
Figura 4.27 – Resultados espaciais da alteração da vazão Q_{90} anual considerando os volumes transpostos na base BHO6.....	198
Figura 4.28 – Resultados espaciais da alteração da $Q_{7,10}$ considerando os volumes transpostos na base BHO6	199
Figura 4.29 – Resultados espaciais da alteração da $Q_{m\bar{t}}$ considerando os volumes transpostos na base BHO6	200
Figura 4.30 – Diferenças entre a base do Estado de SP para a BHO 6, a camada da BHO 6 está sobreposta. Fonte: BHO 6 e DAEE	202
Figura 4.31 – Diferenças entre a base do Estado do RJ para a BHO 6 em relação à representação das áreas urbanas. A base BHO 6 está sobreposta. Fonte: BHO 6 e INEA	204
Figura 4.32 – Diferenças entre a base do Estado de MG para a BHO 6 em relação à representação de trechos de rios. A base BHO 6 está sobreposta. Fonte: BHO 6 e IGAM	205

 AGEVAP <small>AGÊNCIA DE BÁSICA</small>	P4_Disponibilidade_R03	Tipo de Documento: Relatório Técnico	 CEIVAP
	CONTRATAÇÃO DE EMPRESA ESPECIALIZADA PARA REALIZAÇÃO DO ESTUDO DAS DISPONIBILIDADES HÍDRICAS NA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO PARAÍBA DO SUL (EDH-PS)	Cód. do Documento: AGVP_PARAIBA_EHID_Produ to4_Disponibilidade_R03	

Figura 5.1 – Fluxograma das atividades desenvolvidas no Produto 4.....208

	P4_Disponibilidade_R03 CONTRATAÇÃO DE EMPRESA ESPECIALIZADA PARA REALIZAÇÃO DO ESTUDO DAS DISPONIBILIDADES HÍDRICAS NA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO PARAÍBA DO SUL (EDH-PS)	Tipo de Documento: Relatório Técnico Cód. do Documento: AGVP_PARAIBA_EHID_Produ to4_Disponibilidade_R03	
---	---	---	---

LISTA DE SIGLAS

AGEVAP – Associação Pró-Gestão das Águas da Bacia Hidrográfica do Rio Paraíba do Sul

ANA – Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico

ANEEL – Agência Nacional de Energia Elétrica

BH – Bacia Hidrográfica

BHO – Base Hidrográfica Ottocodificada

BHPS – Bacia Hidrográfica do Rio Paraíba do Sul

CEIVAP – Comitê de Integração da Bacia Hidrográfica do Rio Paraíba do Sul

CNRH – Conselho Nacional de Recursos Hídricos

CPRM - Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais

DAEE – Departamento de Águas e Energia Elétrica

EDH-PS – Estudo de Disponibilidade Hídrica do Rio Paraíba do Sul

EUA – Estados Unidos da América

EV – Erro de Volume

GTEE – Grupo de Trabalho Acompanhamento dos Estudos Estratégicos

HAND – Altura à Drenagem mais Próxima

HGE – Hidrologia de Grande Escala

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

IDE – Infraestrutura de Dados Espaciais

IGAM - Instituto Mineiro de Gestão das Águas

INEA - Instituto Estadual do Ambiente

INMET – Instituto Nacional de Meteorologia

IPH – Instituto de Pesquisas Hidráulicas

LTR – *Long Term Release*

MG – Estado de Minas Gerais

MGB – Modelo de Grandes Bacias

NS – Nash-Sutcliffe

NSlog – Nash-Sutcliffe logarítmico

PCH – Pequena Central Hidrelétrica

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

Q_{7,10} - Vazão mínima com 7 dias de duração e tempo de retorno de 10 anos

 AGEVAP AGÊNCIA DE ÁGUA	P4_Disponibilidade_R03 CONTRATAÇÃO DE EMPRESA ESPECIALIZADA PARA REALIZAÇÃO DO ESTUDO DAS DISPONIBILIDADES HÍDRICAS NA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO PARAÍBA DO SUL (EDH-PS)	Tipo de Documento: Relatório Técnico	 CEIVAP
		Cód. do Documento: AGVP_PARAIBA_EHID_Produto4_Disponibilidade_R03	

Q₉₀ - Vazão com 90% de permanência no tempo

Q₉₅ - Vazão com 95% de permanência no tempo

QGIS – Quantum GIS

Q_{mlt} – Vazão média de longo termo

RJ – Estado do Rio de Janeiro

SAR – Sistema de Acompanhamento de Reservatórios

SIG – Sistema de Informação Geográfica

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

SNIRH - Sistema Nacional de Informações sobre Recursos Hídricos

SP – Estado de São Paulo

TR – Termo de Referência

UGRHI - Unidade de Gerenciamento de Recursos Hídricos

UHE – Usina Hidrelétrica de Energia

URH – Unidade de Resposta Hidrológica

SEAS – Secretaria Estadual do Ambiente e Sustentabilidade

TWS – *Total Water Storage*

 AGEVAP AGÊNCIA DE ÁGUA	P4_Disponibilidade_R03 CONTRATAÇÃO DE EMPRESA ESPECIALIZADA PARA REALIZAÇÃO DO ESTUDO DAS DISPONIBILIDADES HÍDRICAS NA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO PARAÍBA DO SUL (EDH-PS)	Tipo de Documento: Relatório Técnico Cód. do Documento: AGVP_PARAIBA_EHID_Produ to4_Disponibilidade_R03	 CEIVAP
--	---	---	---

1 INTRODUÇÃO

A Bacia Hidrográfica do Rio Paraíba do Sul (BHPS) fica situada na região sudeste do Brasil (compartilhada entre os estados de SP, MG e RJ) e abastece grandes polos industriais, centros urbanos e usinas hidrelétricas, possui três transposições de água para bacias adjacentes (Piraí/Guandu-RJ, Jaguari/Atibainha-SP e Macabu/São Pedro-RJ), e fornece uma parte significativa da água utilizada pelas metrópoles de São Paulo e do Rio de Janeiro, sendo assim uma bacia de grande importância para o país.

A principal transposição do rio Paraíba do Sul se dá para a Bacia do rio Guandu através da estação elevatória de Santa Cecília, localizada no município de Barra do Piraí. A vazão transposta é garantida pela regularização produzida por 4 reservatórios que compõem o Sistema Hidráulico da Bacia do Paraíba do Sul, nomeadamente: Paraibuna, Santa Branca, Jaguari e Funil. O Reservatório do Funil é o quarto e último reservatório que compõem o sistema hidráulico do Paraíba do Sul, sistema esse responsável por abastecer municípios ao longo do rio Paraíba do Sul, e boa parte da região metropolitana do Rio de Janeiro.

A BHPS é, portanto, caracterizada por seus usos múltiplos e, por abranger três estados da federação e rios de dominialidade federal e estadual, possui um complexo e refinado sistema de gestão. Sendo assim, é imprescindível que a bacia seja profundamente estudada e conhecida por seus gestores a fim de que a gestão das águas seja realizada com base em dados fiéis à realidade e que acompanhe as mudanças de usos da água, do solo e até climáticas.

O Plano Integrado de Recursos Hídricos da Bacia Hidrográfica do Rio Paraíba do Sul (PIRH-PS) foi finalizado em 2021 e identificou que uma das fragilidades a respeito do que se conhece sobre a BHPS são as vazões de referência, ou seja, a disponibilidade hídrica. Essa informação é de suma importância, pois a partir dela que são concedidas as outorgas de uso da água e, por meio dessa informação, os órgãos gestores fazem a alocação das águas e acabam impactando toda a sociedade em termos de desenvolvimento econômico, limitando ou concedendo permissão para a instalação de novos empreendimentos.

Sendo assim, resultou do PIRH-PS a necessidade de refinamento das disponibilidades hídricas da BHPS tendo como base os resultados obtidos no mesmo. O objeto do estudo foi previsto no âmbito do Programa de Ações, mais especificamente durante a execução da “Ação 5.1.2.1 - Elaborar estudo de atualização do quadro de demandas hídricas, refinamento das disponibilidades hídricas e atualização dos balanços hídricos na Bacia Hidrográfica do Rio Paraíba do Sul”.

 AGEVAP AGÊNCIA DE ÁGUA	P4_Disponibilidade_R03 CONTRATAÇÃO DE EMPRESA ESPECIALIZADA PARA REALIZAÇÃO DO ESTUDO DAS DISPONIBILIDADES HÍDRICAS NA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO PARAÍBA DO SUL (EDH-PS)	Tipo de Documento: Relatório Técnico Cód. do Documento: AGVP_PARAIBA_EHID_Produ to4_Disponibilidade_R03	 CEIVAP
--	---	---	---

A partir do Ato convocatório N°09/2022 a empresa Profill Engenharia e Ambiente foi selecionada para a realização desta ação intitulada “Estudo de Disponibilidades Hídricas da Bacia Hidrográfica do rio Paraíba do Sul (EDH-PS)” e que, portanto, revela-se como importante continuidade à implementação do PIRH-PS. O presente documento é o Produto 4 – Estimativas das disponibilidades hídricas na bacia hidrográfica do rio Paraíba do Sul. O produto consiste em um documento que estima as vazões de referência para múltiplos pontos dentro da BHPS, para subsídio da gestão das outorgas das diferentes bacias hidrográficas da região.

2 CONSIDERAÇÕES SOBRE A ESCOLHA DO MÉTODO PARA A BHPS

Conforme já tratado no Produto 1 deste projeto, o método definido como principal para o presente estudo de disponibilidade hídrica da BHPS, após a análise da disponibilidade de dados, foi o modelo chuva-vazão MGB. A seguir, alguns argumentos serão apresentados para justificar a escolha desse método como principal para avaliação das vazões de referência em comparação com os outros métodos previamente elencados, além da justificativa do porquê outros dois métodos foram incorporados à análise final.

Em relação aos dados de descarga líquida disponíveis para a BHPS são bastante heterogêneos no espaço e tempo (maiores detalhes podem ser encontrados no Produto 1, 2 e 3). Estudos de regionalização usando equações de regressão costumam utilizar somente séries de dados longas para o ajuste robustos com as equações. Séries curtas para gerar uma vazão de referência podem acarretar em valores distantes da média de longo termo da variável devido a períodos de maior ou menor disponibilidade hídrica, ou até mesmo por não representar a variabilidade natural de longo termo inerente das bacias. Essa decisão acarreta que locais que tiveram monitoramento em algum período, mas que possuem séries de dados mais curtas sejam descartados da análise, mesmo que tenham importantes dados da dinâmica das vazões. Dessa forma, a escolha do modelo chuva-vazão permite que a maior parte das estações com dados existentes e consistentes na BHPS possam ser usadas para a calibração do modelo, deixando os resultados melhor ajustados espacialmente. Além disso, garante que para obtenção dos resultados finais, todas as séries históricas tenham sido geradas com séries de vazão de mesmo tamanho, evitando a ocorrência de vieses positivos e negativos nos resultados. Neste trabalho, os dados de vazão utilizados no modelo foram obtidos por meio da incorporação dos usos consuntivos nos dados observados nas estações e apresentados nos Produto 3, sendo assim, esses dados serão chamados de “renaturalizados” no decorrer deste trabalho.

Em relação a modelos possíveis de serem utilizados, o modelo MGB foi o escolhido. Isto por que o modelo MGB é um modelo consagrado na geração de dados de vazão de referência distribuídos por trechos de rio em estudos acadêmicos e

 AGEVAP AGÊNCIA DE BÁSICA	P4_Disponibilidade_R03 CONTRATAÇÃO DE EMPRESA ESPECIALIZADA PARA REALIZAÇÃO DO ESTUDO DAS DISPONIBILIDADES HÍDRICAS NA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO PARAÍBA DO SUL (EDH-PS)	Tipo de Documento: Relatório Técnico	 CEIVAP
		Cód. do Documento: AGVP_PARAIBA_EHID_Produ to4_Disponibilidade_R03	

estudos técnicos como planos de bacia no Brasil. Ademais, o modelo MGB possui a rotina de assimilação de dados que permite a obtenção de séries de vazão com melhoria da representação dos processos em larga escala a partir dos dados observados (DA PAZ et al., 2007; FAN; MELLER; COLLISCHONN, 2015; MELLER; BRAVO; COLLISCHONN, 2012; PESSOA, 2017; SERBAN; ASKEW, 1991).

Outro importante fator a ser levado em consideração na escolha do modelo semi-distribuído MGB é o regime de chuvas da BHPS. Os totais pluviométricos médios anuais apresentam grande variação dentro da área estudada, com índices próximos a 800mm na região da foz, valores entre 1000 e 1260mm nas regiões de menor altimetria no centro da bacia ao longo do Rio Paraíba do Sul, e aumentando significativamente nas regiões das bordas norte e sul da bacia, atingindo valores de até 2540mm (PINTO et al., 2014). Essa heterogeneidade de precipitações indica que modelos chuva-vazão podem representar muito bem essa variação pluviométrica, transformando esses volumes em escoamento superficial com vazões regionalizadas mais próximas da realidade local.

Outra questão importante sobre a escolha do método está associada a discretização temporal dos resultados, o Termo de Referência do presente estudo indica a necessidade de obtenção de vazões de referência em escalas mensal, bimestral e trimestral. Devido aos diferentes tempos de resposta entre ocorrência de chuva e geração de vazão no rio e sua inerente complexidade, o uso da chuva mensal no processo de regionalização por equações de regionalização fica prejudicado, pois existe um atraso entre ocorrência de chuva e registro de vazão no rio, esse atraso acarreta em incertezas na combinação mensal das vazões e precipitações em regionalização usando as duas variáveis. Somado a isso, a característica de redução da precipitação das bordas/cabeceiras da bacia para a região central indica redução da precipitação com o aumento da área de drenagem, indicando que a alternativa de somente usar a área de drenagem como variável explicativa também acarretaria em incertezas. Sendo assim, a incerteza do método aumenta com o aumento da resolução temporal (períodos mais curtos). No modelo chuva-vazão os dados diários são usados na geração das vazões de referência, com representação física do atraso entre ocorrência de chuva e geração de vazão.

Uma vantagem do modelo chuva-vazão escolhido é a representatividade das características físicas importantes da bacia que não são representadas em métodos mais simplificados, como variação de uso e ocupação do solo, tipo de solo, declividades do canal do rio, evapotranspiração, entre outros dos muitos fatores que um modelo de base física representa. Tudo isso resulta em um comportamento próprio e singular para cada trecho de rio. Evitando que grandes áreas sejam tratadas como idênticas, pois as peculiaridades locais podem ser melhor representadas, mesmo com as inerentes simplificações dos modelos chuva-

 AGEVAP AGÊNCIA DE BÁSICA	P4_Disponibilidade_R03 CONTRATAÇÃO DE EMPRESA ESPECIALIZADA PARA REALIZAÇÃO DO ESTUDO DAS DISPONIBILIDADES HÍDRICAS NA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO PARAÍBA DO SUL (EDH-PS)	Tipo de Documento: Relatório Técnico Cód. do Documento: AGVP_PARAIBA_EHID_Produ to4_Disponibilidade_R03
--	---	---

vazão. Outra vantagem do uso do modelo chuva-vazão é que os cálculos apresentam conservação de volume e continuidade que garantem a consistência dos resultados.

Ainda é importante destacar que o uso dos tradicionais métodos de regionalização por equações de regressão já tiveram aplicações na bacia, como por exemplo, o PIRH (CEIVAP; AGEVAP; COHIDRO, 2015) e o estudo da CPRM (CPRM, 2017). Dessa forma, este estudo irá trazer contribuições diferentes dos trabalhos já publicados em períodos recentes, podendo trazer outra perspectiva para a gestão dos recursos hídricos da região.

O modelo chuva-vazão usa dados diários de chuva para representar a dinâmica da bacia espacialmente, evitando que se utilize somente valores médios. Como resultado da aplicação do modelo será possível obter séries históricas diárias renaturalizadas para múltiplos pontos da bacia que poderão subsidiar os mais diversos estudos futuros na BHPS, uma vez que as séries são parte do banco de dados que será entregue.

Entretanto, apesar de todas as vantagens da aplicação do modelo em bacias hidrográficas frente ao uso de outros métodos de regionalização baseados em equações de regressão, com a diminuição da área das bacias hidrográficas, a incerteza na geração de séries históricas por modelos desse tipo aumenta (ARAUJO et al., 2021). Para trechos de drenagem com áreas de contribuição muito pequenas, que é o caso da obtenção de resultados para a BHO 6 no presente estudo de disponibilidade, não se recomenda o uso deste tipo de modelo, pois processos hidrológicos em pequena escala são bastante heterogêneos e de complexa representação. Para essas áreas, métodos de regionalização tradicionais baseados em equações de regressão também acabam sendo inadequados devido a não existência de estações em áreas tão pequenas e bem distribuídas. Além disso, também devido ao fato de que as equações usualmente obtidas são válidas somente para o período entre a menor e a maior área de estação fluviométrica usada. Todos esses fatores trazem muitas incertezas na extração do tramo baixo desses ajustes. Dessa forma, para as áreas com trechos de rio com áreas de drenagem muito pequenas, foi feita a transferência de vazões com base na área do último ponto de montante obtido pelo modelo MGB. A aplicação dessa desagregação será apresentada no Item 4.1.5.

Ainda, verificou-se que o método de assimilação de dados do modelo hidrológico MGB permitiu melhorar significativamente as métricas de qualidade do modelo de uma maneira geral na maior parte da bacia, sendo assim, foi utilizado de forma conjunta com a simulação normal do modelo, melhorando a qualidade geral dos resultados. Maiores detalhes sobre a descrição do método de assimilação e suas vantagens podem ser encontradas no Item 3.2.2.

 AGEVAP	P4_Disponibilidade_R03 CONTRATAÇÃO DE EMPRESA ESPECIALIZADA PARA REALIZAÇÃO DO ESTUDO DAS DISPONIBILIDADES HÍDRICAS NA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO PARAÍBA DO SUL (EDH-PS)	Tipo de Documento: Relatório Técnico	 CEIVAP
---	---	---	---

Dessa forma, o presente estudo trouxe o resultado como sendo uma combinação de três diferentes metodologias que deram origem aos resultados de disponibilidade da BHPS na base hidrográfica completa da BHO6. A seguir, o modelo hidrológico chuva-vazão MGB será introduzido com maiores detalhes.

3 MODELO HIDROLÓGICO CHUVA-VAZÃO – MGB

Os modelos chuva-vazão têm como objetivo estimar o escoamento superficial em sistemas de drenagem a partir de eventos de precipitação, buscando reproduzir o comportamento do ciclo hidrológico entre precipitação, escoamento e evapotranspiração. Os modelos realizam um balanço hídrico em que utilizam os dados de entrada de precipitação e simulam o comportamento do solo e da evapotranspiração para simular o escoamento.

Os modelos têm a grande vantagem de serem capazes de gerar dados em qualquer local da bacia, simulando o comportamento hidrológico em toda a rede de drenagem a partir dos dados de precipitação. Além disso, simulam séries hidrológicas, e não apenas vazões características. É possível gerar hidrogramas e observar eventos de cheias ou estiagem em momentos específicos no tempo, gerados a partir de dados reais de precipitação. Possuindo a série de precipitação para o período de interesse, é possível observar o comportamento hidrológico em qualquer momento no tempo.

O Modelo Hidrológico de Grandes Bacias MGB é um modelo semi-distribuído desenvolvido para aplicações em grandes bacias com limitação de dados. O MGB é um modelo baseado em processos e simula o ciclo hidrológico através de relações físicas e conceituais. São simuladas todas as etapas do ciclo hidrológico terrestre, incluindo balanço de água no solo, evapotranspiração, interceptação, escoamento superficial, subsuperficial e subterrâneo e escoamento na rede de drenagem. A Figura 3.1 mostra um resumo da construção do modelo.

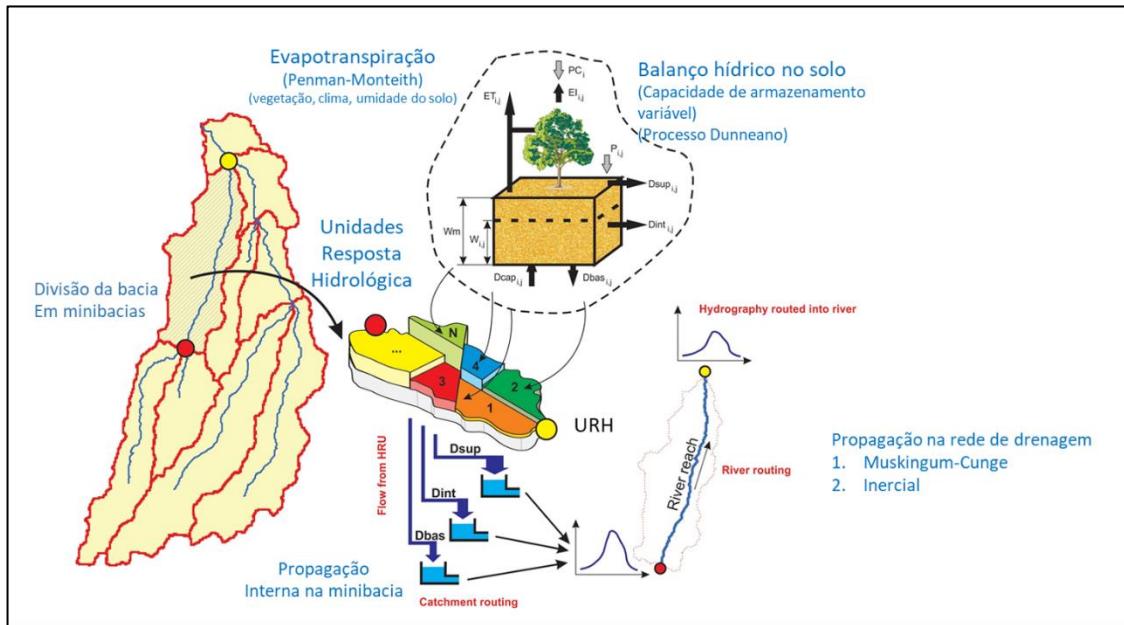


Figura 3.1 – Resumo esquemático do modelo MGB. Fonte: Site do Grupo de Pesquisas HGE.

Neste contexto, o Modelo de Grandes Bacias (MGB) se destaca nacionalmente pelo: Histórico de desenvolvimento desde 2001; desenvolvimento de ferramentas de interface gráfica e processamento de dados GIS; esforços para melhorias em representação de processos físicos relevantes na América do Sul; validações com uso de observações in situ de vazões e observações de outros processos hidrológicos com sensoriamento remoto, demonstrando boa acurácia; aplicações abrangendo todo o território brasileiro; e por fim, apresenta ampla documentação em texto e em vídeo e uso em um crescente número de instituições nacionais e internacionais (BARBEDO et al., 2022a; BRÊDA et al., 2020; COLLISCHONN et al., 2007; FAN; COLLISCHONN, 2014; PONTES, 2016; PONTES et al., 2017; SIQUEIRA et al., 2016, 2018; TUCCI; COLLISCHONN, 2001).

Dentre as muitas aplicações já desenvolvidas com o modelo hidrológico MGB, abaixo estão elencadas algumas: estimativa de vazões para sistemas de suporte a decisão e planejamento de recursos hídricos incluindo planos de bacias e outorga; reanálises hidrológicas para estudo de extremos históricos; estudos sobre processos hidrológicos e ambientais; estudos de previsão de vazões no curto-médio prazo, prazo sub sazonal e prazo sazonal para cheias e operação de reservatórios; estudos de efeitos e impactos de reservatórios no regime hidrológico de diversos sistemas, de barragens de controle de cheia e regularização de vazões a geração de energia; avaliação de impactos devido a mudanças no uso do solo e mudanças climáticas; avaliação de inundações e medidas de controle; avaliação de vazões mínimas e fluxo de base em rio; entre outros. O item a seguir irá apresentar detalhes sobre a construção do modelo hidrológico desenvolvido para a BHPS.

 AGEVAP AGÊNCIA DE BÁSIS	P4_Disponibilidade_R03	Tipo de Documento: Relatório Técnico
	CONTRATAÇÃO DE EMPRESA ESPECIALIZADA PARA REALIZAÇÃO DO ESTUDO DAS DISPONIBILIDADES HÍDRICAS NA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO PARAÍBA DO SUL (EDH-PS)	Cód. do Documento: AGVP_PARAIBA_EHID_Produ to4_Disponibilidade_R03



3.1 Descrição do Modelo para a BHPS

A descrição do modelo será apresentada a seguir. Onde o item 3.1.1 abordará a definição das sub-bacias e o 3.1.2 apresentará a discretização do modelo na unidade de minibacias. No item 3.1.3 as classes de resposta hidrológica são tratadas para mostrar como o uso e ocupação do solo e os solos são representados no modelo. Os itens 3.1.4 e 3.1.5 tratam dos barramentos e transposições existentes na bacia. Os itens 3.1.6 e 3.1.7 apresentam os dados hidrometeorológicos da BHPS utilizados nas simulações. E por fim, o item 3.1.8 define o período na qual o modelo será simulado.

3.1.1 Definição das Sub-bacias

As sub-bacias representam unidades dentro da bacia com comportamento hidrológico semelhante e que são utilizadas para calibração do modelo, onde diferentes grupos de parâmetros calibráveis são aplicados a cada sub-bacia.

Usualmente a aplicação do MGB segue a divisão hidrológica das sub-bacias, sendo definidas com base na área de drenagem a montante de um determinado ponto de um rio escolhido (JARDIM et al., 2015). Contudo, também é possível definir com base na avaliação de outras características da bacia, como geologia e relevo, por exemplo, e não necessariamente seguir os divisores hidrológicos. Ainda, obras hidráulicas que alteram a dinâmica do escoamento, ou métodos específicos como o de assimilação de dados podem ser usados para definir áreas de sub-bacias e melhorar o ajuste dos parâmetros do modelo.

Essa etapa da construção do modelo buscou identificar por meio da análise física, hidrológica e antrópica, regiões da bacia com características regionais semelhantes entre si para definição das sub-bacias. Para a análise física foram usados dados de hidrogeologia (Figura 3.3), relevo e altimetria (Figura 3.2). A avaliação antrópica considerou as obras hidráulicas que regularizam o fluxo de água dos rios da bacia (Figura 3.4). Ainda, na Figura 3.5 é apresentada a pluviometria da BHPS.

E por fim, a análise hidrológica levou em consideração indicadores como o coeficiente de escoamento de cada estação com dados de vazão (Equação 3.1 e Figura 3.6), o coeficiente da relação entre a vazão Q95% renaturalizada da curva de permanência e a vazão média de longo período (Equação 3.2 e Figura 3.7). O coeficiente de variação da vazão média anual de longo período (Equação 3.3 e Figura 3.8). Além disso, a análise hidrológica levou em consideração a disponibilidade temporal dos dados, onde séries consideradas completas de dados foram avaliadas como limitadores de sub-bacias devido à necessidade para aplicação do método de assimilação de dados, maiores detalhes sobre a disponibilidade temporal dos dados de vazão podem ser verificados no Produto 2.

 AGEVAP AGÊNCIA DE BÁSICA	P4_Disponibilidade_R03	Tipo de Documento: Relatório Técnico	 CEIVAP
	CONTRATAÇÃO DE EMPRESA ESPECIALIZADA PARA REALIZAÇÃO DO ESTUDO DAS DISPONIBILIDADES HÍDRICAS NA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO PARAÍBA DO SUL (EDH-PS)	Cód. do Documento: AGVP_PARAIBA_EHID_Produ to4_Disponibilidade_R03	

$$C = \frac{Q}{P} \quad \text{Equação 3.1}$$

$$rcp_{95} = \frac{Q_{95}}{Q_{mlt}} \quad \text{Equação 3.2}$$

$$CVQ_{mlt} = \frac{S}{X} \cdot 100 \quad \text{Equação 3.3}$$

Em que C é o coeficiente de escoamento ($\text{m}^3/\text{s}/\text{mm}$); Q é a vazão média (m^3/s); P é a precipitação a montante (mm); rcp_{95} é o coeficiente da relação entre a vazão Q95% da curva de permanência e a vazão média de longo período; Q_{95} é a vazão com permanência de 95% do tempo no rio (m^3/s); Q_{mlt} é a vazão média de longo termo (m^3/s); CVQ_{mlt} é o coeficiente de variação da vazão média de longo termo; s é o desvio padrão da série de vazão; e X é a média dos dados de vazão.

A avaliação das regiões com comportamento hidrológico semelhante também foi desenvolvida no estudo hidrológico apresentado no PIRH e serviu como base na definição das sub-bacias que serão utilizadas no modelo, a Figura 3.9 mostra a divisão das regiões homogêneas citadas.

Por fim, a análise integrada dessas informações deu origem ao mapa de sub-bacias da BHPS para uso na calibração do modelo hidrológico chuva-vazão MGB, conforme apresentado na Figura 3.10. Optou-se por fazer a divisão das sub-bacias bastante detalhado devido ao uso do método de assimilação de dados para refinamento dos resultados. Contudo, não necessariamente cada sub-bacia teve um conjunto único de parâmetros físicos, algumas tiveram parâmetros iguais quando foi possível obter resultados satisfatórios na calibração.

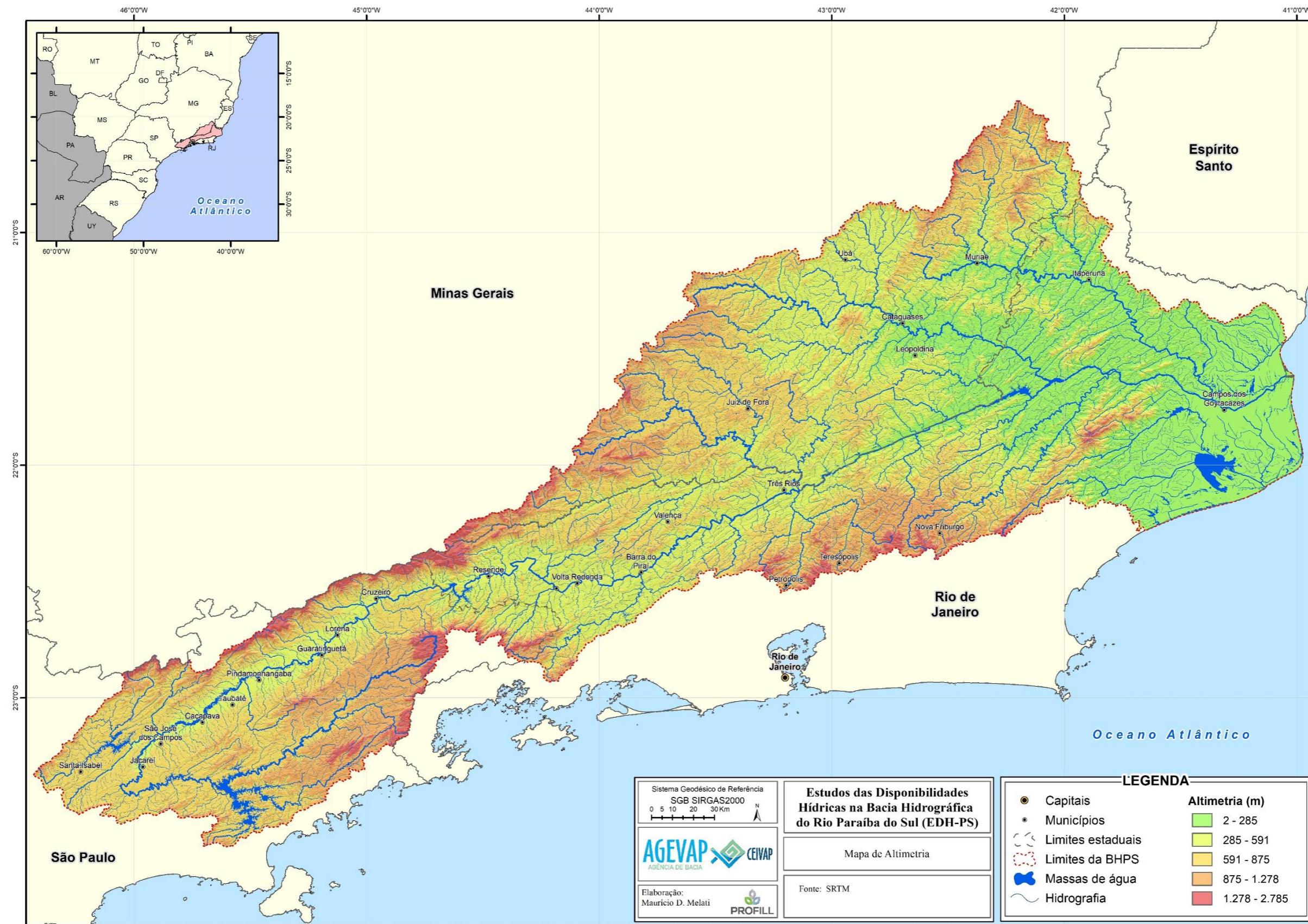


Figura 3.2 – Altimetria e baixo relevo da BHPS

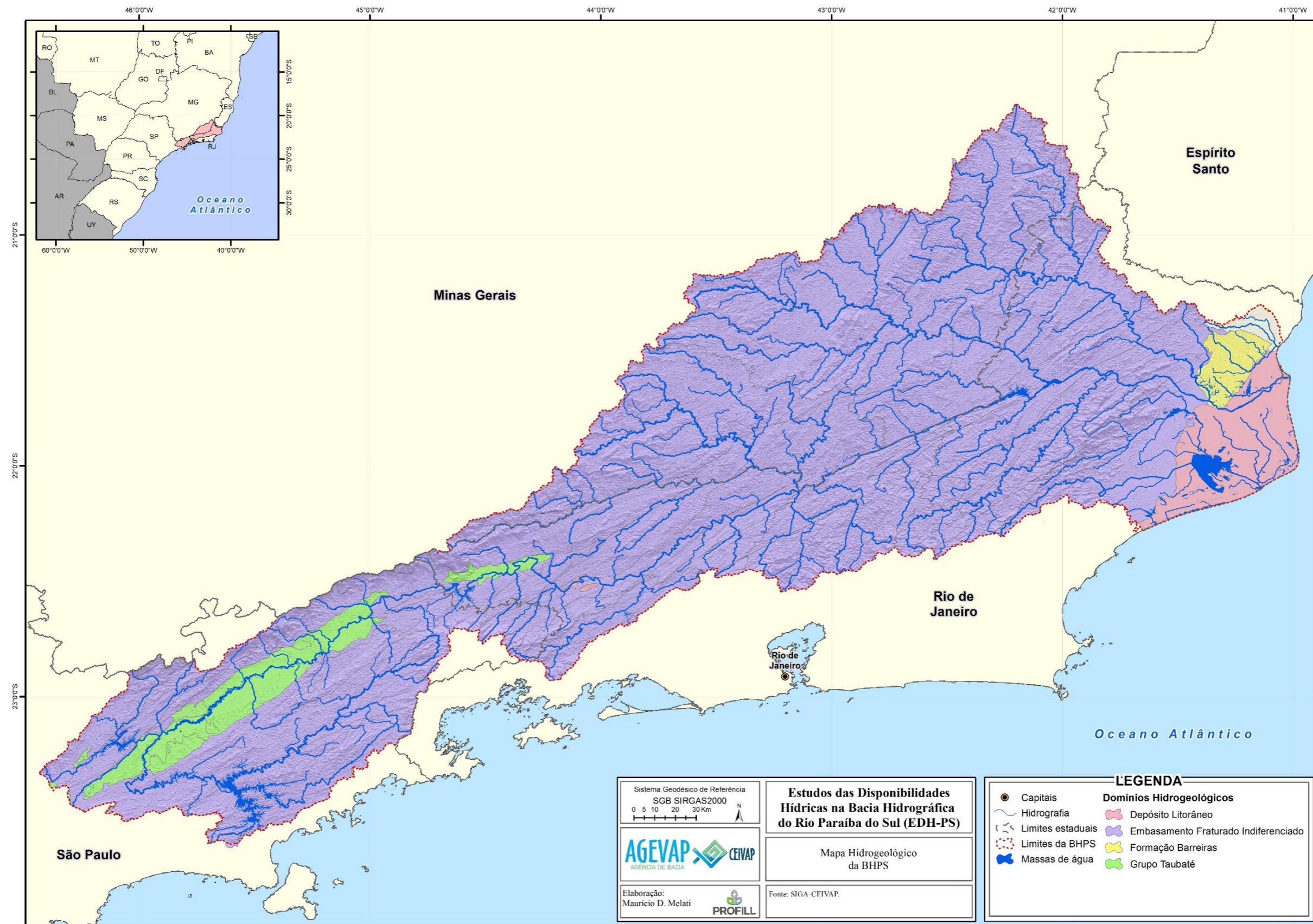


Figura 3.3 – Unidades hidrogeológicas aflorantes da BHPS

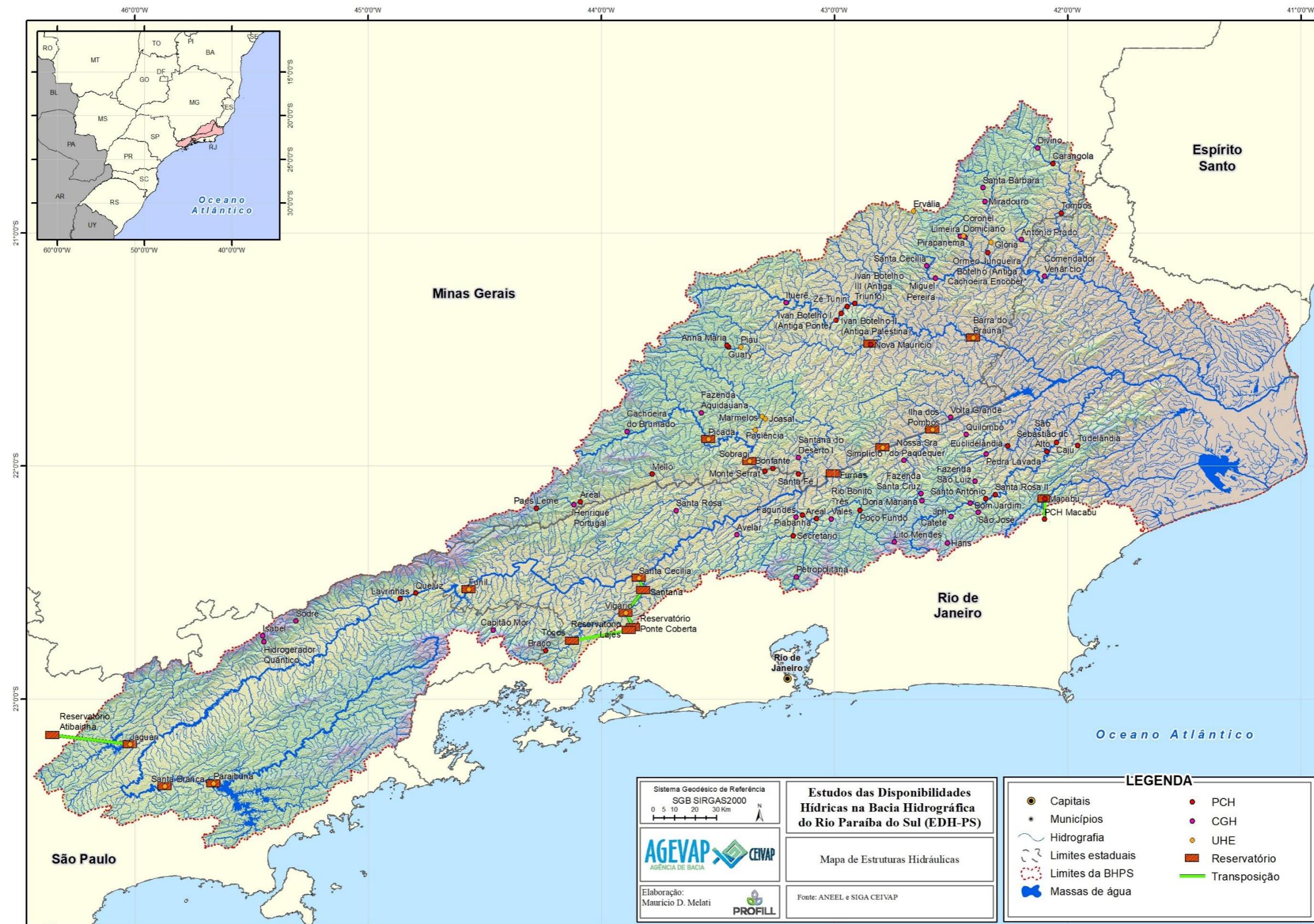


Figura 3.4 – Estruturas hidráulicas existentes na BHPS

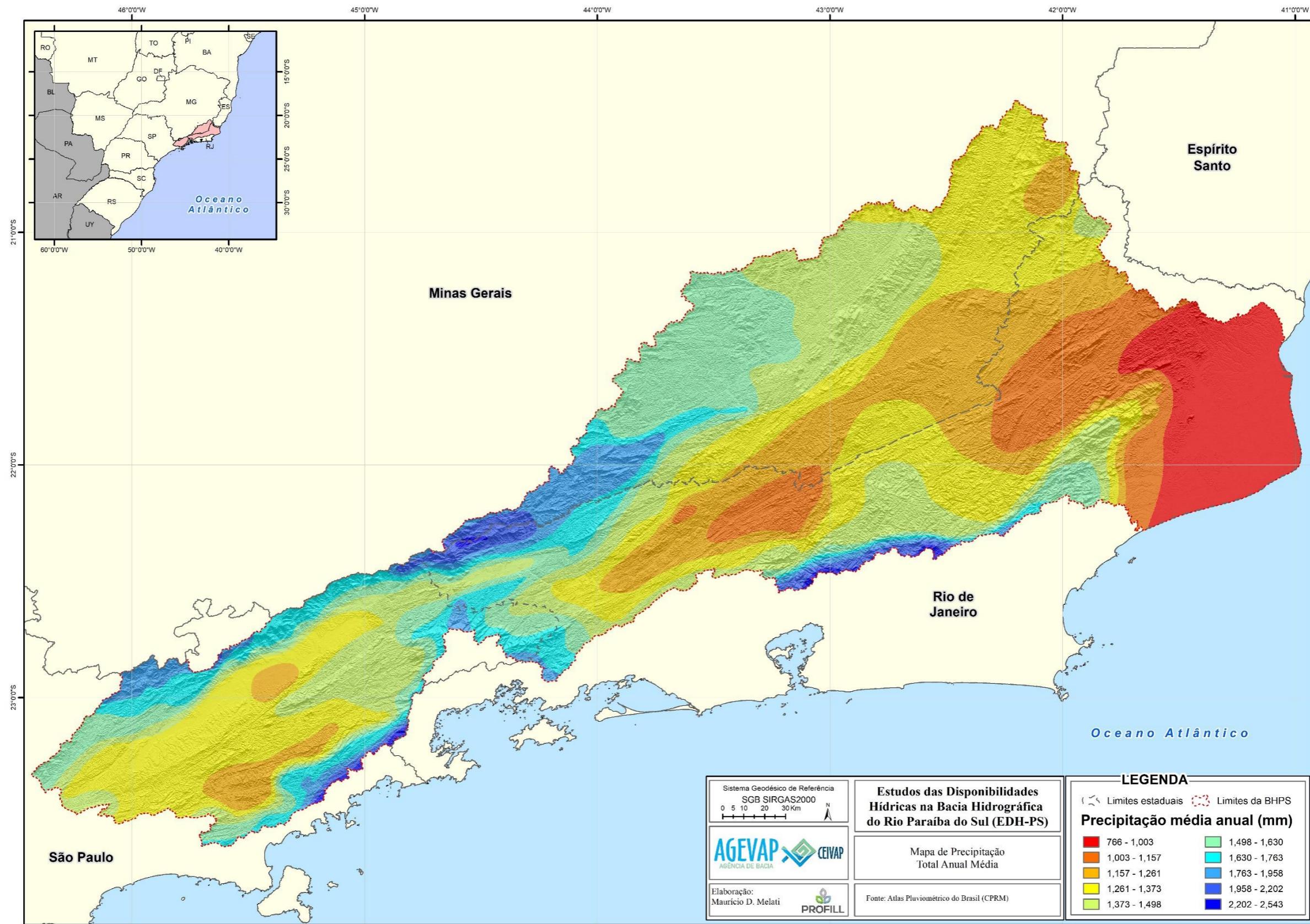


Figura 3.5 – Precipitação total anual média da BHPS de acordo com o Atlas Pluviométrico do Brasil (CPRM). Fonte: (PINTO et al., 2014)

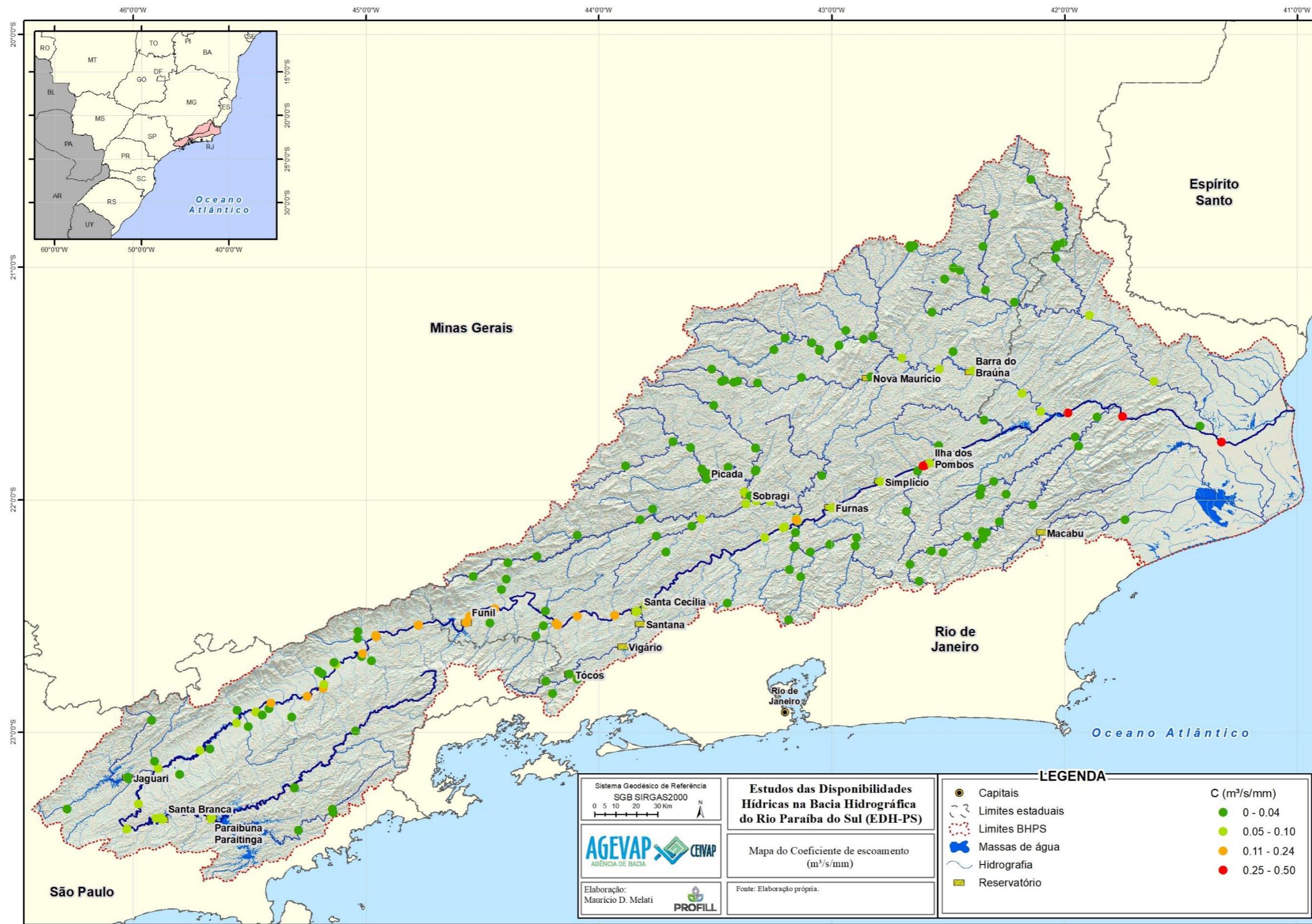


Figura 3.6 - Coeficiente de escoamento das estações fluviométricas

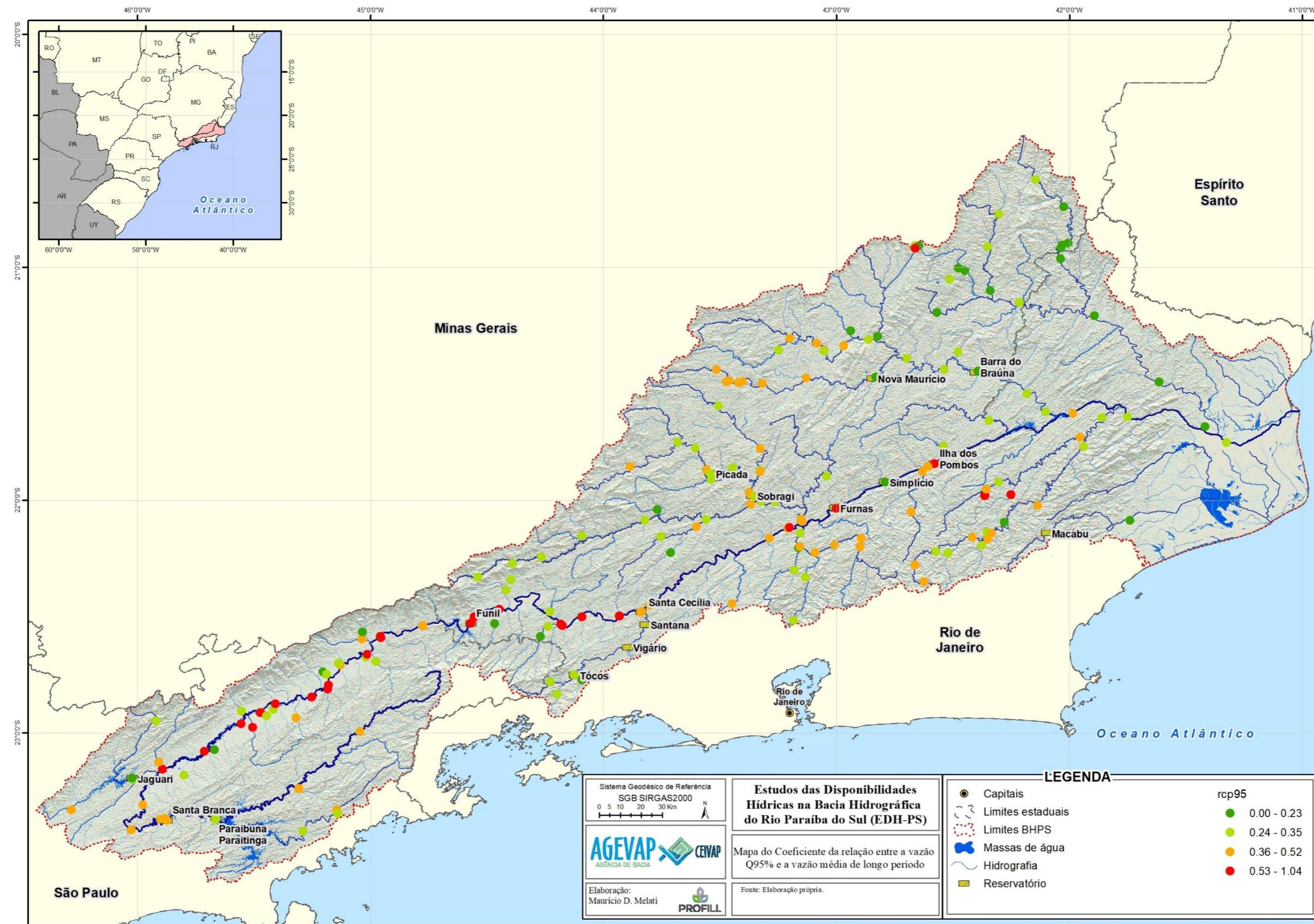


Figura 3.7 - Coeficiente da relação entre a Q95% e a vazão média de longo período.

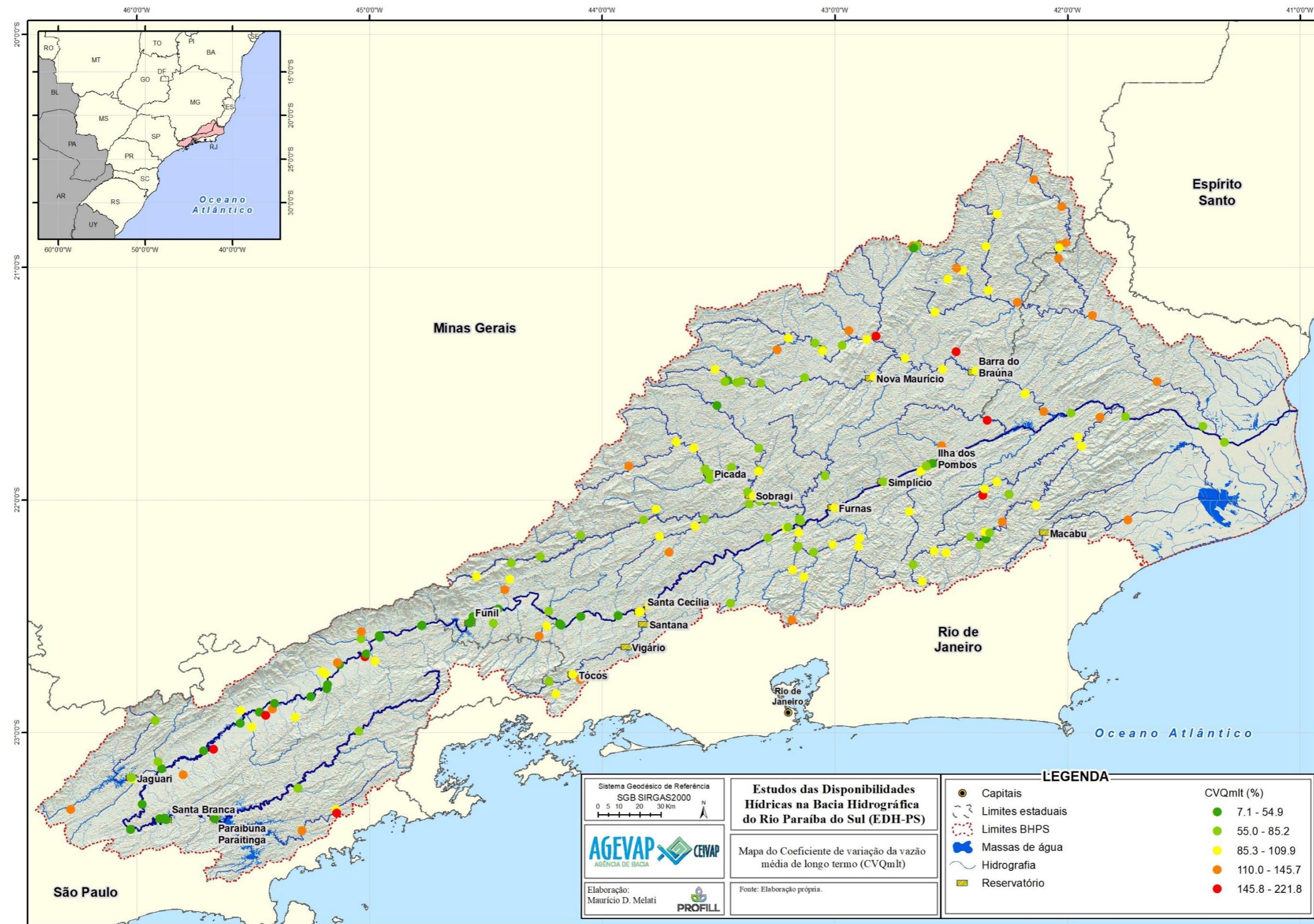


Figura 3.8 - Coeficiente de variação da vazão média anual de longo período

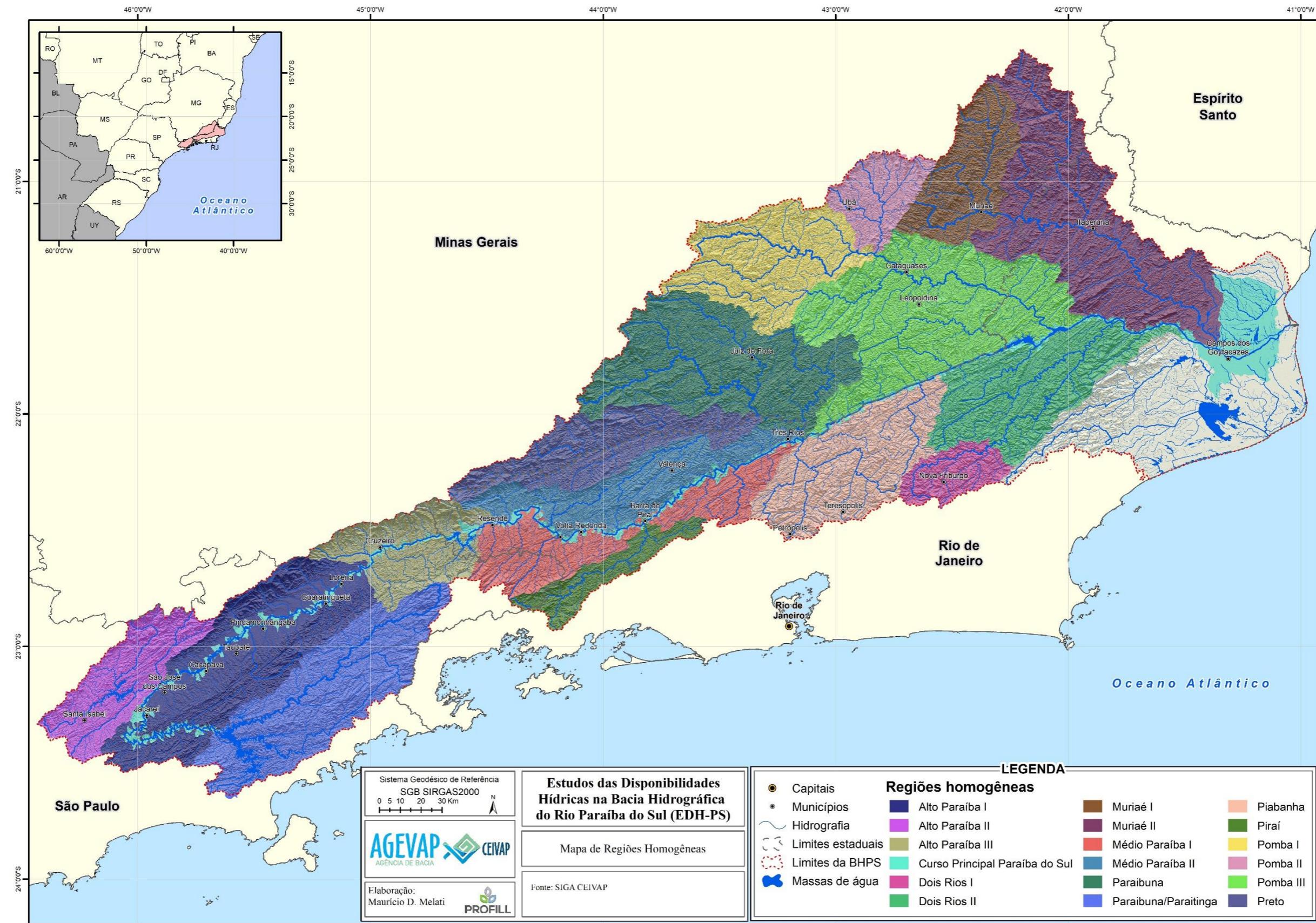


Figura 3.9 – Mapa das regiões hidrologicamente homogêneas apresentado no PIRH. Fonte: CEIVAP; AGEVAP e COHIDRO (2015).

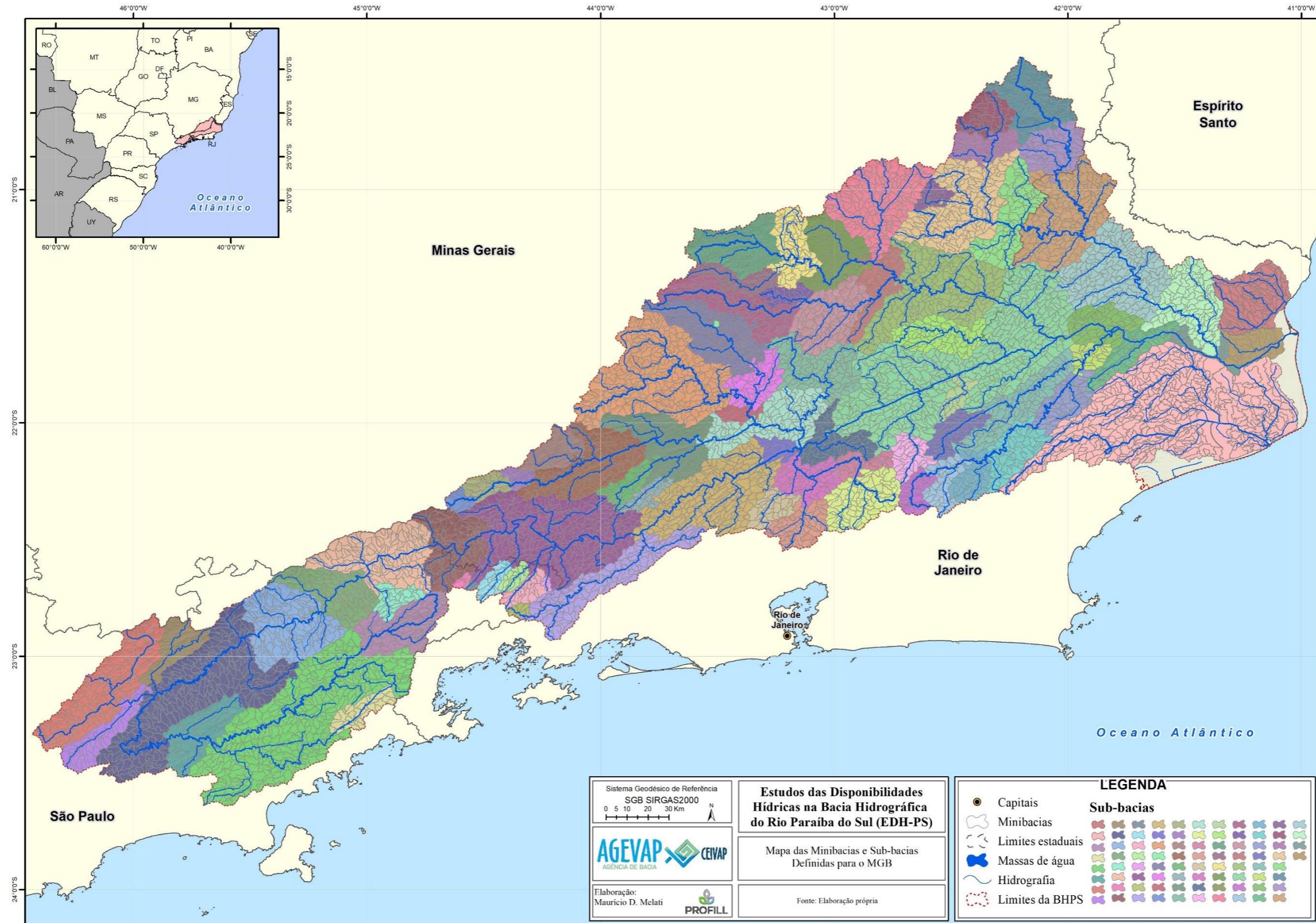


Figura 3.10 - Sub-bacias e minibacias definidas para o modelo hidrológico chuva-vazão MGB.

 AGEVAP AGÊNCIA DE ÁGUAS	P4_Disponibilidade_R03 CONTRATAÇÃO DE EMPRESA ESPECIALIZADA PARA REALIZAÇÃO DO ESTUDO DAS DISPONIBILIDADES HÍDRICAS NA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO PARAÍBA DO SUL (EDH-PS)	Tipo de Documento: Relatório Técnico Cód. do Documento: AGVP_PARAIBA_EHID_Produto4_Disponibilidade_R03
---	---	---

3.1.2 Minibacias

No modelo, a menor unidade de discretização da bacia é no formato de minibacias, cada uma destas possui um trecho de rio correspondente onde os resultados hidrológicos são processados, gerando como produto as séries de vazão. Para fins didáticos, a Figura 3.10 apresenta as minibacias dentro de sub-bacias definidas para o modelo MGB no presente estudo. Foram extraídas características físicas de cada minibacia tais como topografia hídrica, áreas, áreas acumuladas de drenagem, centroides, comprimentos, declividades de trechos de rios e distribuição das URHs.

O processamento que deu origem às bacias e minibacias apresentadas na Figura 3.10 foram feitos por meio do pré-processamento do modelo no plugin BHO2MGB, que é uma versão de pré-processamento do Modelo de Grandes Bacias (MGB). O BHO2MGB utiliza as informações previamente existentes na Base Hidrográfica Ottocodificada (BHO 2017) disponibilizada pela Agência Nacional de Águas (ANA). No plugin o modelo MGB é discretizado com base nos trechos e polígonos da BHO. Assim, não é necessário o pré-processamento do Modelo Digital de Elevação (MDE), conforme descrito no plano de trabalho do presente estudo. Isto ocorre porque a BHO já tem nos seus atributos quase todas as informações necessárias para compor o arquivo de entrada principal do modelo MGB. A grande vantagem da utilização da geoferamenta BHO2MGB é a facilidade de transferência dos resultados gerados com o MGB para a rede hidrográfica oficial adotada pela ANA, facilitando a obtenção de informações relevantes para a gestão de recursos hídricos (HGE, 2023). O plugin foi originalmente feito para funcionar com a BHO 2017, neste trabalho ele foi adaptado para rodar com a BHO 6 disponibilizada pela ANA. Na execução do plugin foi feita uma simplificação das minibacias da base da BHO 6 para áreas com no mínimo 5km² e trecho de rio de 6km, essa simplificação deu origem a 6040 minibacias para as quais os resultados foram gerados.

3.1.3 Classes de Resposta Hidrológica

O MGB é um modelo de base física que simula processos hidrológicos usando unidades de resposta hidrológica (URH) (COLLISCHONN et al., 2007), que historicamente eram definidas pela combinação de tipos de solo, uso de solo e cobertura vegetal. Os processos hidrológicos verticais, incluindo interceptação, evapotranspiração, balanço de água no solo, geração de escoamentos superficial e subsuperficial e percolação ao aquífero, são simulados em nível de cada uma dessas URHs.

Porém, estudos recentes sobre o comportamento hidrológico da paisagem (GAO; FENICIA; SAVENIJE, 2023), e por avanços tecnológicos nos mapas de cobertura da vegetação, como o projeto Mapbiomas (SOUZA et al., 2020), essa abordagem vem sendo substituída pela utilização de mapas de classes hidrológicas da

 AGEVAP AGÊNCIA DE ÁGUA	P4_Disponibilidade_R03	Tipo de Documento: Relatório Técnico	 CEIVAP
	CONTRATAÇÃO DE EMPRESA ESPECIALIZADA PARA REALIZAÇÃO DO ESTUDO DAS DISPONIBILIDADES HÍDRICAS NA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO PARAÍBA DO SUL (EDH-PS)	Cód. do Documento: AGVP_PARAIBA_EHID_Produ to4_Disponibilidade_R03	

paisagem (HLC, na sigla em inglês). Dessa forma, para este estudo, optou-se por alterar a forma de obtenção das classes de resposta hidrológica que havia sido indicada no Produto 1. Essas classes são definidas de forma análoga às URHs citadas anteriormente, porém utilizando mapas de vegetação mais atuais, e substituindo os mapas de solo por mapas de terreno, onde ao invés de solos profundos, solos rasos, e solos de várzeas, divide-se a paisagem em áreas planas, áreas de encosta, e áreas úmidas.

Esses novos mapas são obtidos através de mapas derivados de declividades e HAND, onde o segundo é obtido por mapas de direções de fluxo e localização da rede de drenagem. Dessa forma, as áreas úmidas são classificadas por um limiar de altura à drenagem mais próxima (HAND) que neste trabalho foi considerada como de 3 metros; e, no restante da paisagem, as encostas são separadas dos platôs por um limiar de declividade (BARBEDO et al., 2022b). Esses mapas deram origem ao mapa de classes hidrológicas da paisagem (Figura 3.11) que foi usado no modelo hidrológico chuva-vazão MGB para calibração do modelo.

No modelo em questão foram utilizadas imagens de uso e ocupação do solo do ano de 2010 como representativas para todo o período de dados simulado. A análise do uso e ocupação do solo na BHPS mostrou pouca alteração entre os anos de 1985 e 2021 (Figura 3.12 e Figura 3.13).

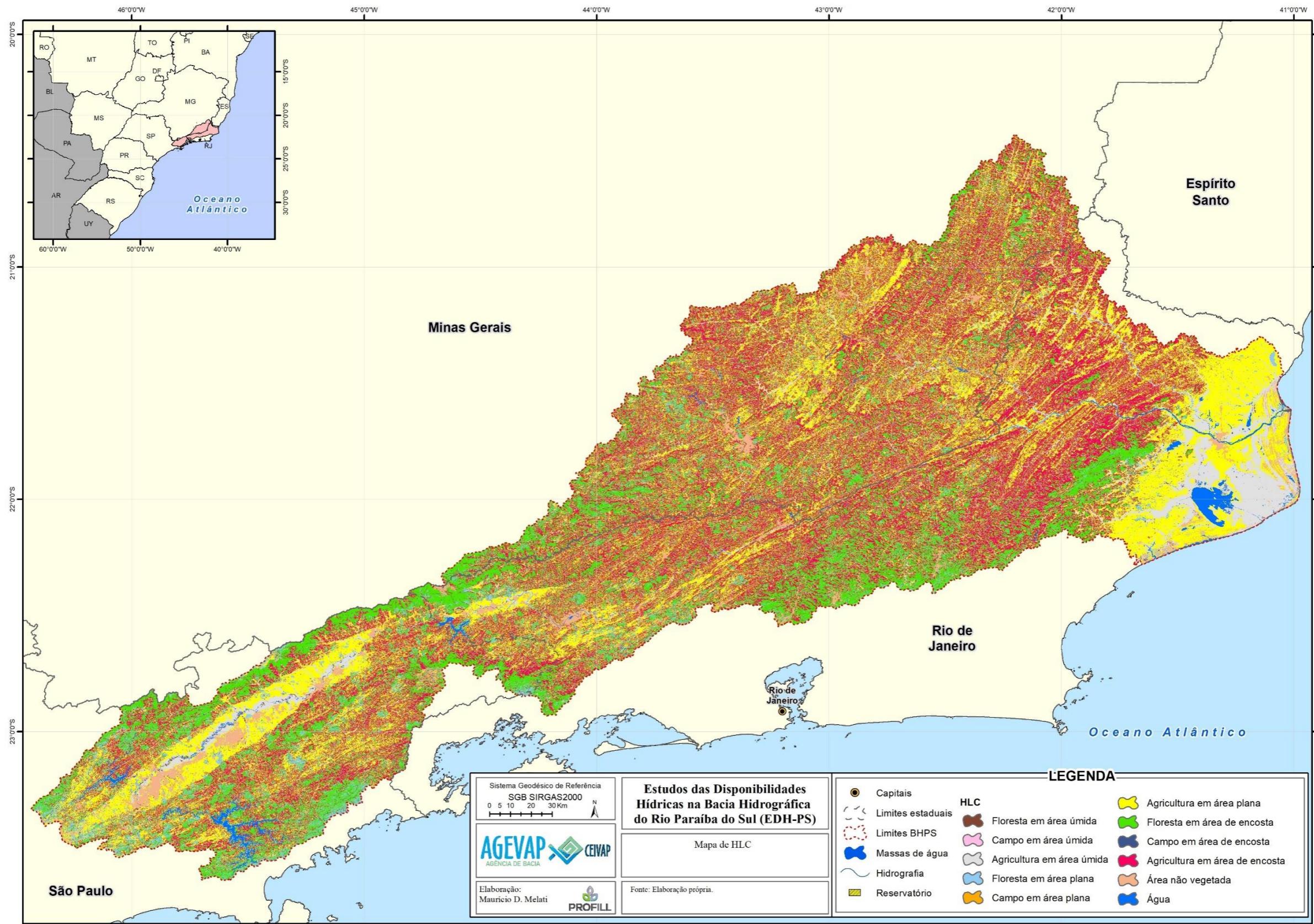


Figura 3.11 – Mapa de classes hidrológicas da paisagem (HLC) da BHPS.

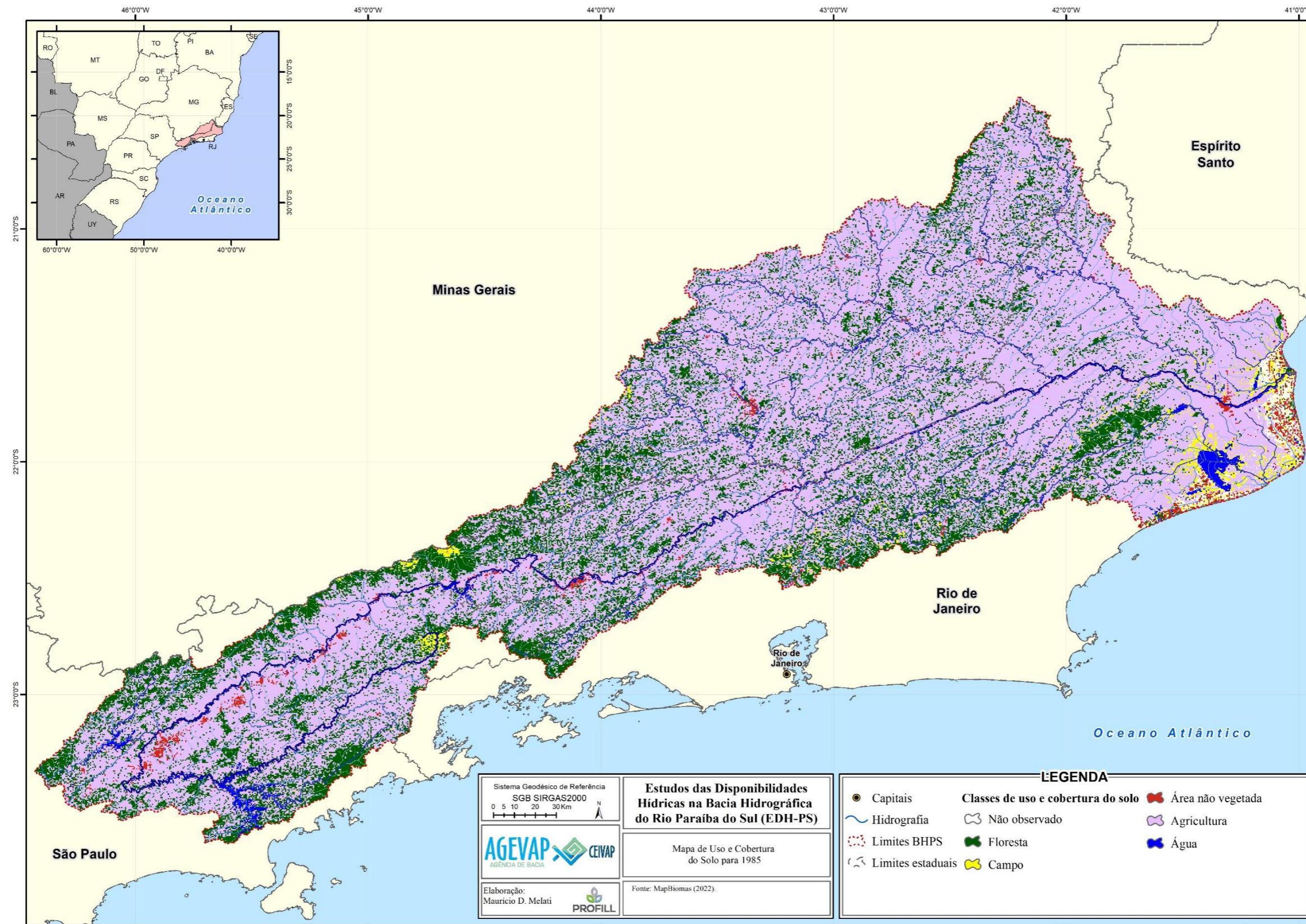


Figura 3.12 – Mapa de uso e ocupação do solo na BHPS em 1985. Fonte: Souza et al. (2020).

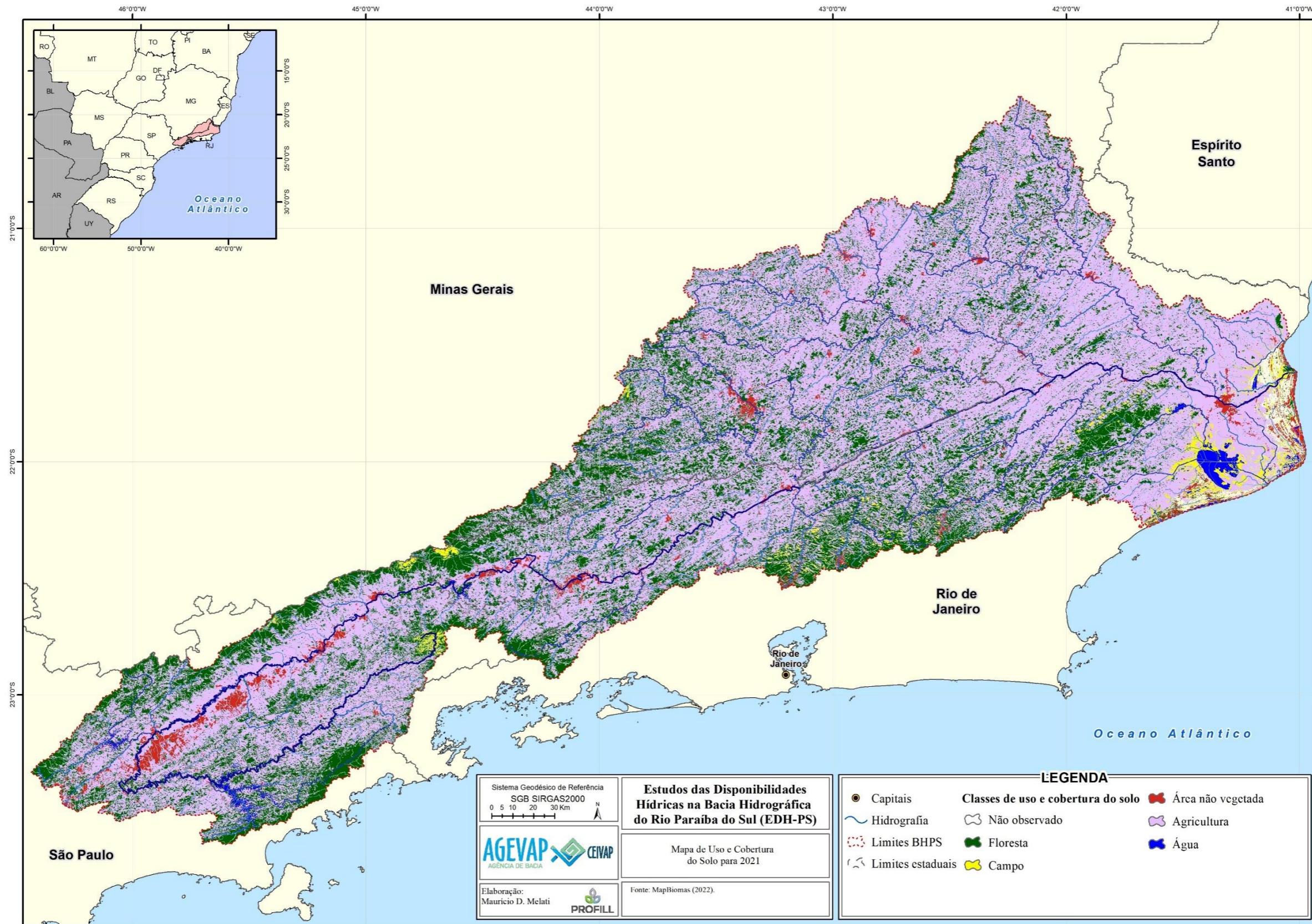


Figura 3.13 – Mapa de uso e ocupação do solo na BHPS em 2021. Fonte: Souza et al., 2020).

 AGEVAP AGÊNCIA DE ÁGUA	P4_Disponibilidade_R03	Tipo de Documento: Relatório Técnico	 CEIVAP
	CONTRATAÇÃO DE EMPRESA ESPECIALIZADA PARA REALIZAÇÃO DO ESTUDO DAS DISPONIBILIDADES HÍDRICAS NA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO PARAÍBA DO SUL (EDH-PS)		

3.1.4 Representação dos Barramentos no modelo

As modificações hidrológicas causadas pelos barramentos têm usualmente duas origens: a) o impacto devido a operação controlando a defluência, que está associado ao armazenamento e liberação de água; e b) os impactos da inerente regularização dos reservatórios no fluxo natural dos rios (MCCULLY, 2001). Avaliando a perspectiva temporal do impacto dos barramentos, especialmente os geradores de energia, eles podem causar mudanças na sazonalidade e flutuação das vazões, pois estão associados com o interesse econômico na geração de energia, ou fins de irrigação que não é constante ao longo do ano. Sendo assim, cada barramento tem suas próprias características de operação (TERRIER et al., 2020).

No presente estudo, tanto os barramentos com capacidade de regularizar as vazões dos rios, quanto os locais onde ocorre a transposição dos rios, serão representados no modelo hidrológico como condições de contorno, ou seja, serão pontos do modelo onde as vazões serão substituídas por vazões renaturalizadas.

Nesses locais, a defluência do reservatório observada está associada a uma condição antropizada, sem volumes associados a usos consuntivos totais de montante. Sendo assim, a calibração do modelo irá ocorrer usando o dado de defluência observado somado às séries de usos consuntivos totais a montante desses pontos de controle. Essas séries são obtidas a partir do sistema SAR e por meio da transferência de vazões de estações de jusante e próximas aos barramentos. A transferência de vazões para representar as defluências será feita por meio de vazão específica associada a área de drenagem dos locais, uma vez que serão feitas usando estações muito próximas. A Figura 3.14 apresenta como os barramentos serão representados no modelo.

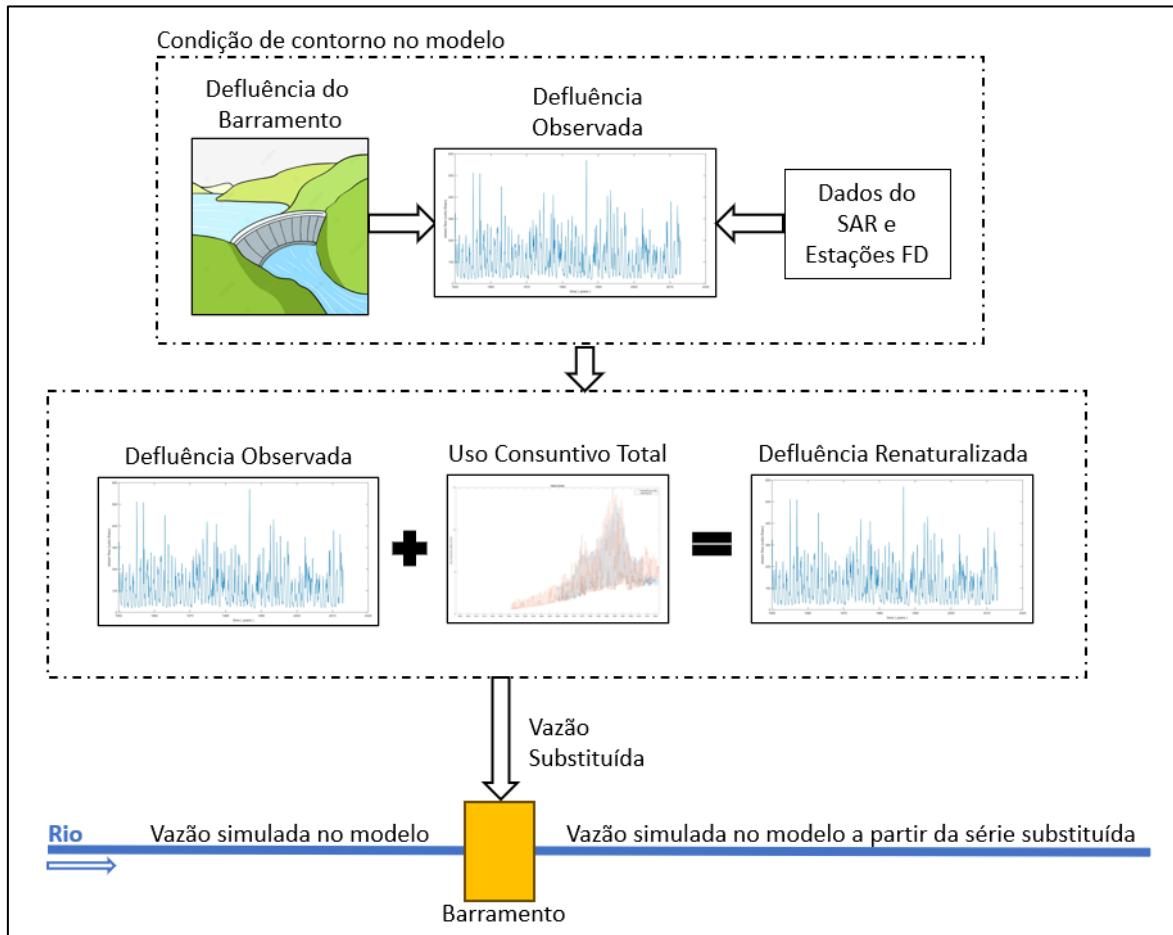


Figura 3.14 – Representação dos principais barramentos no modelo hidrológico chuva-vazão

3.1.4.1 Barramentos representados no modelo com substituição de vazões

Os reservatórios **Paraibuna-Paraitinga** e **Santa Branca** apresentam proximidade que inviabiliza a análise de disponibilidade no trecho de rio entre eles. Dessa forma, optou-se por representar somente o reservatório Santa Branca (código 19091) com vazões substituídas no modelo. A série foi construída com base nas defluências do sistema SAR e estações (58096000 e 58099000) localizadas no trecho de rio logo a jusante do barramento foram usadas para preencher as falhas nos dados. A série final apresenta dados completos entre 1978 e 2021.

O reservatório **Jaguari** contribui principalmente para a regularização do rio Jaguari, sendo assim, será representado por meio de vazões substituídas no modelo. Os dados do SAR apresentam séries de dados parcialmente completas (código 19092) iniciando em 1993, ao avaliar o trecho de rio entre o reservatório e o Rio Paraíba do Sul, não foi possível utilizar estações fluviométricas para efetuar o preenchimento e obter séries desde 1978. Sendo assim, nesse trecho de rio em especial, as estatísticas finais das estações serão obtidas para um período de

 AGEVAP AGÊNCIA DE ÁGUA	P4_Disponibilidade_R03 CONTRATAÇÃO DE EMPRESA ESPECIALIZADA PARA REALIZAÇÃO DO ESTUDO DAS DISPONIBILIDADES HÍDRICAS NA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO PARAÍBA DO SUL (EDH-PS)	Tipo de Documento: Relatório Técnico Cód. do Documento: AGVP_PARAIBA_EHID_Produ to4_Disponibilidade_R03
--	---	---

dados menor, somente a partir de 1993. Os dados entre 1993 e 2021 não precisaram de preenchimento, pois os dados do SAR não apresentaram falhas.

O reservatório **Funil** será representado no modelo por meio das séries oriundas do SAR (código 19093). Os dados são completos entre os anos de 1993 e 2021. Os dados da estação de jusante 58242000 foram usados para ampliar a série e iniciar no ano de 1978 e terminar em 2021.

O reservatório **Santa Cecília** será usado no modelo por meio das séries oriundas do SAR (código 19094). Os dados são completos entre 1993 e 2021. Mesmo que não tenha capacidade de reservação considerável, apresenta influência nas vazões mínimas e está associada aos volumes da transposição que deixam a bacia para o Rio Guandu. Sendo assim, é importante para etapas posteriores do projeto onde a influência das transposições poderá ser avaliada nas vazões mínimas da BHPS. As séries da estação fluviométrica 58321000 foram usadas para ampliar a série e gerar dados completos entre 1978 e 2021.

O trecho do rio Paraíba do Sul associado aos reservatórios **Furnas/Simplício** terá representação no modelo devido ao impacto verificado no início da operação da UHE no período a partir de 2015. Sendo assim, uma série foi criada usando os dados do SAR (código 19140) com o apoio das estações de jusante 58630002 e 58630030. Permitindo a obtenção de uma série de dados entre 1978 e 2021. Ainda, após o início da operação do sistema, parte dos volumes afluentes no reservatório Furnas foram direcionados para a UHE Simplício por meio de um sistema de canais, que retorna ao Rio Paraíba do Sul cerca de 25km a jusante do barramento, nesse caso, também se optou por adotar vazão substituída no ponto de defluência da UHE Simplício (código 19150). Uma vez que a série da defluência da UHE Simplício teve início em 2015, as vazões anteriores a este período no local serão as originadas pelo modelo no ponto onde antes ocorria a confluência natural do rio (cotrecho 4962457 da BHO6).

O reservatório **Picada** terá representação no modelo hidrológico devido ao impacto observado nas vazões mínimas do respectivo trecho de rio, conforme pode ser observado na estação 58516500. Os dados do SAR (código 19095) foram utilizados no local.

3.1.5 Representação das Transposições no modelo

Conforme a literatura, os volumes das transposições não são consideradas usos consuntivos. Contudo, para compreender o impacto dessas retiradas nas vazões do Rio Paraíba do Sul, foi feita uma simulação de como seriam as vazões de referência caso os volumes transpostos fossem propagados para jusante nos reservatórios.

 AGEVAP AGÊNCIA DE BÁSICA	P4_Disponibilidade_R03 CONTRATAÇÃO DE EMPRESA ESPECIALIZADA PARA REALIZAÇÃO DO ESTUDO DAS DISPONIBILIDADES HÍDRICAS NA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO PARAÍBA DO SUL (EDH-PS)	Tipo de Documento: Relatório Técnico Cód. do Documento: AGVP_PARAIBA_EHID_Produ to4_Disponibilidade_R03	 CEIVAP
--	---	---	---

Com relação às transposições de água existentes na bacia, destacam-se as questões referentes às transposições realizadas para a bacia do rio Guandu/RJ e para as bacias PCJ/SP. Ambas têm por circunstância o atendimento indispensável aos centros urbanos das capitais do Estado do Rio de Janeiro e São Paulo, respectivamente. No caso do Guandu/RJ, também o abastecimento de um importante polo industrial. O Quadro 3.1 apresenta informações resumidas sobre os três sistemas de transposição das águas da BHPS. Enquanto a Figura 3.4 apresenta a localização das transposições.

Quadro 3.1 – Transposições de águas na BHPS.

Nome da Transposição	Bacia de Origem	Bacia de Destino	Observações
Jaguari-Atibainha	BHPS	BH do Rio Piracicaba	O Sistema de Interligação Jaguari-Atibainha possui duplo sentido das águas, ou seja, pode receber água na BHPS ou enviar água para o rio Atibaia, a oeste, um dos formadores do rio Piracicaba. A transposição é parte do Sistema Cantareira.
Macabu - Macaé	BHPS	BH do Rio Macaé	A transposição do rio Macabu envia água para o rio Macaé desde os anos 50 para produção de energia elétrica.
Complexo de Lajes	BHPS	BH Rio Guandu	O Complexo de Lajes é um sistema que envia as águas da BHPS para a BH do Rio Guandu em dois pontos diferentes por transposições. O sistema é construído por quatro reservatórios e estações elevatórias.

Fonte: PIRH (2021)

Em relação ao complexo de lajes, a avaliação irá considerar um valor constante de 119m³/s, que é o patamar baixo para condições hidrológicas adversas no bombeamento do reservatório Santa Cecília (Decreto nº 81.436/78). Esse valor de vazão será somado as séries diárias defluente no reservatório de Santa Cecília. Em relação ao reservatório Jaguari, será considerada uma vazão média de 5,13m³/s (CEIVAP, 2021), os valores serão somados às defluências do reservatório Jaguari. Apesar de a transposição ter entrado em operação somente a partir de março de 2018, que é quando o sistema iniciou a sua operação de forma experimental, a simulação irá considerar o valor constante em todo o período simulado, uma vez que o objetivo é compreender o impacto dessa retirada nas vazões mínimas. A transposição do Rio Macabu, que opera desde os anos 50, tem uma vazão média de 5,4m³/s (CEIVAP, 2021) no local onde é feita a transposição das vazões, uma vez que o rio não é parte da BHPS e não existem dados de defluência no local onde ocorre a transposição, optou-se por não avaliar o impacto dessa transposição no trecho de rio.

Os resultados obtidos para o trecho principal do Rio Paraíba do Sul serão comparados com os resultados obtidos sem considerar os volumes aproximados transpostos estimados. Essa análise irá permitir compreender como a transposição das águas afeta a disponibilidade hídrica do Rio Paraíba do Sul. É importante destacar que a abordagem é um cenário aproximado e simplificado da dinâmica da bacia, e tem como objetivo comparar com os resultados obtidos no presente estudo de disponibilidade hídrica.

A incorporação das vazões transpostas será feita nos barramentos que regularizam o rio Paraíba do Sul e possuem representação no modelo por meio de séries observadas de defluência dos seguintes reservatórios: Jaguari, Funil, Santa Cecília e Simplício/Furnas. Somadas as defluências dos reservatórios, serão incorporadas as vazões oriundas das bacias contribuintes nos diversos trechos do Rio Paraíba do Sul calibradas previamente no modelo hidrológico. A Figura 3.15 apresenta um desenho esquemático de como as vazões das transposições serão representadas no modelo hidrológico.

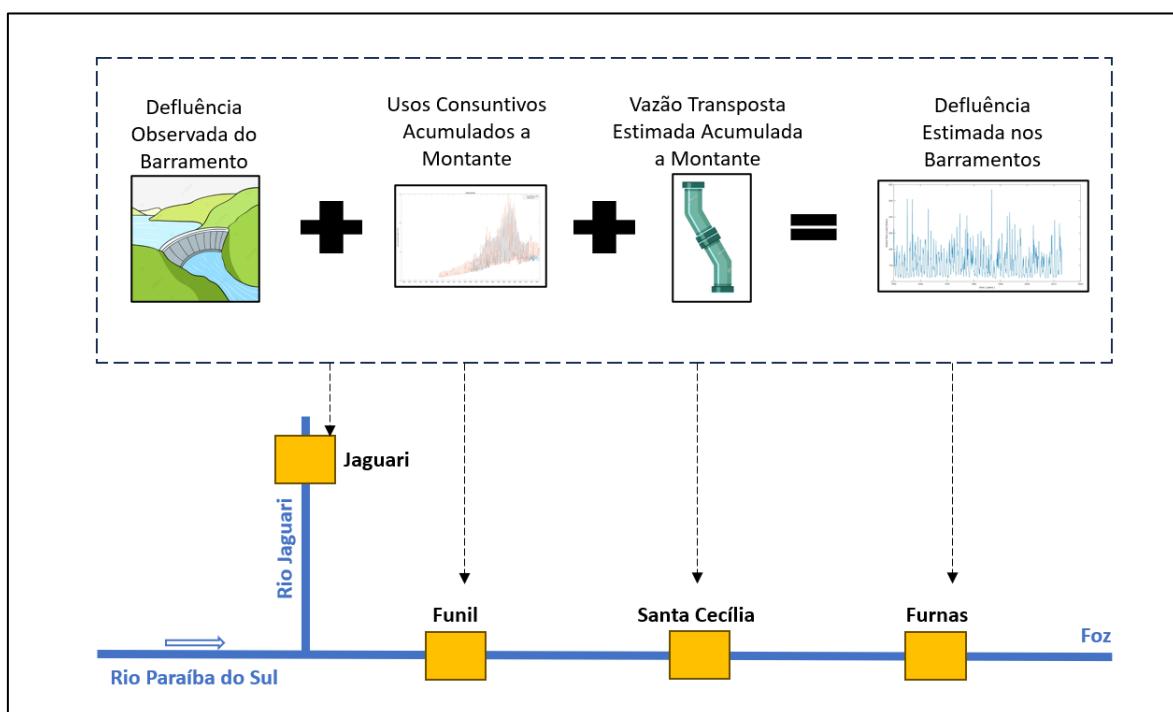


Figura 3.15 – Representação das transposições de água no Rio Paraíba do Sul para simular um cenário hipotético sem transposição

 AGEVAP	P4_Disponibilidade_R03 CONTRATAÇÃO DE EMPRESA ESPECIALIZADA PARA REALIZAÇÃO DO ESTUDO DAS DISPONIBILIDADES HÍDRICAS NA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO PARAÍBA DO SUL (EDH-PS)	Tipo de Documento: Relatório Técnico	 CEIVAP
Cód. do Documento: AGVP_PARAIBA_EHID_Produto4_Disponibilidade_R03			

3.1.6 Dados de Precipitação e Vazão

Os dados pluviométricos inicialmente levantados do inventário do Hidroweb apresentaram um total de 1401 estações. Dessas, inicialmente foi avaliado que somente 775 apresentavam dados com algum registro de chuva no histórico. Após os procedimentos de tratamento e consistência das informações, um total de 475 estações permaneceram no banco de dados de estações consistidas. As séries históricas referentes às estações pluviométricas consistidas estão presentes no banco de dados com o nome de “p2_serieplu_consistido”. Maiores detalhes sobre a construção da base de dados de chuva podem ser encontrados nos Produtos 2 e 3 deste estudo.

Os dados fluviométricos levantados do inventário do Hidroweb apresentaram um total de 981 estações. Dessas, inicialmente foi avaliado que somente 338 apresentavam dados com algum registro de vazão no histórico. Após os procedimentos de tratamento e consistência das informações, um total de 203 estações permaneceram no banco de dados de estações consistidas e renaturalizadas. As séries históricas referentes às estações fluviométricas consistidas renaturalizadas estão presentes no banco de dados com o nome de “p3_serieflu_renaturalizada” e foram usadas na calibração e processos de assimilação do modelo hidrológico. Maiores detalhes sobre a construção da base de dados de vazão podem ser encontrados nos Produtos 2 e 3 deste estudo.

Todas as estações do banco apresentam dados padronizados, com séries diárias entre 01/01/1900 e 31/12/2021. Dias sem dados disponíveis são representados pelo código “-1”. As estações consistidas podem ser observadas na Figura 3.16. Maiores detalhes para acessar as séries de dados consistidos podem ser encontrados no Anexo I desse produto, que apresenta o manual de acesso aos dados.

Em relação a distribuição das estações em cada uma das sub-bacias da BHPS, o Quadro 3.2 apresenta um resumo indicando os totais de estações pluviométricas e fluviométricas renaturalizadas em cada uma das estações. Além disso, são apresentadas informações de densidade de monitoramento de cada uma das sub-bacias.

 AGEVAP AGÊNCIA DE BÁCIA	P4_Disponibilidade_R03	Tipo de Documento: Relatório Técnico	 CEIVAP
	CONTRATAÇÃO DE EMPRESA ESPECIALIZADA PARA REALIZAÇÃO DO ESTUDO DAS DISPONIBILIDADES HÍDRICAS NA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO PARAÍBA DO SUL (EDH-PS)		

Quadro 3.2 – Total de estações consistidas para cada sub-bacia e densidade de monitoramento

Sub-bacia	Estações Plu	Estações Flu	Área (km ²)	Densidade Plu (km ² /Estação)	Densidade Flu (km ² /Estação)
Alto Vale do Rio Paraíba	46	9	4288	93	476
Baixo Vale do Rio Paraíba	14	4	7163	512	1791
Médio Vale do Rio Paraíba	40	20	4960	124	248
Médio Vale Inferior do Rio Paraíba	11	11	4321	393	393
Médio Vale Superior do Rio Paraíba	186	47	9150	49	195
Rio Carangola	6	6	2016	336	336
Rio Dois Rios	35	19	3157	90	166
Rio Muriaé	18	11	6146	341	559
Rio Paraibuna	21	20	5157	246	258
Rio Piabanga	37	10	2060	56	206
Rio Piraí	16	7	1125	70	161
Rio Pomba	24	28	8582	358	307
Rio Preto	21	11	3422	163	311
Total	475	203	61545	130	303

Fonte: Elaboração própria.

Em relação aos dados diários disponíveis, a Figura 3.17 apresenta o total de registros diários para as vazões renaturalizadas e precipitação na BHPS, ambos os totais são referentes ao período entre 1978 e 2021. Nessa figura é possível observar boa disponibilidade de dados até o final do ano de 2021. Sendo assim, as séries usadas no modelo hidrológico contemplarão esse período por completo.

De uma maneira geral, para toda a BHPS é possível perceber uma leve tendência de diminuição dos dados diários de precipitação e aumento dos dados de vazão, o comportamento apresentado é médio para toda a bacia, e pode não refletir a situação de uma bacia hidrográfica em específico.

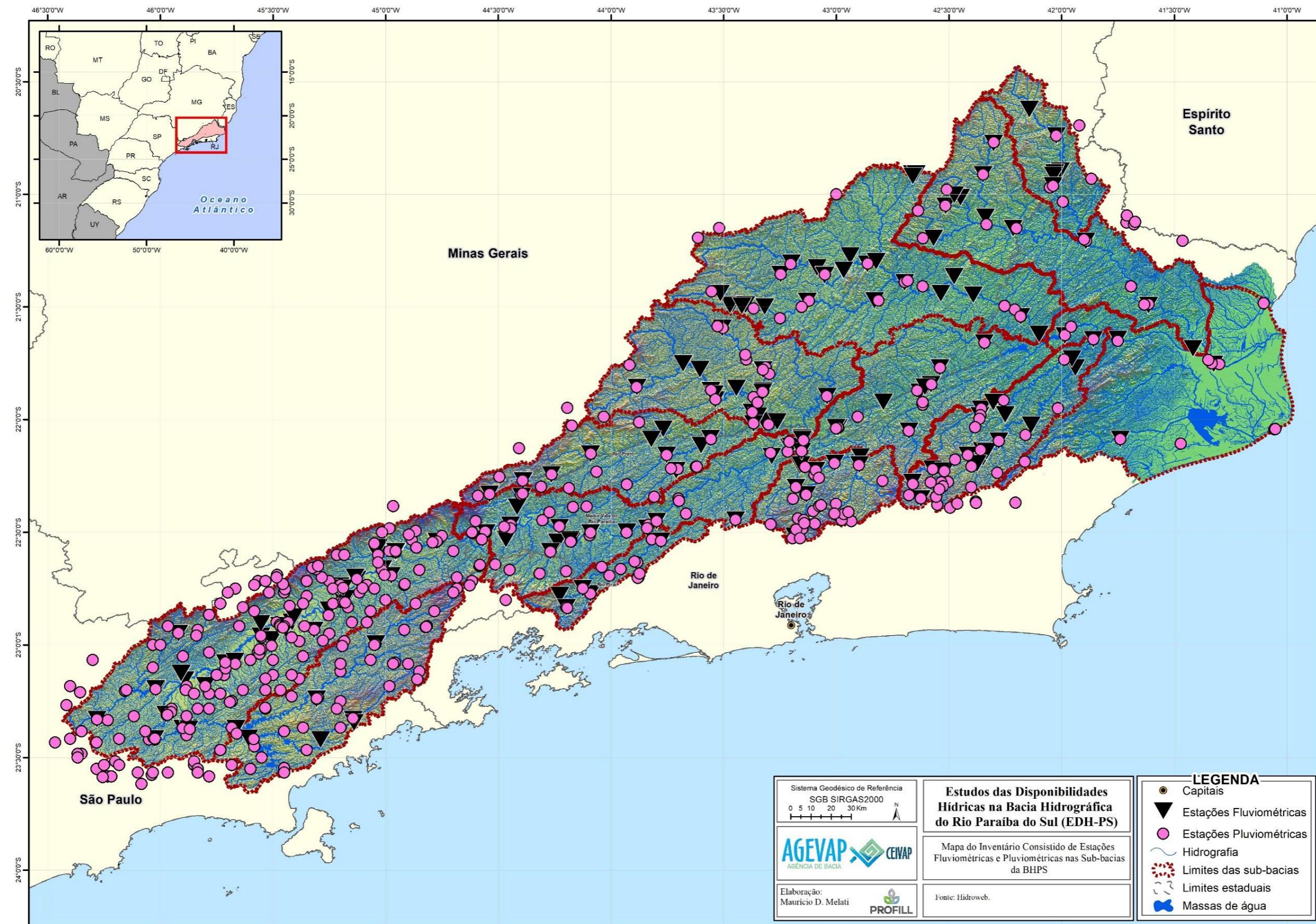


Figura 3.16 – Localização das estações das bases pluviométrica e fluviométrica consistidas – BHPS. Fonte: Hidroweb

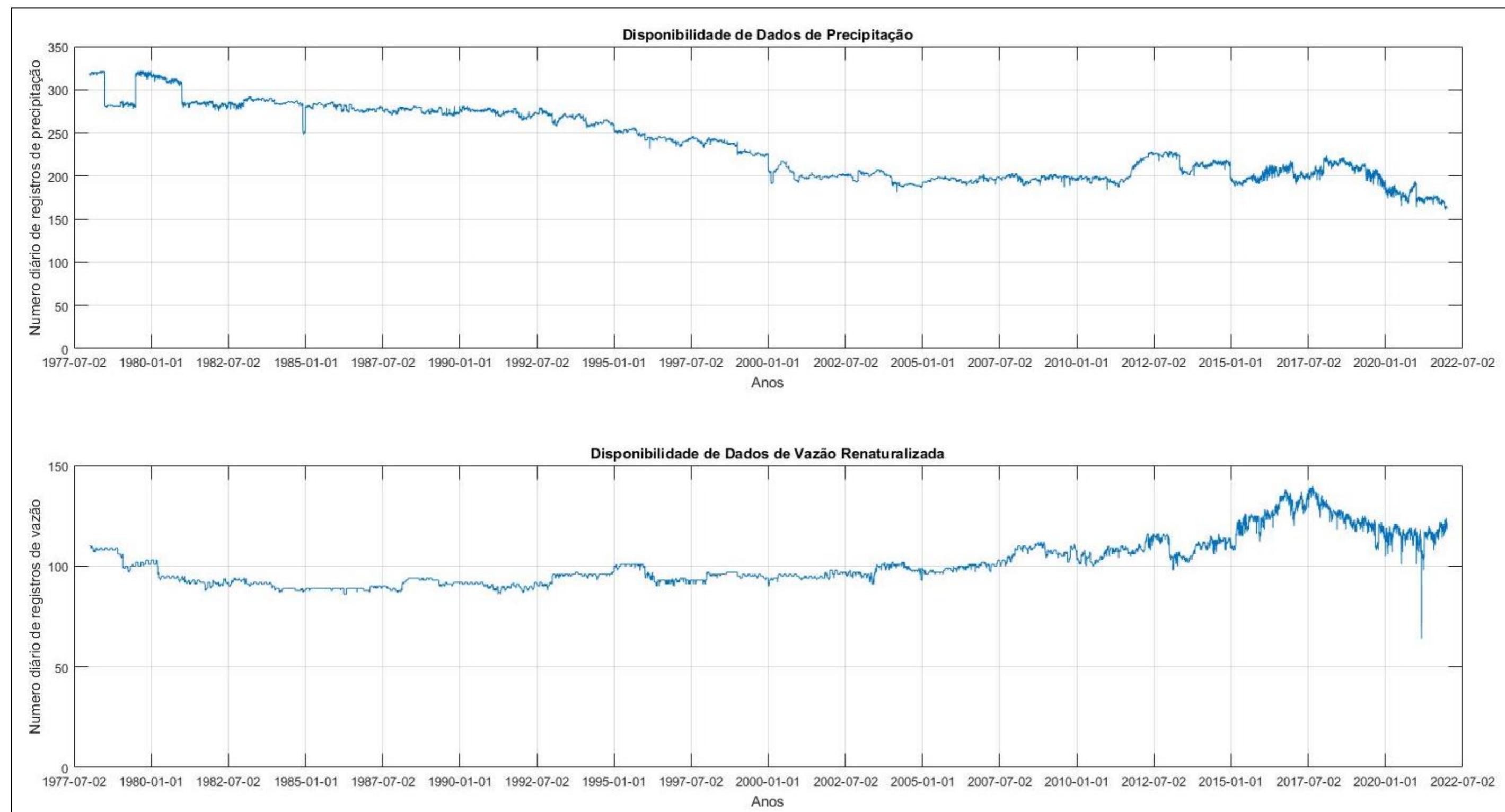


Figura 3.17 – Disponibilidade diária de dados de precipitação e vazão renaturalizada entre 1978 e 2021. Fonte: Elaboração própria.

 AGEVAP AGÊNCIA DE ÁGUA	P4_Disponibilidade_R03	Tipo de Documento: Relatório Técnico	 CEIVAP
	CONTRATAÇÃO DE EMPRESA ESPECIALIZADA PARA REALIZAÇÃO DO ESTUDO DAS DISPONIBILIDADES HÍDRICAS NA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO PARAÍBA DO SUL (EDH-PS)	Cód. do Documento: AGVP_PARAIBA_EHID_Produto4_Disponibilidade_R03	

3.1.7 Dados de Clima

Para calcular a evapotranspiração no modelo MGB são utilizados dados de temperatura, umidade relativa do ar, velocidade do vento, pressão atmosférica e insolação (horas de sol por dia). Esses dados foram obtidos por meio de estações climatológicas do INMET no site do Instituto Nacional de Meteorologia (<https://portal.inmet.gov.br/normais>).

Foram avaliadas as bases de normais climatológicas disponíveis pelo órgão e optou-se pela utilização das normais do período de 1980 – 2010 devido ao maior número de estações disponíveis, a Figura 3.18 apresenta todas as estações disponíveis na base de dados e as selecionadas para utilização no modelo. As estações climatológicas localizadas ao sul e próximas à bacia não foram utilizadas devido a abrupta mudança do clima da região nas baixas altitudes próximas ao oceano. Ainda, a base de dados de normais climatológicas de 1990 – 2020 não foi utilizada devido à redução no número de estações disponíveis, as diferenças podem ser observadas na Figura 3.18.

Os dados das normais climatológicas são disponibilizados em forma de tabelas, sendo uma para cada variável (pressão, umidade, temperatura etc.), nas 271 estações climatológicas distribuídas ao longo do território brasileiro. Os produtos utilizados no Modelo foram:

- Pressão Atmosférica ao Nível Médio do Mar.
- Insolação Total (horas)
- Temperatura Média Compensada Mensal e Anual ($^{\circ}\text{C}$)
- Umidade Relativa do Ar Média Horária (%)
- Intensidade do Vento (m.s^{-1})

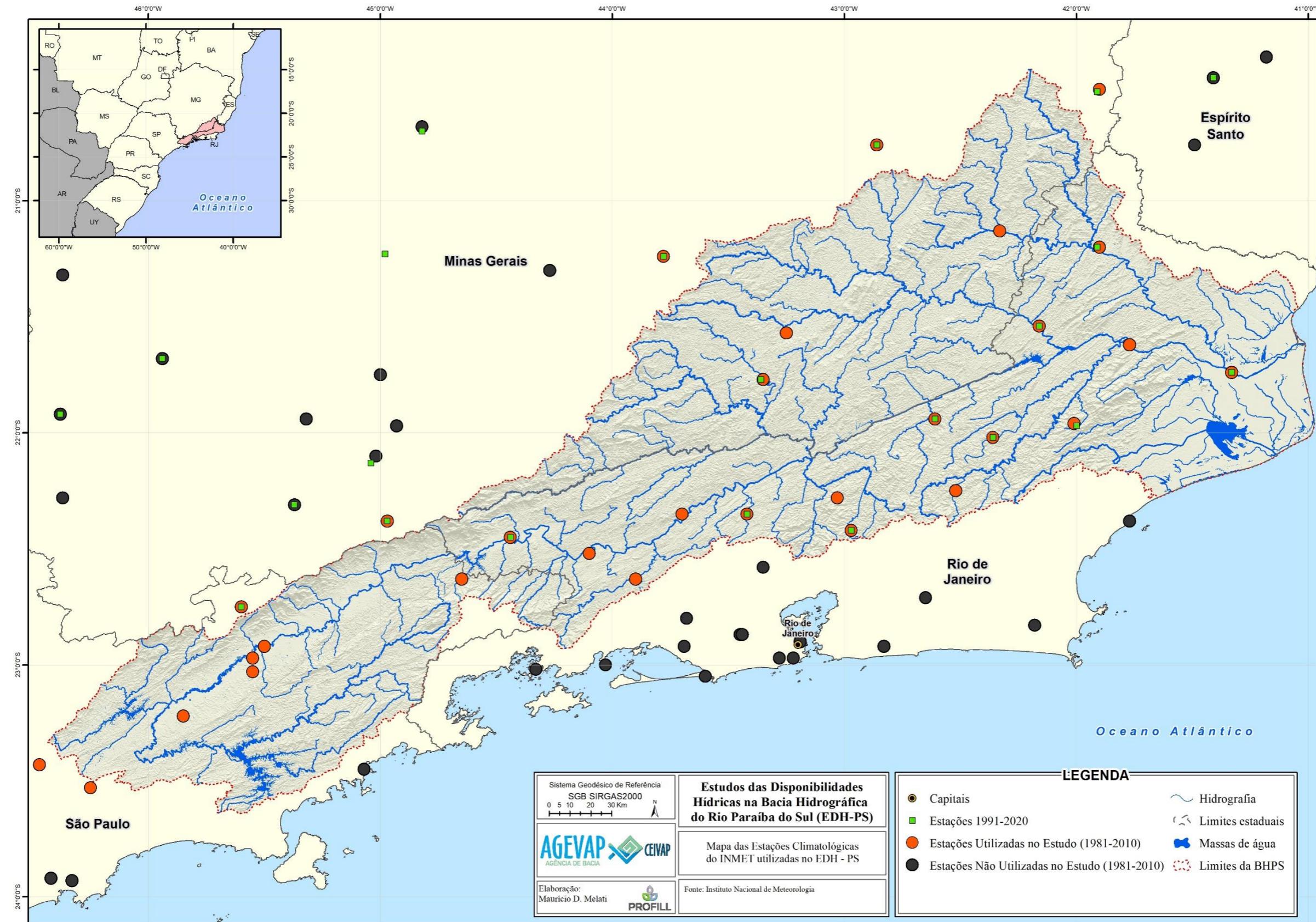


Figura 3.18 – Localização das estações climatológicas utilizadas para o estudo

 AGEVAP AGÊNCIA DE BÁSICA	P4_Disponibilidade_R03 CONTRATAÇÃO DE EMPRESA ESPECIALIZADA PARA REALIZAÇÃO DO ESTUDO DAS DISPONIBILIDADES HÍDRICAS NA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO PARAÍBA DO SUL (EDH-PS)	Tipo de Documento: Relatório Técnico	Cód. do Documento: AGVP_PARAIBA_EHID_Produ to4_Disponibilidade_R03	 CEIVAP
--	---	---	--	---

3.1.8 Definição do período de simulação do modelo

Um ponto importante para a aplicação do modelo MGB é definir qual o intervalo de tempo na qual o modelo será rodado. Essa decisão é associada aos dados disponíveis, características da região estudada e objetivo do estudo.

O primeiro ponto a considerar está associado à regularização das vazões da BHPS. Outros trabalhos de regionalização hidrológica desenvolvidos na bacia descartaram as séries anteriores ao ano de 1978 devido à forte influência da transposição através do sistema formado pelo reservatório de Santa Cecilia que teve uma regulamentação importante em 1978 (Decreto n.º 81.436/78). O mesmo trabalho constatou que o reservatório de Paraibuna-Paraítinga exerce grande influência nas estações a montante de Santa Cecilia, e esse Reservatório iniciou sua operação em 1978 (CPRM, 2017). Dessa forma, o presente estudo não obteve resultados no período anterior ao ano de 1978. Essa decisão acarretou em exclusão das estações que só tinham dados anteriores a 1978.

Assim, o modelo foi rodado a partir do início do ano hidrológico de 1978, gerando séries históricas para a BHPS com 43 anos, que é considerado um período robusto e representativo para obtenção de vazões de referência. Em relação ao objetivo do estudo, que é representar a disponibilidade hídrica da BHPS com resultados consistentes e associados ao comportamento atual da bacia. Eventos extremos que afetam a infiltração da água acarretam em recargas episódicas nos aquíferos, alterando a regularização natural das vazões mínimas, ou períodos de estiagem prolongada que afetam as estimativas de disponibilidade mínima dos rios. Dessa forma, utilizar dados passados para obter estimativas de referências atuais acarretam em fortes vieses nos resultados, ou seja, dados passados da dinâmica hídrica que não são mais observados nos anos atuais afetariam negativamente a disponibilidade hídrica da bacia. Dessa forma, deve haver um equilíbrio entre o uso de dados históricos e atuais.

Um período de aquecimento de 23 meses foi utilizado para que o modelo atingisse um estado otimizado, ou seja, a simulação a partir da chuva teve início em 1977, mas os resultados somente foram gerados a partir do início do ano hidrológico de 1978, conforme ilustrado na Figura 3.19.

 AGEVAP AGÊNCIA DE ÁGUA	P4_Disponibilidade_R03 CONTRATAÇÃO DE EMPRESA ESPECIALIZADA PARA REALIZAÇÃO DO ESTUDO DAS DISPONIBILIDADES HÍDRICAS NA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO PARAÍBA DO SUL (EDH-PS)	Tipo de Documento: Relatório Técnico Cód. do Documento: AGVP_PARAIBA_EHID_Produ to4_Disponibilidade_R03
--	---	---

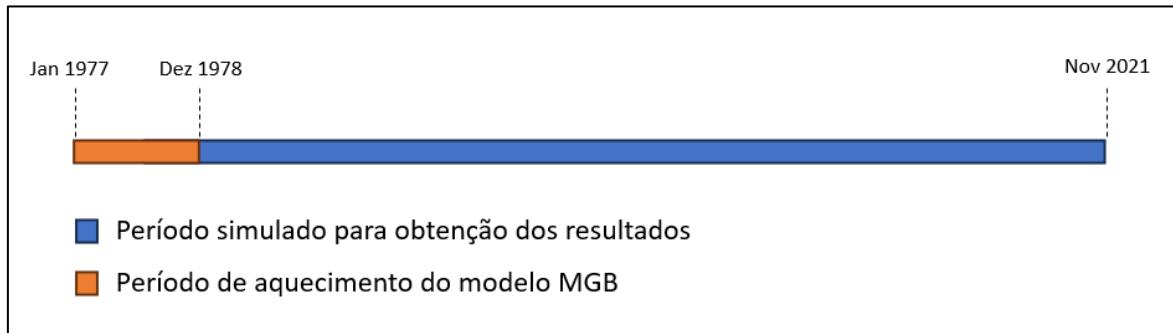


Figura 3.19 – Período de simulação do modelo hidrológico. Fonte: Elaboração própria.

3.2 Calibração do Modelo

A calibração de um modelo é um processo em que os valores dos parâmetros das bacias que não variam no tempo são modificados e seu efeito nos resultados é avaliado repetidamente, até que o hidrograma de vazões calculado reproduza o hidrograma renaturalizado com resultado adequado avaliado por meio de estimadores estatísticos. A seguir, será apresentada a proposta de abordagem de calibração do modelo e resultados obtidos.

3.2.1 Metodologia de Calibração

A sugestão inicial proposta no plano de trabalho P0 foi fazer um *split-sample* (divisão de amostra) para calibrar e validar o modelo. Contudo, estudos recentes no tema têm discutido o quão representativos são essas análises das métricas de desempenho em modelos hidrológicos (ARSENault; BRISSETTE; MARTEL, 2018; GUO; JOHNSON; MARSHALL, 2018; SHEN; TOLSON; MAI, 2022; SINGH; BÁRDOSSY, 2012; ZHENG et al., 2018).

Alguns estudos argumentam que o *split-sample* da forma tradicional como é feito (uma separação simples de determinada X% para calibração e Y% para validação) não é informativo e leva a conclusões erradas sobre a expectativa do desempenho para períodos independentes da calibração. Isso porque essas métricas seriam muito sujeitas a incerteza amostral em função dos períodos (calibração e validação) possuírem diferentes propriedades estatísticas, e por elas serem muito influenciadas por poucos pontos extremos. Sendo assim, reduzir o período de calibração significaria que potencialmente perdemos informações valiosas para o ajuste, especialmente se são buscados resultados espacializados para a bacia a não apenas para alguns pontos.

Quando o *split-sample* não é submetido a uma análise aprofundada da incerteza no desempenho do modelo devido à variabilidade amostral, uma estratégia mais robusta para garantir o desempenho em período independente é usar todos os

 AGEVAP AGÊNCIA DE BÁSICA	P4_Disponibilidade_R03	Tipo de Documento: Relatório Técnico	 CEIVAP
	CONTRATAÇÃO DE EMPRESA ESPECIALIZADA PARA REALIZAÇÃO DO ESTUDO DAS DISPONIBILIDADES HÍDRICAS NA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO PARAÍBA DO SUL (EDH-PS)	Cód. do Documento: AGVP_PARAIBA_EHID_Produ to4_Disponibilidade_R03	

dados para calibração. Mesmo que fosse feito, por exemplo, uma validação cruzada do tipo: validar o modelo em um ano e ajustar com os anos remanescentes, repetindo esse processo para os demais anos (o que geralmente se faz em modelos de previsão para resolver problemas de amostras), ainda haveria a recomendação em usar todos os dados em uma última calibração para se ter o "ajuste final" do modelo.

O trabalho desenvolvido por Shen et al. (2022) investigou o método de divisão das séries em dois períodos para avaliar a qualidade da abordagem, o estudo foi feito em modelos hidrológicos calibrados e testados em 463 bacias dos EUA (Estados Unidos da América) usando 50 diferentes tipos de esquemas de divisão. Os resultados obtidos para diferentes condições climáticas e regimes hidrológicos em uma janela de dados de 35 anos mostrou que os resultados obtidos podem ser extrapolados para outras áreas. O autor concluiu que usar dados antigos para calibrar e recentes para validar produziram redução na performance em todas as análises desenvolvidas, sugerindo que não deve ser usada. Ainda, indica que calibrar o modelo com todos os dados disponíveis e pular completamente a validação do modelo é a decisão mais robusta na decisão sobre a divisão da amostra.

Sendo assim, os procedimentos utilizados para calibração do modelo MGB envolveram análises visuais de ajuste dos hidrogramas renaturalizados e modelados em conjunto com medidas de desempenho quantitativas dos ajustes para toda a série histórica de dados de vazão. Para a avaliação quantitativa dos ajustes foram utilizados alguns indicadores de eficiência como o coeficiente de eficiência Nash-Sutcliffe das vazões, o coeficiente de eficiência Nash-Sutcliffe do logaritmo das vazões, o erro relativo do volume total dos hidrogramas, o erro de Q95 e Q90, o erro de vazão média e o erro de Q_{7,10}.

O coeficiente de Nash-Sutcliffe (NS) representa o quanto os resultados obtidos com o modelo são melhores que um modelo alternativo representado pelas vazões médias de longo período observadas (com renaturalização). Os valores do coeficiente variam entre menos infinito e 1, valores próximos a 1 indicam que os resultados do modelo são superiores à média de longo período, valores próximos a zero indicam que os resultados são parecidos com a média, enquanto valores negativos indicam que o modelo é pior do que a média. A equação a seguir apresenta o coeficiente.

$$NS = 1 - \frac{\sum_{i=1}^N (QC_i - QO_i)^2}{\sum_{i=1}^N (QO_i - QO_m)^2} \quad \text{Equação 3.4}$$

 AGEVAP AGÊNCIA DE ÁGUA	P4_Disponibilidade_R03	Tipo de Documento: Relatório Técnico Cód. do Documento: AGVP_PARAIBA_EHID_Produto4_Disponibilidade_R03	 CEIVAP
	CONTRATAÇÃO DE EMPRESA ESPECIALIZADA PARA REALIZAÇÃO DO ESTUDO DAS DISPONIBILIDADES HÍDRICAS NA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO PARAÍBA DO SUL (EDH-PS)		

em que QC_i é a vazão calculada em um intervalo de tempo i ; QO_i é a vazão observada (com renaturalização) em um intervalo de tempo i ; QO_m é a vazão média de longo período no intervalo de tempo N .

O coeficiente NS apresenta um comportamento no qual é dado maior peso às vazões médias e altas, portanto, ajustar o modelo somente com base neste parâmetro pode representar de forma bastante equivocada as vazões de recessão do rio.

Para contornar isso, o coeficiente de Nash-Sutcliffe apresentado anteriormente pode ser utilizado com dados de vazão transformados por procedimentos como o logaritmo das vazões (NS Log), esse procedimento permite que o coeficiente analise de forma mais efetiva as vazões de recessão, sendo assim, menos sensível aos picos. A equação a seguir apresenta o coeficiente.

$$NS \ Log = 1 - \frac{\sum_{i=1}^N (\log(QC_i) - \log(QO_i))^2}{\sum_{i=1}^N (\log(QO_i) - \log(QO_{mLog}))^2} \quad \text{Equação 3.5}$$

O erro relativo de volume (EV) permite avaliar se existe uma superestimativa ou uma subestimativa das vazões, o erro é relativo e apresentado em percentuais. De uma maneira ideal, os dados de erro de volume deveriam se manter dentro da faixa de -10% e 10%, que é a incerteza associada às medições de vazão. A equação a seguir apresenta o cálculo do erro.

$$EV = \frac{\sum_{i=1}^N QC_i - \sum_{i=1}^N QO_i}{\sum_{i=1}^N QO_i} \quad \text{Equação 3.6}$$

em que QC_i é a vazão calculada em um intervalo de tempo i e QO_i é a vazão observada (com renaturalização) em um intervalo de tempo i .

O erro de volume da vazão de referência Q_{95} e Q_{90} possibilita avaliar a diferença percentual entre a vazão calculada (simulada) e a vazão observada (com renaturalização) com 95% e 90% de frequência na curva de permanência. O uso do estimador é importante pois é utilizado como uma das vazões de referência no presente estudo. As equações a seguir apresentam o cálculo dos erros.

$$\Delta V95 = 100 \times \frac{Q_{95c} - Q_{950}}{Q_{950}} \quad \text{Equação 3.7}$$

 AGEVAP AGENCIA DE BACIA	P4_Disponibilidade_R03	Tipo de Documento: Relatório Técnico Cód. do Documento: AGVP_PARAIBA_EHID_Produto4_Disponibilidade_R03
	CONTRATAÇÃO DE EMPRESA ESPECIALIZADA PARA REALIZAÇÃO DO ESTUDO DAS DISPONIBILIDADES HÍDRICAS NA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO PARAÍBA DO SUL (EDH-PS)	

$$\Delta V90 = 100 \times \frac{Q_{90c} - Q_{90_0}}{Q_{90_0}} \quad \text{Equação 3.8}$$

Em que Q_{95c} é a vazão de referência Q_{95} calculada, Q_{95_0} é a vazão de referência Q_{95} observada (com renaturalização), Q_{90c} é a vazão de referência Q_{90} calculada e Q_{90_0} é a vazão de referência Q_{90} observada (com renaturalização).

O erro de volume da vazão média de longo termo Q_{mlt} possibilita avaliar a diferença percentual entre a vazão média calculada (simulada) e a vazão observada (com renaturalização). O uso do estimador é importante pois é utilizado como uma das vazões de referência no presente estudo. A equação a seguir apresenta o cálculo do erro.

$$\Delta VQmlt = 100 \times \frac{Q_{mltc} - Q_{mlt_0}}{Q_{mlt_0}} \quad \text{Equação 3.9}$$

Em que Q_{mltc} é a vazão média calculada e Q_{mlt_0} é a vazão média observada (renaturalizada).

O erro de volume da vazão de referência $Q_{7,10}$ possibilita avaliar a diferença entre a vazão calculada (simulada) e a vazão observada (com renaturalização). O uso do estimador é importante pois é utilizado como uma das vazões de referência no presente estudo. Contudo, ele normalmente não é utilizado devido às limitações de aplicação associadas ao tamanho de série de dados, onde séries muito curtas podem apresentar resultados inadequados na aplicação do método. Ainda, devido a existência de séries renaturalizadas de dados com falhas, a estimativa da vazão $Q7$ de um determinado ano pode acabar sendo superestimada (falha no período crítico de dados). Sendo assim, o estimador somente foi calculado para estações que tivessem ao menos 20 anos de dados completos entre maio e novembro. O método de obtenção da vazão $Q_{7,10}$ está apresentado com maiores detalhes no item 4.1.3. A equação a seguir apresenta o cálculo do erro.

$$\Delta VQ7,10 = 100 \times \frac{Q_{7,10c} - Q_{7,10_0}}{Q_{7,10_0}} \quad \text{Equação 3.10}$$

Em que $Q_{7,10c}$ é a vazão de referência calculada e $Q_{7,10_0}$ é a vazão de referência observada (com renaturalização).

	P4_Disponibilidade_R03 CONTRATAÇÃO DE EMPRESA ESPECIALIZADA PARA REALIZAÇÃO DO ESTUDO DAS DISPONIBILIDADES HÍDRICAS NA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO PARAÍBA DO SUL (EDH-PS)	Tipo de Documento: Relatório Técnico Cód. do Documento: AGVP_PARAIBA_EHID_Produ to4_Disponibilidade_R03
---	---	---

Em relação aos resultados dos estimadores estatísticos baseados em Nash-Sutcliffe para avaliar a qualidade do modelo hidrológicos, serão usadas as recomendações do trabalho de Moriasi et al. (2015), que indica que para simulações diárias de vazão os dados são: muito bons para $NS > 0,8$, bons para $0,7 < NS < 0,8$, satisfatórios para $0,5 < NS < 0,7$ e insatisfatórios para $NS < 0,5$.

O banco de dados de estações fluviométricas apresenta estações com diferentes características, essas características estão diretamente relacionadas com os dados das respectivas estações. O processo de calibração priorizou o ajuste em estações com séries de dados longas, curva-chave disponível e de entidades como a ANA e CPRM, conforme as estações apresentavam poucos anos de dados, não apresentavam dados de curva-chave, estavam desativadas e não eram de entidades como ANA e CPRM, o peso dado no ajuste espacial era menor. Mesmo que as estações não consideradas principais não fossem as prioridades no processo iterativo de calibração, elas auxiliaram e forneceram importantes resultados no ajuste final do modelo.

3.2.2 MGB com assimilação de dados

Quando são usados modelos hidrológicos é muito comum que a vazão calculada pelo modelo em um exato momento não seja igual ao valor observado naquele mesmo instante, o que acaba por significar incertezas nas estimativas de vazões de referência em locais com e sem dados. Esta diferença acontece basicamente por que os modelos hidrológicos não são perfeitos, mas também devido a erros na calibração, mudanças na bacia ao longo do tempo, e até erros nos dados observados (SERBAN; ASKEW, 1991; SRIKANTHAN; ELLIOTT; ADAMS, 1994).

Uma forma de contornar essa questão é a utilização de uma técnica de assimilação de dados, que pode ser interpretada como uma otimização a partir da consideração das observações e estimativas prévias do modelo para valores de variáveis ou parâmetros.

Assim, a assimilação de dados, também chamada de atualização, consiste em um processo de retroalimentação em que as observações são utilizadas para corrigir as variáveis de estado do modelo hidrológico, aproximando as condições simuladas pelo modelo e as observadas em campo. Ao modificar as variáveis de estado para condições iguais às observadas em locais com dados, são atualizados os resultados em toda a bacia, gerando um efeito a princípio positivo na qualidade da informação gerada para os locais não monitorados.

Existem diversas metodologias de assimilação de dados desenvolvidas para uso em modelos hidrológicos (CLARK et al., 2008; LIU et al., 2012). De interesse para o presente projeto a assimilação de dados no modelo MGB é tradicionalmente

 AGEVAP AGÊNCIA DE ÁGUA	P4_Disponibilidade_R03	Tipo de Documento: Relatório Técnico	 CEIVAP
	CONTRATAÇÃO DE EMPRESA ESPECIALIZADA PARA REALIZAÇÃO DO ESTUDO DAS DISPONIBILIDADES HÍDRICAS NA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO PARAÍBA DO SUL (EDH-PS)	Cód. do Documento: AGVP_PARAIBA_EHID_Produ to4_Disponibilidade_R03	

realizada através de um método empírico que utiliza as vazões observadas em campo para atualizar as variáveis de estado do modelo, representadas pelas vazões calculadas ao longo da rede de drenagem e pelo volume de água armazenado nos reservatórios superficial, subsuperficial e subterrâneo do modelo hidrológico (DA PAZ et al., 2007; FAN; MELLER; COLLISCHONN, 2015; MELLER; BRAVO; COLLISCHONN, 2012).

No trabalho de Pessoa (2017) foi testada a utilização de um método de Assimilação de Dados acoplado ao modelo MGB para obtenção de vazões em locais sem dados. A autora concluiu que existe um ganho na aplicação da metodologia proposta no que se refere à diminuição de erros nas estimativas de vazões. Esta diminuição dos erros foi maior para as vazões mínimas de referência quando a comparação é feita com o método de simulação sem assimilação de dados e com método de regionalização tradicional.

Assim, optou-se por adotar uma versão do modelo MGB com assimilação de dados no presente estudo para que os resultados obtidos em pontos monitorados sejam compatíveis com os resultados do modelo. Maiores detalhes sobre cada estação/sub-bacia que teve utilização da assimilação estão apresentados nos itens com os resultados de calibração do modelo (item 3.2.3).

3.2.3 Resultados da Calibração do Modelo

Para cada sub-bacia apresentada na Figura 3.10 foram definidos parâmetros físicos para geração das vazões do modelo, o processo de calibração foi feito de forma iterativa de montante para jusante em todas as 203 estações fluviométricas da base de dados renaturalizada (Figura 3.16). A Figura 3.20 mostra um exemplo de hidrograma simulado comparado com o hidrograma renaturalizado usado na calibração do modelo, já a Figura 3.21 mostra a mesma situação em relação a curva de permanência, ambos são apresentados juntamente com um mapa de localização do ponto exemplificado. Os resultados da calibração usando a curva de permanência para cada uma das estações utilizadas e os com a incorporação da assimilação de dados estão apresentados no Anexo II.

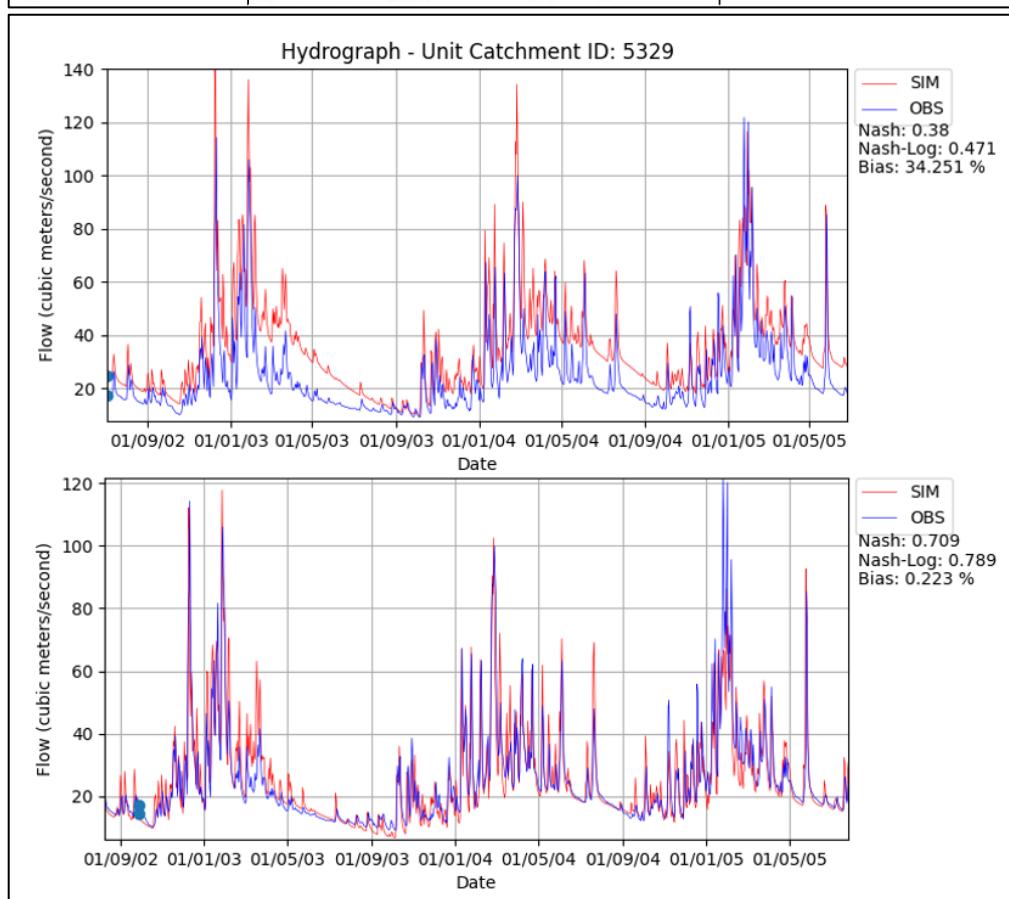
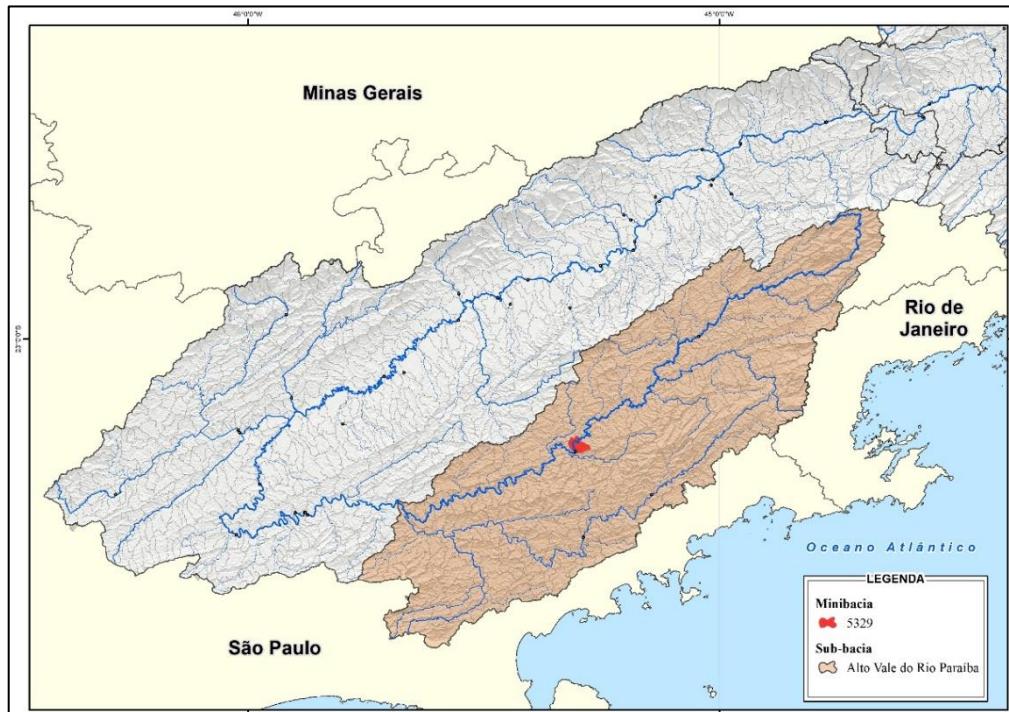


Figura 3.20 – Exemplo de hidrograma simulado e renaturalizado no modelo hidrológico juntamente com sua respectiva localização. Série superior: sem ajuste da calibração. Série inferior: após a calibração. Fonte: Elaboração própria.

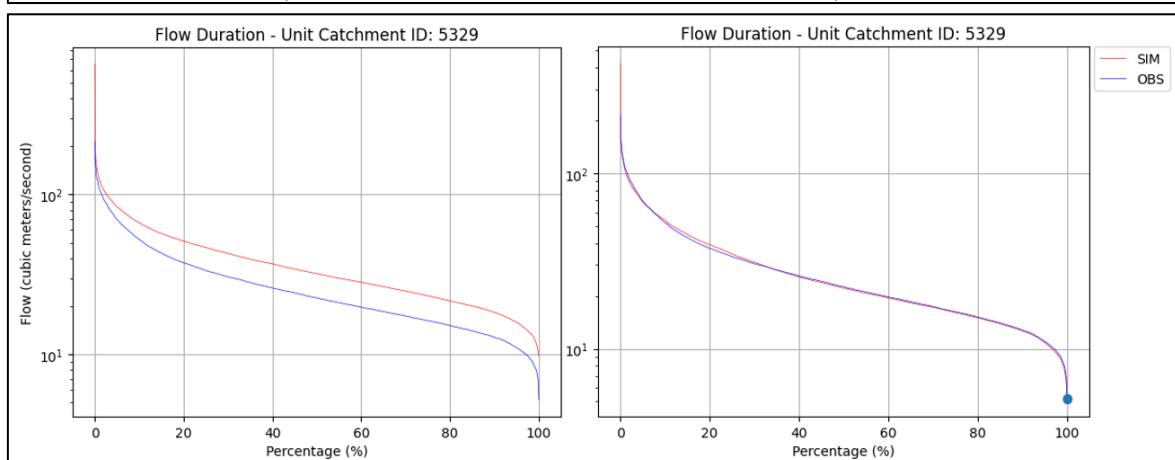
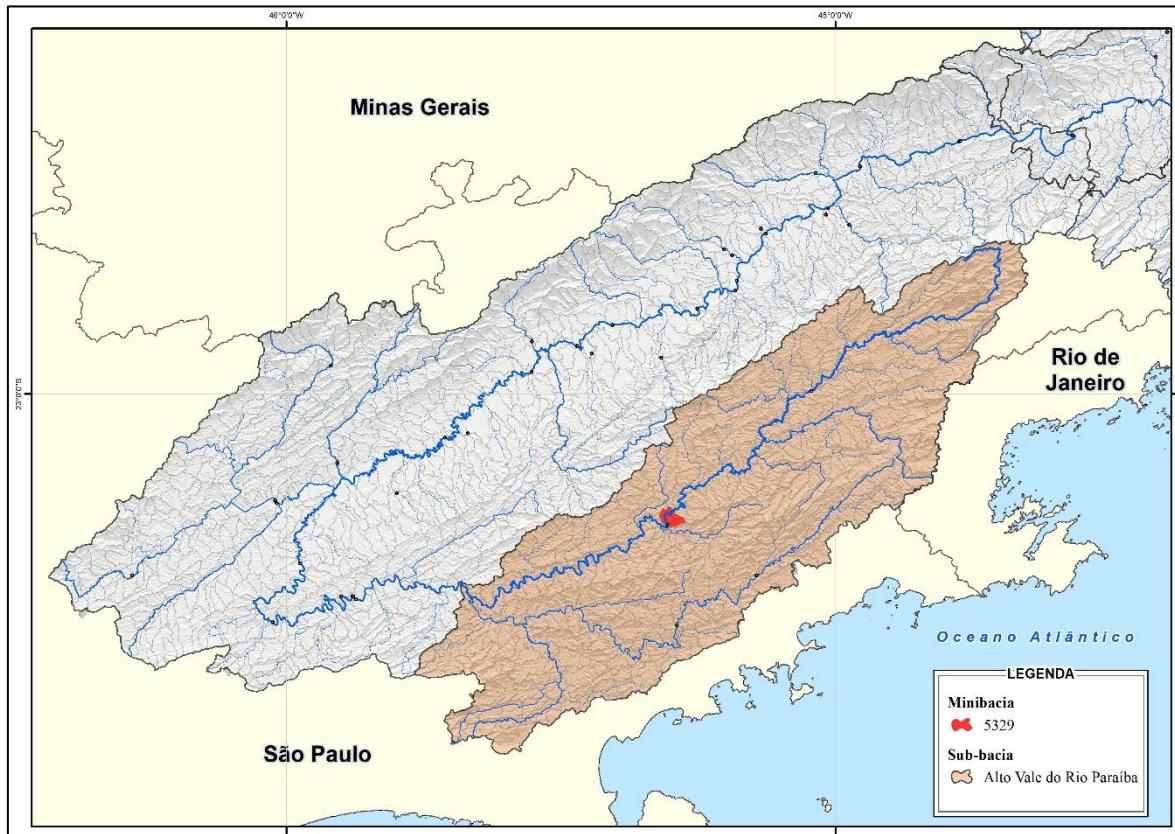


Figura 3.21 – Exemplo de curva de permanência simulada e renaturalizada no modelo hidrológico juntamente com a localização do exemplo mostrado. Figura da esquerda: início da calibração. Figura da direita: após a calibração. Fonte: Elaboração própria.

De uma maneira geral, o uso da assimilação de dados melhorou os resultados nas estações assimiladas e restantes das estações. A Tabela 3.1 apresenta os resultados gerais considerando as estações assimiladas na média, e desconsiderando elas na análise. Em ambos os casos é possível observar a melhora dos resultados do modelo de uma maneira geral.

 AGEVAP AGÊNCIA DE ÁGUA	P4_Disponibilidade_R03 CONTRATAÇÃO DE EMPRESA ESPECIALIZADA PARA REALIZAÇÃO DO ESTUDO DAS DISPONIBILIDADES HÍDRICAS NA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO PARAÍBA DO SUL (EDH-PS)	Tipo de Documento: Relatório Técnico	 CEIVAP
		Cód. do Documento: AGVP_PARAIBA_EHID_Produto4_Disponibilidade_R03	

Tabela 3.1 - Médias das métricas após calibração do modelo hidrológico nas estações sem assimilação de dados, e em todas as estações.

Estações	Calibração Normal					Após a Assimilação de dados						
	Nash	Nash-log	Erro de volume (%)	Erro de Q95 (%)	Erro de Q90 (%)	Erro de Q _{7,10} (%)	Nash	Nash-log	Erro de volume (%)	Erro de Q95 (%)	Erro de Q90 (%)	Erro de Q _{7,10} (%)
Estações Sem Assimilação	0,69	0,72	5,64	7,42	7,85	5,64	4,69	0,73	0,78	4,29	5,93	5,54
Todas as Estações	0,66	0,70	5,25	8,00	8,17	5,25	10,22	0,81	0,84	3,13	4,35	4,03

Fonte: Elaboração própria

Os resultados de disponibilidade gerados no item 4.3 foram obtidos a partir das séries de dados assimiladas, com exceção dos trechos de rio que chegam no Rio Paraíba do Sul na sub-bacia do Médio Vale Superior do Rio Paraíba, onde somente para o trecho principal do rio foi mantido o resultado assimilado. Os parâmetros utilizados na calibração do modelo podem ser encontrados no banco de dados Postgres SQL com o nome de “p4_parâmetros_modelo_hidrológico”.

A seguir, os resultados de cada uma das sub-bacias da BHPS referentes a calibração do modelo serão apresentados por meio de mapas e tabelas.

3.2.3.1 Sub-bacia dos Rios Muriaé e Carangola

A calibração da sub-bacia dos Rios Muriaé e Carangola foi feita em 12 estações fluviométricas, das quais duas foram posteriormente usadas com o método de vazão assimilada. As estações que haviam sido pré-selecionadas em produtos anteriores e que não foram utilizadas estão apresentadas no item 3.2.4. Os resultados espaciais dos sete ajustes estatísticos obtidos estão apresentados entre a Figura 3.28 e Figura 3.34. Ainda, todos os resultados numéricos dos ajustes estatísticos, vazões de referência e vazões específicas por estação fluviométrica estão apresentados entre a Tabela 3.2 e a Tabela 3.4 juntamente com o tamanho da série de dados da estação, disponibilidade de curva-chave, e se a assimilação de dados foi utilizada no dado renaturalizado da estação. Já na Figura 3.22 é possível observar de uma maneira geral a melhora na calibração dos estimadores estatísticos com o uso da assimilação de dados.

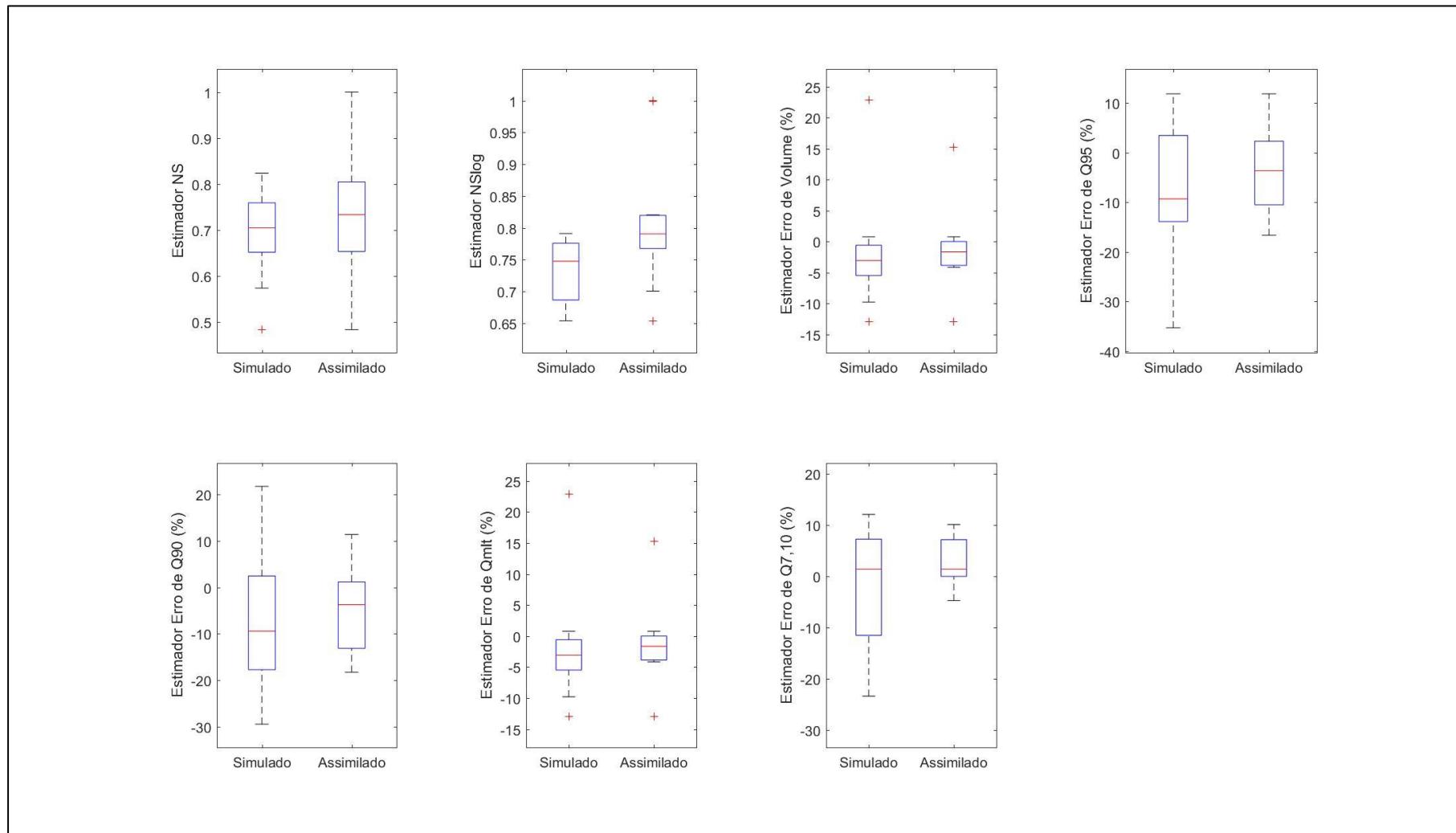


Figura 3.22 – Gráfico boxplot da melhora dos resultados de calibração utilizando a assimilação de dados – Rios Muriaé e Carangola

 P4_Disponibilidade_R03	CONTRATAÇÃO DE EMPRESA ESPECIALIZADA PARA REALIZAÇÃO DO ESTUDO DAS DISPONIBILIDADES HÍDRICAS NA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO PARAÍBA DO SUL (EDH-PS)	Tipo de Documento: Relatório Técnico	 Cód. do Documento: AGVP_PARAIBA_EHID_Produto4_Disponibilidade_R03

Tabela 3.2 – Resultados da calibração do Modelo MGB para a sub-bacia dos Rios Muriaé e Carangola.

Estação	Sub-Bacia	Tamanho da Série Comparada (anos)	Assimilação de Dados	Curva-Chave Avaliada	Calibração Normal					Calibração com Assimilação								
					Nash-Sutcliffe	Nash-Sutcliffe Log	Erro de Q95 (%)	Erro de Q90 (%)	Erro de Q7,10 (%)	Erro de Q95 (%)	Erro de Q90 (%)	Erro de Q7,10 (%)	Erro de Qmilt (%)	Erro de Q95 (%)				
58940000	Rio Muriaé e Carangola	43,0	Não	Sim	0,8	0,8	-4,5	-16,3	-20,9	-4,5	6,4	0,8	-4,0	-12,3	-18,3	-4,0	10,1	
58918180	Rio Muriaé e Carangola	2,9	Não	Não	0,8	0,7	-3,6	11,9	11,4	-3,6	-	0,8	0,7	-3,6	11,9	11,4	-3,6	-
58920000	Rio Muriaé e Carangola	43,0	Não	Sim	0,8	0,8	-2,2	-11,5	-14,6	-2,2	8,1	0,8	0,8	-2,2	-11,5	-14,6	-2,2	8,1
58917000	Rio Muriaé e Carangola	41,0	Não	Não	0,7	0,8	-2,5	-9,5	-6,0	-2,5	1,5	0,7	0,8	-2,5	-9,5	-6,0	-2,5	1,5
58934000	Rio Muriaé e Carangola	43,0	Não	Sim	0,7	0,7	-6,4	-35,3	-29,5	-6,4	-18,3	0,7	0,8	-4,2	-16,7	-13,9	-4,2	6,2
58916000	Rio Muriaé e Carangola	40,1	Não	Sim	0,7	0,8	-1,1	4,2	6,3	-1,1	1,2	0,7	0,8	-1,1	4,2	6,3	-1,1	1,2
58912080	Rio Muriaé e Carangola	5,2	Não	Não	0,7	0,8	-12,9	0,0	-6,5	-12,9	-	0,7	0,8	-12,9	0,0	-6,5	-12,9	-
58933000	Rio Muriaé e Carangola	2,4	Não	Não	0,6	0,7	22,9	2,8	21,8	22,9	-	0,6	0,8	15,2	-7,2	2,3	15,2	-
58912090	Rio Muriaé e Carangola	1,4	Não	Não	0,6	0,8	-0,1	4,5	-1,4	-0,1	-	0,6	0,8	-0,1	4,5	-1,4	-0,1	-
58910000	Rio Muriaé e Carangola	42,0	Não	Sim	0,5	0,7	0,8	-9,1	-12,4	0,8	-4,7	0,5	0,7	0,8	-9,1	-12,4	0,8	-4,7
58930000	Rio Muriaé e Carangola	43,0	Sim	Sim	0,7	0,7	-3,7	-11,4	-13,5	-3,7	12,1	1,0	1,0	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0
58960000	Rio Muriaé e Carangola	43,0	Sim	Sim	0,8	0,7	-9,8	-24,4	-23,9	-9,8	-23,3	1,0	1,0	0,0	0,4	0,1	0,0	0,0

Fonte: Elaboração própria

 AGEVAP AGÊNCIA DE BACIA	P4_Disponibilidade_R03 CONTRATAÇÃO DE EMPRESA ESPECIALIZADA PARA REALIZAÇÃO DO ESTUDO DAS DISPONIBILIDADES HÍDRICAS NA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO PARAÍBA DO SUL (EDH-PS)	Tipo de Documento: Relatório Técnico	 CEIVAP
		Cód. do Documento: AGVP_PARAIBA_EHID_Produto4_Disponibilidade_R03	

Tabela 3.3 – Resultados de vazão de referência (m³/s) renaturalizada e simulada (período coincidente) para a sub-bacia dos Rios Muriaé e Carangola.

Estação	Sub-Bacia	Área de Drenagem (km ²)	Q95		Q95 Simulada		Q90		Q90 Simulada		Q90 Assimilada		Renaturalizada		Q7,10 Simulada		Q7,10 Assimilada		Q7,10 Renaturalizada	
			Renaturalizada	Simulada	Assimilada	Renaturalizada	Simulada	Assimilada	Renaturalizada	Simulada	Assimilada	Renaturalizada	Simulada	Assimilada	Renaturalizada	Simulada	Assimilada	Renaturalizada	Simulada	
58910000	Rio Muriaé e Carangola	151	0,9	0,9	0,9	1,1	1,0	1,0	3,4	3,5	3,5	0,7	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	
58912080	Rio Muriaé e Carangola	178	1,1	1,1	1,1	1,3	1,2	1,2	5,3	4,6	4,6	-	-	-	-	-	-	-	-	
58912090	Rio Muriaé e Carangola	202	1,0	1,1	1,1	1,3	1,3	1,3	5,9	5,9	5,9	-	-	-	-	-	-	-	-	
58916000	Rio Muriaé e Carangola	394	2,9	3,0	3,0	3,3	3,5	3,5	10,1	10,0	10,0	2,1	2,1	2,1	2,1	2,1	2,1	2,1	2,1	
58917000	Rio Muriaé e Carangola	745	4,8	4,4	4,4	5,6	5,2	5,2	17,7	17,2	17,2	2,8	2,8	2,8	2,8	2,8	2,8	2,8	2,8	
58918180	Rio Muriaé e Carangola	1050	5,0	5,6	5,6	6,2	6,9	6,9	22,8	22,0	22,0	-	-	-	-	-	-	-	-	
58920000	Rio Muriaé e Carangola	2662	11,5	10,2	10,2	14,3	12,2	12,2	48,6	47,5	47,5	5,8	6,3	6,3	6,3	6,3	6,3	6,3	6,3	
58930000	Rio Muriaé e Carangola	770	2,6	2,3	2,6	3,2	2,8	3,3	13,0	12,5	13,0	1,4	1,5	1,4	1,4	1,5	1,4	1,4	1,4	
58933000	Rio Muriaé e Carangola	1285	2,7	2,8	2,5	3,2	3,9	3,3	16,2	19,9	18,6	-	-	-	-	-	-	-	-	
58934000	Rio Muriaé e Carangola	1317	4,2	2,7	3,5	5,1	3,6	4,4	21,2	19,9	20,3	1,8	1,4	1,9	1,4	1,4	1,9	1,4	1,9	
58940000	Rio Muriaé e Carangola	5802	17,0	14,2	14,9	22,3	17,7	18,3	86,2	82,3	82,8	7,8	8,3	8,6	8,3	8,3	8,6	8,3	8,6	
58960000	Rio Muriaé e Carangola	7200	20,5	15,5	20,5	25,2	19,2	25,3	97,6	88,1	97,6	12,3	9,5	12,3	9,5	9,5	12,3	9,5	12,3	

Fonte: Elaboração própria

 P4_Disponibilidade_R03	CONTRATAÇÃO DE EMPRESA ESPECIALIZADA PARA REALIZAÇÃO DO ESTUDO DAS DISPONIBILIDADES HÍDRICAS NA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO PARAÍBA DO SUL (EDH-PS)	Tipo de Documento: Relatório Técnico	 Cód. do Documento: AGVP_PARAIBA_EHID_Produto4_Disponibilidade_R03

Tabela 3.4 – Resultados de vazão de referência específica (L/s/km²) renaturalizada e modelada (período coincidente) para a sub-bacia dos Rios Muriaé e Carangola.

Estação	Sub-Bacia	Área de Drenagem (km ²)	Q ₉₅ Renaturalizada	Q ₉₅ Assimilada	Q ₉₀ Renaturalizada	Q ₉₀ Assimilada	Q _{7,10} Renaturalizada	Q _{7,10} Assimilada	Q _{7,10} Assimilada					
									Q ₉₅ Simulada	Q ₉₀ Simulada	Q _{7,10} Simulada			
58910000	Rio Muriaé e Carangola	151	6,2	5,6	5,6	7,5	6,6	6,6	22,7	22,9	22,9	4,4	4,2	4,2
58912080	Rio Muriaé e Carangola	178	5,9	5,9	5,9	7,3	6,8	6,8	29,9	26,1	26,1	-	-	-
58912090	Rio Muriaé e Carangola	202	5,2	5,4	5,4	6,3	6,2	6,2	29,1	29,0	29,0	-	-	-
58916000	Rio Muriaé e Carangola	394	7,4	7,7	7,7	8,3	8,8	8,8	25,6	25,3	25,3	5,4	5,4	5,4
58917000	Rio Muriaé e Carangola	745	6,5	5,9	5,9	7,5	7,0	7,0	23,7	23,1	23,1	3,7	3,8	3,8
58918180	Rio Muriaé e Carangola	1050	4,8	5,4	5,4	5,9	6,6	6,6	21,7	21,0	21,0	-	-	-
58920000	Rio Muriaé e Carangola	2662	4,3	3,8	3,8	5,4	4,6	4,6	18,3	17,9	17,9	2,2	2,4	2,4
58930000	Rio Muriaé e Carangola	770	3,3	2,9	3,3	4,2	3,6	4,2	16,9	16,3	16,9	1,8	2,0	1,8
58933000	Rio Muriaé e Carangola	1285	2,1	2,2	2,0	2,5	3,1	2,6	12,6	15,5	14,5	-	-	-
58934000	Rio Muriaé e Carangola	1317	3,2	2,1	2,6	3,9	2,7	3,4	16,1	15,1	15,4	1,3	1,1	1,4
58940000	Rio Muriaé e Carangola	5802	2,9	2,5	2,6	3,8	3,0	3,1	14,9	14,2	14,3	1,3	1,4	1,5
58960000	Rio Muriaé e Carangola	7200	2,8	2,1	2,9	3,5	2,7	3,5	13,6	12,2	13,6	1,7	1,3	1,7

Fonte: Elaboração própria

 AGEVAP AGÊNCIA DE BÁCIA	P4_Disponibilidade_R03	Tipo de Documento: Relatório Técnico
	CONTRATAÇÃO DE EMPRESA ESPECIALIZADA PARA REALIZAÇÃO DO ESTUDO DAS DISPONIBILIDADES HÍDRICAS NA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO PARAÍBA DO SUL (EDH-PS)	Cód. do Documento: AGVP_PARAIBA_EHID_Produ to4_Disponibilidade_R03

3.2.3.2 Sub-bacia do Rio Pomba

A calibração da sub-bacia do Rio Pomba foi feita em 15 estações fluviométricas, das quais cinco foram posteriormente usadas com o método de vazão assimilada. As estações que haviam sido pré-selecionadas em produtos anteriores e que não foram utilizadas estão apresentadas no item 3.2.4. Os resultados espaciais dos sete ajustes estatísticos obtidos estão apresentados entre a Figura 3.28 e Figura 3.34. Ainda, todos os resultados numéricos dos ajustes estatísticos, vazões de referência e vazões específicas por estação fluviométrica estão apresentados entre a Tabela 3.5 e a Tabela 3.7 juntamente com o tamanho da série de dados da estação, disponibilidade de curva-chave, e se a assimilação de dados foi utilizada no dado renaturalizado da estação. Já na Figura 3.23 é possível observar de uma maneira geral a melhora na calibração dos estimadores estatísticos com o uso da assimilação de dados.



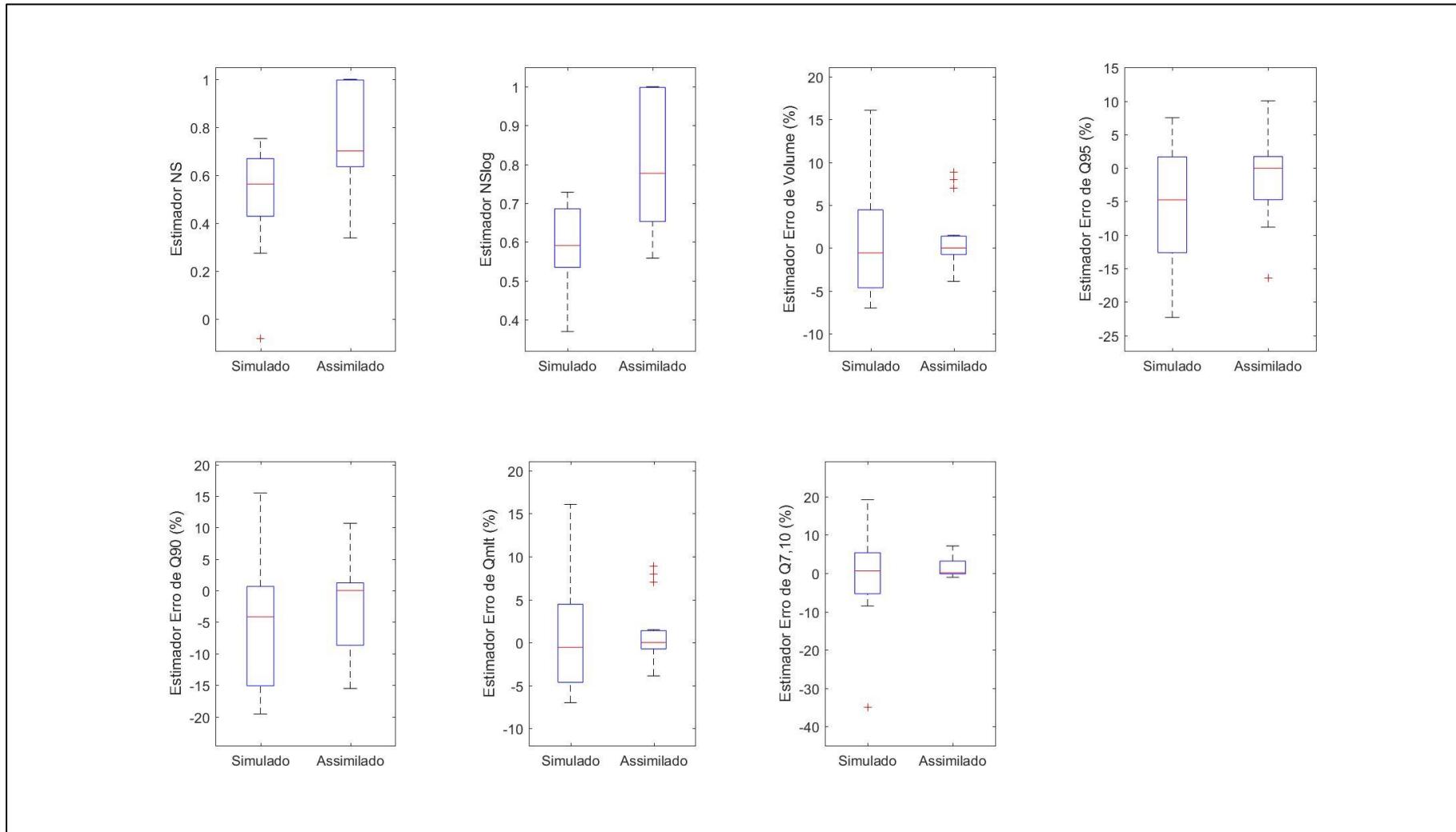


Figura 3.23 – Gráfico boxplot da melhora dos resultados de calibração utilizando a assimilação de dados – Rio Pomba.

 P4_Disponibilidade_R03	CONTRATAÇÃO DE EMPRESA ESPECIALIZADA PARA REALIZAÇÃO DO ESTUDO DAS DISPONIBILIDADES HÍDRICAS NA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO PARAÍBA DO SUL (EDH-PS)	Tipo de Documento: Relatório Técnico	 Cód. do Documento: AGVP_PARAIBA_EHID_Produto4_Disponibilidade_R03

Tabela 3.5 – Resultados da calibração do Modelo MGB para a sub-bacia do Rio Pomba.

Estação	Sub-Bacia	Tamanho da Série Comparada (anos)	Assimilação de Dados	Curva-Chave Avaliada	Calibração Normal					Calibração com Assimilação								
					Erro de Q95 (%)	Erro de Q90 (%)	Erro de Q95 (%)	Erro de Q90 (%)	Erro de Q95 (%)	Erro de Q90 (%)	Erro de Q95 (%)	Erro de Q90 (%)	Erro de Q95 (%)	Erro de Q90 (%)				
58731000	Rio Pomba	9,1	Não	Não	0,8	0,7	-1,0	1,7	1,1	-1,0	-	0,8	0,8	-2,3	-0,1	-3,9	-2,3	-
58735000	Rio Pomba	43,0	Não	Sim	0,7	0,7	6,0	1,6	-2,7	6,0	0,6	0,7	0,8	7,0	9,8	6,1	7,0	1,2
58788050	Rio Pomba	11,5	Não	Sim	0,7	0,6	-6,2	-19,0	-19,6	-6,2	-	0,7	0,6	-3,7	-8,8	-10,8	-3,7	-
58790000	Rio Pomba	23,8	Não	Não	0,6	0,7	-0,6	-11,0	-15,2	-0,6	-3,3	0,7	0,7	-0,5	-4,7	-10,3	-0,5	5,8
58770000	Rio Pomba	42,5	Não	Sim	0,7	0,7	0,1	-13,2	-16,3	0,1	-8,6	0,7	0,8	1,1	-4,8	-10,7	1,1	-1,1
58792100	Rio Pomba	5,5	Não	Sim	0,5	0,6	16,1	7,5	15,5	16,1	-	0,7	0,7	8,0	10,0	10,7	8,0	-
58755000	Rio Pomba	42,7	Não	Sim	0,6	0,5	-5,8	-13,9	-15,2	-5,8	19,1	0,6	0,6	-0,3	-16,4	-15,5	-0,3	7,1
58731700	Rio Pomba	5,4	Não	Não	0,6	0,6	-3,9	-4,8	1,5	-3,9	-	0,6	0,6	-3,9	-4,8	1,5	-3,9	-
58750000	Rio Pomba	29,5	Não	Sim	0,4	0,4	-7,0	0,0	-4,2	-7,0	2,4	0,5	0,7	1,5	2,0	0,5	1,5	-0,8
58731300	Rio Pomba	6,7	Não	Sim	0,3	0,4	13,2	5,1	12,8	13,2	-	0,3	0,6	8,9	4,2	8,8	8,9	-
58730001	Rio Pomba	43,0	Sim	Sim	0,6	0,7	4,7	-6,5	-7,9	4,7	-4,3	1,0	1,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
58753080	Rio Pomba	6,7	Sim	Não	0,3	0,4	-0,6	-1,6	-4,0	-0,6	-	1,0	1,0	0,0	0,2	0,2	0,0	-
58710000	Rio Pomba	40,8	Sim	Sim	0,5	0,7	3,6	-5,5	-8,7	3,6	3,0	1,0	1,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
58720000	Rio Pomba	40,7	Sim	Sim	0,4	0,6	-3,4	7,2	-0,8	-3,4	12,2	1,0	1,0	-0,1	-0,2	0,0	-0,1	0,1
58736000	Rio Pomba	31,4	Sim	Sim	-0,1	0,5	-4,9	-22,3	-14,7	-4,9	-35,0	1,0	1,0	-0,8	0,8	0,1	-0,8	2,3

Fonte: Elaboração própria

Tabela 3.6 – Resultados de vazão de referência (m^3/s) renaturalizada e modelada (período coincidente) para a sub-bacia do Rio Pomba.

Estação	Sub-Bacia	Área de Drenagem (km ²)	Q _{7,10} Renaturalizado				Q _{7,10} Simulado				Q _{7,10} Assimilada			
			Q ₉₅ Renaturalizado	Q ₉₀ Renaturalizado	Q ₉₀ Simulado	Q ₉₀ Assimilada	Q _{7,10} Renaturalizado	Q _{7,10} Simulado	Q _{7,10} Assimilada	Q _{7,10} Renaturalizado	Q _{7,10} Simulado	Q _{7,10} Assimilada	Q _{7,10} Renaturalizado	
58710000	Rio Pomba	784	6,6	6,2	6,6	7,7	7,1	7,7	16,8	17,4	16,8	4,6	4,8	4,6
58720000	Rio Pomba	318	3,1	3,4	3,1	3,7	3,6	3,7	8,6	8,3	8,5	2,6	3,0	2,6
58730001	Rio Pomba	1641	12,8	12,0	12,8	14,7	13,5	14,7	33,5	35,1	33,5	10,1	9,7	10,1
58731000	Rio Pomba	1781	11,1	11,3	11,1	12,9	13,1	12,4	35,6	35,3	34,8	-	-	-
58731300	Rio Pomba	1782	9,7	10,2	10,1	10,6	11,9	11,5	23,4	26,5	25,5	-	-	-
58731700	Rio Pomba	347	0,7	0,6	0,6	0,8	0,8	0,8	3,0	2,9	2,9	-	-	-
58735000	Rio Pomba	2330	13,4	13,6	14,7	16,2	15,7	17,2	39,9	42,3	42,7	10,6	10,6	10,7
58736000	Rio Pomba	1281	1,4	1,1	1,4	2,0	1,7	2,0	11,0	10,4	10,9	0,7	0,4	0,7
58750000	Rio Pomba	488	4,4	4,4	4,5	5,2	4,9	5,2	11,0	10,3	11,2	3,3	3,4	3,3
58753080	Rio Pomba	217	1,7	1,7	1,7	1,9	1,9	2,0	3,6	3,6	3,6	-	-	-
58755000	Rio Pomba	805	6,0	5,1	5,0	7,0	5,9	5,9	16,4	15,5	16,4	3,4	4,0	3,6
58770000	Rio Pomba	5878	28,6	24,9	27,3	34,9	29,3	31,2	93,5	93,6	94,5	19,6	17,9	19,4
58788050	Rio Pomba	6859	32,8	26,6	29,9	39,2	31,5	35,0	109,2	102,4	105,2	-	-	-
58790000	Rio Pomba	8219	35,5	31,6	33,8	44,5	37,8	40,0	122,1	121,5	121,5	22,9	22,2	24,2
58792100	Rio Pomba	8541	27,0	29,0	29,7	31,1	35,9	34,4	94,3	109,4	101,8	-	-	-

Fonte: Elaboração própria

Tabela 3.7 – Resultados de vazão de referência específica ($L/s/km^2$) renaturalizada e modelada (período coincidente) para a sub-bacia do Rio Pomba.

Estação	Sub-Bacia	Área de Drenagem (km ²)	Q ₉₅ Renaturalizada		Q ₉₀ Renaturalizada		Q ₉₀ Assimilada		Q _{7,10} Renaturalizada		Q _{7,10} Assimilada	
			Renaturalizada	Assimilada	Renaturalizada	Assimilada	Renaturalizada	Assimilada	Renaturalizada	Assimilada	Renaturalizada	Assimilada
58710000	Rio Pomba	784	8,4	7,9	8,4	9,8	9,0	9,8	21,5	22,3	21,5	5,9
58720000	Rio Pomba	318	9,9	10,6	9,9	11,5	11,5	11,5	26,9	26,0	26,9	8,3
58730001	Rio Pomba	1641	7,8	7,3	7,8	8,9	8,2	8,9	20,4	21,4	20,4	5,9
58731000	Rio Pomba	1781	6,2	6,3	6,2	7,3	7,3	7,0	20,0	19,8	19,5	-
58731300	Rio Pomba	1782	5,5	5,7	5,7	5,9	6,7	6,5	13,1	14,9	14,3	-
58731700	Rio Pomba	347	1,9	1,8	1,8	2,3	2,4	2,4	8,7	8,3	8,3	-
58735000	Rio Pomba	2330	5,8	5,8	6,3	6,9	6,8	7,4	17,1	18,2	18,3	4,5
58736000	Rio Pomba	1281	1,1	0,9	1,1	1,6	1,4	1,6	8,6	8,1	8,5	0,5
58750000	Rio Pomba	488	8,9	8,9	9,1	10,6	10,1	10,6	22,6	21,0	22,9	6,8
58753080	Rio Pomba	217	7,7	7,6	7,7	9,0	8,6	9,0	16,8	16,7	16,8	-
58755000	Rio Pomba	805	7,4	6,4	6,2	8,7	7,4	7,3	20,4	19,2	20,3	4,2
58770000	Rio Pomba	5878	4,9	4,2	4,6	5,9	5,0	5,3	15,9	15,9	16,1	3,3
58788050	Rio Pomba	6859	4,8	3,9	4,4	5,7	4,6	5,1	15,9	14,9	15,3	-
58790000	Rio Pomba	8219	4,3	3,8	4,1	5,4	4,6	4,9	14,9	14,8	14,8	2,8
58792100	Rio Pomba	8541	3,2	3,4	3,5	3,6	4,2	4,0	11,0	12,8	11,9	-

Fonte: Elaboração própria

 AGEVAP AGÊNCIA DE BÁCIA	P4_Disponibilidade_R03	Tipo de Documento: Relatório Técnico
	CONTRATAÇÃO DE EMPRESA ESPECIALIZADA PARA REALIZAÇÃO DO ESTUDO DAS DISPONIBILIDADES HÍDRICAS NA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO PARAÍBA DO SUL (EDH-PS)	Cód. do Documento: AGVP_PARAIBA_EHID_Produ to4_Disponibilidade_R03

3.2.3.3 Sub-bacia do Rio Piabanga

A calibração da sub-bacia do Rio Piabanga foi feita em seis estações fluviométricas, das quais cinco foram posteriormente usadas com o método de vazão assimilada. As estações que haviam sido pré-selecionadas em produtos anteriores e que não foram utilizadas estão apresentadas no item 3.2.4. Os resultados espaciais dos sete ajustes estatísticos obtidos estão apresentados entre a Figura 3.28 e Figura 3.34. Ainda, todos os resultados numéricos dos ajustes estatísticos, vazões de referência e vazões específicas por estação fluviométrica estão apresentados entre a Tabela 3.8 e a Tabela 3.10 juntamente com o tamanho da série de dados da estação, disponibilidade de curva-chave, e se a assimilação de dados foi utilizada no dado renaturalizado da estação. Já na Figura 3.24 é possível observar de uma maneira geral a melhora na calibração dos estimadores estatísticos com o uso da assimilação de dados.

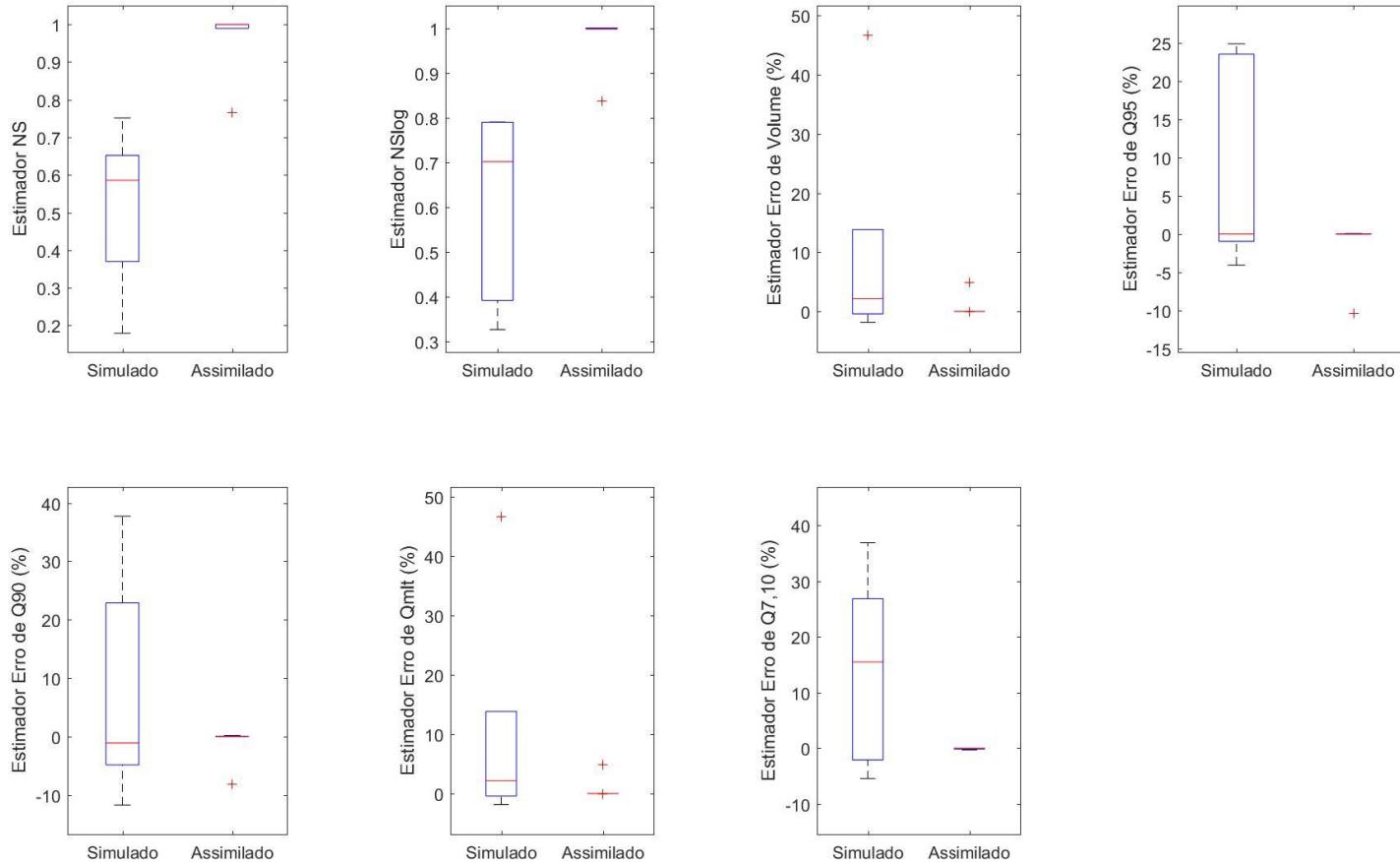


Figura 3.24 – Gráfico boxplot da melhora dos resultados de calibração utilizando a assimilação de dados – Rio Piabana

 P4_Disponibilidade_R03	CONTRATAÇÃO DE EMPRESA ESPECIALIZADA PARA REALIZAÇÃO DO ESTUDO DAS DISPONIBILIDADES HÍDRICAS NA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO PARAÍBA DO SUL (EDH-PS)	Tipo de Documento: Relatório Técnico	 Cód. do Documento: AGVP_PARAIBA_EHID_Produto4_Disponibilidade_R03

Tabela 3.8 – Resultados da calibração do Modelo MGB para a sub-bacia do Rio Piabanga.

Estação	Sub-Bacia	Tamanho da Série Comparada (anos)	Assimilação de Dados	Calibração Normal						Calibração com Assimilação							
				Erro de Q _{7,10} (%)	Q _{7,10} Assimilada	Q _{7,10} Simulada	Renaturalizada	Q _{7,10} Simulada	Q _{7,10} Assimilada	Q _{7,10} Simulada	Q _{7,10} Assimilada	Q _{7,10} Simulada	Renaturalizada	Q _{7,10} Simulada	Q _{7,10} Assimilada		
58421100	Rio Piabanga	2,6	Não	0,2	0,3	46,7	24,9	37,7	46,7	-	0,8	0,8	4,9	-10,4	-8,2	4,9	-
58420000	Rio Piabanga	41,5	Sim	0,7	0,7	0,3	-4,1	-4,8	0,3	-1,0	1,0	1,0	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0
58405000	Rio Piabanga	42,8	Sim	0,6	0,8	-1,9	0,0	2,4	-1,9	-5,4	1,0	1,0	0,0	0,0	0,0	0,0	-0,1
58440000	Rio Piabanga	38,1	Sim	0,8	0,8	-0,4	23,5	22,9	-0,4	23,5	1,0	1,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
58425000	Rio Piabanga	43,0	Sim	0,6	0,7	4,0	-1,0	-4,6	4,0	15,5	1,0	1,0	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0
58434000	Rio Piabanga	41,2	Sim	0,4	0,4	13,8	0,0	-11,7	13,8	36,9	1,0	1,0	-0,1	0,0	0,2	-0,1	-0,3

Fonte: Elaboração própria

Tabela 3.9 – Resultados de vazão de referência (m³/s) renaturalizada e modelada (período coincidente) para a sub-bacia do Rio Piabanga.

Estação	Sub-Bacia	Área de Drenagem (km ²)	Curva-Chave Avaliada	Assimilação de Dados	Q95 Renaturalizada	Q95 Simulada	Q95 Assimilada	Q90 Renaturalizada	Q90 Simulada	Q90 Assimilada	Q90 Renaturalizada	Q90 Simulada	Q90 Assimilada	Q90 Renaturalizada	Q90 Simulada	Q90 Assimilada
58405000	Rio Piabanga	433	3,3	3,3	3,3	3,7	3,8	3,7	11,5	11,3	11,5	2,5	2,4	2,5	2,4	2,5
58420000	Rio Piabanga	721	6,4	6,2	6,4	7,3	7,0	7,3	16,7	16,7	16,7	4,7	4,7	4,7	4,7	4,7
58421100	Rio Piabanga	815	5,3	6,7	4,8	5,7	7,8	5,2	11,6	17,0	12,2	-	-	-	-	-
58425000	Rio Piabanga	926	6,8	6,8	6,8	8,1	7,7	8,1	19,1	19,9	19,1	4,4	5,1	4,4	5,1	4,4
58434000	Rio Piabanga	275	1,1	1,2	1,2	1,6	1,4	1,6	3,7	4,3	3,7	0,6	0,8	0,6	0,8	0,6
58440000	Rio Piabanga	2055	9,4	11,6	9,4	10,9	13,4	10,9	39,3	39,1	39,3	6,7	8,2	6,7	8,2	6,7

Fonte: Elaboração própria

 AGEVAP AGÊNCIA DE BACIA	P4_Disponibilidade_R03 CONTRATAÇÃO DE EMPRESA ESPECIALIZADA PARA REALIZAÇÃO DO ESTUDO DAS DISPONIBILIDADES HÍDRICAS NA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO PARAÍBA DO SUL (EDH-PS)	Tipo de Documento: Relatório Técnico	 CEIVAP
		Cód. do Documento: AGVP_PARAIBA_EHID_Produto4_Disponibilidade_R03	

Tabela 3.10 – Resultados de vazão de referência específica (L/s/km²) renaturalizada e modelada (período coincidente) para a sub-bacia do Rio Piabanha.

Estação	Sub-Bacia	Área de Drenagem (km ²)	Q95 Renaturalizada	Q95 Simulada	Q95 Assimilada	Q90 Renaturalizada	Q90 Simulada	Q90 Assimilada	Qmít Renaturalizada	Qmít Simulada	Qmít Assimilada	Renaturalizada	Q _{7,10} Assimilada	Q _{7,10} Simulada
58405000	Rio Piabanha	433	7,6	7,6	7,6	8,6	8,9	8,6	26,6	26,1	26,6	5,8	5,5	5,8
58420000	Rio Piabanha	721	8,9	8,5	8,9	10,2	9,7	10,2	23,2	23,2	23,2	6,6	6,5	6,6
58421100	Rio Piabanha	815	6,5	8,2	5,9	7,0	9,6	6,4	14,3	20,9	15,0	-	-	-
58425000	Rio Piabanha	926	7,4	7,3	7,4	8,7	8,3	8,7	20,6	21,4	20,6	4,8	5,5	4,8
58434000	Rio Piabanha	275	4,2	4,2	4,2	5,8	5,1	5,8	13,6	15,4	13,6	2,1	2,9	2,1
58440000	Rio Piabanha	2055	4,6	5,7	4,6	5,3	6,5	5,3	19,1	19,0	19,1	3,2	4,0	3,2

Fonte: Elaboração própria

 AGEVAP AGÊNCIA DE BÁCIA	P4_Disponibilidade_R03	Tipo de Documento: Relatório Técnico
	CONTRATAÇÃO DE EMPRESA ESPECIALIZADA PARA REALIZAÇÃO DO ESTUDO DAS DISPONIBILIDADES HÍDRICAS NA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO PARAÍBA DO SUL (EDH-PS)	Cód. do Documento: AGVP_PARAIBA_EHID_Produ to4_Disponibilidade_R03

3.2.3.4 Sub-bacia do Rio Dois Rios

A calibração da sub-bacia do Rio Dois Rios foi feita em nove estações fluviométricas, das quais uma foi posteriormente usadas com o método de vazão assimilada. As estações que haviam sido pré-selecionadas em produtos anteriores e que não foram utilizadas estão apresentadas no item 3.2.4. Os resultados espaciais dos sete ajustes estatísticos obtidos estão apresentados entre a Figura 3.28 e Figura 3.34. Ainda, todos os resultados numéricos dos ajustes estatísticos, vazões de referência e vazões específicas por estação fluviométrica estão apresentados entre a Tabela 3.11 e a Tabela 3.13 juntamente com o tamanho da série de dados da estação, disponibilidade de curva-chave, e se a assimilação de dados foi utilizada no dado renaturalizado da estação. Já na Figura 3.25 é possível observar de uma maneira geral a melhora na calibração dos estimadores estatísticos com o uso da assimilação de dados.



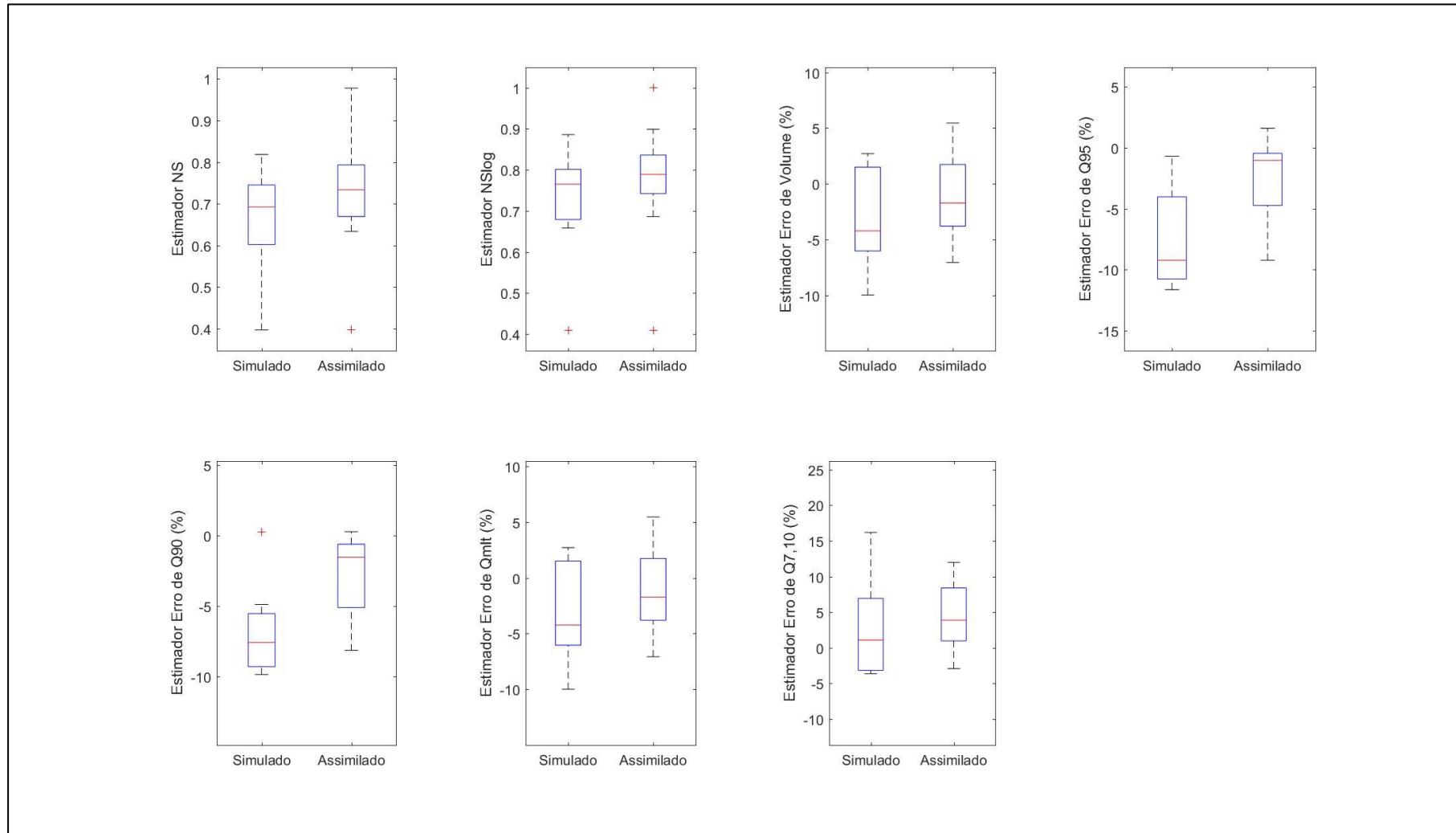


Figura 3.25 – Gráfico boxplot da melhora dos resultados de calibração utilizando a assimilação de dados – Rio Dois Rios

 AGEVAP AGÊNCIA DE BACIA	P4_Disponibilidade_R03 CONTRATAÇÃO DE EMPRESA ESPECIALIZADA PARA REALIZAÇÃO DO ESTUDO DAS DISPONIBILIDADES HÍDRICAS NA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO PARAÍBA DO SUL (EDH-PS)	Tipo de Documento: Relatório Técnico	 CEIVAP
		Cód. do Documento: AGVP_PARAIBA_EHID_Produto4_Disponibilidade_R03	

Tabela 3.11 – Resultados da calibração do Modelo MGB para a sub-bacia do Rio Dois Rios.

Estação	Sub-Bacia	Tamanho da Série Comparada (anos)	Assimilação de Dados	Calibração Normal						Calibração com Assimilação								
				Curva-Chave Avaliada	Nash-Sutcliffe	Nash-Sutcliffe Log	Erro de Q95 (%)	Erro de Q90 (%)	Erro de Q95 (%)	Nash-Sutcliffe	Nash-Sutcliffe Log	Erro de Q _{7,10} (%)	Erro de Q _{7,10} (%)	Erro de Volume (%)	Erro de Volume (%)			
58850000	Rio Dois Rios	43,0	Não	Sim	0,8	0,8	-4,2	-3,8	-6,2	-4,2	1,3	0,8	0,8	-3,0	1,6	-1,8	-3,0	10,7
58846000	Rio Dois Rios	43,0	Não	Sim	0,8	0,8	-4,9	-10,7	-9,8	-4,9	-3,4	0,8	0,8	-3,5	-5,8	-4,9	-3,5	6,1
58870000	Rio Dois Rios	42,8	Não	Sim	0,7	0,8	-1,7	-9,2	-8,1	-1,7	12,0	0,7	0,8	-1,7	-9,2	-8,1	-1,7	12,0
58874000	Rio Dois Rios	43,0	Não	Sim	0,7	0,8	-5,7	-4,1	-4,9	-5,7	-3,6	0,7	0,8	-4,8	-0,7	-1,3	-4,8	1,9
58829000	Rio Dois Rios	7,6	Não	Sim	0,7	0,9	2,7	-9,5	-7,6	2,7	-	0,7	0,9	3,6	-2,0	-0,8	3,6	-
58827000	Rio Dois Rios	43,0	Não	Sim	0,7	0,8	2,6	-11,0	-9,5	2,6	0,9	0,7	0,8	5,5	-1,0	-1,5	5,5	5,9
58857000	Rio Dois Rios	35,0	Não	Sim	0,6	0,7	1,1	-0,7	0,3	1,1	1,9	0,6	0,7	1,1	-0,7	0,3	1,1	1,9
58826000	Rio Dois Rios	40,1	Não	Sim	0,4	0,4	-7,1	-4,4	-5,7	-7,1	-2,9	0,4	0,4	-7,1	-4,4	-5,7	-7,1	-2,9
58825000	Rio Dois Rios	43,0	Sim	Sim	0,5	0,7	-10,0	-11,6	-9,2	-10,0	16,2	1,0	1,0	-0,3	0,2	-0,1	-0,3	0,1

Fonte: Elaboração própria

 AGEVAP AGÊNCIA DE BACIA	P4_Disponibilidade_R03 CONTRATAÇÃO DE EMPRESA ESPECIALIZADA PARA REALIZAÇÃO DO ESTUDO DAS DISPONIBILIDADES HÍDRICAS NA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO PARAÍBA DO SUL (EDH-PS)	Tipo de Documento: Relatório Técnico	 CEIVAP
		Cód. do Documento: AGVP_PARAIBA_EHID_Produto4_Disponibilidade_R03	

Tabela 3.12 – Resultados de vazão de referência (m³/s) renaturalizada e modelada (período coincidente) para a sub-bacia do Rio Dois Rios.

Estação	Sub-Bacia	Área de Drenagem (km ²)	Q95 Renaturalizada	Q95 Simulada	Q95 Assimilada	Q90 Renaturalizada	Q90 Simulada	Q90 Assimilada	Qmít Renaturalizada	Qmít Simulada	Qmít Assimilada	Renaturalizada	Q _{7,10} Assimilada	Q _{7,10} Simulada
58825000	Rio Dois Rios	235	2,6	2,3	2,6	3,0	2,7	3,0	8,4	7,6	8,4	1,5	1,7	1,5
58826000	Rio Dois Rios	170	2,0	1,9	1,9	2,3	2,2	2,2	6,0	5,6	5,6	1,6	1,5	1,5
58827000	Rio Dois Rios	556	5,3	4,7	5,2	6,0	5,4	5,9	14,7	15,1	15,5	3,6	3,6	3,8
58829000	Rio Dois Rios	950	9,0	8,2	8,9	9,8	9,1	9,8	22,9	23,6	23,8	-	-	-
58846000	Rio Dois Rios	1376	10,0	9,0	9,5	11,3	10,2	10,8	26,7	25,4	25,8	6,8	6,6	7,3
58850000	Rio Dois Rios	1817	9,6	9,3	9,8	11,3	10,6	11,1	31,2	29,9	30,3	6,6	6,7	7,4
58857000	Rio Dois Rios	347	2,3	2,3	2,3	2,6	2,6	2,6	5,7	5,8	5,8	1,8	1,8	1,8
58870000	Rio Dois Rios	1122	3,8	3,4	3,4	4,4	4,1	4,1	10,6	10,4	10,4	2,1	2,4	2,4
58874000	Rio Dois Rios	3122	13,7	13,2	13,7	15,9	15,1	15,7	43,2	40,8	41,2	9,7	9,3	9,9

Fonte: Elaboração própria

Tabela 3.13 – Resultados de vazão de referência específica ($L/s/km^2$) renaturalizada e modelada (período coincidente) para a sub-bacia do Rio Dois Rios.

Estação	Sub-Bacia	Área de Drenagem (km ²)	Q _{7,10} Simulada						Q _{7,10} Assimilada		
			Q ₉₅ Simulada	Q ₉₀ Renaturalizada	Q ₉₀ Assimilada	Q ₉₀ Simulada	Q ₉₀ Renaturalizada	Q ₉₀ Assimilada	Q _{7,10} Simulada	Q _{7,10} Renaturalizada	Q _{7,10} Assimilada
58825000	Rio Dois Rios	235	11,1	9,8	11,1	12,7	11,5	12,7	32,1	35,5	6,3
58826000	Rio Dois Rios	170	11,9	11,4	11,4	13,6	12,8	12,8	32,8	32,8	9,2
58827000	Rio Dois Rios	556	9,5	8,5	9,4	10,8	9,8	10,6	26,4	27,1	6,4
58829000	Rio Dois Rios	950	9,5	8,6	9,3	10,3	9,6	10,3	24,1	24,8	25,0
58846000	Rio Dois Rios	1376	7,3	6,5	6,9	8,2	7,4	7,8	19,4	18,5	5,0
58850000	Rio Dois Rios	1817	5,3	5,1	5,4	6,2	5,8	6,1	17,2	16,5	16,7
58857000	Rio Dois Rios	347	6,7	6,6	6,6	7,3	7,4	7,4	16,4	16,6	16,6
58870000	Rio Dois Rios	1122	3,4	3,1	3,1	3,9	3,6	3,6	9,4	9,3	9,3
58874000	Rio Dois Rios	3122	4,4	4,2	4,4	5,1	4,8	5,0	13,8	13,1	13,2

Fonte: Elaboração própria

	P4_Disponibilidade_R03 CONTRATAÇÃO DE EMPRESA ESPECIALIZADA PARA REALIZAÇÃO DO ESTUDO DAS DISPONIBILIDADES HÍDRICAS NA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO PARAÍBA DO SUL (EDH-PS)	Tipo de Documento: Relatório Técnico	
Cód. do Documento: AGVP_PARAIBA_EHID_Produ to4_Disponibilidade_R03			

3.2.3.5 Sub-bacia do Médio Vale Inferior do Rio Paraíba do Sul

A calibração da sub-bacia do Médio Vale Inferior foi feita em 10 estações fluviométricas, das quais quatro foram posteriormente usadas com o método de vazão assimilada. As estações que haviam sido pré-selecionadas em produtos anteriores e que não foram utilizadas estão apresentadas no item 3.2.4. Os resultados espaciais dos sete ajustes estatísticos obtidos estão apresentados entre a Figura 3.28 e Figura 3.34. Ainda, todos os resultados numéricos dos ajustes estatísticos, vazões de referência e vazões específicas por estação fluviométrica estão apresentados entre a Tabela 3.14 e a Tabela 3.16 juntamente com o tamanho da série de dados da estação, disponibilidade de curva-chave, e se a assimilação de dados foi utilizada no dado renaturalizado da estação. Já na Figura 3.26 é possível observar de uma maneira geral a melhora na calibração dos estimadores estatísticos com o uso da assimilação de dados.

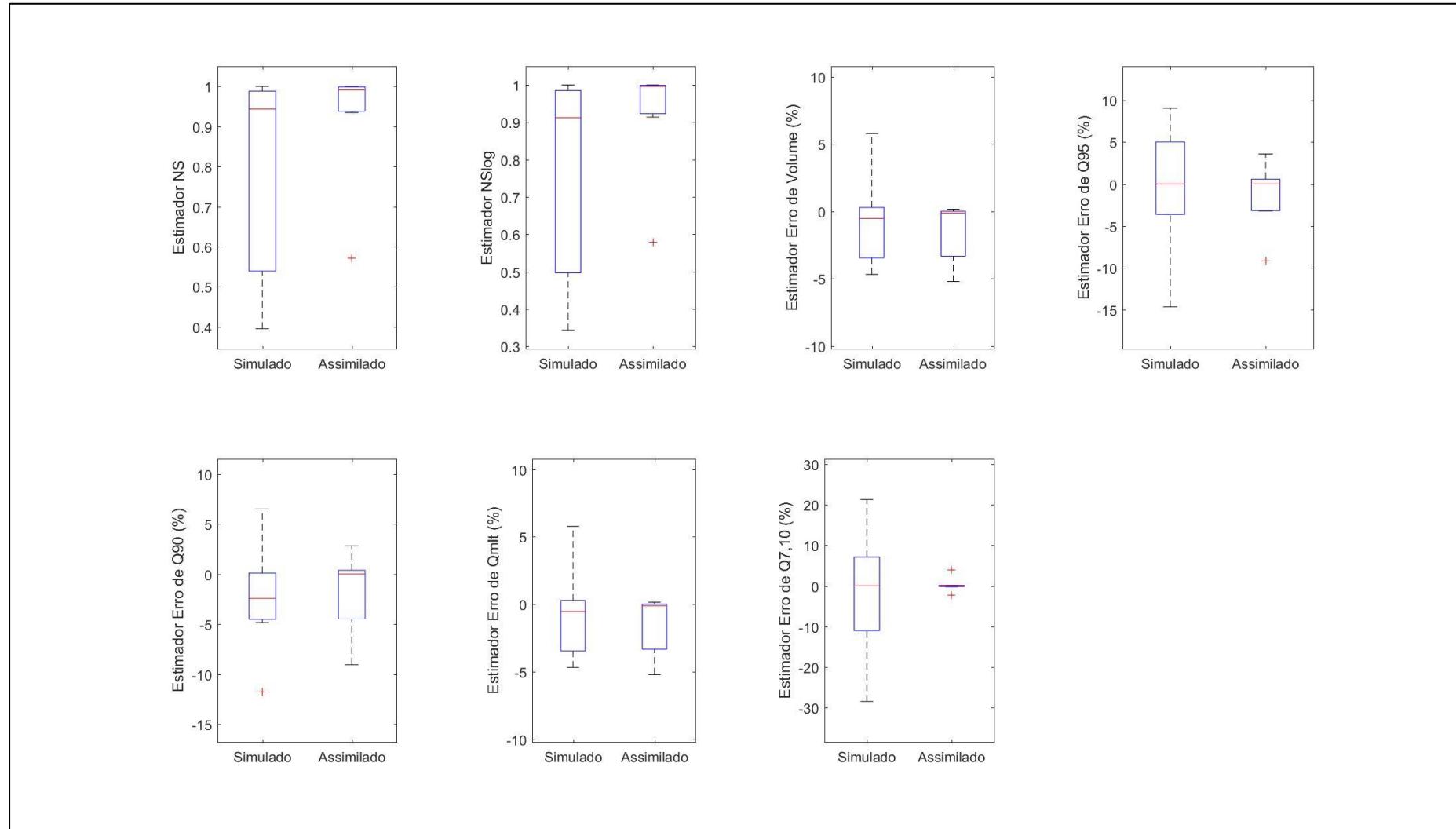


Figura 3.26 – Gráfico boxplot da melhora dos resultados de calibração utilizando a assimilação de dados – Médio Vale Inferior do Rio Paraíba do Sul

 P4_Disponibilidade_R03	CONTRATAÇÃO DE EMPRESA ESPECIALIZADA PARA REALIZAÇÃO DO ESTUDO DAS DISPONIBILIDADES HÍDRICAS NA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO PARAÍBA DO SUL (EDH-PS)	Tipo de Documento: Relatório Técnico	 Cód. do Documento: AGVP_PARAIBA_EHID_Produto4_Disponibilidade_R03

Tabela 3.14 – Resultados da calibração do Modelo MGB para a sub-bacia do Médio Vale Inferior do Rio Paraíba do Sul.

Estação	Sub-Bacia	Tamanho da Série Comparada (anos)	Calibração Normal						Calibração com Assimilação									
			Curva-Chave Avaliada	Assimilação de Dados	Nash-Sutcliffe	Nash-Sutcliffe Log	Erro de Q _{7,10} (%)	Erro de Q ₉₀ (%)	Erro de Q ₉₅ (%)	Nash-Sutcliffe	Nash-Sutcliffe Log	Erro de Volume (%)	Erro de Q ₉₀ (%)	Erro de Q ₉₅ (%)	Erro de Q _{7,10} (%)	Erro de Q ₉₀ (%)	Erro de Q ₉₅ (%)	
19150	Médio Vale Inferior do Rio Paraíba	43,0	Não	Não	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
19140	Médio Vale Inferior do Rio Paraíba	43,0	Não	Não	1,0	1,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,0	1,0	0,0	3,6	2,8	0,0	3,9	
58630030	Médio Vale Inferior do Rio Paraíba	4,4	Não	Não	1,0	1,0	-4,7	-2,1	-2,6	-4,7	-	1,0	1,0	-3,3	1,8	1,1	-3,3	-
58651980	Médio Vale Inferior do Rio Paraíba	20,2	Não	Não	0,9	0,9	-3,2	4,2	0,1	-3,2	-	0,9	0,9	-3,4	-3,2	-3,9	-3,4	-
19097	Médio Vale Inferior do Rio Paraíba	26,2	Não	Não	0,9	0,9	-4,1	2,8	0,1	-4,1	8,3	0,9	0,9	-5,2	-3,2	-6,3	-5,2	-0,2
58648001	Médio Vale Inferior do Rio Paraíba	30,3	Não	Não	0,6	0,5	-0,7	-4,5	-4,9	-0,7	3,6	0,6	0,6	0,2	-9,2	-9,1	0,2	-2,4
58630002	Médio Vale Inferior do Rio Paraíba	43,0	Sim	Sim	1,0	1,0	0,0	-3,3	-2,4	0,0	-3,6	1,0	1,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
58658000	Médio Vale Inferior do Rio Paraíba	39,8	Sim	Sim	0,6	0,3	-0,5	-14,7	-11,8	-0,5	-28,4	1,0	1,0	-0,1	0,2	-0,1	-0,1	0,1
58670002	Médio Vale Inferior do Rio Paraíba	42,8	Sim	Sim	0,5	0,4	5,8	7,5	-4,4	5,8	-13,5	1,0	1,0	-0,6	0,0	0,0	-0,6	0,0
58645000	Médio Vale Inferior do Rio Paraíba	42,7	Sim	Sim	0,4	0,5	1,0	9,0	6,5	1,0	21,2	1,0	1,0	-0,1	0,1	0,1	-0,1	0,1

Fonte: Elaboração própria

	<p>P4_Disponibilidade_R03</p>	<p>Tipo de Documento: Relatório Técnico</p>
	<p>CONTRATAÇÃO DE EMPRESA ESPECIALIZADA PARA REALIZAÇÃO DO ESTUDO DAS DISPONIBILIDADES HÍDRICAS NA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO PARAÍBA DO SUL (EDH-PS)</p>	<p>Cód. do Documento: AGVP_PARAIBA_EHID_Produ to4_Disponibilidade_R03</p>

Tabela 3.15 – Resultados de vazão de referência renaturalizada (m^3/s) e modelada (período coincidente) para a sub-bacia do Médio Vale Inferior do Rio Paraíba do Sul.

Estação	Sub-Bacia	Área de Drenagem (km ²)	Q _{7,10} Simulada				Q _{7,10} Assimilada				
			Q _{7,10} Renaturalizada	Q _{7,10} Assimilada	Q _{7,10} Simulada	Q _{7,10} Assimilada	Q _{7,10} Renaturalizada	Q _{7,10} Assimilada	Q _{7,10} Simulada	Q _{7,10} Assimilada	
19097	Médio Vale Inferior do Rio Paraíba	32253	154,9	159,3	150,0	179,1	179,4	167,9	405,8	389,0	384,6
19140	Médio Vale Inferior do Rio Paraíba	30573	99,4	99,4	99,4	104,5	104,5	104,5	365,4	365,4	97,1
19150	Médio Vale Inferior do Rio Paraíba	30573	-	-	-	-	-	-	-	-	-
58630002	Médio Vale Inferior do Rio Paraíba	30573	102,9	99,5	102,9	107,4	104,8	107,4	365,4	365,5	365,4
58630030	Médio Vale Inferior do Rio Paraíba	30573	99,6	97,5	101,5	101,0	98,3	102,1	147,1	140,2	142,2
58645000	Médio Vale Inferior do Rio Paraíba	290	2,6	2,8	2,6	3,0	3,2	3,0	6,8	6,9	6,8
58648001	Médio Vale Inferior do Rio Paraíba	756	5,3	5,1	4,8	6,2	5,9	5,6	14,2	14,1	14,2
58651980	Médio Vale Inferior do Rio Paraíba	32253	176,9	184,3	171,2	196,4	196,6	188,7	433,5	419,5	419,0
58658000	Médio Vale Inferior do Rio Paraíba	285	1,4	1,2	1,4	1,7	1,5	1,7	5,4	5,4	5,4
58670002	Médio Vale Inferior do Rio Paraíba	598	1,9	2,0	1,9	2,5	2,4	2,5	7,9	8,4	7,9

Fonte: Elaboração própria

 AGEVAP AGÊNCIA DE BACIA	P4_Disponibilidade_R03 CONTRATAÇÃO DE EMPRESA ESPECIALIZADA PARA REALIZAÇÃO DO ESTUDO DAS DISPONIBILIDADES HÍDRICAS NA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO PARAÍBA DO SUL (EDH-PS)	Tipo de Documento: Relatório Técnico	 CEIVAP
		Cód. do Documento: AGVP_PARAIBA_EHID_Produto4_Disponibilidade_R03	

Tabela 3.16 – Resultados de vazão de referência específica (L/s/km²) renaturalizada e modelada (período coincidente) para a sub-bacia do Médio Vale Inferior do Rio Paraíba do Sul.

Estação	Sub-Bacia	Área de Drenagem (km ²)	Q95 Renaturalizada	Q95 Simulada	Q95 Assimilada	Q90 Renaturalizada	Q90 Simulada	Q90 Assimilada	Qmlt Renaturalizada	Qmlt Simulada	Qmlt Assimilada	Renaturalizada	Assimilada	Q _{7,10} Simulada	Q _{7,10} Assimilada
19097	Médio Vale Inferior do Rio Paraíba	32253	4,8	4,9	4,7	5,6	5,6	5,2	12,6	12,1	11,9	3,3	3,6	3,3	3,3
19140	Médio Vale Inferior do Rio Paraíba	30573	3,3	3,3	3,3	3,4	3,4	3,4	12,0	12,0	12,0	3,2	3,2	3,2	3,2
19150	Médio Vale Inferior do Rio Paraíba	30573	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
58630002	Médio Vale Inferior do Rio Paraíba	30573	3,4	3,3	3,4	3,5	3,4	3,5	12,0	12,0	12,0	3,3	3,2	3,3	3,3
58630030	Médio Vale Inferior do Rio Paraíba	30573	3,3	3,2	3,3	3,3	3,2	3,3	4,8	4,6	4,7	-	-	-	-
58645000	Médio Vale Inferior do Rio Paraíba	290	8,9	9,7	8,9	10,3	11,0	10,3	23,5	23,7	23,5	6,4	7,7	6,4	6,4
58648001	Médio Vale Inferior do Rio Paraíba	756	7,0	6,7	6,4	8,2	7,8	7,4	18,8	18,7	18,8	4,8	5,0	4,7	4,7
58651980	Médio Vale Inferior do Rio Paraíba	32253	5,5	5,7	5,3	6,1	6,1	5,9	13,4	13,0	13,0	-	-	-	-
58658000	Médio Vale Inferior do Rio Paraíba	285	5,0	4,2	5,0	6,0	5,3	6,0	19,0	18,9	19,0	3,5	2,5	3,5	3,5
58670002	Médio Vale Inferior do Rio Paraíba	598	3,1	3,4	3,1	4,2	4,0	4,2	13,2	14,0	13,2	2,3	2,0	2,3	2,3

Fonte: Elaboração própria

 AGEVAP AGÊNCIA DE ÁGUA	P4_Disponibilidade_R03	Tipo de Documento: Relatório Técnico	 CEIVAP
	CONTRATAÇÃO DE EMPRESA ESPECIALIZADA PARA REALIZAÇÃO DO ESTUDO DAS DISPONIBILIDADES HÍDRICAS NA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO PARAÍBA DO SUL (EDH-PS)	Cód. do Documento: AGVP_PARAIBA_EHID_Produ to4_Disponibilidade_R03	

3.2.3.6 Sub-bacia do Baixo Vale do Rio Paraíba do Sul

A calibração da sub-bacia do Baixo Vale do Rio Paraíba do Sul foi feita em quatro estações fluviométricas, das quais três foram posteriormente usadas com o método de vazão assimilada. As estações que haviam sido pré-selecionadas em produtos anteriores e que não foram utilizadas estão apresentadas no item 3.2.4. Os resultados espaciais dos sete ajustes estatísticos obtidos estão apresentados entre a Figura 3.28 e Figura 3.34. Ainda, todos os resultados numéricos dos ajustes estatísticos, vazões de referência e vazões específicas por estação fluviométrica estão apresentados entre a Tabela 3.17 e a Tabela 3.19 juntamente com o tamanho da série de dados da estação, disponibilidade de curva-chave, e se a assimilação de dados foi utilizada no dado renaturalizado da estação. Já na Figura 3.27 é possível observar de uma maneira geral a melhora na calibração dos estimadores estatísticos com o uso da assimilação de dados.

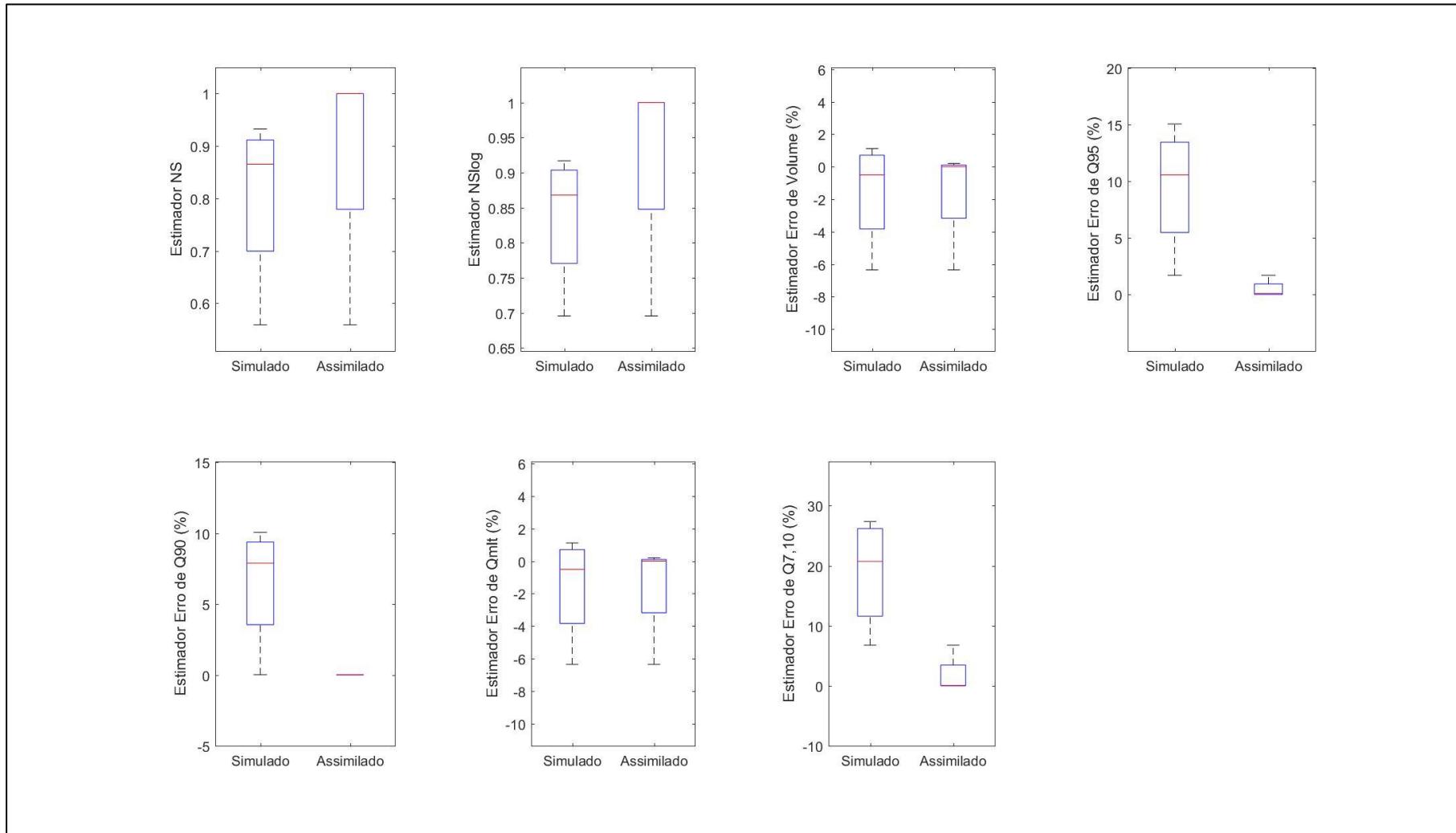


Figura 3.27 – Gráfico boxplot da melhora dos resultados de calibração utilizando a assimilação de dados – Baixo Vale do Rio Paraíba do Sul.

	P4_Disponibilidade_R03 CONTRATAÇÃO DE EMPRESA ESPECIALIZADA PARA REALIZAÇÃO DO ESTUDO DAS DISPONIBILIDADES HÍDRICAS NA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO PARAÍBA DO SUL (EDH-PS)	Tipo de Documento: Relatório Técnico	
		Cód. do Documento: AGVP_PARAIBA_EHID_Produto4_Disponibilidade_R03	

Tabela 3.17 – Resultados da calibração do Modelo MGB para a sub-bacia do Baixo Vale do Rio Paraíba do Sul.

Estação	Sub-Bacia	Tamanho da Série Comparada (anos)	Calibração Normal						Calibração com Assimilação						Q _{7,10} Assimilada
			Curva-Chave Avaliada	Assimilação de Dados	Erro de Volume (%)	Nash-Sutcliffe Log	Nash-Sutcliffe	Erro de Q90	Erro de Q95 (%)	Q90 Assimilada	Q90 Simulada	Q90 Renaturalizada	Q90 Assimilada	Q90 Simulada	Q90 Renaturalizada
59100000	Baixo Vale do Rio Paraíba do Sul	44,0	Não	Sim	0,6	0,7	-6,4	1,7	0,0	-6,4	6,8	0,6	0,7	-6,4	6,8
58795000	Baixo Vale do Rio Paraíba do Sul	42,9	Sim	Sim	0,9	0,9	1,1	9,3	8,7	1,1	16,4	1,0	1,0	0,0	0,0
58974000	Baixo Vale do Rio Paraíba do Sul	43,0	Sim	Sim	0,8	0,8	-1,3	11,9	7,1	-1,3	25,0	1,0	1,0	0,0	0,0
58880001	Baixo Vale do Rio Paraíba do Sul	41,1	Sim	Sim	0,9	0,9	0,3	15,1	10,1	0,3	27,4	1,0	1,0	0,2	0,2

Fonte: Elaboração própria

Tabela 3.18 – Resultados de vazão de referência (m³/s) renaturalizada e modelada (período coincidente) para a sub-bacia do Baixo Vale do Rio Paraíba do Sul.

Estação	Sub-Bacia	Área de Drenagem (km ²)	Q95 Renaturalizada	Q95 Simulada	Q95 Assimilada	Q90 Renaturalizada	Q90 Simulada	Q90 Assimilada	Q90 Renaturalizada	Q90 Simulada	Q90 Assimilada	Q90 Renaturalizada	Q90 Simulada	Q90 Assimilada	Q _{7,10} Simulada	Q _{7,10} Assimilada
58795000	Baixo Vale do Rio Paraíba do Sul	43140	203,8	222,7	203,8	231,8	251,9	231,8	558,6	564,8	558,6	153,1	178,3	153,1		
58880001	Baixo Vale do Rio Paraíba do Sul	46747	206,1	237,2	206,5	244,5	269,1	244,5	606,0	607,8	607,2	149,4	190,2	149,6		
58974000	Baixo Vale do Rio Paraíba do Sul	55669	233,7	261,5	233,7	279,5	299,2	279,5	713,6	704,3	713,6	164,3	205,4	164,3		
59100000	Baixo Vale do Rio Paraíba do Sul	630	2,0	2,1	2,1	2,5	2,5	2,5	9,9	9,3	9,3	1,3	1,3	1,3		

Fonte: Elaboração própria

 AGEVAP AGÊNCIA DE BACIA	P4_Disponibilidade_R03 CONTRATAÇÃO DE EMPRESA ESPECIALIZADA PARA REALIZAÇÃO DO ESTUDO DAS DISPONIBILIDADES HÍDRICAS NA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO PARAÍBA DO SUL (EDH-PS)	Tipo de Documento: Relatório Técnico	 CEIVAP
		Cód. do Documento: AGVP_PARAIBA_EHID_Produto4_Disponibilidade_R03	

Tabela 3.19 – Resultados de vazão de referência específica (L/s/km²) renaturalizada e modelada (período coincidente) para a sub-bacia do Baixo Vale do Rio Paraíba do Sul.

Estação	Sub-Bacia	Área de Drenagem (km²)	Q95 Renaturalizada		Q95 Simulada		Q90 Renaturalizada		Q90 Simulada		Q90 Assimilada		Q7,10 Renaturalizada		Q7,10 Simulada		Q7,10 Assimilada	
			Q95 Renaturalizada	Q95 Simulada	Q90 Renaturalizada	Q90 Simulada	Q90 Assimilada	Q7,10 Renaturalizada	Q7,10 Simulada	Q7,10 Assimilada	Q7,10 Renaturalizada	Q7,10 Simulada	Q7,10 Assimilada	Q7,10 Renaturalizada	Q7,10 Simulada	Q7,10 Assimilada	Q7,10 Renaturalizada	Q7,10 Simulada
58795000	Baixo Vale do Rio Paraíba do Sul	43140	4,7	5,2	4,7	5,4	5,8	5,4	12,9	13,1	12,9	13,1	12,9	3,5	4,1	3,5	4,1	3,5
58880001	Baixo Vale do Rio Paraíba do Sul	46747	4,4	5,1	4,4	5,2	5,8	5,2	13,0	13,0	13,0	13,0	13,0	3,2	4,1	3,2	4,1	3,2
58974000	Baixo Vale do Rio Paraíba do Sul	55669	4,2	4,7	4,2	5,0	5,4	5,0	12,8	12,7	12,8	12,7	12,8	3,0	3,7	3,0	3,7	3,0
59100000	Baixo Vale do Rio Paraíba do Sul	630	3,2	3,3	3,3	3,9	3,9	3,9	15,7	14,7	14,7	14,7	14,7	2,0	2,1	2,1	2,1	2,1

Fonte: Elaboração própria

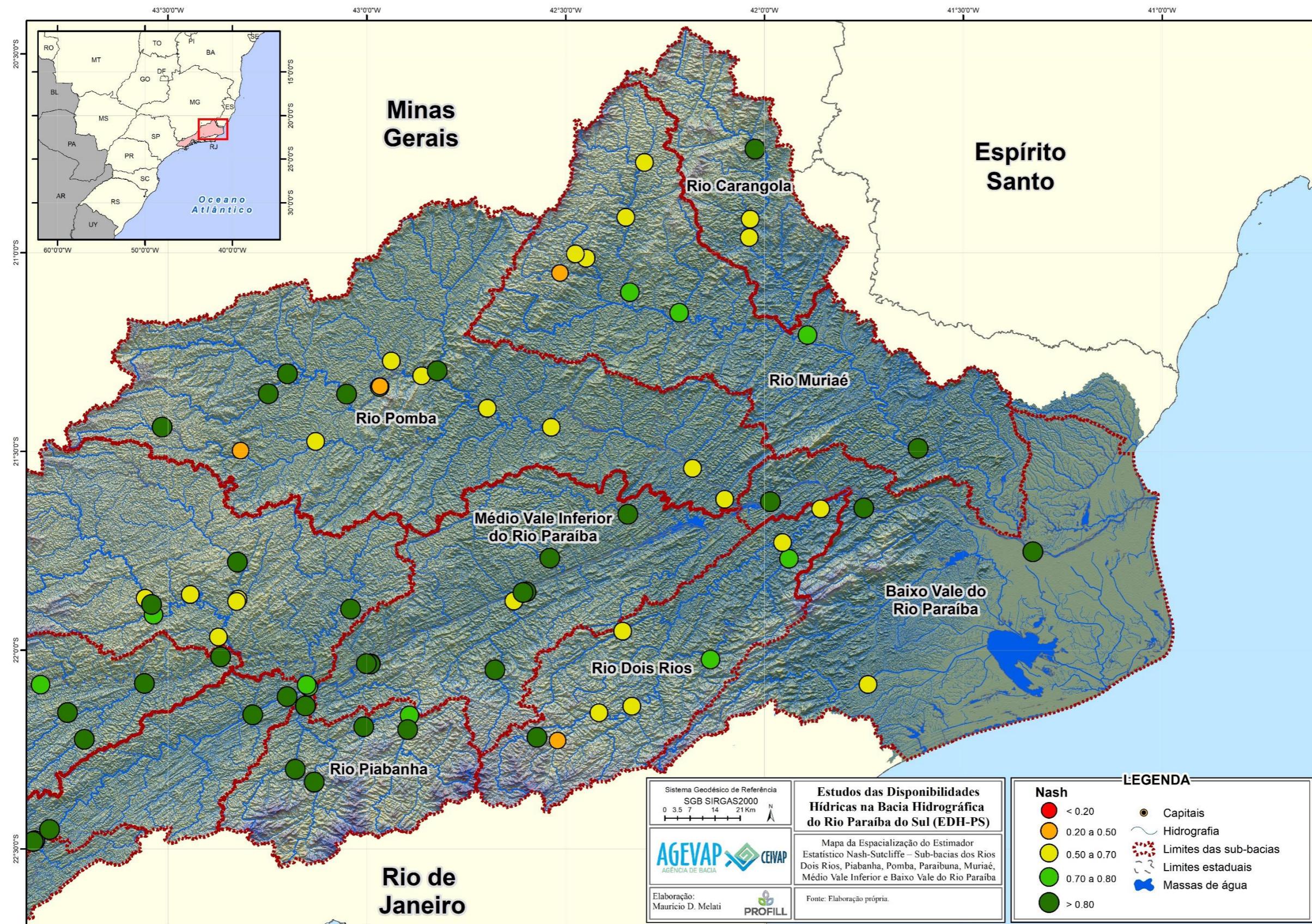


Figura 3.28 – Espacialização do estimador estatístico Nash-Sutcliffe – Sub-bacias Muriaé, Carangola, Pomba, Piabuá, Dois Rios, Médio Vale Inferior e Baixo Vale do Rio Paraíba. Fonte: Elaboração própria

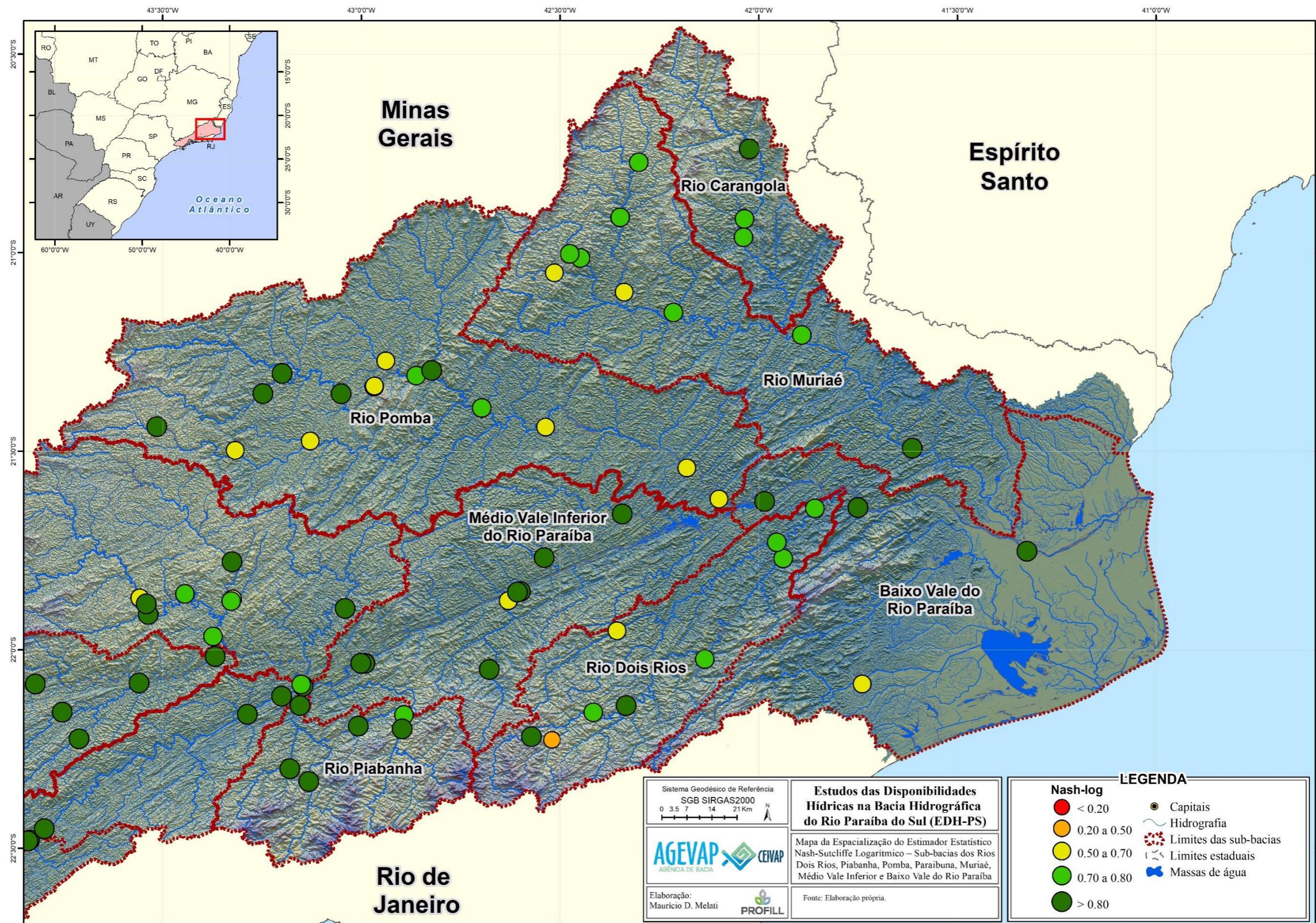


Figura 3.29 – Espacialização do estimador estatístico Nash-Sutcliffe logarítmico – Sub-bacias Muriaé, Carangola, Pomba, Piabanha, Dois Rios, Médio Vale Inferior e Baixo Vale do Rio Paraíba. Fonte: Elaboração própria

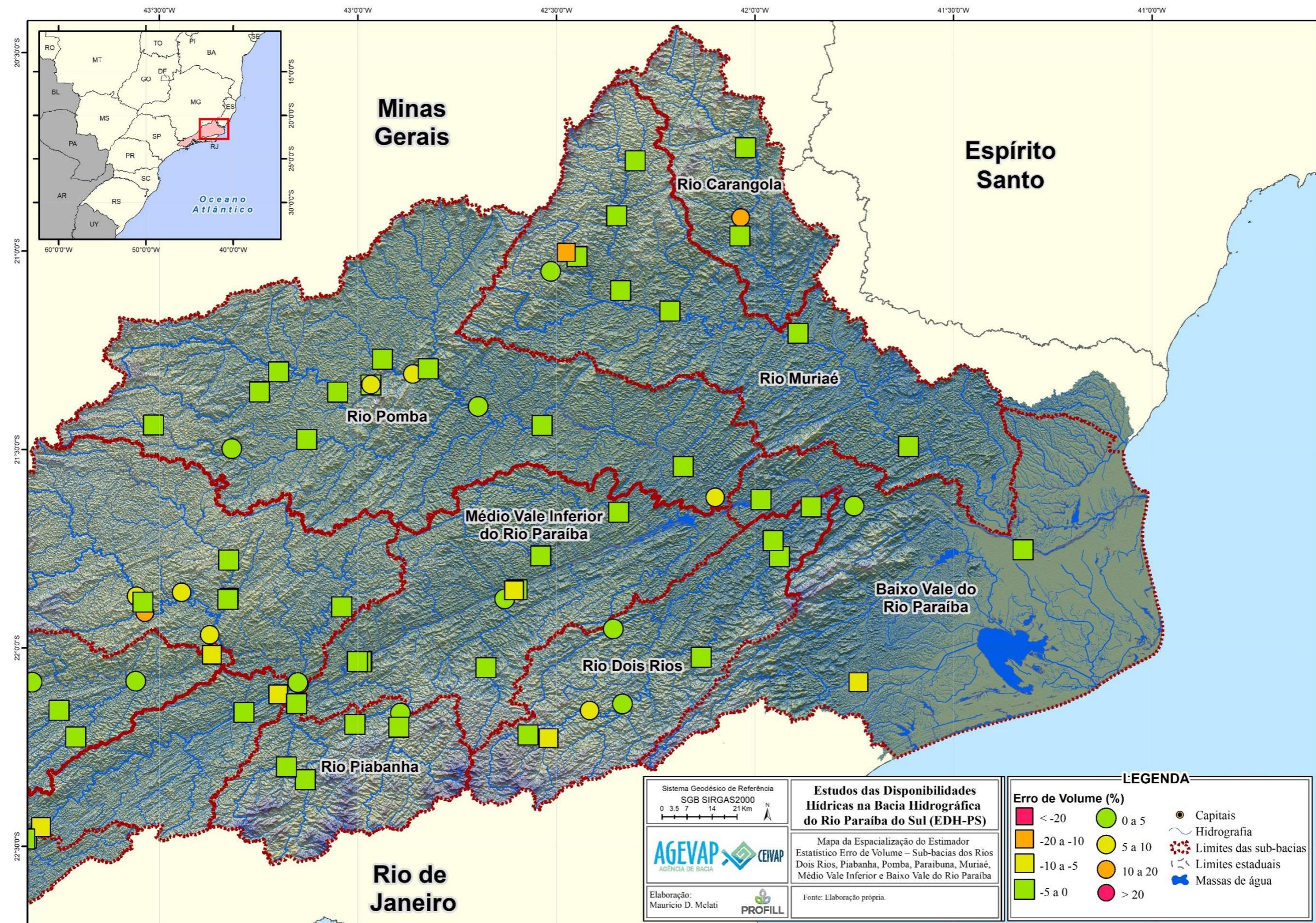


Figura 3.30 – Espacialização do estimador estatístico Erro de Volume– Sub-bacias Muriaé, Carangola, Pomba, Piabuá, Dois Rios, Médio Vale Inferior e Baixo Vale do Rio Paraíba. Fonte: Elaboração própria

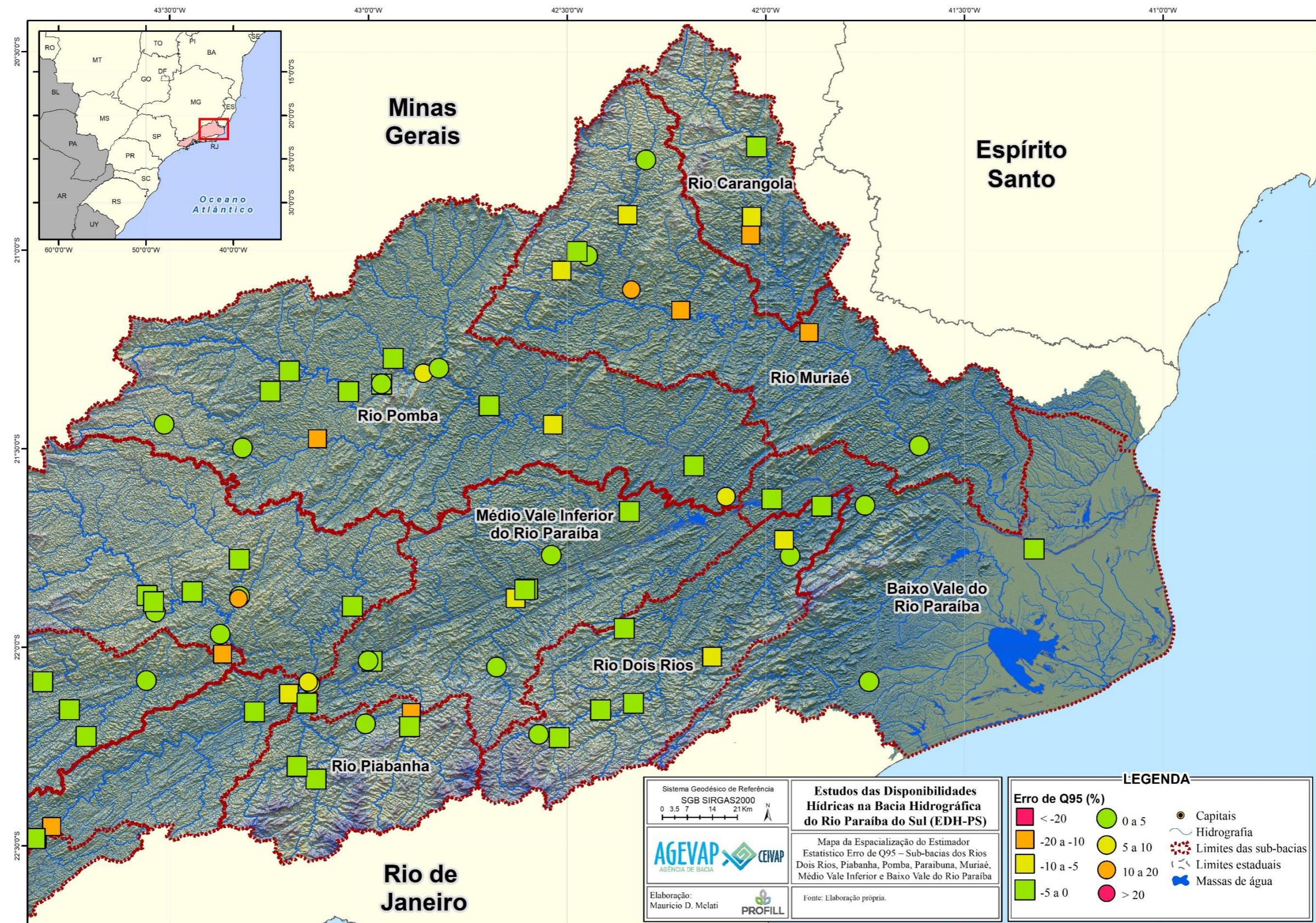


Figura 3.31 – Espacialização do estimador estatístico Erro de Q95 – Sub-bacias Muriaé, Carangola, Pomba, Piabuá, Dois Rios, Médio Vale Inferior e Baixo Vale do Rio Paraíba. Fonte: Elaboração própria

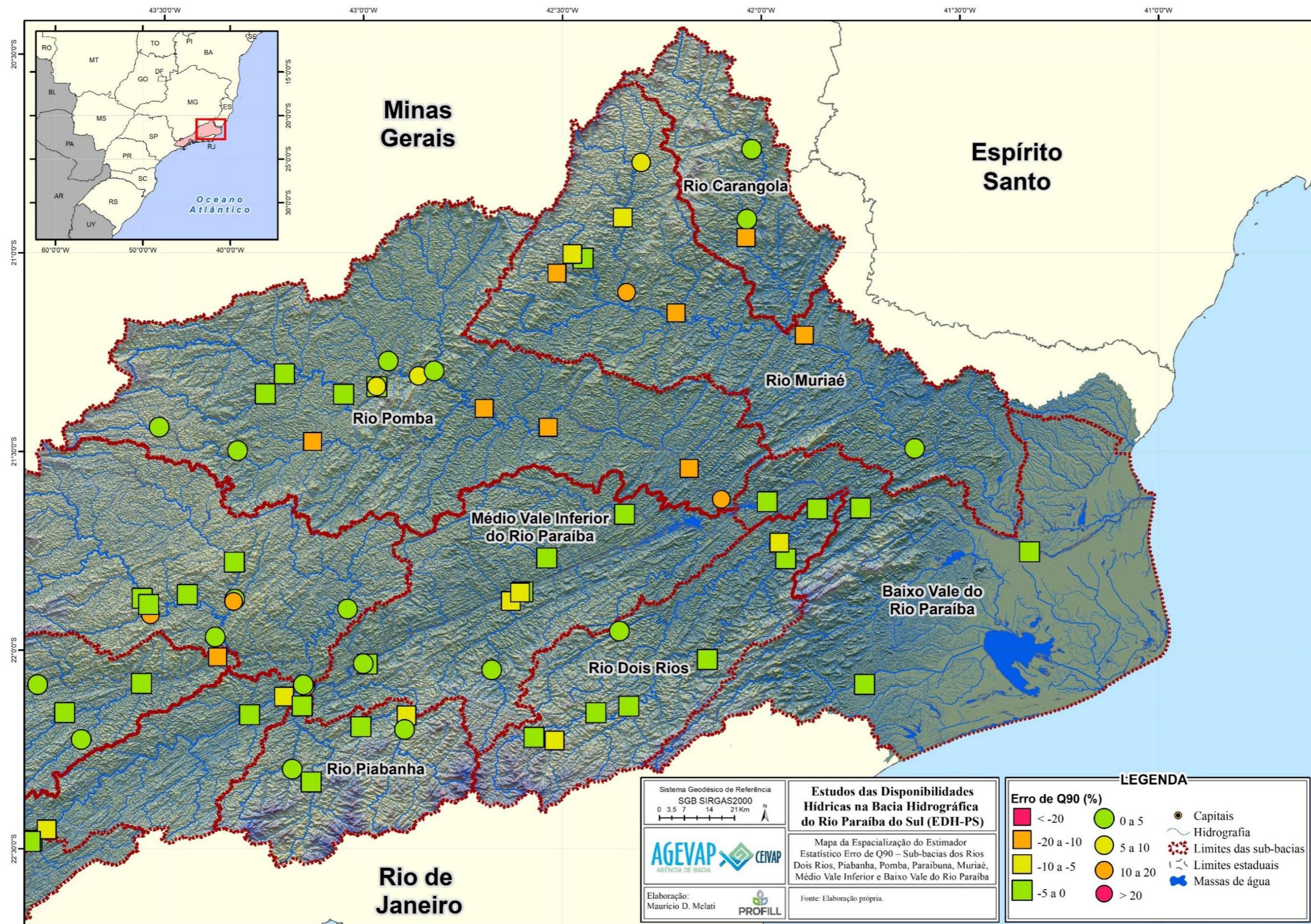


Figura 3.32 – Espacialização do estimador estatístico Erro de Q90 – Sub-bacias Muriaé, Carangola, Pomba, Piabanha, Dois Rios, Médio Vale Inferior e Baixo Vale do Rio Paraíba. Fonte: Elaboração própria

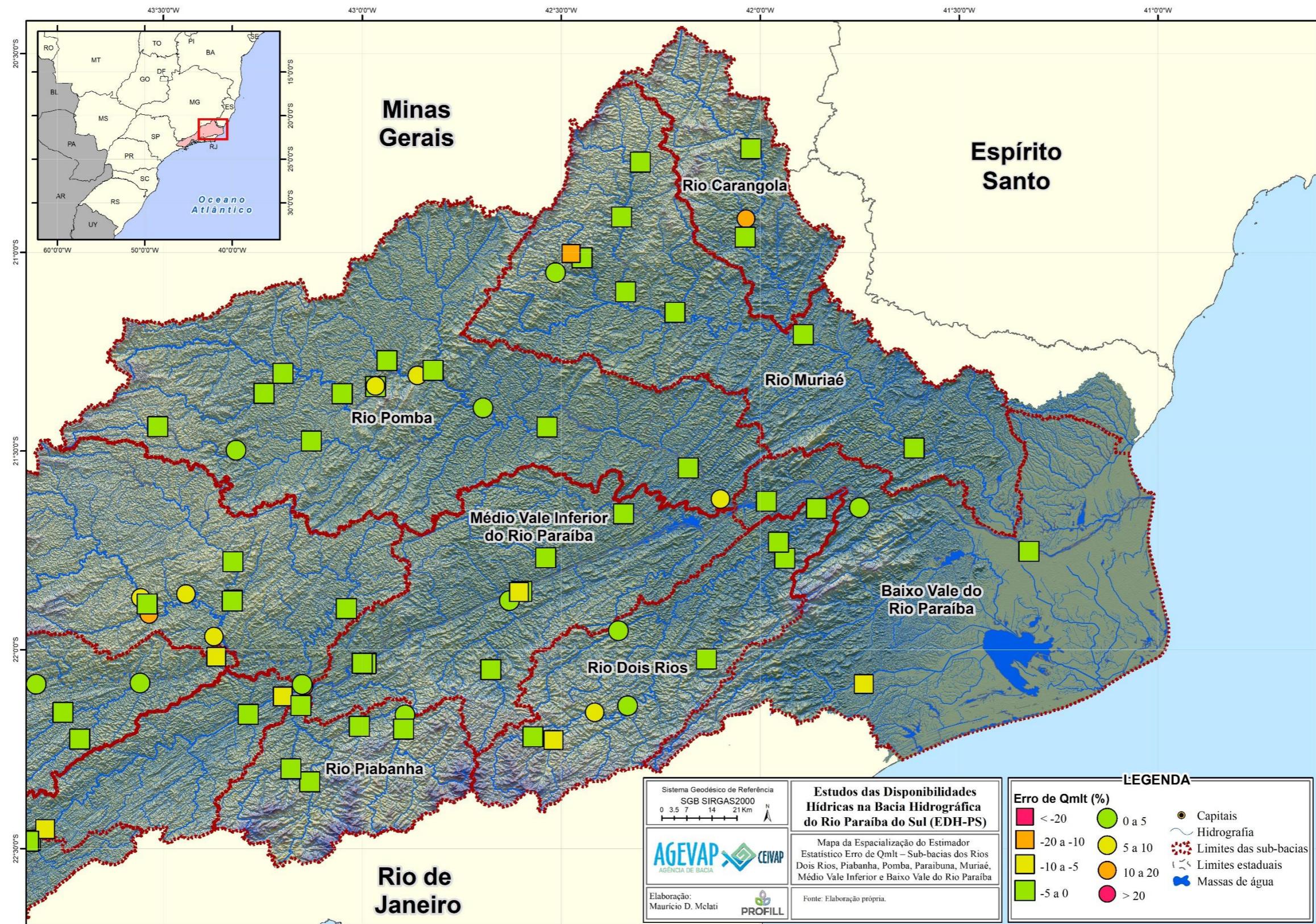


Figura 3.33 – Espacialização do estimador estatístico Erro de QmIt – Sub-bacias Muriaé, Carangola, Pomba, Piabanha, Dois Rios, Médio Vale Inferior e Baixo Vale do Rio Paraíba. Fonte: Elaboração própria

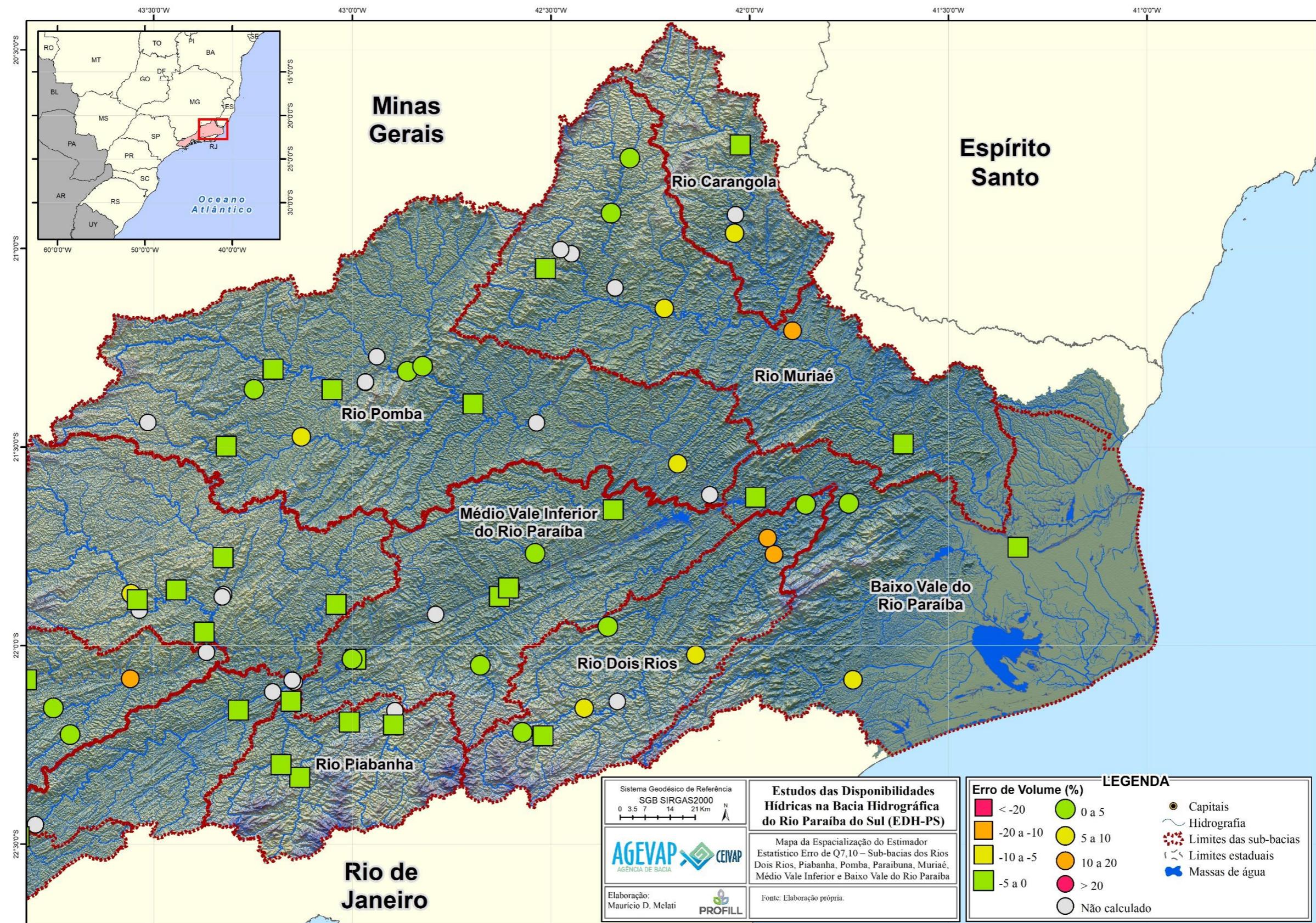


Figura 3.34 – Espacialização do estimador estatístico Erro de Q_{7,10} – Sub-bacias Muriaé, Carangola, Pomba, Piabanga, Dois Rios, Médio Vale Inferior e Baixo Vale do Rio Paraíba. Fonte: Elaboração própria

 AGEVAP AGÊNCIA DE BÁCIA	P4_Disponibilidade_R03	Tipo de Documento: Relatório Técnico
	CONTRATAÇÃO DE EMPRESA ESPECIALIZADA PARA REALIZAÇÃO DO ESTUDO DAS DISPONIBILIDADES HÍDRICAS NA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO PARAÍBA DO SUL (EDH-PS)	Cód. do Documento: AGVP_PARAIBA_EHID_Produ to4_Disponibilidade_R03

3.2.3.7 Sub-bacia do Rio Paraibuna

A calibração da sub-bacia do Rio Paraibuna foi feita em 13 estações fluviométricas, das quais duas foram posteriormente usadas com o método de vazão assimilada. As estações que haviam sido pré-selecionadas em produtos anteriores e que não foram utilizadas estão apresentadas no item 3.2.4. Os resultados espaciais dos sete ajustes estatísticos obtidos estão apresentados entre a Figura 3.39 e Figura 3.45. Ainda, todos os resultados numéricos dos ajustes estatísticos, vazões de referência e vazões específicas por estação fluviométrica estão apresentados entre a Tabela 3.20 e a Tabela 3.22 juntamente com o tamanho da série de dados da estação, disponibilidade de curva-chave, e se a assimilação de dados foi utilizada no dado renaturalizado da estação. Já na Figura 3.35 é possível observar de uma maneira geral a melhora na calibração dos estimadores estatísticos com o uso da assimilação de dados.

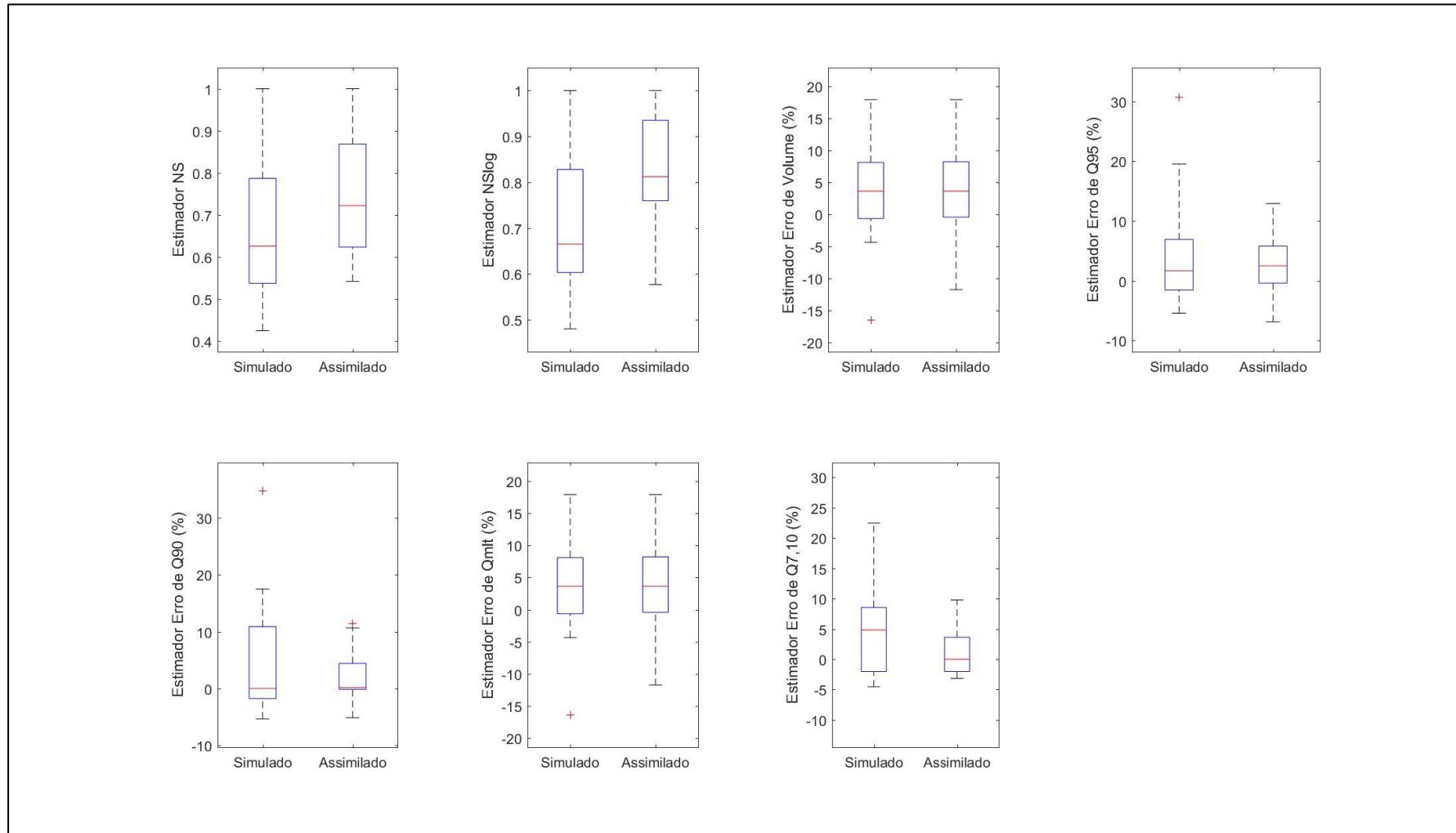


Figura 3.35 – Gráfico boxplot da melhora dos resultados de calibração utilizando a assimilação de dados – Rio Paraibuna

 P4_Disponibilidade_R03	CONTRATAÇÃO DE EMPRESA ESPECIALIZADA PARA REALIZAÇÃO DO ESTUDO DAS DISPONIBILIDADES HÍDRICAS NA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO PARAÍBA DO SUL (EDH-PS)	Tipo de Documento: Relatório Técnico	 Cód. do Documento: AGVP_PARAIBA_EHID_Produto4_Disponibilidade_R03

Tabela 3.20 – Resultados da calibração do Modelo MGB para a sub-bacia do Rio Paraibuna

Estação	Sub-Bacia	Tamanho da Série Comparada (anos)	Assimilação de Dados	Curva-Chave Avaliada	Calibração Normal						Calibração com Assimilação							
					Erro de Q95 (%)	Erro de Q90 (%)	Erro de Q95 (%)	Erro de Q90 (%)	Erro de Q95 (%)	Erro de Q90 (%)	Erro de Q95 (%)	Erro de Q90 (%)	Erro de Q95 (%)	Erro de Q90 (%)	Erro de Q95 (%)	Erro de Q90 (%)		
19095	Rio Paraibuna	15,5	Não	Não	1,0	1,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,0	1,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	
58512080	Rio Paraibuna	15,3	Não	Sim	0,8	0,9	17,9	2,6	10,7	17,9	-	0,8	0,9	17,9	2,6	10,7	17,9	-
58620000	Rio Paraibuna	36,1	Não	Não	0,8	0,8	2,9	4,5	-1,3	2,9	-	0,8	0,8	4,6	9,3	2,4	4,6	-
58612000	Rio Paraibuna	4,4	Não	Não	0,8	0,8	17,3	10,9	11,6	17,3	-	0,8	0,9	15,3	6,5	5,7	15,3	-
58480501	Rio Paraibuna	1,6	Não	Não	0,6	0,6	7,8	30,6	34,7	7,8	-	0,7	0,8	-11,7	-6,9	-5,1	-11,7	-
58520000	Rio Paraibuna	43,0	Não	Sim	0,7	0,8	8,2	1,7	0,4	8,2	4,8	0,7	0,8	8,6	2,5	1,9	8,6	-3,2
58516500	Rio Paraibuna	43,0	Não	Sim	0,7	0,8	5,9	-3,0	-3,3	5,9	-2,7	0,7	0,8	5,9	-3,0	-3,3	5,9	-2,7
58491000	Rio Paraibuna	4,8	Não	Sim	0,5	0,5	-16,5	-5,4	-3,4	-16,5	-	0,6	0,7	-11,8	4,6	4,0	-11,8	-
58517000	Rio Paraibuna	4,3	Não	Sim	0,5	0,6	-4,4	19,5	17,5	-4,4	-	0,6	0,8	-1,7	12,9	11,4	-1,7	-
58512000	Rio Paraibuna	26,3	Não	Sim	0,6	0,6	8,1	-1,5	-0,6	8,1	9,8	0,6	0,6	8,1	-1,5	-0,6	8,1	9,8
58500000	Rio Paraibuna	29,8	Não	Sim	0,5	0,6	3,6	5,6	0,2	3,6	4,8	0,5	0,6	3,6	5,6	0,2	3,6	4,8
58610000	Rio Paraibuna	42,9	Sim	Sim	0,6	0,7	-2,6	-1,8	-5,3	-2,6	22,5	1,0	1,0	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0
58480500	Rio Paraibuna	42,7	Sim	Sim	0,4	0,5	2,4	-1,1	-1,1	2,4	-4,5	1,0	1,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0

Fonte: Elaboração própria

 AGEVAP AGÊNCIA DE BACIA	P4_Disponibilidade_R03 CONTRATAÇÃO DE EMPRESA ESPECIALIZADA PARA REALIZAÇÃO DO ESTUDO DAS DISPONIBILIDADES HÍDRICAS NA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO PARAÍBA DO SUL (EDH-PS)	Tipo de Documento: Relatório Técnico	 CEIVAP
		Cód. do Documento: AGVP_PARAIBA_EHID_Produto4_Disponibilidade_R03	

Tabela 3.21 – Resultados de vazão de referência (m³/s) renaturalizada e modelada (período coincidente) para a sub-bacia do Rio Paraibuna.

Estação	Sub-Bacia	Área de Drenagem (km ²)	Q95 Renaturalizada	Q95 Simulada	Q90 Renaturalizada	Q90 Simulada	Q80 Renaturalizada	Q80 Simulada	Q70 Renaturalizada	Q70 Simulada	Q60 Renaturalizada	Q60 Simulada	Q50 Renaturalizada	Q50 Simulada	Q40 Renaturalizada	Q40 Simulada	Q30 Renaturalizada	Q30 Simulada	Q20 Renaturalizada	Q20 Simulada	Q10 Renaturalizada	Q10 Simulada	Q7,10 Assimilada	Q7,10 Simulada	Q7,10 Assimilada
19095	Rio Paraibuna	1724	10,1	10,1	10,1	13,1	13,1	13,1	31,8	31,8	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
58480500	Rio Paraibuna	972	9,0	8,9	9,0	10,3	10,2	10,3	20,8	21,3	20,8	21,3	20,8	21,3	20,8	21,3	20,8	21,3	20,8	21,3	20,8	21,3	20,8	21,3	20,8
58480501	Rio Paraibuna	972	9,8	12,8	9,1	10,1	13,6	9,6	22,2	23,9	19,6	23,9	19,6	23,9	19,6	23,9	19,6	23,9	19,6	23,9	19,6	23,9	19,6	23,9	19,6
58491000	Rio Paraibuna	1109	13,3	12,6	13,9	14,0	13,5	14,5	26,8	22,4	23,7	22,4	23,7	22,4	23,7	22,4	23,7	22,4	23,7	22,4	23,7	22,4	23,7	22,4	23,7
58500000	Rio Paraibuna	142	1,4	1,5	1,5	1,7	1,7	1,7	3,0	3,1	3,1	3,1	3,1	3,1	3,1	3,1	3,1	3,1	3,1	3,1	3,1	3,1	3,1	3,1	3,1
58512000	Rio Paraibuna	1717	16,3	16,0	16,0	18,1	18,0	18,0	37,3	40,3	40,3	40,3	40,3	40,3	40,3	40,3	40,3	40,3	40,3	40,3	40,3	40,3	40,3	40,3	40,3
58512080	Rio Paraibuna	1748	11,1	11,4	11,4	13,5	14,9	14,9	32,3	38,1	38,1	38,1	38,1	38,1	38,1	38,1	38,1	38,1	38,1	38,1	38,1	38,1	38,1	38,1	38,1
58516500	Rio Paraibuna	2238	17,5	17,0	17,0	20,1	19,4	19,4	45,8	48,4	48,4	48,4	48,4	48,4	48,4	48,4	48,4	48,4	48,4	48,4	48,4	48,4	48,4	48,4	48,4
58517000	Rio Paraibuna	1220	7,3	8,7	8,2	8,0	9,3	8,9	18,1	17,3	17,8	17,3	17,8	17,3	17,8	17,3	17,8	17,3	17,8	17,3	17,8	17,3	17,8	17,3	17,8
58520000	Rio Paraibuna	3634	29,4	29,9	30,1	33,6	33,7	34,2	70,7	76,5	76,8	76,5	76,8	76,5	76,8	76,5	76,8	76,5	76,8	76,5	76,8	76,5	76,8	76,5	76,8
58610000	Rio Paraibuna	784	4,5	4,4	4,5	5,3	5,1	5,4	13,6	13,3	13,6	13,3	13,6	13,3	13,6	13,3	13,6	13,3	13,6	13,3	13,6	13,3	13,6	13,3	13,6
58612000	Rio Paraibuna	8561	52,6	58,3	56,0	58,2	65,0	61,6	128,7	151,0	148,4	151,0	148,4	151,0	148,4	151,0	148,4	151,0	148,4	151,0	148,4	151,0	148,4	151,0	148,4
58620000	Rio Paraibuna	8548	63,9	66,8	69,9	75,8	74,9	77,7	179,4	184,5	187,6	184,5	187,6	184,5	187,6	184,5	187,6	184,5	187,6	184,5	187,6	184,5	187,6	184,5	187,6

Fonte: Elaboração própria

 P4_Disponibilidade_R03	CONTRATAÇÃO DE EMPRESA ESPECIALIZADA PARA REALIZAÇÃO DO ESTUDO DAS DISPONIBILIDADES HÍDRICAS NA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO PARAÍBA DO SUL (EDH-PS)	Tipo de Documento: Relatório Técnico	 Cód. do Documento: AGVP_PARAIBA_EHID_Produto4_Disponibilidade_R03

Tabela 3.22 – Resultados de vazão de referência específica (L/s/km²) renaturalizada e modelada (período coincidente) para a sub-bacia do Rio Paraibuna.

Estação	Sub-Bacia	Área de Drenagem (km ²)	Q95 Renaturalizada	Q95 Simulada	Q95 Assimilada	Q90 Renaturalizada	Q90 Simulada	Q90 Assimilada	Renaturalizada	Q90 Simulada	Q90 Assimilada	Renaturalizada	Q90 Assimilada	Assimilada	Q _{7,10} Simulada	Q _{7,10} Renaturalizada	Assimilada
19095	Rio Paraibuna	1724	5,9	5,9	5,9	7,6	7,6	7,6	18,5	18,5	18,5	-	-	-	-	-	-
58480500	Rio Paraibuna	972	9,2	9,1	9,2	10,6	10,5	10,6	21,4	21,9	21,4	7,5	7,2	7,5	-	-	-
58480501	Rio Paraibuna	972	10,0	13,1	9,4	10,4	14,0	9,8	22,8	24,6	20,2	-	-	-	-	-	-
58491000	Rio Paraibuna	1109	12,0	11,3	12,5	12,6	12,2	13,1	24,2	20,2	21,4	-	-	-	-	-	-
58500000	Rio Paraibuna	142	10,2	10,8	10,8	11,9	11,9	11,9	21,4	22,1	22,1	8,6	9,0	9,0	-	-	-
58512000	Rio Paraibuna	1717	9,5	9,3	9,3	10,5	10,5	10,5	21,7	23,5	23,5	6,7	7,3	7,3	-	-	-
58512080	Rio Paraibuna	1748	6,3	6,5	6,5	7,7	8,5	8,5	18,5	21,8	21,8	-	-	-	-	-	-
58516500	Rio Paraibuna	2238	7,8	7,6	7,6	9,0	8,7	8,7	20,4	21,6	21,6	5,9	5,8	5,8	-	-	-
58517000	Rio Paraibuna	1220	6,0	7,1	6,7	6,5	7,7	7,3	14,8	14,2	14,6	-	-	-	-	-	-
58520000	Rio Paraibuna	3634	8,1	8,2	8,3	9,2	9,3	9,4	19,4	21,0	21,1	6,1	6,4	6,0	-	-	-
58610000	Rio Paraibuna	784	5,7	5,6	5,7	6,8	6,5	6,8	17,4	16,9	17,4	3,4	4,1	3,4	-	-	-
58612000	Rio Paraibuna	8561	6,1	6,8	6,5	6,8	7,6	7,2	15,0	17,6	17,3	-	-	-	-	-	-
58620000	Rio Paraibuna	8548	7,5	7,8	8,2	8,9	8,8	9,1	21,0	21,6	21,9	-	-	-	-	-	-

Fonte: Elaboração própria

 AGEVAP	P4_Disponibilidade_R03 CONTRATAÇÃO DE EMPRESA ESPECIALIZADA PARA REALIZAÇÃO DO ESTUDO DAS DISPONIBILIDADES HÍDRICAS NA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO PARAÍBA DO SUL (EDH-PS)	Tipo de Documento: Relatório Técnico	 CEIVAP
Cód. do Documento: AGVP_PARAIBA_EHID_Produto4_Disponibilidade_R03			

3.2.3.8 Sub-bacia do Rio Preto

A calibração da sub-bacia do Rio Preto foi feita em nove estações fluviométricas, das quais três foram posteriormente usadas com o método de vazão assimilada. As estações que haviam sido pré-selecionadas em produtos anteriores e que não foram utilizadas estão apresentadas no item 3.2.4. Os resultados espaciais dos sete ajustes estatísticos obtidos estão apresentados entre a Figura 3.39 e Figura 3.45. Ainda, todos os resultados numéricos dos ajustes estatísticos, vazões de referência e vazões específicas por estação fluviométrica estão apresentados entre a Tabela 3.23 e a Tabela 3.25 juntamente com o tamanho da série de dados da estação, disponibilidade de curva-chave, e se a assimilação de dados foi utilizada no dado renaturalizado da estação. Já na Figura 3.36 é possível observar de uma maneira geral a melhora na calibração dos estimadores estatísticos com o uso da assimilação de dados.

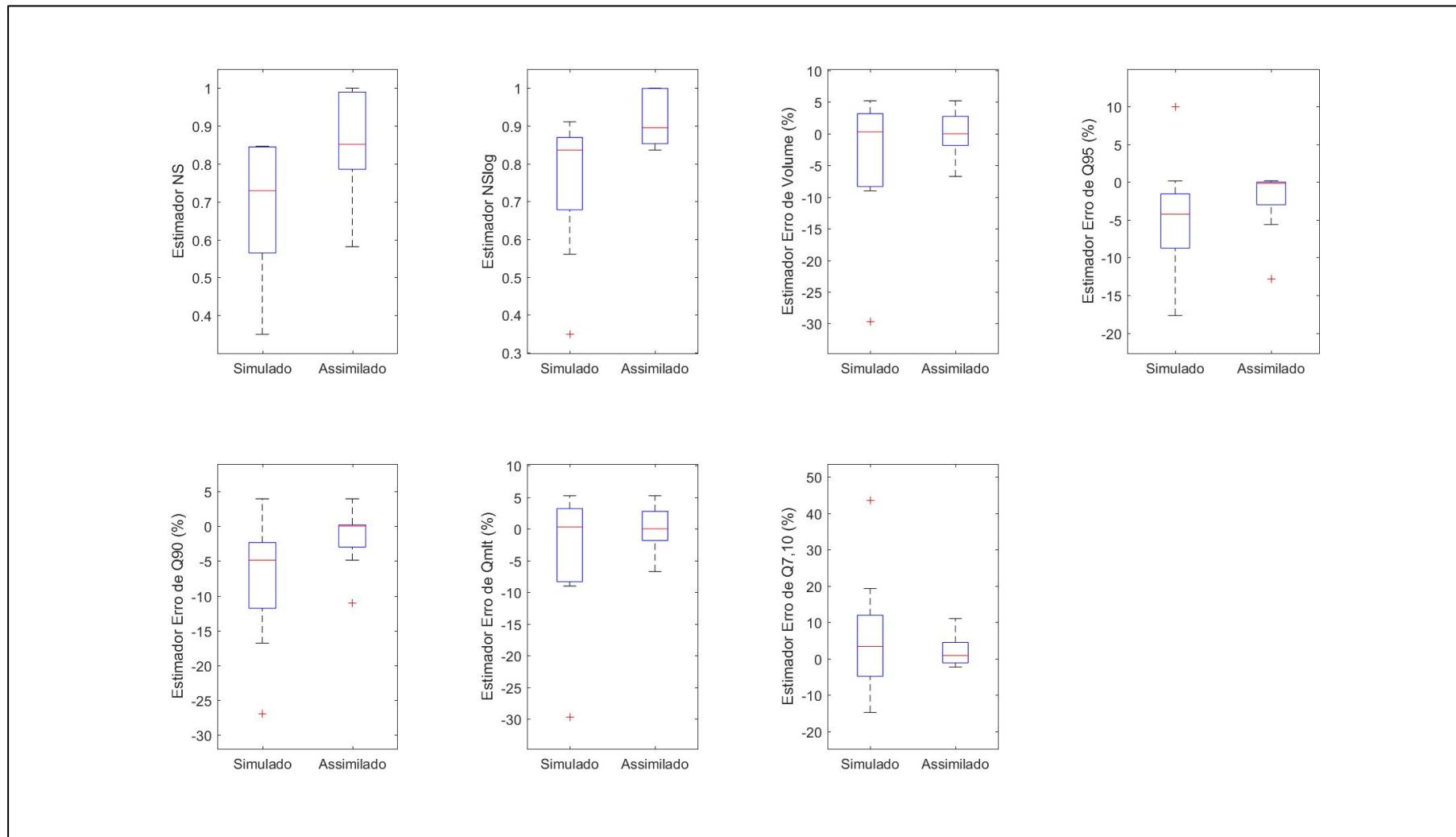


Figura 3.36 – Gráfico boxplot da melhora dos resultados de calibração utilizando a assimilação de dados – Rio Preto

 AGEVAP AGÊNCIA DE BACIA	P4_Disponibilidade_R03 CONTRATAÇÃO DE EMPRESA ESPECIALIZADA PARA REALIZAÇÃO DO ESTUDO DAS DISPONIBILIDADES HÍDRICAS NA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO PARAÍBA DO SUL (EDH-PS)	Tipo de Documento: Relatório Técnico	 CEIVAP
		Cód. do Documento: AGVP_PARAIBA_EHID_Produto4_Disponibilidade_R03	

Tabela 3.23 – Resultados da calibração do Modelo MGB para a sub-bacia do Rio Preto

Estação	Sub-Bacia	Tamanho da Série Comparada (anos)	Assimilação de Dados	Calibração Normal						Calibração com Assimilação								
				Curva-Chave Avaliada	Nash-Sutcliffe	Nash-Sutcliffe Log	Erro de Q95 (%)	Erro de Q90 (%)	Erro de Q90 (%)	Nash-Sutcliffe	Nash-Sutcliffe Log	Erro de Q _{7,10} (%)	Erro de Volume (%)	Erro de Q _{7,10} (%)	Erro de Volume (%)			
58590000	Rio Preto	4,1	Não	Não	0,8	0,8	-8,1	-17,7	-16,8	-8,1	-	0,9	0,9	-6,7	-12,8	-11,0	-6,7	-
58585000	Rio Preto	43,0	Não	Sim	0,8	0,9	0,3	-4,3	-5,3	0,3	2,4	0,9	0,9	2,2	0,2	-1,0	2,2	11,0
58530000	Rio Preto	43,0	Não	Sim	0,8	0,9	5,2	-2,1	-2,4	5,2	4,6	0,8	0,9	5,2	-2,1	-2,4	5,2	4,6
58550001	Rio Preto	43,0	Não	Sim	0,8	0,9	2,6	-3,2	-3,5	2,6	-7,4	0,8	0,9	4,6	-0,2	0,2	4,6	-2,2
58535000	Rio Preto	42,9	Não	Sim	0,7	0,8	-6,4	-5,6	-4,9	-6,4	-2,3	0,7	0,8	-6,4	-5,6	-4,9	-6,4	-2,3
58525000	Rio Preto	42,8	Não	Sim	0,6	0,8	1,8	0,1	3,9	1,8	4,3	0,6	0,8	1,8	0,1	3,9	1,8	4,3
58542000	Rio Preto	39,9	Sim	Sim	0,6	0,7	-9,0	-6,9	-10,1	-9,0	19,3	1,0	1,0	0,0	-0,1	0,1	0,0	0,0
58560000	Rio Preto	40,5	Sim	Sim	0,5	0,6	4,8	9,9	-2,3	4,8	43,5	1,0	1,0	0,0	0,0	0,2	0,0	1,5
58573000	Rio Preto	39,9	Sim	Sim	0,4	0,3	-29,7	-14,3	-27,0	-29,7	-14,8	1,0	1,0	-0,3	-0,2	0,0	-0,3	0,3

Fonte: Elaboração própria

Tabela 3.24 – Resultados de vazão de referência (m^3/s) renaturalizada e modelada (período coincidente) para a sub-bacia do Rio Preto.

Estação	Sub-Bacia	Área de Drenagem (km ²)	Q ₉₅ Renaturalizada		Q ₉₀ Renaturalizada		Q ₉₀ Simulada		Q ₉₀ Assimilada		Q _{7,10} Renaturalizada		Q _{7,10} Simulada		Q _{7,10} Assimilada	
			Renaturalizada	Assimilada	Renaturalizada	Assimilada	Renaturalizada	Assimilada	Renaturalizada	Assimilada	Renaturalizada	Assimilada	Renaturalizada	Assimilada	Renaturalizada	Assimilada
58525000	Rio Preto	88	1,4	1,4	1,4	1,5	1,6	1,6	5,0	5,1	5,1	1,1	1,1	1,1	1,1	1,1
58530000	Rio Preto	285	3,7	3,7	3,7	4,3	4,2	4,2	12,0	12,6	12,6	2,7	2,8	2,8	2,8	2,8
58535000	Rio Preto	385	5,1	4,8	4,8	5,9	5,6	5,6	17,7	16,5	16,5	3,8	3,7	3,7	3,7	3,7
58542000	Rio Preto	356	3,5	3,3	3,5	4,2	3,8	4,2	12,1	11,0	12,1	2,0	2,4	2,4	2,0	2,0
58550001	Rio Preto	1779	18,3	17,8	18,3	20,6	19,9	20,7	52,9	54,3	55,4	14,7	13,6	14,4	13,6	14,4
58560000	Rio Preto	167	0,6	0,7	0,6	0,8	0,8	0,8	2,8	2,9	2,8	0,3	0,4	0,3	0,4	0,3
58573000	Rio Preto	262	1,2	1,0	1,2	1,6	1,2	1,6	4,5	3,1	4,5	0,8	0,7	0,8	0,7	0,8
58585000	Rio Preto	3098	26,2	25,1	26,2	30,1	28,5	29,8	77,9	78,1	79,6	18,3	18,8	20,3	18,3	18,8
58590000	Rio Preto	3387	33,0	27,2	28,8	36,6	30,4	32,6	88,0	80,9	82,1	-	-	-	-	-

Fonte: Elaboração própria

Tabela 3.25 – Resultados de vazão de referência específica ($L/s/km^2$) renaturalizada e modelada (período coincidente) para a sub-bacia do Rio Preto.

Fonte: Elaboração própria

 AGEVAP AGÊNCIA DE ÁGUA	P4_Disponibilidade_R03	Tipo de Documento: Relatório Técnico
	CONTRATAÇÃO DE EMPRESA ESPECIALIZADA PARA REALIZAÇÃO DO ESTUDO DAS DISPONIBILIDADES HÍDRICAS NA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO PARAÍBA DO SUL (EDH-PS)	Cód. do Documento: AGVP_PARAIBA_EHID_Produ to4_Disponibilidade_R03

3.2.3.9 Sub-bacia do Rio Piraí

A calibração da sub-bacia do Rio Piraí foi feita em três estações fluviométricas, das quais nenhuma foi posteriormente usada com o método de vazão assimilada. As estações que haviam sido pré-selecionadas em produtos anteriores e que não foram utilizadas estão apresentadas no item 3.2.4. Os resultados espaciais dos sete ajustes estatísticos obtidos estão apresentados entre a Figura 3.39 e Figura 3.45. Ainda, todos os resultados numéricos dos ajustes estatísticos, vazões de referência e vazões específicas por estação fluviométrica estão apresentados entre a Tabela 3.26 e a Tabela 3.28 juntamente com o tamanho da série de dados da estação, disponibilidade de curva-chave, e se a assimilação de dados foi utilizada no dado renaturalizado da estação. Já na Figura 3.37 é possível observar de uma maneira geral a melhora na calibração dos estimadores estatísticos com o uso da assimilação de dados.

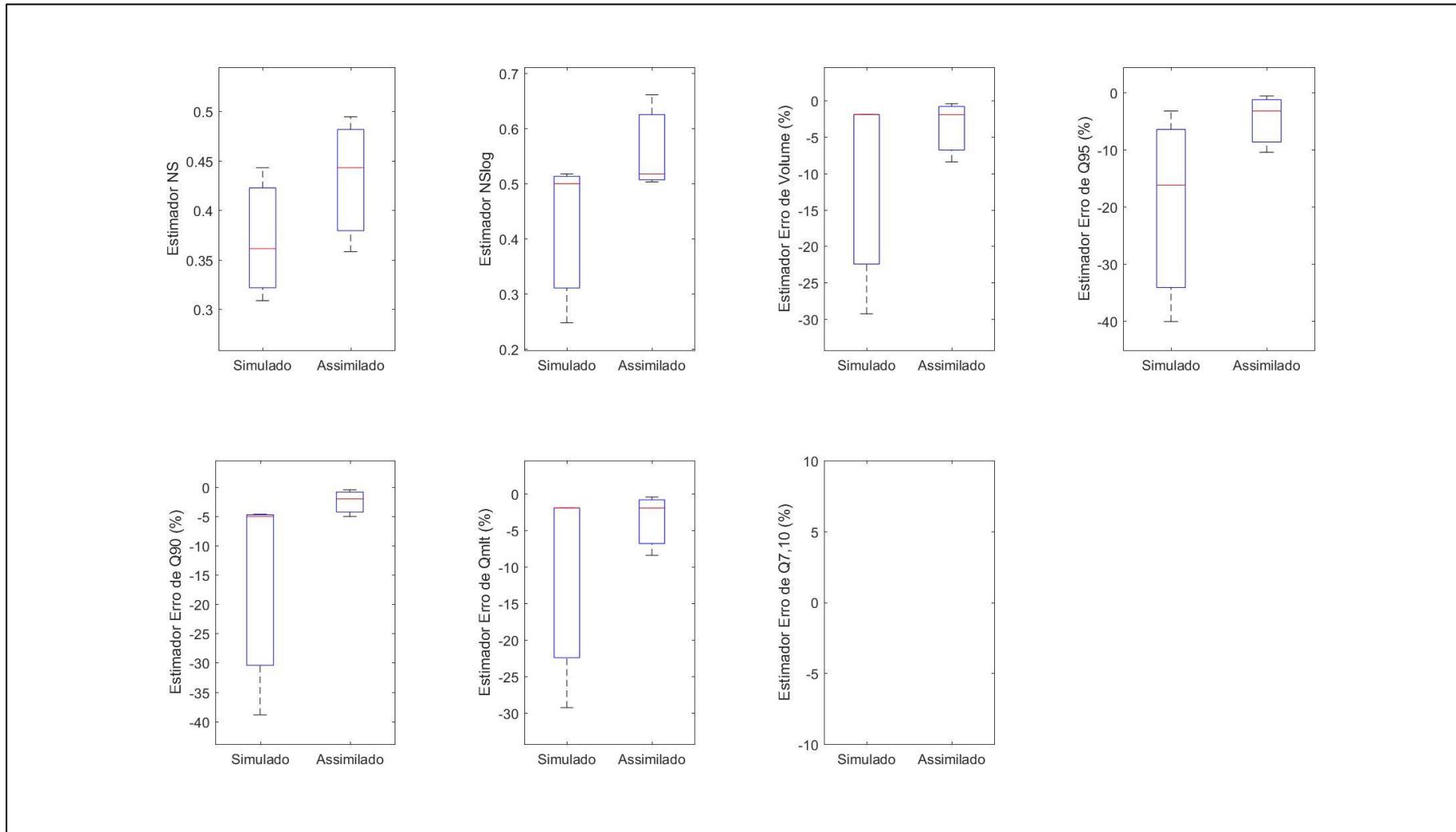


Figura 3.37 – Gráfico boxplot da melhora dos resultados de calibração utilizando a assimilação de dados – Rio Piraí

 P4_Disponibilidade_R03	CONTRATAÇÃO DE EMPRESA ESPECIALIZADA PARA REALIZAÇÃO DO ESTUDO DAS DISPONIBILIDADES HÍDRICAS NA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO PARAÍBA DO SUL (EDH-PS)	Tipo de Documento: Relatório Técnico	 Cód. do Documento: AGVP_PARAIBA_EHID_Produto4_Disponibilidade_R03

Tabela 3.26 – Resultados da calibração do Modelo MGB para a sub-bacia do Rio Piraí.

			Calibração com Assimilação																
			Calibração com Assimilação	Calibração com Assimilação	Calibração com Assimilação	Calibração com Assimilação	Calibração com Assimilação	Calibração com Assimilação	Calibração com Assimilação	Calibração com Assimilação	Calibração com Assimilação	Calibração com Assimilação							
			Erro de Q _{7,10} (%)	Q _{7,10} Simulada	Q _{7,10} Renaturalizada	Q _{7,10} Assimilada													
			Erro de Q ₉₀ (%)	Q _{7,10} Simulada	Q _{7,10} Renaturalizada	Q _{7,10} Assimilada													
			Erro de Q ₉₅ (%)	Q _{7,10} Simulada	Q _{7,10} Renaturalizada	Q _{7,10} Assimilada													
			Erro de Q ₉₉ (%)	Q _{7,10} Simulada	Q _{7,10} Renaturalizada	Q _{7,10} Assimilada													
			Erro de Q ₉₉₅ (%)	Q _{7,10} Simulada	Q _{7,10} Renaturalizada	Q _{7,10} Assimilada													
			Erro de Q ₉₉₉ (%)	Q _{7,10} Simulada	Q _{7,10} Renaturalizada	Q _{7,10} Assimilada													
			Erro de Q ₉₉₉₅ (%)	Q _{7,10} Simulada	Q _{7,10} Renaturalizada	Q _{7,10} Assimilada													
			Erro de Q ₉₉₉₉ (%)	Q _{7,10} Simulada	Q _{7,10} Renaturalizada	Q _{7,10} Assimilada													
			Erro de Q ₉₉₉₉₅ (%)	Q _{7,10} Simulada	Q _{7,10} Renaturalizada	Q _{7,10} Assimilada													
			Erro de Q ₉₉₉₉₉ (%)	Q _{7,10} Simulada	Q _{7,10} Renaturalizada	Q _{7,10} Assimilada													
58336000	Rio Piraí	3,3	Não	Não	0,3	0,2	-29,3	-40,1	-38,9	-29,3	-	0,5	0,7	-8,4	-0,6	-2,0	-8,4	-	-
58335000	Rio Piraí	20,3	Não	Não	0,4	0,5	-2,0	-3,3	-5,0	-2,0	-	0,4	0,5	-2,0	-3,3	-5,0	-2,0	-	-
19098	Rio Piraí	22,1	Não	Não	0,4	0,5	-1,9	-16,2	-4,7	-1,9	-	0,4	0,5	-0,4	-10,5	-0,5	-0,4	-	-

Fonte: Elaboração própria

Tabela 3.27 – Resultados de vazão de referência (m³/s) renaturalizada e modelada (período coincidente) para a sub-bacia do Rio Piraí.

			Curva-Chave Avaliada	Assimilação de Dados	Renaturalizada	Q95 Simulada	Q95 Assimilada	Q90 Simulada	Q90 Assimilada	Q7,10 Simulada	Q7,10 Assimilada	Q7,10 Renaturalizada	Q7,10 Assimilada						
19098	Rio Piraí	383	4,0	3,4	3,6	3,6	4,3	4,1	4,3	4,0	3,4	3,6	3,6	3,6	3,6	3,6	3,6	3,6	3,6
58335000	Rio Piraí	76	1,5	1,4	1,4	1,8	1,7	1,7	1,7	1,7	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5
58336000	Rio Piraí	123	1,8	1,1	1,8	2,1	2,1	1,3	2,0	2,0	1,8	1,8	1,8	1,8	1,8	1,8	1,8	1,8	1,8

Fonte: Elaboração própria

 AGEVAP AGÊNCIA DE BACIA	P4_Disponibilidade_R03 CONTRATAÇÃO DE EMPRESA ESPECIALIZADA PARA REALIZAÇÃO DO ESTUDO DAS DISPONIBILIDADES HÍDRICAS NA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO PARAÍBA DO SUL (EDH-PS)	Tipo de Documento: Relatório Técnico	 CEIVAP
		Cód. do Documento: AGVP_PARAIBA_EHID_Produto4_Disponibilidade_R03	

Tabela 3.28 – Resultados de vazão de referência específica (L/s/km²) renaturalizada e modelada (período coincidente) para a sub-bacia do Rio Piraí.

Estação	Sub-Bacia	Área de Drenagem (km²)	Q₉₅ Renaturalizada		Q₉₅ Simulada		Q₉₀ Renaturalizada		Q₉₀ Simulada		Q_{7,10} Assimilada	
			Q₉₅ Renaturalizada	Q₉₅ Simulada	Q₉₀ Assimilada	Q₉₀ Simulada	Q_{7,10} Renaturalizada	Q_{7,10} Simulada	Q_{7,10} Assimilada	Q_{7,10} Simulada	Q_{7,10} Assimilada	Q_{7,10} Simulada
19098	Rio Piraí	383	10,5	8,8	9,4	11,3	10,7	11,2	31,6	31,0	31,5	-
58335000	Rio Piraí	76	19,2	18,6	18,6	23,5	22,3	22,3	61,6	60,4	60,4	-
58336000	Rio Piraí	123	14,6	8,8	14,5	16,7	10,2	16,4	46,5	32,9	42,5	-

Fonte: Elaboração própria

 AGEVAP AGÊNCIA DE ÁGUA	P4_Disponibilidade_R03	Tipo de Documento: Relatório Técnico	 CEIVAP
	CONTRATAÇÃO DE EMPRESA ESPECIALIZADA PARA REALIZAÇÃO DO ESTUDO DAS DISPONIBILIDADES HÍDRICAS NA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO PARAÍBA DO SUL (EDH-PS)	Cód. do Documento: AGVP_PARAIBA_EHID_Produ to4_Disponibilidade_R03	

3.2.3.10 Sub-bacia do Médio Vale do Rio Paraíba do Sul

A calibração da sub-bacia do Médio Vale do Rio Paraíba do Sul foi feita em 17 estações fluviométricas, das quais três foram posteriormente usadas com o método de vazão assimilada. As estações que haviam sido pré-selecionadas em produtos anteriores e que não foram utilizadas estão apresentadas no item 3.2.4. Os resultados espaciais dos sete ajustes estatísticos obtidos estão apresentados entre a Figura 3.39 e Figura 3.45. Ainda, todos os resultados numéricos dos ajustes estatísticos, vazões de referência e vazões específicas por estação fluviométrica estão apresentados entre a Tabela 3.29 e a Tabela 3.31 juntamente com o tamanho da série de dados da estação, disponibilidade de curva-chave, e se a assimilação de dados foi utilizada no dado renaturalizado da estação. Já na Figura 3.38 é possível observar de uma maneira geral a melhora na calibração dos estimadores estatísticos com o uso da assimilação de dados.

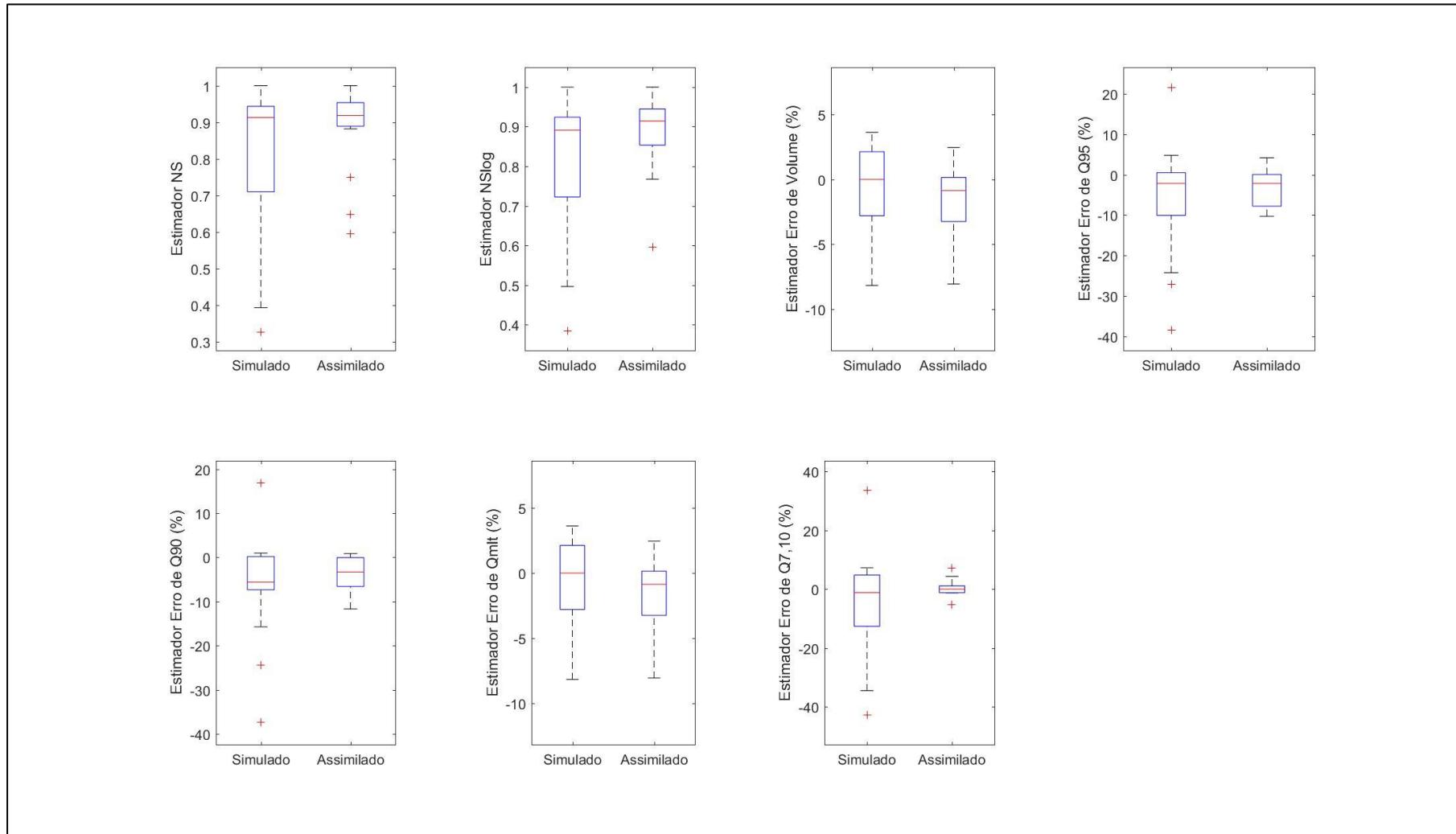


Figura 3.38 – Gráfico boxplot da melhora dos resultados de calibração utilizando a assimilação de dados – Rio Médio Vale do Rio Paraíba do Sul

 P4_Disponibilidade_R03	CONTRATAÇÃO DE EMPRESA ESPECIALIZADA PARA REALIZAÇÃO DO ESTUDO DAS DISPONIBILIDADES HÍDRICAS NA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO PARAÍBA DO SUL (EDH-PS)	Tipo de Documento: Relatório Técnico	 Cód. do Documento: AGVP_PARAIBA_EHID_Produto4_Disponibilidade_R03

Tabela 3.29 – Resultados da calibração do Modelo MGB para a sub-bacia do Médio Vale do Rio Paraíba do Sul.

Estação	Sub-Bacia	Tamanho da Série Comparada (anos)	Assimilação de Dados	Curva-Chave Avaliada	Calibração Normal					Calibração com Assimilação							
					Nash-Sutcliffe	Nash-Sutcliffe Log	Erro de Volume (%)	Erro de Q95 (%)	Erro de Q90 (%)	Erro de Q _{7,10} (%)	Nash-Sutcliffe	Nash-Sutcliffe Log	Erro de Volume (%)	Erro de Q95 (%)	Erro de Q90 (%)	Erro de Q _{7,10} (%)	
19094	Médio Vale do Rio Paraíba do Sul	43,0	Não	Não	1,0	1,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,0	1,0	0,0	0,0	0,0	0,0	
58242000	Médio Vale do Rio Paraíba do Sul	38,4	Não	Sim	1,0	0,9	-1,6	-9,9	-5,9	-1,6	-5,4	1,0	0,9	-1,6	-9,9	-5,9	-1,6
58385100	Médio Vale do Rio Paraíba do Sul	4,3	Não	Não	0,9	0,9	-4,6	-6,8	-6,6	-4,6	-	0,9	0,9	-5,7	-7,8	-7,8	-5,7
58300000	Médio Vale do Rio Paraíba do Sul	22,6	Não	Não	0,9	0,9	-0,9	-2,1	-2,9	-0,9	4,0	0,9	0,9	-0,9	-2,3	-2,6	-0,9
58315000	Médio Vale do Rio Paraíba do Sul	5,6	Não	Não	0,9	0,9	-1,5	4,8	-6,6	-1,5	-	0,9	0,9	-1,6	4,2	-6,7	-1,6
58250000	Médio Vale do Rio Paraíba do Sul	31,1	Não	Sim	0,9	0,9	0,6	-7,8	-5,6	0,6	-1,2	0,9	0,9	0,6	-7,8	-5,6	0,6
58318002	Médio Vale do Rio Paraíba do Sul	16,9	Não	Não	1,0	1,0	1,3	0,1	16,9	1,3	-	0,9	0,9	-3,4	-7,5	-2,0	-3,4
58305000	Médio Vale do Rio Paraíba do Sul	10,3	Não	Não	0,9	0,9	2,6	0,5	-2,5	2,6	-	0,9	0,9	2,3	-0,4	-3,3	2,3
58305001	Médio Vale do Rio Paraíba do Sul	30,6	Não	Sim	0,9	0,9	-3,3	-1,7	-2,4	-3,3	-2,6	0,9	0,9	-3,2	-2,1	-2,0	-3,2
58300001	Médio Vale do Rio Paraíba do Sul	17,0	Não	Não	0,9	0,8	-8,2	-10,5	-9,6	-8,2	-	0,9	0,8	-8,0	-10,3	-9,2	-8,0
58321000	Médio Vale do Rio Paraíba do Sul	17,0	Não	Não	1,0	1,0	-5,1	0,7	0,8	-5,1	-	0,9	0,9	-7,9	-10,1	-5,9	-7,9
58315100	Médio Vale do Rio Paraíba do Sul	15,4	Não	Não	0,7	0,8	2,5	0,9	1,0	2,5	-	0,7	0,8	2,5	0,1	0,9	2,5
58286000	Médio Vale do Rio Paraíba do Sul	18,8	Não	Sim	0,6	0,6	2,0	-24,3	-24,4	2,0	-	0,6	0,8	-1,7	1,2	-11,7	-1,7
58270000	Médio Vale do Rio Paraíba do Sul	39,4	Não	Sim	0,6	0,6	1,1	-2,8	-6,5	1,1	7,2	0,6	0,6	1,1	-2,8	-6,5	1,1
58380001	Médio Vale do Rio Paraíba do Sul	43,0	Sim	Sim	0,9	0,9	3,6	21,7	16,8	3,6	33,6	1,0	1,0	0,0	0,0	0,0	0,0
58287000	Médio Vale do Rio Paraíba do Sul	24,3	Sim	Sim	0,4	0,5	3,6	-27,2	-15,7	3,6	-42,8	1,0	1,0	-0,3	0,3	0,2	-0,3
58258000	Médio Vale do Rio Paraíba do Sul	39,6	Sim	Sim	0,3	0,4	-2,6	-38,5	-37,4	-2,6	-34,5	1,0	1,0	-0,7	0,1	0,0	-0,7

Fonte: Elaboração própria

 AGEVAP AGÊNCIA DE BACIA	P4_Disponibilidade_R03 CONTRATAÇÃO DE EMPRESA ESPECIALIZADA PARA REALIZAÇÃO DO ESTUDO DAS DISPONIBILIDADES HÍDRICAS NA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO PARAÍBA DO SUL (EDH-PS)	Tipo de Documento: Relatório Técnico	 CEIVAP
		Cód. do Documento: AGVP_PARAIBA_EHID_Produto4_Disponibilidade_R03	

Tabela 3.30 – Resultados de vazão de referência (m³/s) renaturalizada e modelada (período coincidente) para a sub-bacia do Médio Vale do Rio Paraíba do Sul.

Estação	Sub-Bacia	Área de Drenagem (km ²)	Q95 Renaturalizada	Q95 Simulada	Q95 Assimilada	Q90 Renaturalizada	Q90 Simulada	Q90 Assimilada	Q80 Renaturalizada	Q80 Simulada	Q80 Assimilada	Q70 Renaturalizada	Q70 Simulada	Q70 Assimilada	Q7,10 Simulada	Q7,10 Assimilada
19094	Médio Vale do Rio Paraíba do Sul	16640	58,1	58,1	58,1	75,2	75,2	75,2	138,2	138,2	138,2	53,2	53,2	53,2	53,2	53,2
58242000	Médio Vale do Rio Paraíba do Sul	13266	132,0	119,0	119,0	155,5	146,4	146,4	223,0	219,4	219,4	117,6	111,3	111,3	111,3	111,3
58250000	Médio Vale do Rio Paraíba do Sul	13958	135,8	125,2	125,2	158,0	149,1	149,1	223,0	224,4	224,4	117,7	116,3	116,3	116,3	116,3
58258000	Médio Vale do Rio Paraíba do Sul	189	1,8	1,1	1,8	2,3	1,4	2,3	6,8	6,7	6,8	1,1	0,7	1,1	0,7	1,1
58270000	Médio Vale do Rio Paraíba do Sul	409	2,7	2,6	2,6	3,2	3,0	3,0	8,3	8,3	8,3	1,8	2,0	2,0	2,0	2,0
58286000	Médio Vale do Rio Paraíba do Sul	391	1,5	1,2	1,6	2,0	1,6	1,8	5,9	6,0	5,8	-	-	-	-	-
58287000	Médio Vale do Rio Paraíba do Sul	132	1,3	1,0	1,4	1,6	1,3	1,6	5,1	5,3	5,1	1,1	0,6	1,1	0,6	1,1
58300000	Médio Vale do Rio Paraíba do Sul	15779	146,5	143,4	143,1	167,3	162,4	162,9	240,3	238,2	238,2	123,2	128,1	128,5	128,1	128,5
58300001	Médio Vale do Rio Paraíba do Sul	15770	216,0	193,2	193,8	224,3	202,8	203,5	308,2	283,0	283,4	-	-	-	-	-
58305000	Médio Vale do Rio Paraíba do Sul	16026	134,0	134,6	133,4	154,0	150,1	148,9	226,3	232,2	231,6	-	-	-	-	-
58305001	Médio Vale do Rio Paraíba do Sul	16026	155,9	153,2	152,6	183,0	178,6	179,4	269,8	260,9	261,2	138,8	135,2	137,0	135,2	137,0
58315000	Médio Vale do Rio Paraíba do Sul	16500	139,4	146,1	145,3	174,2	162,8	162,5	257,1	253,1	252,9	-	-	-	-	-
58315100	Médio Vale do Rio Paraíba do Sul	16500	143,5	144,7	143,7	163,7	165,3	165,1	244,8	250,8	250,8	-	-	-	-	-
58318002	Médio Vale do Rio Paraíba do Sul	16643	47,0	47,1	43,5	61,0	71,3	59,8	125,8	127,4	121,5	-	-	-	-	-
58321000	Médio Vale do Rio Paraíba do Sul	17740	71,3	71,8	64,1	77,3	77,9	72,7	157,7	149,6	145,2	-	-	-	-	-
58380001	Médio Vale do Rio Paraíba do Sul	19306	53,8	65,4	53,8	68,6	80,1	68,6	148,3	153,5	148,3	44,3	59,2	44,3	-	-
58385100	Médio Vale do Rio Paraíba do Sul	19450	85,7	79,9	79,1	86,3	80,6	79,6	124,7	119,0	117,6	-	-	-	-	-

Fonte: Elaboração própria

 AGEVAP AGÊNCIA DE BACIA	P4_Disponibilidade_R03 CONTRATAÇÃO DE EMPRESA ESPECIALIZADA PARA REALIZAÇÃO DO ESTUDO DAS DISPONIBILIDADES HÍDRICAS NA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO PARAÍBA DO SUL (EDH-PS)	Tipo de Documento: Relatório Técnico	 CEIVAP
		Cód. do Documento: AGVP_PARAIBA_EHID_Produto4_Disponibilidade_R03	

Tabela 3.31 – Resultados de vazão de referência específica (L/s/km²) renaturalizada e modelada (período coincidente) para a sub-bacia do Médio Vale do Rio Paraíba do Sul.

Estação	Sub-Bacia	Área de Drenagem (km ²)	Q ₉₅ Renaturalizada	Q ₉₅ Simulada	Q ₉₀ Assimilada	Q ₉₀ Renaturalizada	Q ₉₀ Simulada	Q ₉₀ Assimilada	Q _{7,10} Renaturalizada	Q _{7,10} Simulada	Q _{7,10} Assimilada
19094	Médio Vale do Rio Paraíba do Sul	16640	3,5	3,5	3,5	4,5	4,5	4,5	8,3	8,3	3,2
58242000	Médio Vale do Rio Paraíba do Sul	13266	10,0	9,0	9,0	11,7	11,0	11,0	16,8	16,5	8,9
58250000	Médio Vale do Rio Paraíba do Sul	13958	9,7	9,0	9,0	11,3	10,7	10,7	16,0	16,1	8,4
58258000	Médio Vale do Rio Paraíba do Sul	189	9,7	6,0	9,7	11,9	7,4	11,9	36,2	35,2	5,8
58270000	Médio Vale do Rio Paraíba do Sul	409	6,5	6,3	6,3	7,9	7,4	7,4	20,2	20,4	4,5
58286000	Médio Vale do Rio Paraíba do Sul	391	3,9	3,0	4,0	5,2	4,0	4,6	15,0	15,3	14,7
58287000	Médio Vale do Rio Paraíba do Sul	132	10,2	7,4	10,2	11,9	10,0	11,9	38,6	40,0	8,0
58300000	Médio Vale do Rio Paraíba do Sul	15779	9,3	9,1	9,1	10,6	10,3	10,3	15,2	15,1	15,1
58300001	Médio Vale do Rio Paraíba do Sul	15770	13,7	12,2	12,3	14,2	12,9	12,9	19,5	17,9	18,0
58305000	Médio Vale do Rio Paraíba do Sul	16026	8,4	8,4	8,3	9,6	9,4	9,3	14,1	14,5	14,4
58305001	Médio Vale do Rio Paraíba do Sul	16026	9,7	9,6	9,5	11,4	11,1	11,2	16,8	16,3	8,7
58315000	Médio Vale do Rio Paraíba do Sul	16500	8,4	8,9	8,8	10,6	9,9	9,8	15,6	15,3	-
58315100	Médio Vale do Rio Paraíba do Sul	16500	8,7	8,8	8,7	9,9	10,0	10,0	14,8	15,2	-
58318002	Médio Vale do Rio Paraíba do Sul	16643	2,8	2,8	2,6	3,7	4,3	3,6	7,6	7,7	7,3
58321000	Médio Vale do Rio Paraíba do Sul	17740	4,0	4,0	3,6	4,4	4,4	4,1	8,9	8,4	8,2
58380001	Médio Vale do Rio Paraíba do Sul	19306	2,8	3,4	2,8	3,6	4,2	3,6	7,7	8,0	7,7
58385100	Médio Vale do Rio Paraíba do Sul	19450	4,4	4,1	4,1	4,4	4,1	4,1	6,4	6,1	6,0

Fonte: Elaboração própria

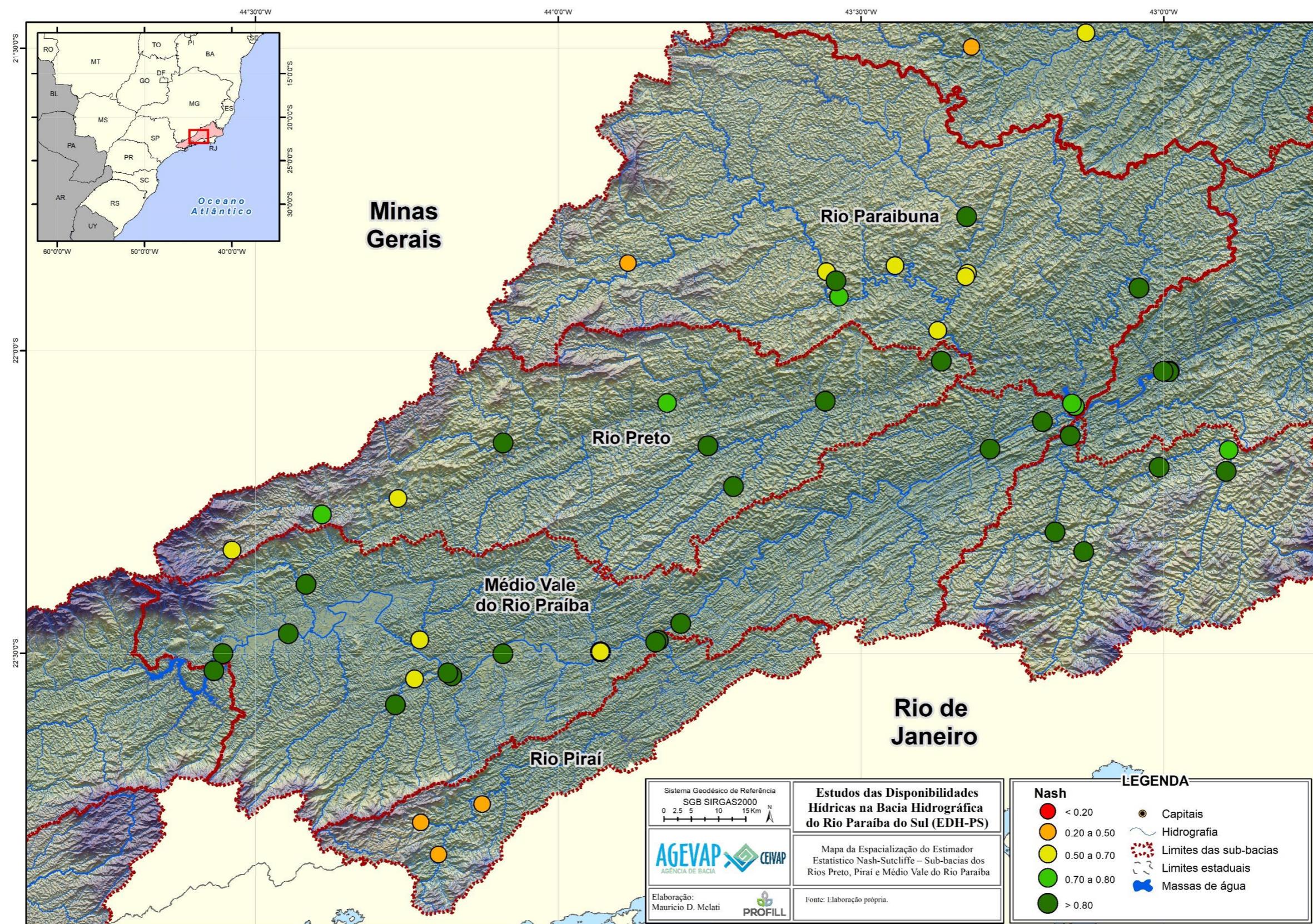


Figura 3.39 – Espacialização do estimador estatístico Nash-Sutcliffe – Rio Paraibuna, Rio Preto, Rio Piraí e Vale do Rio Paraíba. Fonte: Elaboração própria

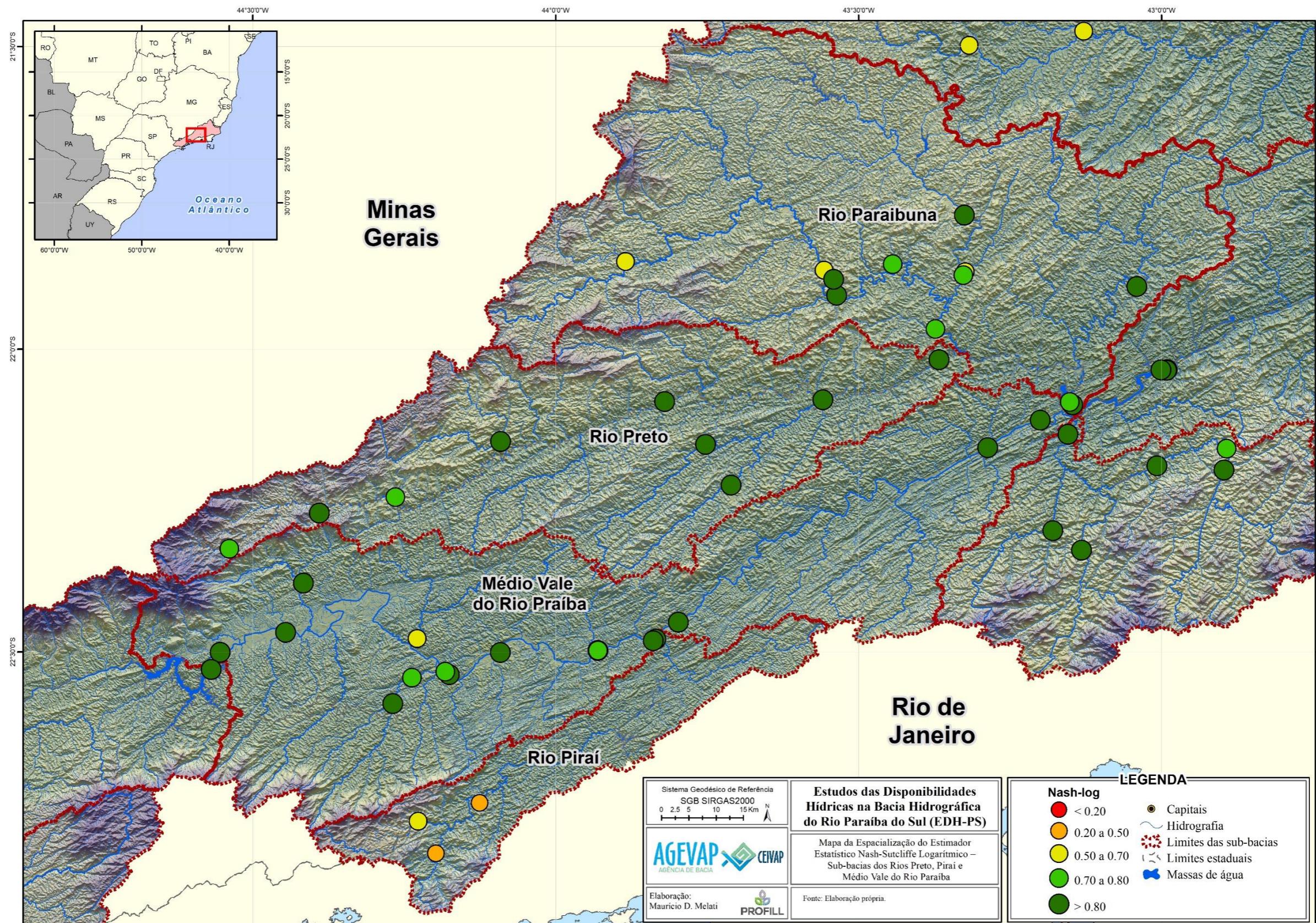


Figura 3.40 – Espacialização do estimador estatístico Nash-Sutcliffe logarítmico – Rio Paraibuna, Rio Preto, Rio Piraí e Vale do Rio Paraíba. Fonte: Elaboração própria

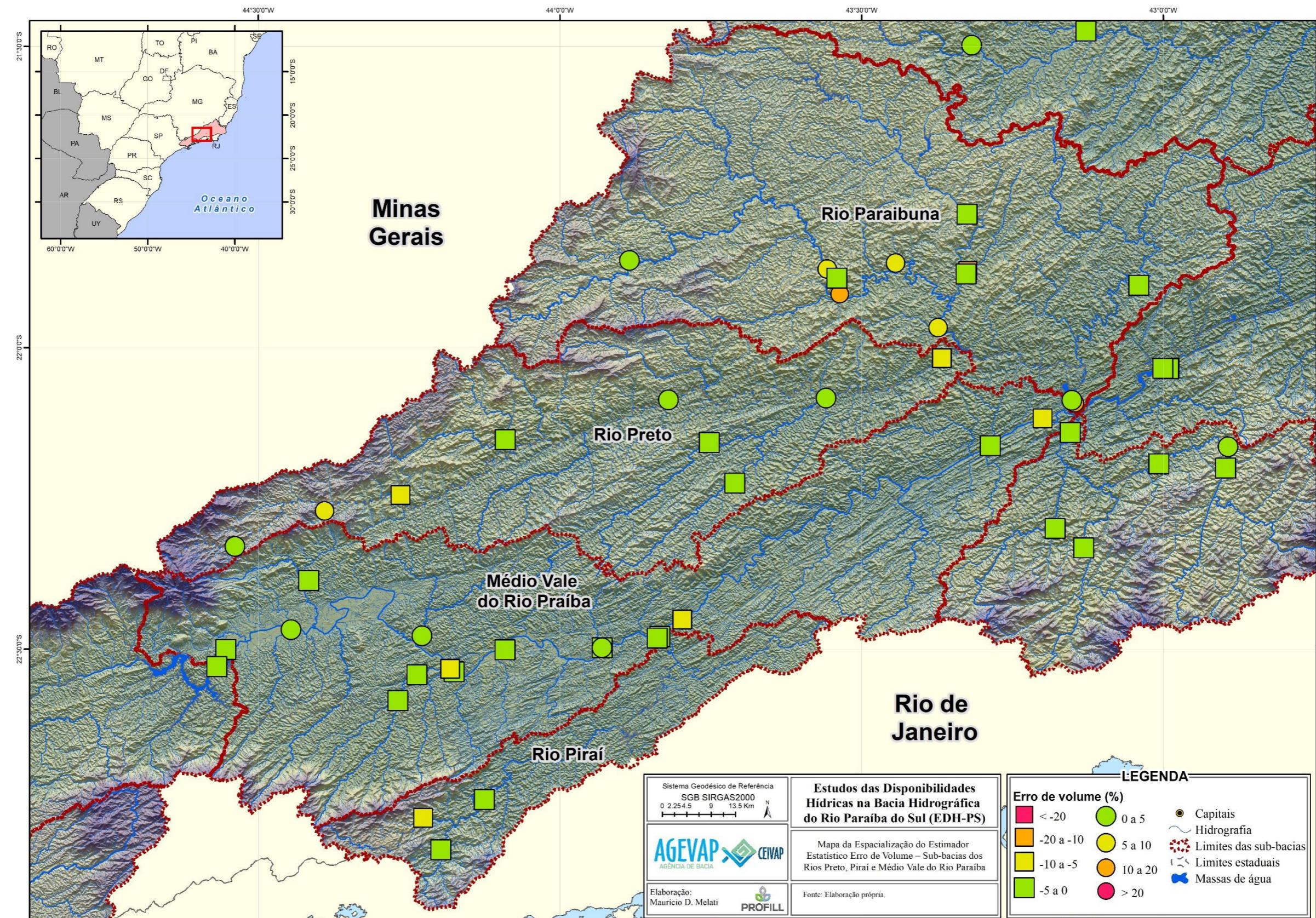


Figura 3.41 – Espacialização do estimador estatístico Erro de Volume – Rio Paraibuna, Rio Preto, Rio Pirai e Vale do Rio Paraibuna. Fonte: Elaboração própria

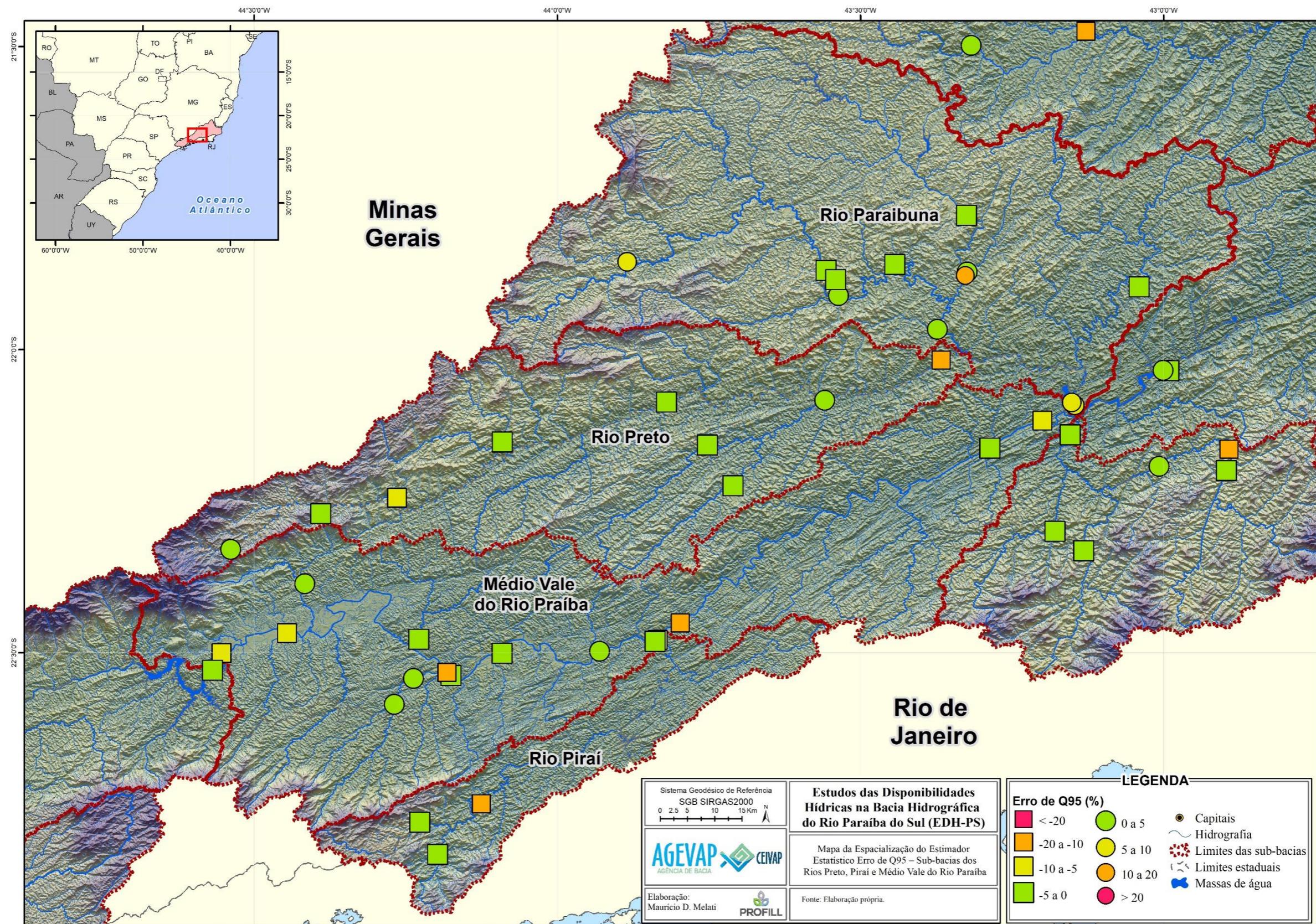


Figura 3.42 – Espacialização do estimador estatístico Erro de Q95 – Rio Paraibuna, Rio Preto, Rio Piraí e Vale do Rio Paraíba. Fonte: Elaboração própria

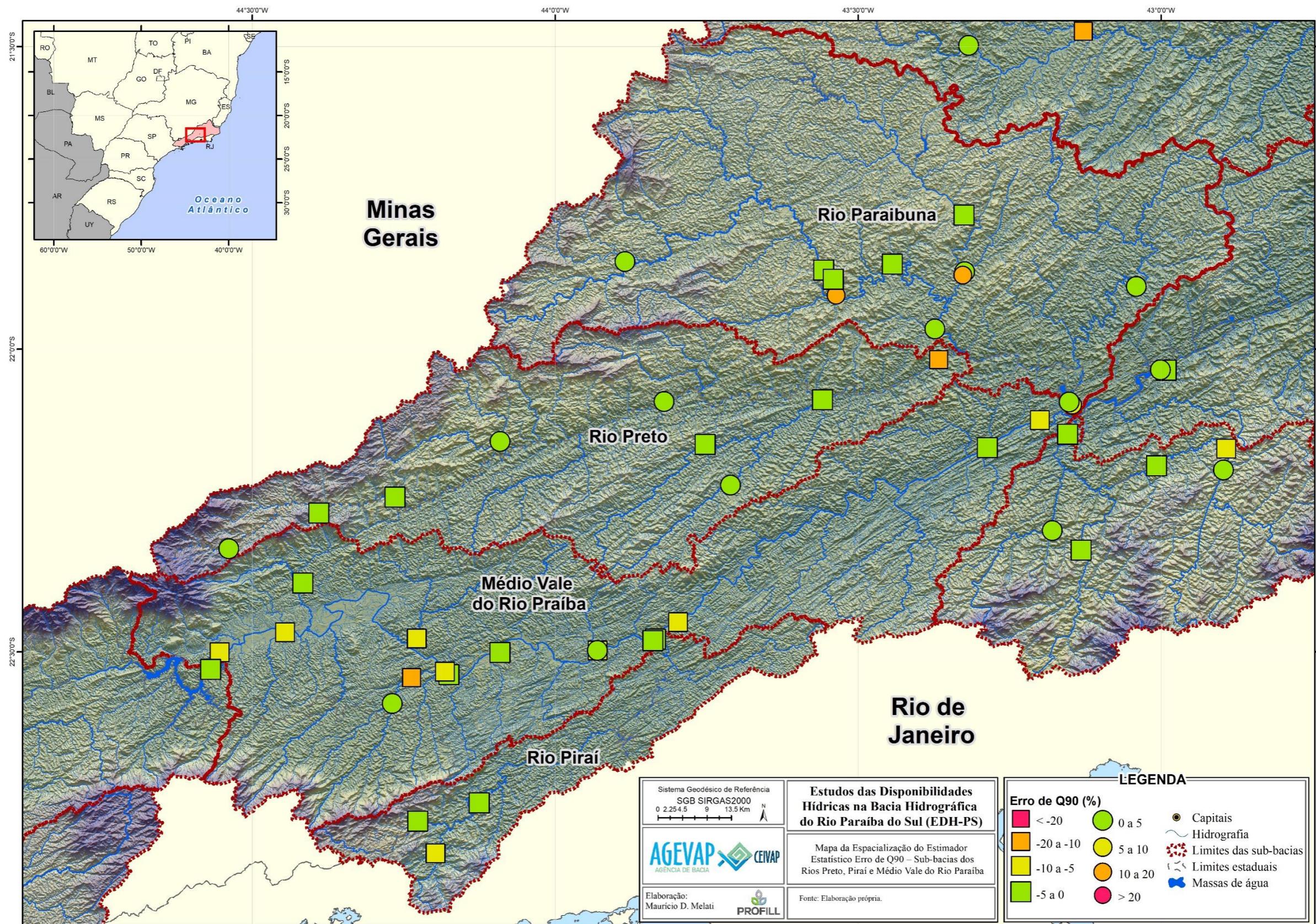


Figura 3.43 – Espacialização do estimador estatístico Erro de Q90 – Rio Paraibuna, Rio Preto, Rio Piraí e Vale do Rio Paraíba. Fonte: Elaboração própria

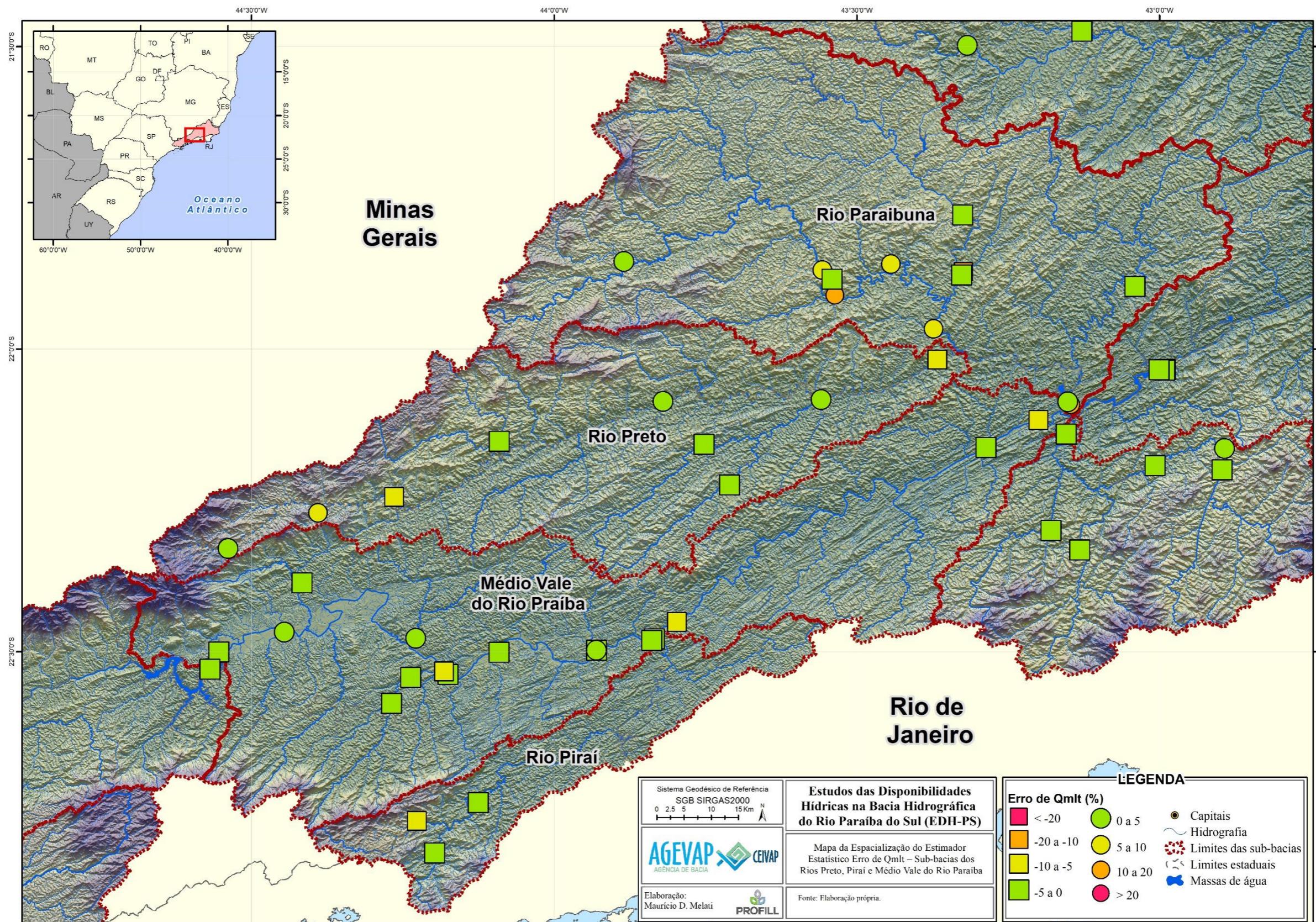


Figura 3.44 – Espacialização do estimador estatístico Erro de Qmlt – Rio Paraibuna, Rio Preto, Rio Piraí e Vale do Rio Paraíba. Fonte: Elaboração própria

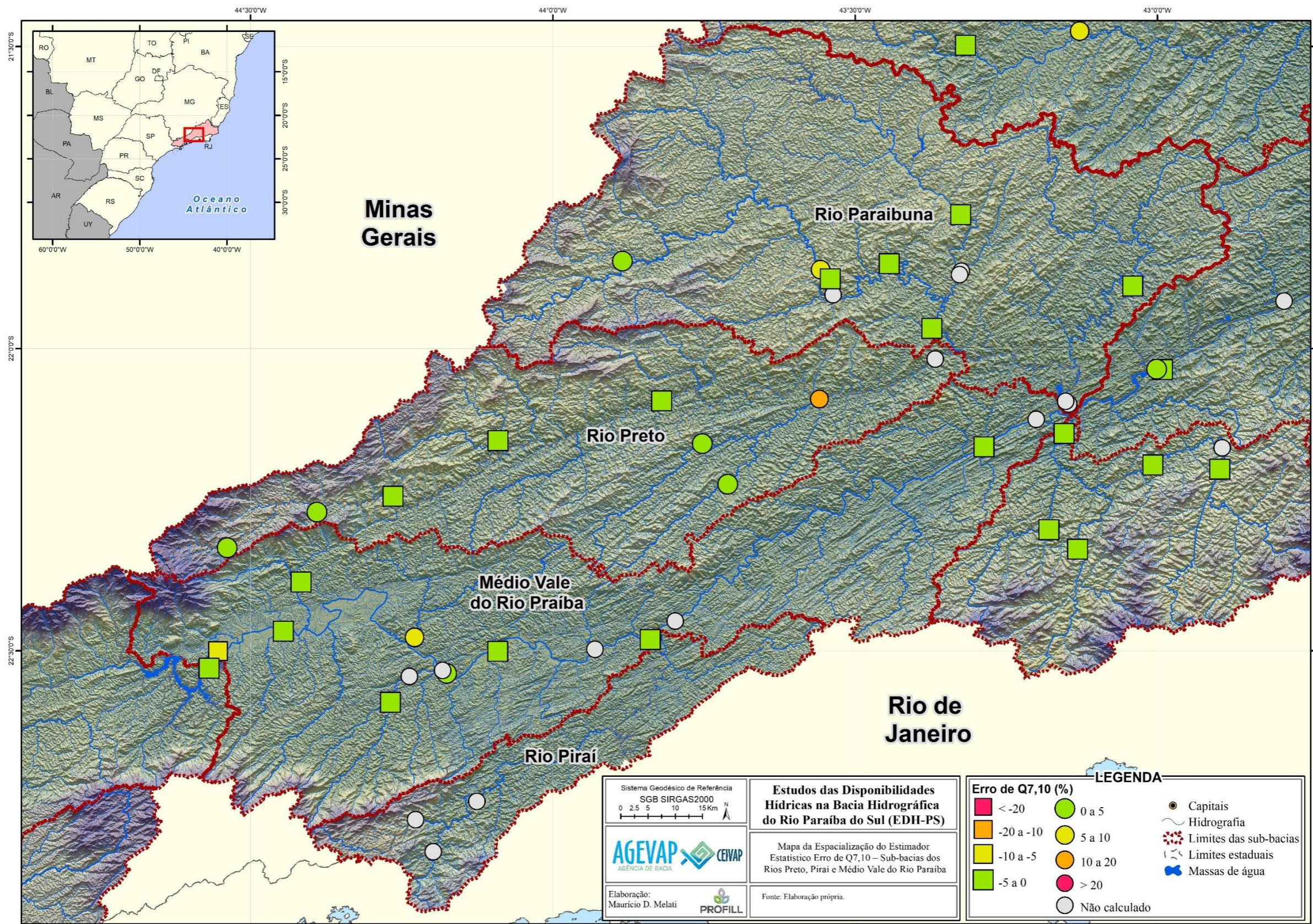


Figura 3.45 – Espacialização do estimador estatístico Erro de Q_{7,10} – Rio Paraibuna, Rio Preto, Rio Piraí e Vale do Rio Paraíba. Fonte: Elaboração própria

 AGEVAP AGÊNCIA DE BÁSICA	P4_Disponibilidade_R03	Tipo de Documento: Relatório Técnico
	CONTRATAÇÃO DE EMPRESA ESPECIALIZADA PARA REALIZAÇÃO DO ESTUDO DAS DISPONIBILIDADES HÍDRICAS NA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO PARAÍBA DO SUL (EDH-PS)	

Cód. do Documento:
 AGVP_PARAIBA_EHID_Produ
 to4_Disponibilidade_R03



3.2.3.11 Sub-bacia do Alto Vale do Rio Paraíba do Sul

A calibração da sub-bacia do Alto Vale do Rio Paraíba do Sul foi feita em quatro estações fluviométricas, das quais três foram posteriormente usadas com o método de vazão assimilada. As estações que haviam sido pré-selecionadas em produtos anteriores e que não foram utilizadas estão apresentadas no item 3.2.4. Os resultados espaciais dos sete ajustes estatísticos obtidos estão apresentados entre a Figura 3.48 e Figura 3.54. Ainda, todos os resultados numéricos dos ajustes estatísticos, vazões de referência e vazões específicas por estação fluviométrica estão apresentados entre a Tabela 3.32 e a Tabela 3.34 juntamente com o tamanho da série de dados da estação, disponibilidade de curva-chave, e se a assimilação de dados foi utilizada no dado renaturalizado da estação. Já na Figura 3.46 é possível observar de uma maneira geral a melhora na calibração dos estimadores estatísticos com o uso da assimilação de dados.

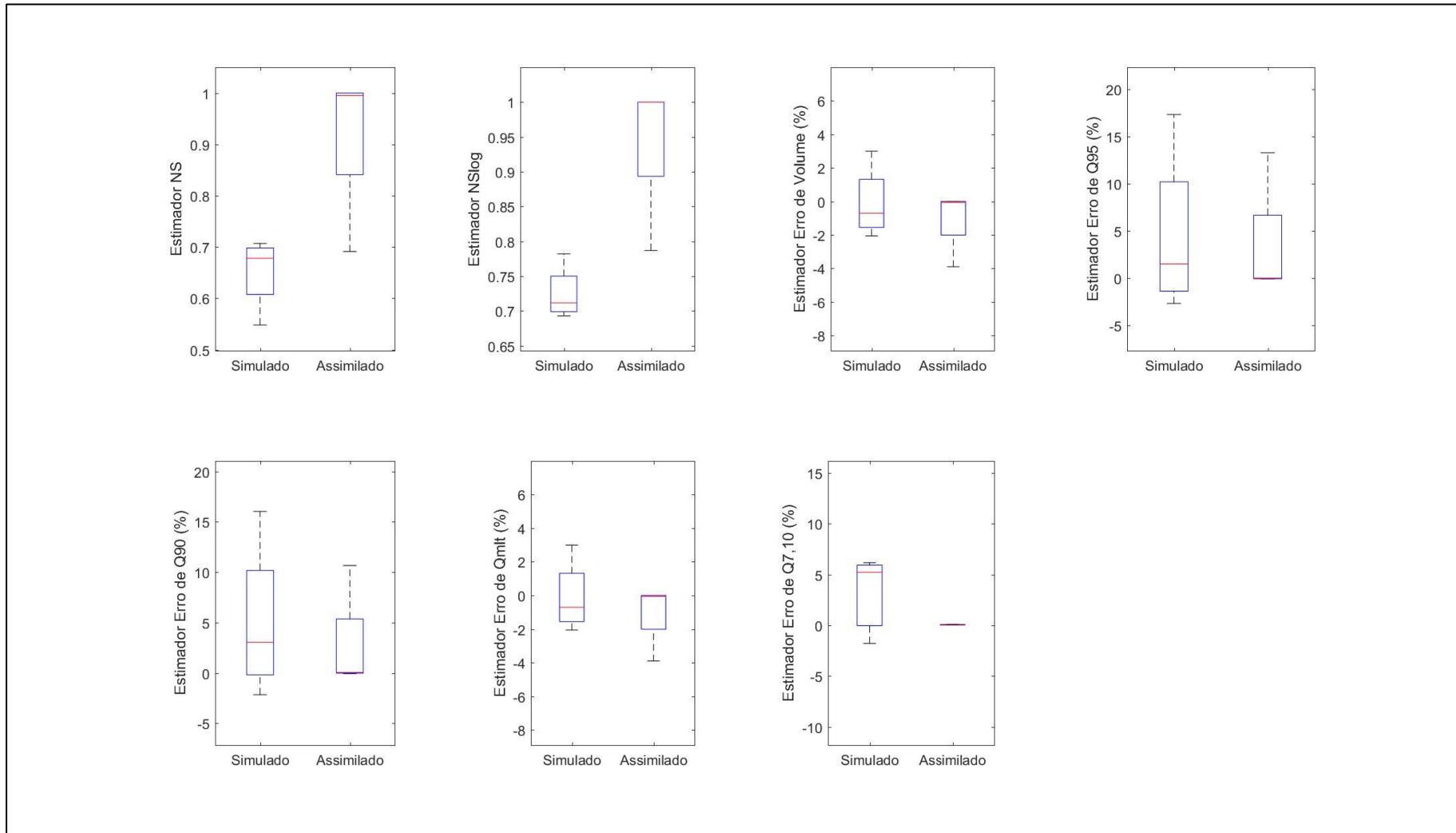


Figura 3.46 – Gráfico boxplot da melhora dos resultados de calibração utilizando a assimilação de dados – Alto Vale do Rio Paraíba do Sul

	<p>P4_Disponibilidade_R03</p> <p>CONTRATAÇÃO DE EMPRESA ESPECIALIZADA PARA REALIZAÇÃO DO ESTUDO DAS DISPONIBILIDADES HÍDRICAS NA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO PARAÍBA DO SUL (EDH-PS)</p>	<p>Tipo de Documento: Relatório Técnico</p>	<p>Cód. do Documento: AGVP_PARAIBA_EHID_Produ to4_Disponibilidade_R03</p>
---	--	---	---

Tabela 3.32 – Resultados da calibração do Modelo MGB para a sub-bacia do Alto Vale do Rio Paraíba do Sul.

Estação	Sub-Bacia	Calibração com Assimilação									
		Erro de Q _{7,10} (%)	Erro de Q ₉₀ (%)	Erro de Q ₉₅ (%)	Erro de Volume (%)	Nash-Sutcliffe	Nash-Sutcliffe Log	Nash-Sutcliffe	Erro de Q _{7,10} (%)	Erro de Q ₉₀ (%)	Calibração Normal
Assimilação de Dados		Tamanho da Série Comparada (anos)		Curva-Chave Avaliada		Nash-Sutcliffe Log		Nash-Sutcliffe		Calibração Normal	
58068000	Alto Vale do Rio Paraíba do Sul	11,4	Não	Não	0,7	0,7	-2,1	17,3	16,0	-2,1	-
58040000	Alto Vale do Rio Paraíba do Sul	33,8	Sim	Sim	0,7	0,8	-1,1	-2,7	-2,2	-1,1	6,2
58030000	Alto Vale do Rio Paraíba do Sul	42,1	Sim	Sim	0,7	0,7	3,0	3,1	4,3	3,0	-1,8
58060000	Alto Vale do Rio Paraíba do Sul	42,9	Sim	Sim	0,5	0,7	-0,4	-0,1	1,8	-0,4	5,2

Fonte: Elaboração própria

Tabela 3.33 – Resultados de vazão de referência (m^3/s) renaturalizada e modelada (período coincidente) para a sub-bacia do Alto Vale do Rio Paraíba do Sul.

Fonte: Elaboração própria

 AGEVAP	P4_Disponibilidade_R03 CONTRATAÇÃO DE EMPRESA ESPECIALIZADA PARA REALIZAÇÃO DO ESTUDO DAS DISPONIBILIDADES HÍDRICAS NA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO PARAÍBA DO SUL (EDH-PS)	Tipo de Documento: Relatório Técnico	 CEIVAP
		Cód. do Documento: AGVP_PARAIBA_EHID_Produto4_Disponibilidade_R03	

Tabela 3.34 – Resultados de vazão de referência específica (L/s/km²) renaturalizada e modelada (período coincidente) para a sub-bacia do Alto Vale do Rio Paraíba do Sul.

Estação	Sub-Bacia	Área de Drenagem (km ²)	Q95 Renaturalizada		Q90 Simulada		Q90 Assimilada		Q90 Renaturalizada		Q95 Assimilada		Q95 Renaturalizada	
			Q95 Simulada	Q90 Renaturalizada	Q90 Simulada	Q90 Assimilada	Q90 Renaturalizada	Q95 Simulada	Q95 Assimilada	Q95 Renaturalizada	Q95 Simulada	Q95 Assimilada	Q95 Renaturalizada	Q95 Simulada
58030000	Alto Vale do Rio Paraíba do Sul	796	7,3	7,5	7,2	8,2	8,6	8,3	17,0	17,5	17,0	5,5	5,4	5,5
58040000	Alto Vale do Rio Paraíba do Sul	1951	5,7	5,5	5,7	6,6	6,4	6,6	14,8	14,6	14,8	3,7	3,9	3,7
58060000	Alto Vale do Rio Paraíba do Sul	277	12,4	12,4	12,4	13,7	14,0	13,7	29,0	28,9	28,9	9,7	10,2	9,7
58068000	Alto Vale do Rio Paraíba do Sul	439	8,5	9,9	9,6	9,8	11,3	10,8	27,4	26,8	26,3	-	-	-

Fonte: Elaboração própria

 AGEVAP AGÊNCIA DE ÁGUA	P4_Disponibilidade_R03	Tipo de Documento: Relatório Técnico	 CEIVAP
	CONTRATAÇÃO DE EMPRESA ESPECIALIZADA PARA REALIZAÇÃO DO ESTUDO DAS DISPONIBILIDADES HÍDRICAS NA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO PARAÍBA DO SUL (EDH-PS)	Cód. do Documento: AGVP_PARAIBA_EHID_Produ to4_Disponibilidade_R03	

3.2.3.12 Sub-bacia do Médio Vale Superior do Rio Paraíba do Sul

A calibração da sub-bacia do Médio Vale do Rio Paraíba do Sul foi feita em 31 estações fluviométricas, das quais seis foram posteriormente usadas com o método de vazão assimilada. As estações que haviam sido pré-selecionadas em produtos anteriores e que não foram utilizadas estão apresentadas no item 3.2.4. Os resultados espaciais dos sete ajustes estatísticos obtidos estão apresentados entre a Figura 3.48 e Figura 3.54. Ainda, todos os resultados numéricos dos ajustes estatísticos, vazões de referência e vazões específicas por estação fluviométrica estão apresentados entre a Tabela 3.35 e a Tabela 3.37 juntamente com o tamanho da série de dados da estação, disponibilidade de curva-chave, e se a assimilação de dados foi utilizada no dado renaturalizado da estação. Já na Figura 3.47 é possível observar de uma maneira geral a melhora na calibração dos estimadores estatísticos com o uso da assimilação de dados.

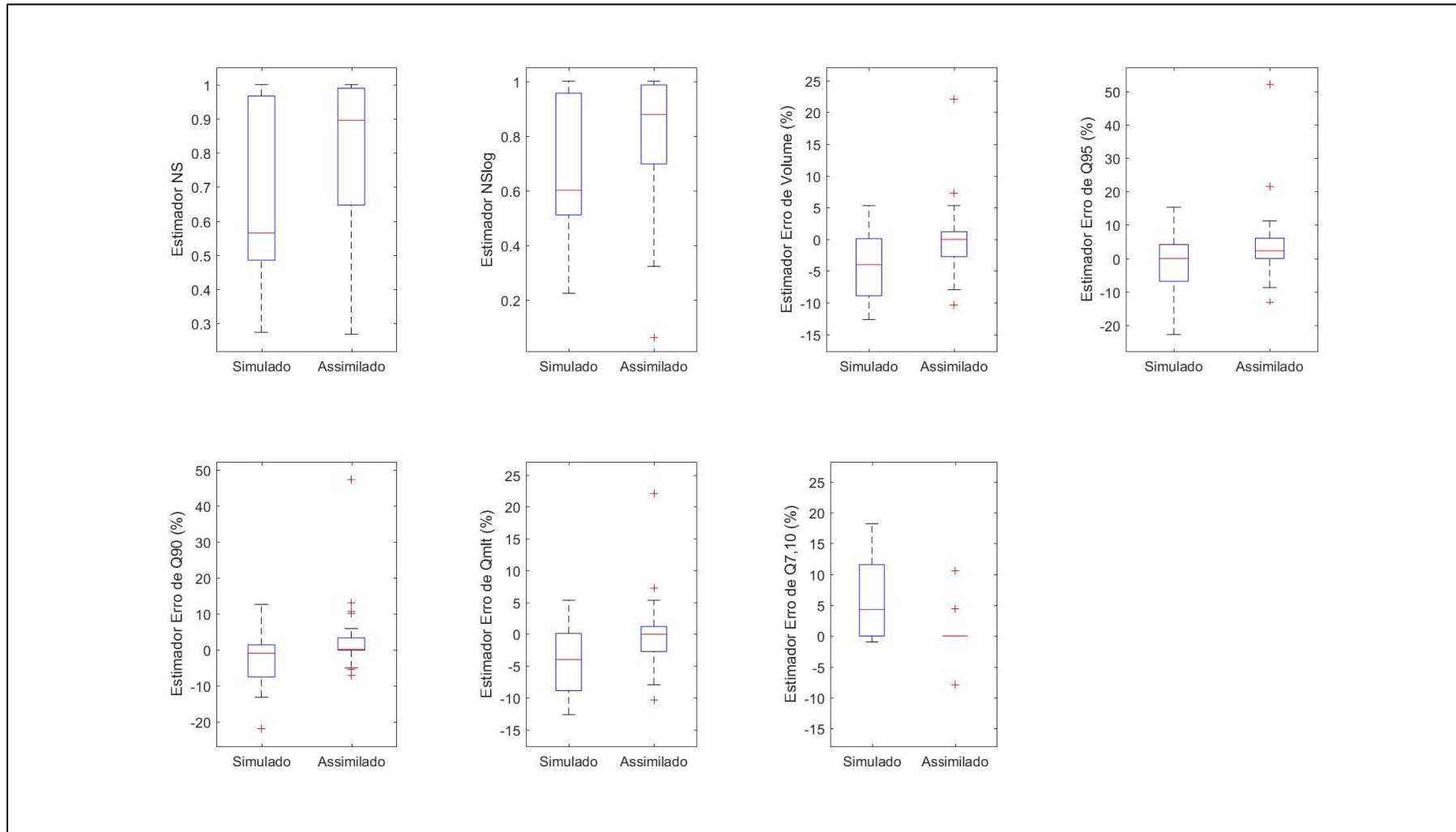


Figura 3.47 – Gráfico boxplot da melhora dos resultados de calibração utilizando a assimilação de dados – Médio Vale Superior do Rio Paraíba do Sul

 AGEVAP AGÊNCIA DE BACIA	P4_Disponibilidade_R03 CONTRATAÇÃO DE EMPRESA ESPECIALIZADA PARA REALIZAÇÃO DO ESTUDO DAS DISPONIBILIDADES HÍDRICAS NA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO PARAÍBA DO SUL (EDH-PS)	Tipo de Documento: Relatório Técnico	 CEIVAP
		Cód. do Documento: AGVP_PARAIBA_EHID_Produto4_Disponibilidade_R03	

Tabela 3.35 – Resultados da calibração do Modelo MGB para a sub-bacia Médio Vale Superior do Rio Paraíba do Sul.

Estação	Sub-Bacia	Tamanho da Série Comparada (anos)	Assimilação de Dados	Calibração Normal					Calibração com Assimilação				
				Curva-Chave Avaliada	Nash-Sutcliffe Log	Nash-Sutcliffe	Erro de Q95 (%)	Erro de Q90 (%)	Erro de Q90t	Erro de Q90 (%)	Erro de Q90t (%)	Erro de Q90 (%)	Erro de Q90t (%)
19091	Médio Vale Superior do Rio Paraíba	43,0	Não	Não	1,0	1,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,0	1,0	0,0
19092	Médio Vale Superior do Rio Paraíba	28,9	Não	Não	1,0	1,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,0	1,0	0,0
19093	Médio Vale Superior do Rio Paraíba	43,0	Não	Não	1,0	1,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,0	1,0	0,0
58096000	Médio Vale Superior do Rio Paraíba	41,5	Não	Não	1,0	1,0	0,1	-0,2	-2,7	0,1	-1,0	1,0	0,9
58105300	Médio Vale Superior do Rio Paraíba	22,6	Não	Não	1,0	1,0	-0,4	4,3	5,2	-0,4	-	0,9	0,9
58099000	Médio Vale Superior do Rio Paraíba	40,0	Não	Não	1,0	1,0	0,9	4,9	-1,0	0,9	18,2	0,9	0,9
58105000	Médio Vale Superior do Rio Paraíba	1,3	Não	Não	1,0	0,9	-5,3	-8,1	-5,3	-5,3	-	0,9	0,9
58201000	Médio Vale Superior do Rio Paraíba	21,0	Não	Não	0,5	0,5	-10,0	-8,2	-8,3	-10,0	-	0,9	0,9
58110002	Médio Vale Superior do Rio Paraíba	19,1	Não	Não	0,9	0,9	-1,8	-2,2	-2,9	-1,8	-	0,9	0,9
58192000	Médio Vale Superior do Rio Paraíba	20,9	Não	Não	0,5	0,5	-9,0	-15,9	-13,2	-9,0	-	0,9	0,9
58182500	Médio Vale Superior do Rio Paraíba	16,8	Não	Não	0,5	0,3	-8,2	-22,7	-21,9	-8,2	-	0,9	0,9
58152010	Médio Vale Superior do Rio Paraíba	6,4	Não	Sim	0,6	0,5	-9,6	-7,9	-10,8	-9,6	-	0,9	0,8
58158100	Médio Vale Superior do Rio Paraíba	4,7	Não	Sim	0,5	0,5	-11,5	-1,1	0,6	-11,5	-	0,8	0,9
58218000	Médio Vale Superior do Rio Paraíba	30,3	Não	Sim	0,6	0,6	-12,7	-2,8	-4,1	-12,7	4,7	0,8	0,8
58230100	Médio Vale Superior do Rio Paraíba	13,0	Não	Não	0,5	0,5	-8,3	-6,9	-5,1	-8,3	-	0,8	0,8
58230200	Médio Vale Superior do Rio Paraíba	16,0	Não	Não	0,4	0,3	-11,5	-9,9	-10,5	-11,5	-	0,8	0,7
58214250	Médio Vale Superior do Rio Paraíba	4,9	Não	Sim	0,3	0,5	-8,7	13,2	8,5	-8,7	-	0,7	0,8
58227000	Médio Vale Superior do Rio Paraíba	16,5	Não	Não	0,6	0,7	-4,0	2,6	1,7	-4,0	-	0,6	0,7
58215000	Médio Vale Superior do Rio Paraíba	18,0	Não	Não	0,5	0,6	-0,2	6,1	-2,0	-0,2	-	0,5	0,6
58212150	Médio Vale Superior do Rio Paraíba	5,2	Não	Sim	0,5	0,6	-8,0	-13,0	-5,0	-8,0	-	0,5	0,6
58211000	Médio Vale Superior do Rio Paraíba	18,8	Não	Não	0,5	0,6	-10,4	3,8	0,1	-10,4	-	0,5	0,6
58240080	Médio Vale Superior do Rio Paraíba	20,5	Não	Não	0,4	0,2	-5,9	-0,1	-8,3	-5,9	-	0,5	0,3
58116900	Médio Vale Superior do Rio Paraíba	7,4	Não	Sim	0,4	0,4	5,3	0,6	2,7	5,3	-	0,4	0,4
58165000	Médio Vale Superior do Rio Paraíba	16,7	Não	Não	0,3	0,6	1,7	10,5	4,9	1,7	-	0,3	0,6
58198000	Médio Vale Superior do Rio Paraíba	9,8	Não	Não	0,4	0,6	2,2	15,3	12,6	2,2	-	0,3	0,1
58204000	Médio Vale Superior do Rio Paraíba	43,0	Sim	Sim	0,5	0,5	-12,1	-4,2	-12,3	-12,1	11,6	1,0	1,0
58183000	Médio Vale Superior do Rio Paraíba	42,0	Sim	Sim	0,6	0,6	-7,4	-6,6	-11,3	-7,4	14,4	1,0	1,0
58142200	Médio Vale Superior do Rio Paraíba	41,3	Sim	Sim	0,6	0,6	1,3	5,9	0,1	1,3	3,8	1,0	1,0
												0,0	0,1
												-0,1	0,0

 AGEVAP AGÊNCIA DE BACIA	P4_Disponibilidade_R03	Tipo de Documento: Relatório Técnico	 CEIVAP
		Cód. do Documento: AGVP_PARAIBA_EHID_Produto4_Disponibilidade_R03	

Sub-Bacia	Estação	Tamanho da Série Comparada (anos)	Calibração Normal						Calibração com Assimilação					
			Nash-Sutcliffe	Nash-Sutcliffe Log	Erro de Q90	Erro de Q95	Q90 Assimilada	Q90 Simulada	Qmilt Assimilada	Qmilt Simulada	Renaturalizada	Qmilt	Erro de Qmilt	Erro de Qmilt (%)
	58220000	Médio Vale Superior do Rio Paraíba	42,8	0,6	0,6	-0,6	14,9	1,7	-0,6	8,6	1,0	1,0	0,0	0,0
	58128100	Médio Vale Superior do Rio Paraíba	20,5	1,0	1,0	1,3	1,7	2,6	1,3	-	1,0	1,0	1,3	1,3
	58093080	Médio Vale Superior do Rio Paraíba	20,4	1,0	1,0	0,2	0,4	0,6	0,2	-	1,0	1,0	1,2	-4,8

Fonte: Elaboração própria

Tabela 3.36 – Resultados de vazão de referência (m³/s) renaturalizada e modelada (período coincidente) para a sub-bacia Médio Vale Superior do Rio Paraíba do Sul.

Sub-Bacia	Estação	Área de Drenagem (km ²)	32,4	32,4	32,4	36,5	36,5	36,5	76,6	76,6	76,6	30,9	30,9	30,9	
	19091	Médio Vale Superior do Rio Paraíba	4906	32,4	32,4	32,4	36,5	36,5	36,5	76,6	76,6	76,6	30,9	30,9	30,9
	19092	Médio Vale Superior do Rio Paraíba	1314	4,4	4,4	4,4	5,0	5,0	5,0	23,0	23,0	23,0	4,3	4,3	4,3
	19093	Médio Vale Superior do Rio Paraíba	13266	121,3	121,3	121,3	146,0	146,0	146,0	214,6	214,6	214,6	113,8	113,8	113,8
	58093080	Médio Vale Superior do Rio Paraíba	4908	40,2	40,4	38,3	40,3	40,5	40,3	75,8	76,0	76,7	-	-	-
	58096000	Médio Vale Superior do Rio Paraíba	4908	32,7	32,7	33,5	38,5	37,5	37,8	76,8	76,9	77,6	36,2	35,8	33,3
	58099000	Médio Vale Superior do Rio Paraíba	4931	31,2	32,7	33,2	37,1	36,8	38,4	76,8	77,5	78,1	26,1	30,9	28,9
	58105000	Médio Vale Superior do Rio Paraíba	5199	42,5	39,1	38,8	42,5	40,3	40,7	61,4	58,1	59,8	-	-	-
	58105300	Médio Vale Superior do Rio Paraíba	5199	33,3	34,7	34,9	36,0	37,9	39,6	76,0	75,7	77,2	-	-	-
	58110002	Médio Vale Superior do Rio Paraíba	5461	35,9	35,1	35,9	39,4	38,3	40,7	76,0	74,6	77,0	-	-	-
	58116900	Médio Vale Superior do Rio Paraíba	138	0,6	0,6	0,6	0,7	0,7	0,7	1,7	1,8	1,8	-	-	-
	58128100	Médio Vale Superior do Rio Paraíba	1314	10,1	10,2	10,2	10,1	10,3	10,3	24,7	25,0	25,0	-	-	-
	58142200	Médio Vale Superior do Rio Paraíba	406	3,3	3,5	3,3	4,0	4,0	4,0	8,7	8,8	8,7	2,5	2,6	2,5
	58152010	Médio Vale Superior do Rio Paraíba	8402	76,9	70,9	79,4	86,1	76,7	87,0	142,4	128,6	140,1	-	-	-
	58158100	Médio Vale Superior do Rio Paraíba	8851	67,1	66,4	71,4	70,0	70,5	74,1	111,3	98,5	108,6	-	-	-

 AGEVAP	P4_Disponibilidade_R03 CONTRATAÇÃO DE EMPRESA ESPECIALIZADA PARA REALIZAÇÃO DO ESTUDO DAS DISPONIBILIDADES HÍDRICAS NA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO PARAÍBA DO SUL (EDH-PS)	Tipo de Documento: Relatório Técnico	 CEIVAP
		Cód. do Documento: AGVP_PARAIBA_EHID_Produto4_Disponibilidade_R03	

Estação	Sub-Bacia	Área de Drenagem (km²)	Q7,10 Assimilada		Q7,10 Simulada		Q7,10 Assimilada		Q7,10 Simulada					
			Q90 Renaturalizada	Q90 Simulada	Q90 Assimilada	Q90 Renaturalizada	Q90 Simulada	Q90 Assimilada	Q90 Renaturalizada	Q90 Simulada				
58165000	Médio Vale Superior do Rio Paraíba	122	1,1	1,2	1,3	1,4	1,5	1,5	3,6	3,7	3,9	-	-	-
58182500	Médio Vale Superior do Rio Paraíba	9580	111,9	86,4	105,8	120,5	94,1	112,0	163,5	150,1	159,3	-	-	-
58183000	Médio Vale Superior do Rio Paraíba	9580	74,1	69,2	74,1	86,3	76,6	86,3	145,1	134,3	145,1	50,4	57,7	50,4
58192000	Médio Vale Superior do Rio Paraíba	9631	104,8	88,1	99,4	111,5	96,8	105,4	167,8	152,7	163,2	-	-	-
58198000	Médio Vale Superior do Rio Paraíba	72	0,4	0,5	0,6	0,5	0,5	0,7	0,9	0,9	1,1	-	-	-
58201000	Médio Vale Superior do Rio Paraíba	10304	98,6	90,5	104,8	109,4	100,4	112,4	176,3	158,7	172,5	-	-	-
58204000	Médio Vale Superior do Rio Paraíba	10757	82,7	79,2	82,7	99,3	87,1	99,3	167,5	147,3	167,5	60,0	66,9	60,0
58211000	Médio Vale Superior do Rio Paraíba	171	1,2	1,2	1,2	1,5	1,5	1,5	5,2	4,7	4,7	-	-	-
58212150	Médio Vale Superior do Rio Paraíba	174	0,9	0,8	0,8	1,0	1,0	1,0	3,2	2,9	2,9	-	-	-
58214250	Médio Vale Superior do Rio Paraíba	11122	66,8	75,6	74,3	74,1	80,4	83,7	142,4	130,1	138,4	-	-	-
58215000	Médio Vale Superior do Rio Paraíba	37	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,7	0,7	0,7	-	-	-
58218000	Médio Vale Superior do Rio Paraíba	11505	91,6	89,1	97,0	103,8	99,6	110,0	185,7	162,2	172,6	75,7	79,3	79,0
58220000	Médio Vale Superior do Rio Paraíba	237	1,0	1,2	1,0	1,4	1,4	1,4	3,5	3,4	3,5	0,8	0,9	0,8
58227000	Médio Vale Superior do Rio Paraíba	192	1,5	1,5	1,5	1,7	1,7	1,7	3,9	3,8	3,8	-	-	-
58230100	Médio Vale Superior do Rio Paraíba	12181	129,7	120,7	135,1	138,7	131,7	143,7	208,1	190,7	195,9	-	-	-
58230200	Médio Vale Superior do Rio Paraíba	12180	129,3	116,6	136,5	141,0	126,2	144,1	198,2	175,4	186,6	-	-	-
58240080	Médio Vale Superior do Rio Paraíba	13266	118,9	118,8	126,9	143,2	131,3	138,9	216,1	203,3	215,5	-	-	-

Fonte: Elaboração própria

Tabela 3.37 – Resultados de vazão de referência específica (L/s/km²) renaturalizada e modelada (período coincidente) para a sub-bacia Médio Vale Superior do Rio Paraíba do Sul.

Estação	Sub-Bacia	Área de Drenagem (km²)	Q95 Renaturalizada		Q95 Simulada		Q95 Assimilada		Q90 Renaturalizada		Q90 Simulada		Q90 Assimilada		Q90 Renaturalizada	
			Q95 Renaturalizada	Q95 Simulada	Q95 Assimilada	Q90 Renaturalizada	Q90 Simulada	Q90 Assimilada	Q90 Renaturalizada	Q90 Simulada	Q90 Assimilada	Q90 Renaturalizada	Q90 Simulada	Q90 Assimilada	Q90 Renaturalizada	Q90 Simulada
19091	Médio Vale Superior do Rio Paraíba	4906	6,6	6,6	6,6	7,4	7,4	7,4	15,6	15,6	15,6	6,3	6,3	6,3	6,3	6,3

Estação	Sub-Bacia	Área de Drenagem (km²)	Assimilação de precipitação (mm)											
			Q ₉₅	Q ₉₀	Q ₇₀	Q ₅₀	Q ₃₀	Q ₁₀	Q _{7,10}	Q _{5,10}	Q _{3,10}	Q _{1,10}	Q _{7,10} Simulada	Q _{7,10} Assimilada
19092	Médio Vale Superior do Rio Paraíba	1314	3,4	3,4	3,4	3,8	3,8	3,8	17,5	17,5	17,5	3,3	3,3	3,3
19093	Médio Vale Superior do Rio Paraíba	13266	9,1	9,1	9,1	11,0	11,0	11,0	16,2	16,2	16,2	8,6	8,6	8,6
58093080	Médio Vale Superior do Rio Paraíba	4908	8,2	8,2	7,8	8,2	8,3	8,2	15,4	15,5	15,6	-	-	-
58096000	Médio Vale Superior do Rio Paraíba	4908	6,7	6,7	6,8	7,8	7,6	7,7	15,6	15,7	15,8	7,4	7,3	6,8
58099000	Médio Vale Superior do Rio Paraíba	4931	6,3	6,6	6,7	7,5	7,5	7,8	15,6	15,7	15,8	5,3	6,3	5,9
58105000	Médio Vale Superior do Rio Paraíba	5199	8,2	7,5	7,5	8,2	7,7	7,8	11,8	11,2	11,5	-	-	-
58105300	Médio Vale Superior do Rio Paraíba	5199	6,4	6,7	6,7	6,9	7,3	7,6	14,6	14,6	14,8	-	-	-
58110002	Médio Vale Superior do Rio Paraíba	5461	6,6	6,4	6,6	7,2	7,0	7,4	13,9	13,7	14,1	-	-	-
58116900	Médio Vale Superior do Rio Paraíba	138	4,5	4,6	4,6	5,0	5,1	5,1	12,6	13,3	13,3	-	-	-
58128100	Médio Vale Superior do Rio Paraíba	1314	7,7	7,8	7,8	7,7	7,9	7,9	18,8	19,0	19,0	-	-	-
58142200	Médio Vale Superior do Rio Paraíba	406	8,0	8,5	8,0	9,8	9,8	9,8	21,5	21,8	21,5	6,2	6,4	6,2
58152010	Médio Vale Superior do Rio Paraíba	8402	9,2	8,4	9,5	10,2	9,1	10,4	16,9	15,3	16,7	-	-	-
58158100	Médio Vale Superior do Rio Paraíba	8851	7,6	7,5	8,1	7,9	8,0	8,4	12,6	11,1	12,3	-	-	-
58165000	Médio Vale Superior do Rio Paraíba	122	9,0	9,9	10,9	11,3	11,9	12,5	29,5	30,0	31,7	-	-	-
58182500	Médio Vale Superior do Rio Paraíba	9580	11,7	9,0	11,0	12,6	9,8	11,7	17,1	15,7	16,6	-	-	-
58183000	Médio Vale Superior do Rio Paraíba	9580	7,7	7,2	7,7	9,0	8,0	9,0	15,1	14,0	15,1	5,3	6,0	5,3
58192000	Médio Vale Superior do Rio Paraíba	9631	10,9	9,2	10,3	11,6	10,1	10,9	17,4	15,9	16,9	-	-	-
58198000	Médio Vale Superior do Rio Paraíba	72	5,7	6,6	8,6	6,4	7,3	9,5	12,3	12,5	15,0	-	-	-
58201000	Médio Vale Superior do Rio Paraíba	10304	9,6	8,8	10,2	10,6	9,7	10,9	17,1	15,4	16,7	-	-	-
58204000	Médio Vale Superior do Rio Paraíba	10757	7,7	7,4	7,7	9,2	8,1	9,2	15,6	13,7	15,6	5,6	6,2	5,6
58211000	Médio Vale Superior do Rio Paraíba	171	7,0	7,2	7,2	8,5	8,5	8,5	30,5	27,3	27,3	-	-	-
58212150	Médio Vale Superior do Rio Paraíba	174	5,2	4,5	4,5	6,0	5,7	5,7	18,3	16,8	16,8	-	-	-
58214250	Médio Vale Superior do Rio Paraíba	11122	6,0	6,8	6,7	6,7	7,2	7,5	12,8	11,7	12,4	-	-	-
58215000	Médio Vale Superior do Rio Paraíba	37	4,8	5,1	5,1	6,0	5,9	5,9	19,8	19,7	19,7	-	-	-
58218000	Médio Vale Superior do Rio Paraíba	11505	8,0	7,7	8,4	9,0	8,7	9,6	16,1	14,1	15,0	6,6	6,9	6,9
58220000	Médio Vale Superior do Rio Paraíba	237	4,3	5,0	4,3	5,8	5,9	5,8	14,6	14,5	14,6	3,3	3,6	3,3
58227000	Médio Vale Superior do Rio Paraíba	192	7,7	7,9	7,9	8,7	8,9	8,9	20,5	19,7	19,7	-	-	-
58230100	Médio Vale Superior do Rio Paraíba	12181	10,6	9,9	11,1	11,4	10,8	11,8	17,1	15,7	16,1	-	-	-
58230200	Médio Vale Superior do Rio Paraíba	12180	10,6	9,6	11,2	11,6	10,4	11,8	16,3	14,4	15,3	-	-	-
58240080	Médio Vale Superior do Rio Paraíba	13266	9,0	9,0	9,6	10,8	9,9	10,5	16,3	15,3	16,2	-	-	-

Fonte: Elaboração própria

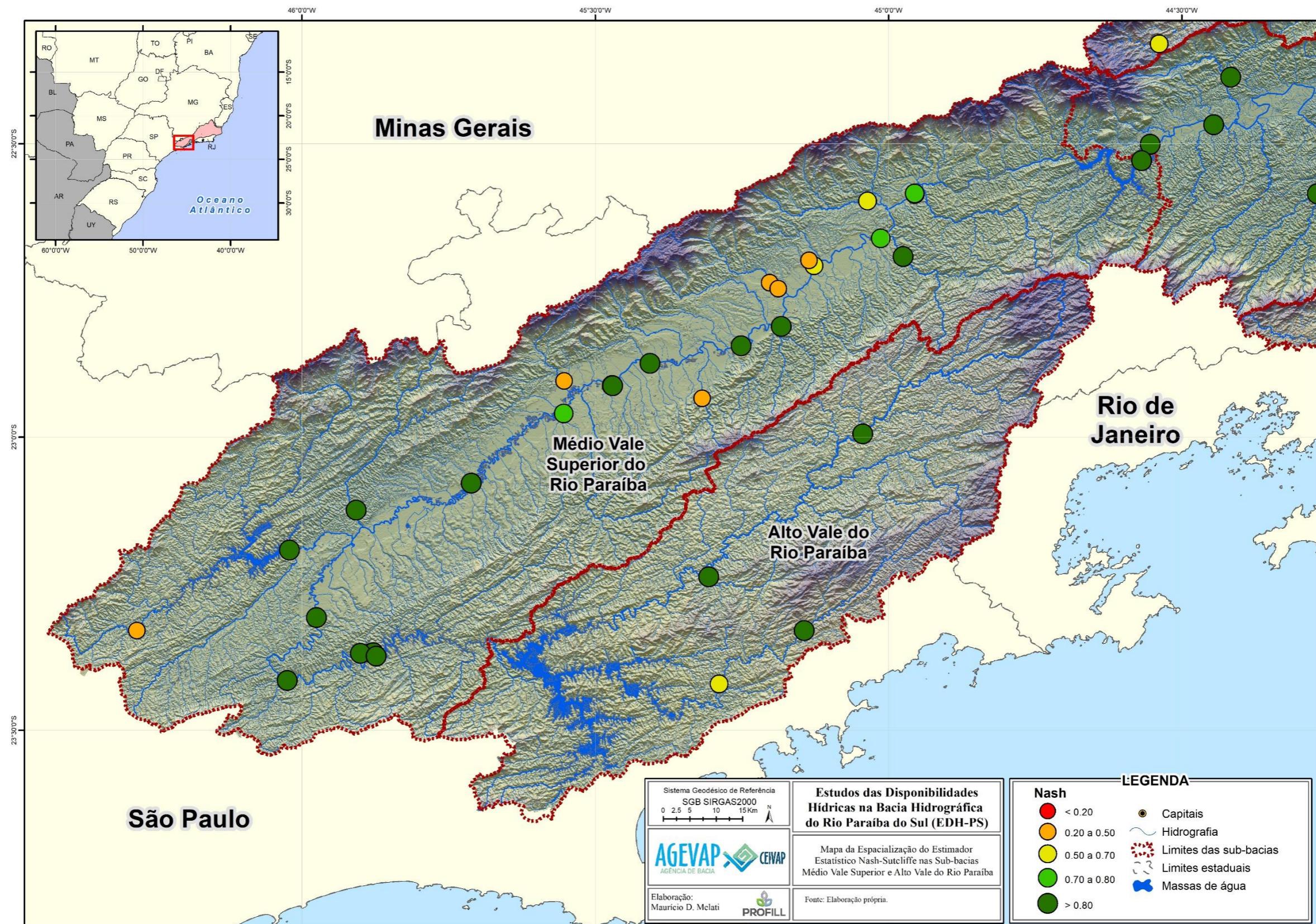


Figura 3.48 – Espacialização do estimador estatístico Nash-Sutcliffe – Sub-bacia do Alto Vale do Rio Paraíba do Sul e Médio Vale Superior do Rio Paraíba do Sul. Fonte: Elaboração própria

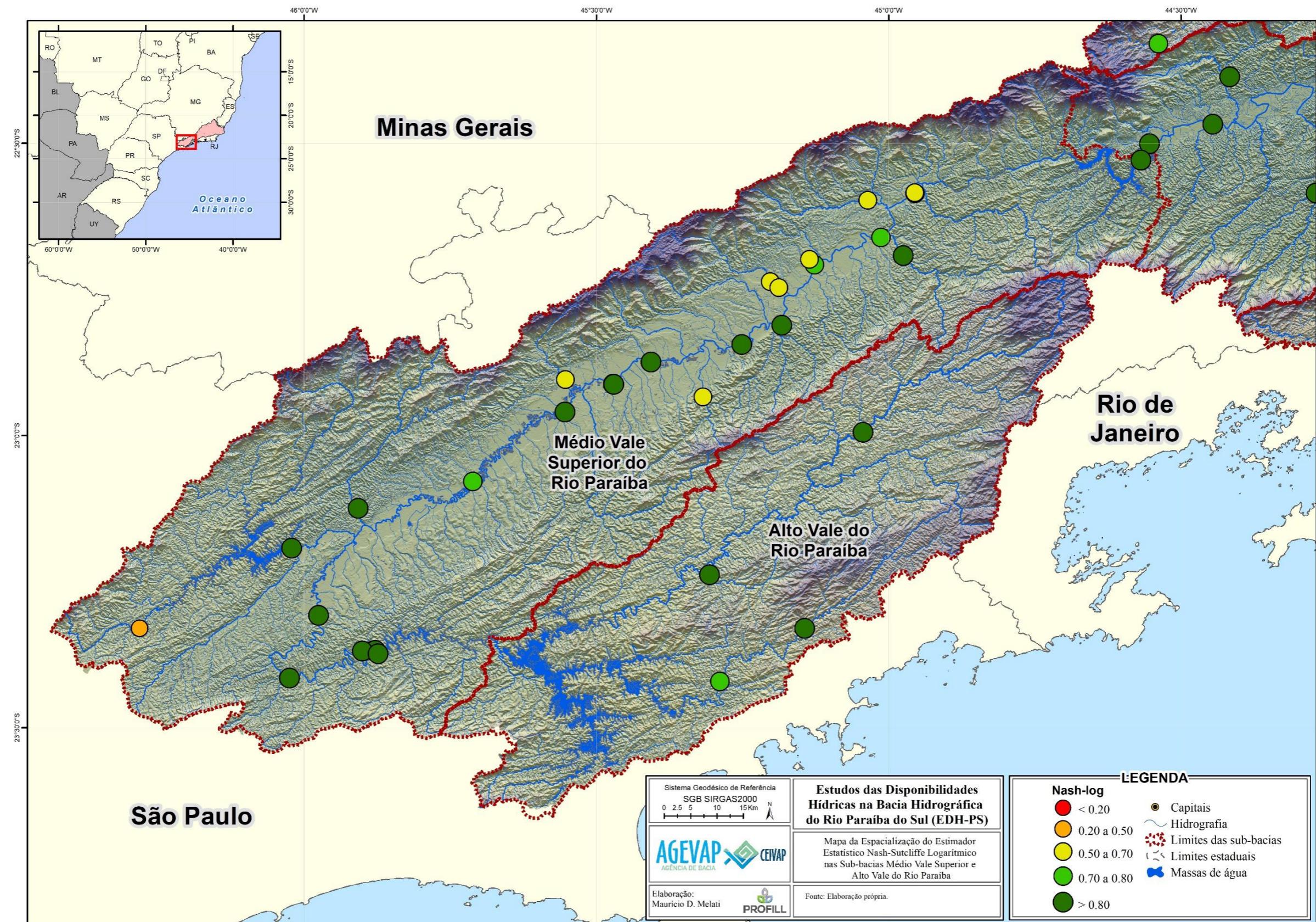


Figura 3.49 – Espacialização do estimador estatístico Nash-Sutcliffe logarítmico – Sub-bacia do Alto Vale do Rio Paraíba do Sul e Médio Vale Superior do Rio Paraíba do Sul. Fonte: Elaboração própria

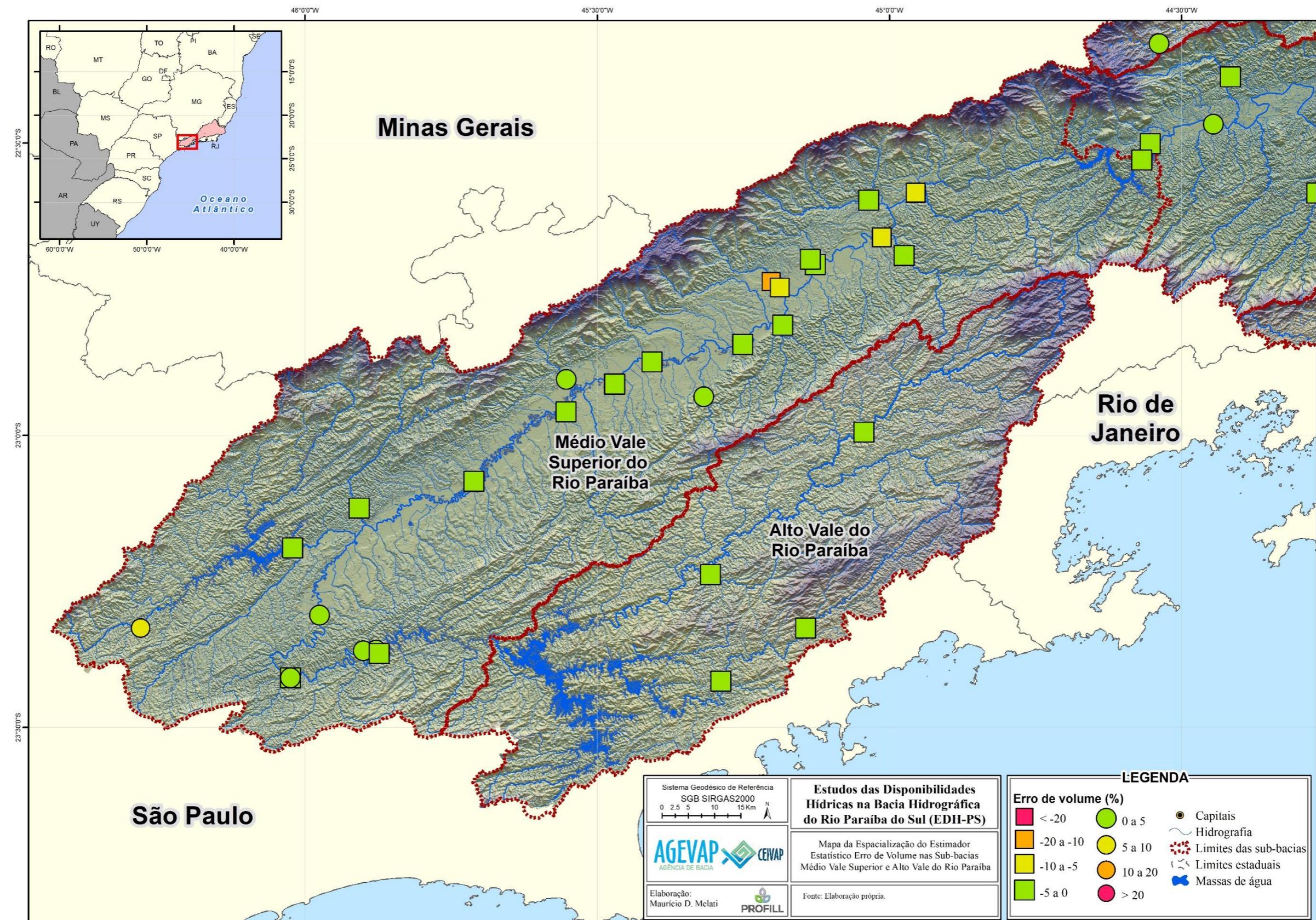


Figura 3.50 – Espacialização do estimador estatístico Erro de Volume – Sub-bacia do Alto Vale do Rio Paraíba do Sul e Médio Vale Superior do Rio Paraíba do Sul. Fonte: Elaboração própria

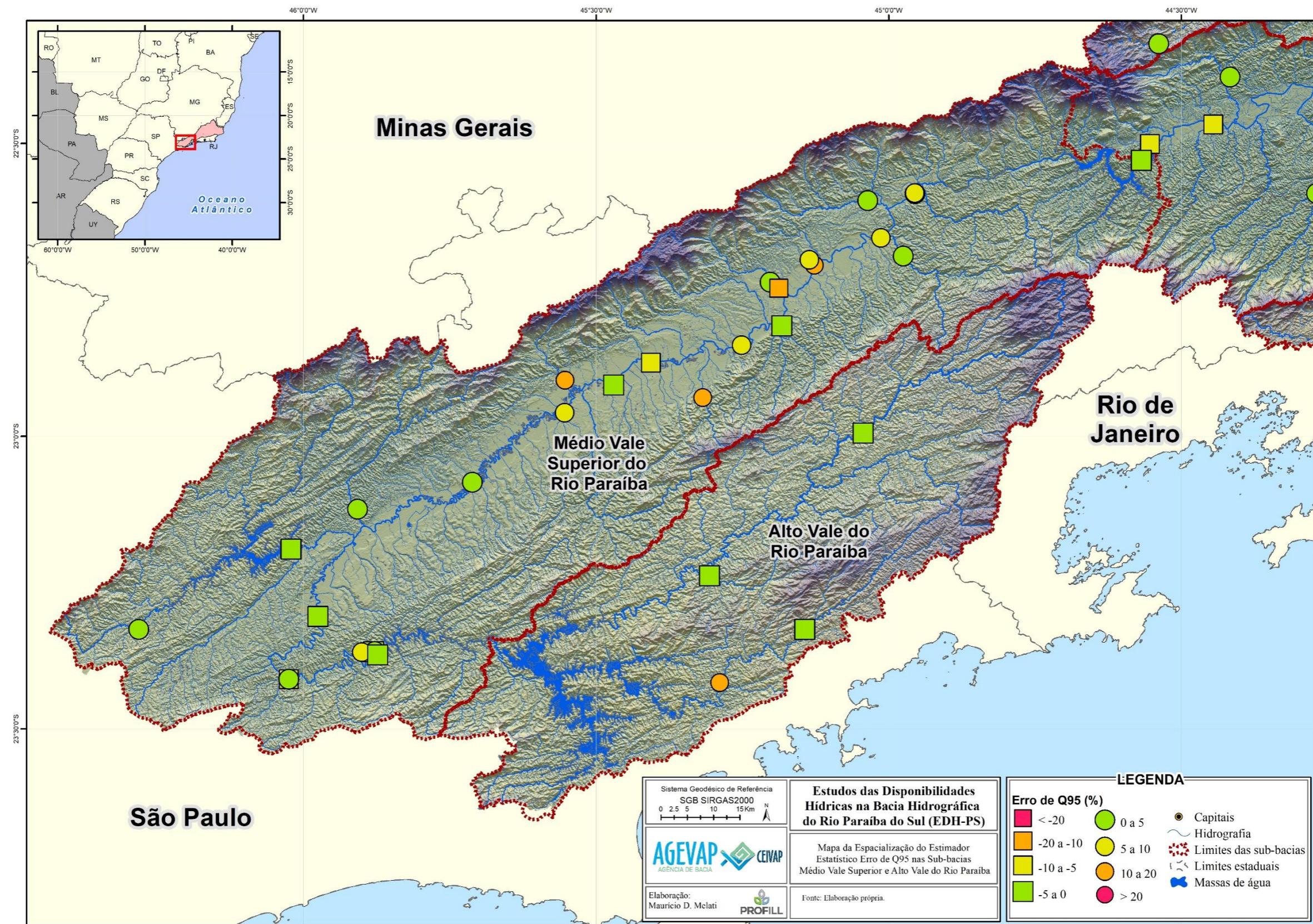


Figura 3.51 – Espacialização do estimador estatístico Erro de Q95 – Sub-bacia do Alto Vale do Rio Paraíba do Sul e Médio Vale Superior do Rio Paraíba do Sul. Fonte: Elaboração própria

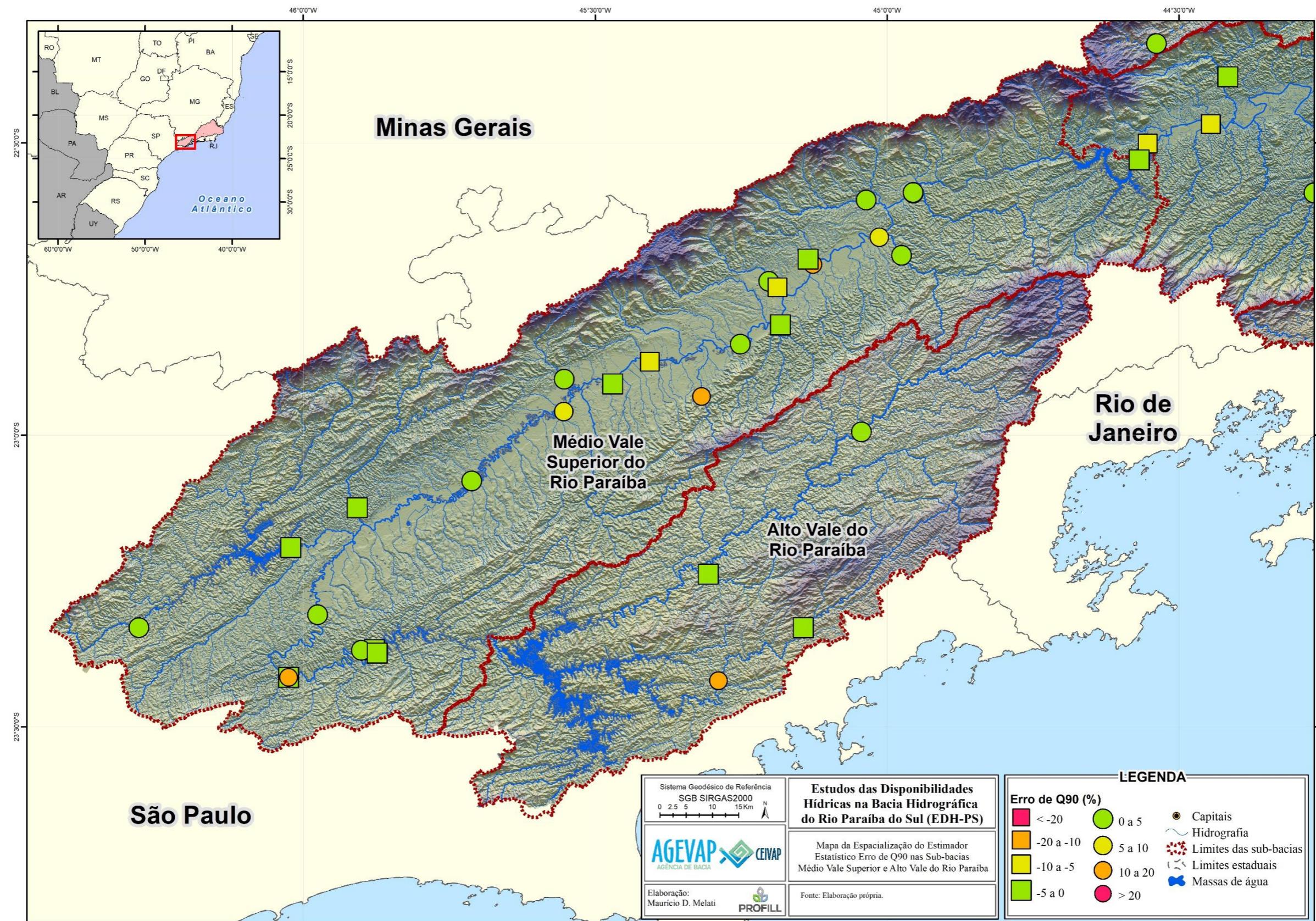


Figura 3.52 – Espacialização do estimador estatístico Erro de Q90 – Sub-bacia do Alto Vale do Rio Paraíba do Sul e Médio Vale Superior do Rio Paraíba do Sul. Fonte: Elaboração própria

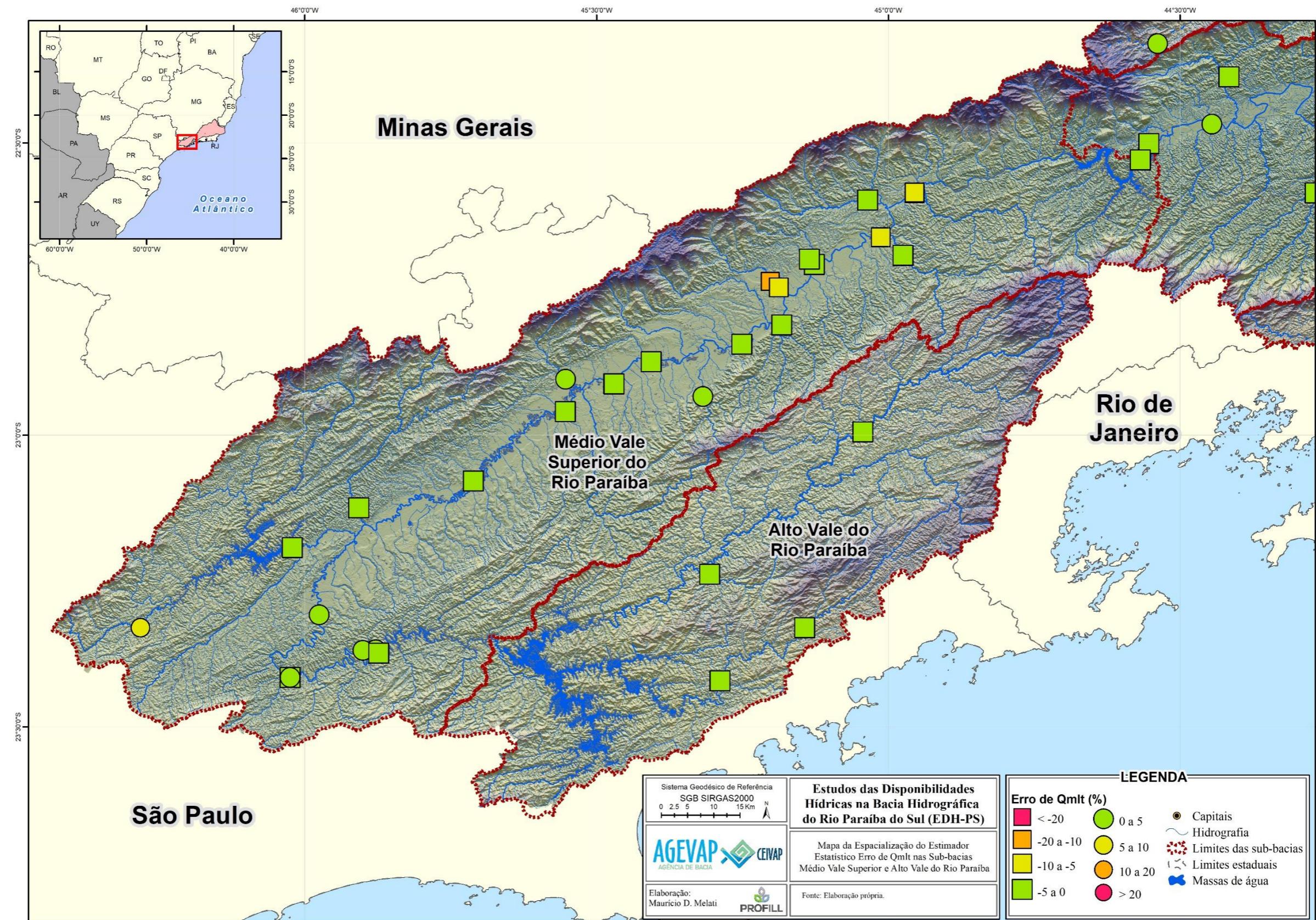


Figura 3.53 – Espacialização do estimador estatístico Erro de Qmlt – Sub-bacia do Alto Vale do Rio Paraíba do Sul e Médio Vale Superior do Rio Paraíba do Sul. Fonte: Elaboração própria

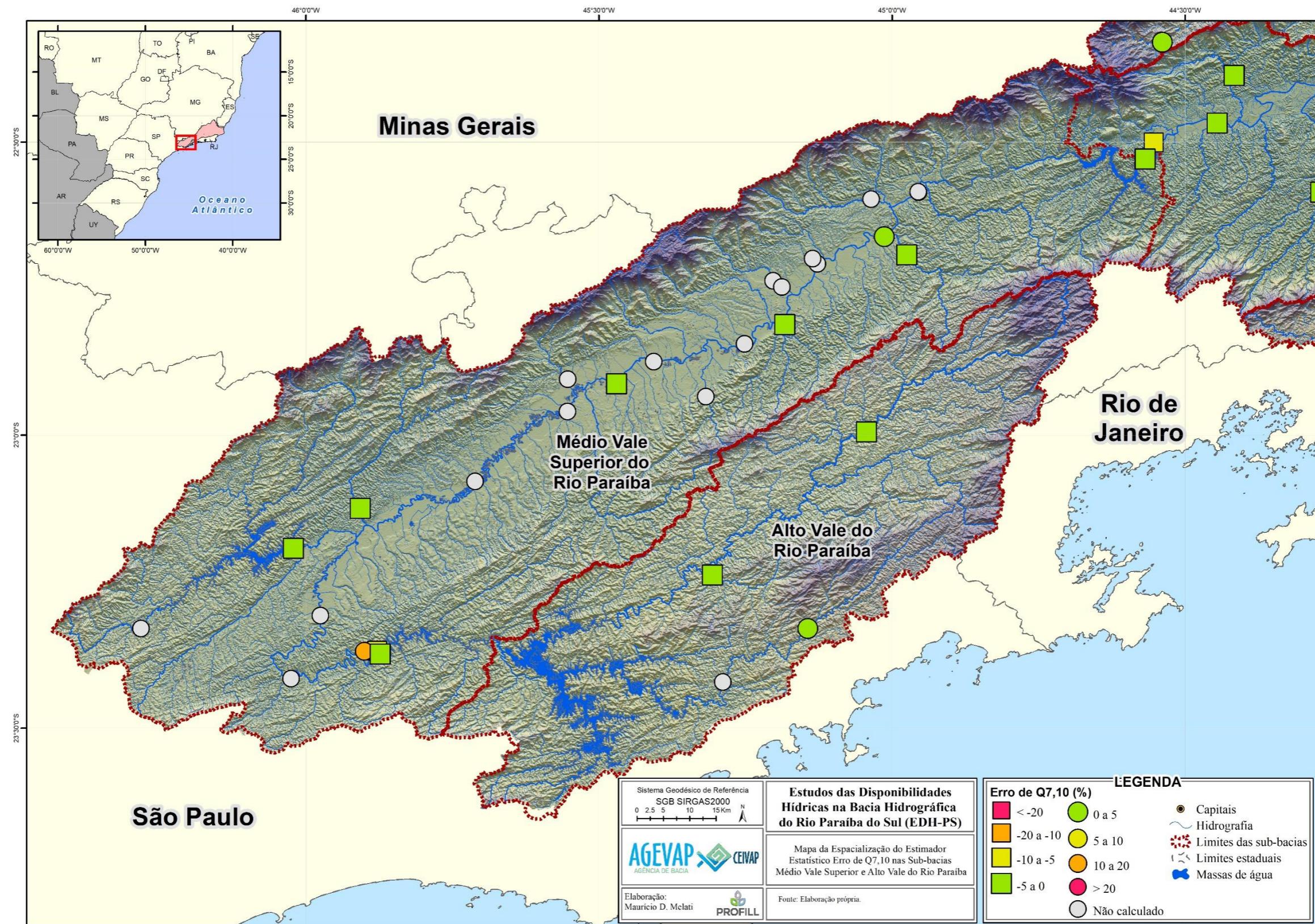


Figura 3.54 – Espacialização do estimador estatístico Erro de Q_{7,10} – Sub-bacia do Alto Vale do Rio Paraíba do Sul e Médio Vale Superior do Rio Paraíba do Sul. Fonte: Elaboração própria

 AGEVAP	P4_Disponibilidade_R03 CONTRATAÇÃO DE EMPRESA ESPECIALIZADA PARA REALIZAÇÃO DO ESTUDO DAS DISPONIBILIDADES HÍDRICAS NA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO PARAÍBA DO SUL (EDH-PS)	Tipo de Documento: Relatório Técnico	 CEIVAP
---	---	---	---

3.2.4 Estações não utilizadas na calibração do modelo

Durante o processo de calibração do modelo hidrológico, as estações pré-selecionadas em etapas anteriores foram avaliadas com maior atenção regionalmente, em relação a qualidade dos dados, curva-chave etc. Como o modelo é bastante dependente de dados hidrológicos confiáveis, no processo optou-se por manter 133 estações fluviométricas da base de dados, que representa um total de 66% das 202 originalmente renaturalizadas. O Quadro 3.3 apresenta uma breve descrição das estações que não foram utilizadas no processo de calibração do modelo hidrológico MGB.

	P4_Disponibilidade_R03 CONTRATAÇÃO DE EMPRESA ESPECIALIZADA PARA REALIZAÇÃO DO ESTUDO DAS DISPONIBILIDADES HÍDRICAS NA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO PARAÍBA DO SUL (EDH-PS)	Tipo de Documento: Relatório Técnico	
		Cód. do Documento: AGVP_PARAIBA_EHID_Produto4_Disponibilidade_R03	

Quadro 3.3 – Estações pré-selecionadas não utilizadas na construção do modelo hidrológico.

Estação	Descrição	Sub-bacia
58120000		Médio Vale Superior do Rio Paraíba
58119000	Estações 58119000 e 58120000 removidas da base de dados por apresentarem séries inconsistentes e com falhas.	Médio Vale Superior do Rio Paraíba
19090	As estações 19090 e 58087300 localizadas entre os reservatórios de Santa Branca e Paraibuna não foram utilizadas no estudo. Pois estão localizadas entre a operação dos dois reservatórios e não fizeram parte da modelagem.	Alto Vale do Rio Paraíba
58087300		Alto Vale do Rio Paraíba
58065000	A estação 58065000 teve série bastante curva no final dos anos 70 e teve dados suspeitos com recessões não naturais. Sendo assim, não foi utilizada no modelo.	Alto Vale do Rio Paraíba
58040200	As estações 58040200 e 58041000 foram removidas dessa etapa do projeto por estarem localizadas ao lado de estação 58040000 (ANA/CPRM) que possui dados mais completos e consistentes.	Alto Vale do Rio Paraíba
58041000		Alto Vale do Rio Paraíba
58837000	A estação 58837000 não foi utilizada por apresentar dados antigos e inconscientes. Além do mais, no mesmo trecho de rio existe outra estação com dados que contribuíram para a construção do modelo.	Rio Dois Rios
58856500	As estações 58856500 e 58856000 não foram utilizadas devido aos inconsistentes resultados nas séries de vazões com comportamento não natural e recessões não esperadas.	Rio Dois Rios
58856000		Rio Dois Rios
58860000	A estação 58860000 apresentou séries inconsistentes regionalmente quando comparadas com sua estação de montante 58857000 (Responsável: ANA), as vazões específicas da estação estão superestimadas. Sendo assim, não foi utilizada.	Rio Dois Rios
58861000	A estação 58861000 apresentou curta série de dados e antiga. Não possui curva chave. Sendo assim, não foi utilizada devido à incerteza observada nos dados.	Rio Dois Rios
58578000	A estação 58578000 foi removida por apresentar período de dados muito curto e antigo, além de estar localizada logo a montante e jusante de estações com dados completos. Sendo assim, foi removida devido a pouca contribuição no processo de calibração do modelo.	Rio Preto
58924000	A estação 58924000 apresentou poucos dados posteriores ao ano de 2015 e com diversas falhas e dados suspeitos, com quebras não naturais nas recessões. Os resultados da calibração do modelo, quando comparados à sua estação de jusante 58930000, indicaram dados suspeitos que foram descartados nesta etapa do projeto. Os dados inconsistentes nos dados de vazão mínimas podem ser observados no Produto 2 no grupo CAR2b.	Rio Carangola
58966000	A estação tem área de drenagem pequena e localização incerta. Sendo assim, não foi utilizada no trabalho.	Rio Muriaé
58753140	A estação 58753140 apresentou comportamento de vazão específica inconsistente quando comparada a outras estações no mesmo rio, como pode ser observado no grupo POM18 do Produto 2. Ainda, o hidrograma apresentou comportamento suspeito com aumento de vazões em período com recessão na região. Sem curva-chave disponível. Dados inconsistentes não foram mantidos no estudo.	Rio Pomba
58753120	A análise das vazões específicas diárias e curva de permanência específica justificaram a remoção das estações 58753120, 58745080 e 58753180. Os resultados do grupo POM19 do Produto 2 explicitam a inconsistência das vazões específicas quando comparadas às estações 58750000 (com curva-chave avaliada) e 58753080, localizadas no mesmo rio.	Rio Pomba
58745080		Rio Pomba
58753180		Rio Pomba
58730080	A estação 58730080 foi removida do banco de dados, pois na análise de vazões específicas, o tramo baixo da curva de permanência mostrou inconsistência quando comparada a estação 58730001 localizada logo a montante, com série longa de dados e curva-chave avaliada, sendo assim, removida da análise.	Rio Pomba

 AGEVAP AGÊNCIA DE BACIA	P4_Disponibilidade_R03 CONTRATAÇÃO DE EMPRESA ESPECIALIZADA PARA REALIZAÇÃO DO ESTUDO DAS DISPONIBILIDADES HÍDRICAS NA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO PARAÍBA DO SUL (EDH-PS)	Tipo de Documento: Relatório Técnico	 CEIVAP
		Cód. do Documento: AGVP_PARAIBA_EHID_Produto4_Disponibilidade_R03	

Estação	Descrição	Sub-bacia
58737180	A estação 58737180 tem poucos dados e inconsistentes quando comparada a suas estações vizinhas. Sendo assim, não foi mantida na análise.	Rio Pomba
58788200	Estação 58788200 com série de dados curta, sem curva-chave e com dados suspeitos nas recessões, onde valores constantes não contribuem para a calibração do modelo.	Rio Pomba
58140100	A estação somente tem poucos dados até o início dos anos 80. Devido a inexistência de dados de defluência do reservatório Jaguari antes de 1993, a estação não foi utilizada para calibrar o modelo.	Médio Vale Superior do Rio Paraíba
58177000	Estação com muito pouco dado e valores inconsistentes, dados anteriores a 1980. Não foi utilizada devido à baixa qualidade dos dados.	Médio Vale Superior do Rio Paraíba
58190500	Estação com muito pouco dado e valores inconsistentes, dados anteriores a 1980. Não foi utilizada devido à baixa qualidade dos dados.	Médio Vale Superior do Rio Paraíba
58228000	Estação com poucos dados antigas com localização suspeita. Não foi possível identificar a localização exata, sendo assim, foi retirada. Corrobora com a decisão a vazão específica muito abaixo da sua estação vizinha 58227000.	Médio Vale Superior do Rio Paraíba
58230150	Estação localizada ao lado de outras três estações no mesmo trecho de rio que possuem dados consistentes. Essa estação apresenta hidrograma não natural, E uma vez que não contribui para o presente estudo, foi removida sem prejuízos.	Médio Vale Superior do Rio Paraíba
58230000	Estação com dados antigos e localizada ao lado de outras estações com dados no rio. Sendo assim, não foi utilizada.	Médio Vale Superior do Rio Paraíba
58247000	Estação com série de vazão curta e antiga com comportamento irregular e inconsistente na recessão. Removida por não contribuir na construção do modelo.	Médio Vale do Rio Paraíba
58347000	Estação com série fluviométrica inconsistente e não natural. Removida devido à incerteza do dado.	Rio Piraí
58339001	Estação com diversos valores de vazão zero e não apresenta comportamento esperado para um hidrograma. Não contribuiu para a construção do modelo e foi removida.	Rio Piraí
58378000	Estação com série de dados curta e com pequena área de drenagem. Os dados apresentaram recessões suspeitas e não naturais. Não foi utilizada.	Médio Vale do Rio Paraíba
58521085	Estações apresentaram vazões incoerentes quando comparadas as estações logo a montante ou jusante como a 58520000 e 58594000, valores subestimados em grande magnitude. Sendo assim, foram removidas.	Rio Paraibuna
58591000		Rio Paraibuna
58610500	Estação localizada em trecho de rio com outras estações, aparente inconsistência quando comparada às outras estações com séries mais longas. Não foi utilizada na construção do modelo.	Rio Paraibuna
58512030	A estação 58512030 que apresentou erro elevado de volume e de Q95, contudo, no mesmo rio existem outras diversas estações com resultados satisfatórios, o possível erro pode estar associado ao tramo alto da respectiva curva-chave, onde não existem medições em cota alta para validar o tramo, essa inconsistência pode ser observada no grupo PAR17 do Produto 2, onde ocorre inconsistência nas vazões específicas altas quando comparada com a estação 58500000.	Rio Paraibuna
58548500	Estação com série de dados curta e recessões com bastante ruído. Não possui curva-chave disponível. Não foi utilizada na calibração do modelo hidrológico.	Rio Preto
58370000	Estação localizada ao lado da estação 58321000 que possui o dobro de dados. Sendo assim, não foi mantida na base de dados do modelo.	Médio Vale do Rio Paraíba
58400000	A estação 58400000 está localizada nas cabeceiras do Rio Piabana e foi desativada nos anos 80. O inventário indica área de drenagem de 43km ² que é incompatível com a área da BHO6 de 20km ² nas coordenadas informadas. A calibração da bacia nessa região não está	Rio Piabana

 AGEVAP	P4_Disponibilidade_R03 CONTRATAÇÃO DE EMPRESA ESPECIALIZADA PARA REALIZAÇÃO DO ESTUDO DAS DISPONIBILIDADES HÍDRICAS NA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO PARAÍBA DO SUL (EDH-PS)	Tipo de Documento: Relatório Técnico	 CEIVAP
		Cód. do Documento: AGVP_PARAIBA_EHID_Produto4_Disponibilidade_R03	

Estação	Descrição	Sub-bacia
	compatível com os dados observados na estação, com vazões subestimadas no modelo. Devido a inconsistência dos dados e o fato de a estação ter sido desativada no ano 80, não foi considerada no prosseguimento da calibração do modelo.	
58737100	A estação 58737100 está localizada logo a jusante na transição do relevo e tem área de drenagem de 57km ² , possuindo apenas 1,5 anos de dados e sem curva-chave disponível, uma vez que sua estação localizada logo a montante (58737080) está com resultados satisfatórios, considerou-se o dado da estação em questão como inconsistente.	Rio Pomba
58470000	Apesar de a estação ter apresentado série de dados grande quantidade de dados, a partir dos anos 90 o hidrograma apresenta comportamento não natural com informações bastante suspeitas. A análise das vazões específicas com sua estação logo a jusante 58480500 da ANA/CPRM mostra dados inconsistentes no tramo alto e tramo baixo. Ao avaliar a curva-chave da estação, é possível perceber bastante instabilidade do leito do rio em vazões baixas. Devido a existência da estação 58480500 logo a jusante com vazões consistentes, optou-se por não manter a estação 58470000 no estudo.	Rio Paraibuna
58435000	Estação com poucos dados localizada logo a jusante e montante de uma estação com série longa da ANA/CPRM. Optou-se por não manter a estação no processo de calibração. Estação sem curva-chave disponível.	Rio Piabanhá
58930500	Estação com poucos dados localizada logo a jusante e montante de estações com série longa da ANA/CPRM. Optou-se por não manter a estação no processo de calibração. Estação sem curva-chave disponível.	Rio Carangola
58905080	Estação com série de dados curta. Curva-chave disponível dispõe de poucas medições e sem medições no tramo médio ou alto para consolidar a curva-chave da estação. Optou-se por não manter a estação na base de dados.	Rio Muriaé
58429000	Estação com série de dados curta localizada a jusante de uma estação com dados completos da ANA/CPRM. A recessão observada não é natural, o que prejudica o ajuste de vazões mínimas de referência. Não representando o comportamento renaturalizado do rio.	Rio Piabanhá
58430000	Estação com série de dados curta localizada a jusante de uma estação com dados completos da ANA/CPRM. A recessão observada não é natural, o que prejudica o ajuste de vazões mínimas de referência. Não representando o comportamento renaturalizado do rio.	Rio Piabanhá
58931300	Estação com série de dados curta e com muitas falhas nos dados. Comportamento suspeito em diversos momentos da recessão do hidrograma. Sem curva-chave disponível e com vazão específica destoando das estações vizinhas.	Rio Carangola
58828200	Estação com série de dados bastante curta e com comportamento das recessões não natural. O que prejudica a validação dos resultados para vazões mínimas de referência.	Rio Dois Rios
58155000	Série de dados antiga e desativada, também sem curva-chave disponível. Localizada em área antropizada com área de drenagem pequena. Optou-se por não utilizar na validação dos resultados do modelo.	Médio Vale Superior do Rio Paraíba
58147000	Série de dados suspeita, com dados antigos e recentes destoantes e com série recente bastante falhada e não natural. Devido à incerteza dos dados, área de drenagem pequena em área urbanizada e a não existência de curva-chave, não foi utilizada.	Médio Vale Superior do Rio Paraíba
58217500	Estação desativada e sem curva-chave, vazões específicas abaixo do esperado quando comparada com estações vizinhas. Optou-se por não manter na validação do modelo.	Médio Vale Superior do Rio Paraíba
58185000	Estação desativada e sem curva-chave disponível para avaliação da qualidade dos resultados na validação do modelo, não foi mantida.	Médio Vale Superior do Rio Paraíba
58790002	A série dessa estação foi integrada à estação localizada no mesmo local de código 58790000. As séries se complementavam e foi utilizada uma única estação para ajuste final do modelo.	Rio Pomba
58256000	Estação com série de dados curta e sem curva-chave localizada a montante de uma estação com série de dados completa.	Médio Vale do Rio Paraíba
58820000	Estação com dados até o final dos anos 70 e sem curva-chave disponível.	Rio Dois Rios

 AGEVAP AGÊNCIA DE BACIA	P4_Disponibilidade_R03 CONTRATAÇÃO DE EMPRESA ESPECIALIZADA PARA REALIZAÇÃO DO ESTUDO DAS DISPONIBILIDADES HÍDRICAS NA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO PARAÍBA DO SUL (EDH-PS)	Tipo de Documento: Relatório Técnico	 CEIVAP
		Cód. do Documento: AGVP_PARAIBA_EHID_Produto4_Disponibilidade_R03	

Estação	Descrição	Sub-bacia
58828600	Estação sem curva chave e com dados recentes, hidrograma não natural nas recessões, como está localizada logo a jusante de uma estação da ANA/CPRM, não foi mantida na validação do modelo.	Rio Dois Rios
58829400	Estação com dados recentes e comportamento não natural nas recessões, prejudicando a validação do modelo para vazões mínimas de referência.	Rio Dois Rios
58805000	Estação com Área de drenagem pequena, E curva-chave com tramo baixo bastante variável, prejudicando o ajuste do modelo para vazões mínimas de referência.	Rio Dois Rios
58737080	Estação com série de dados curta em área de drenagem pequena. Curva-chave com medições em vazões baixas apenas, prejudicando os dados da estação.	Rio Pomba
58128200	Não utilizada devido ao uso da defluência do reservatório Jaguari localizada no mesmo local	Médio Vale Superior do Rio Paraíba
58729800	Estação com série de dados curta e sem curva-chave disponível. Estação de código 58730001 da ANA/CPRM localizada logo a jusante com série completa.	Rio Pomba
58206000	Estação com dados anteriores a 1993 no trecho de influência do reservatório Jaguari. Removida, pois nesse trecho dados anteriores a 1993 não foram usados.	Médio Vale Superior do Rio Paraíba
58765001	Estação monitorando a defluência da PCH Nova Maurício sem considerar um desvio do rio para geração de energia. Sendo assim, não foi mantida no trabalho para auxílio da calibração.	Rio Pomba
58788600	UHE Barra do Brauma influenciando as vazões mínimas, comportamento das recessões não naturais. A estação possui série de dados curta e não foi utilizada para validação do modelo.	Rio Pomba
58385000	Estação localizada logo a jusante da estação 58380001 com dados completas e assimilada, não foi utilizada devido à baixa qualidade dos dados.	Médio Vale do Rio Paraíba
58235100	Estações com outras estações completas a montante indicando melhor qualidade do ajuste. Não foram mantidas devido à não contribuição à calibração do modelo.	Médio Vale Superior do Rio Paraíba
58235000	Estações com outras estações completas a montante indicando melhor qualidade do ajuste. Não foram mantidas devido à não contribuição à calibração do modelo.	Médio Vale Superior do Rio Paraíba
58512040	Estação localizada a montante do reservatório Picada com série curta de dados e logo a jusante de outra estações com dados completos e consistidos, não foi utilizada.	Rio Paraibuna
58594000	Estação com poucos dados e a montante de uma estação com longa série de dados. Foi desconsiderada devido à não contribuição na calibração do modelo hidrológico, que deu preferência para a estação de jusante 58620000	Rio Paraibuna

Fonte: Elaboração própria.

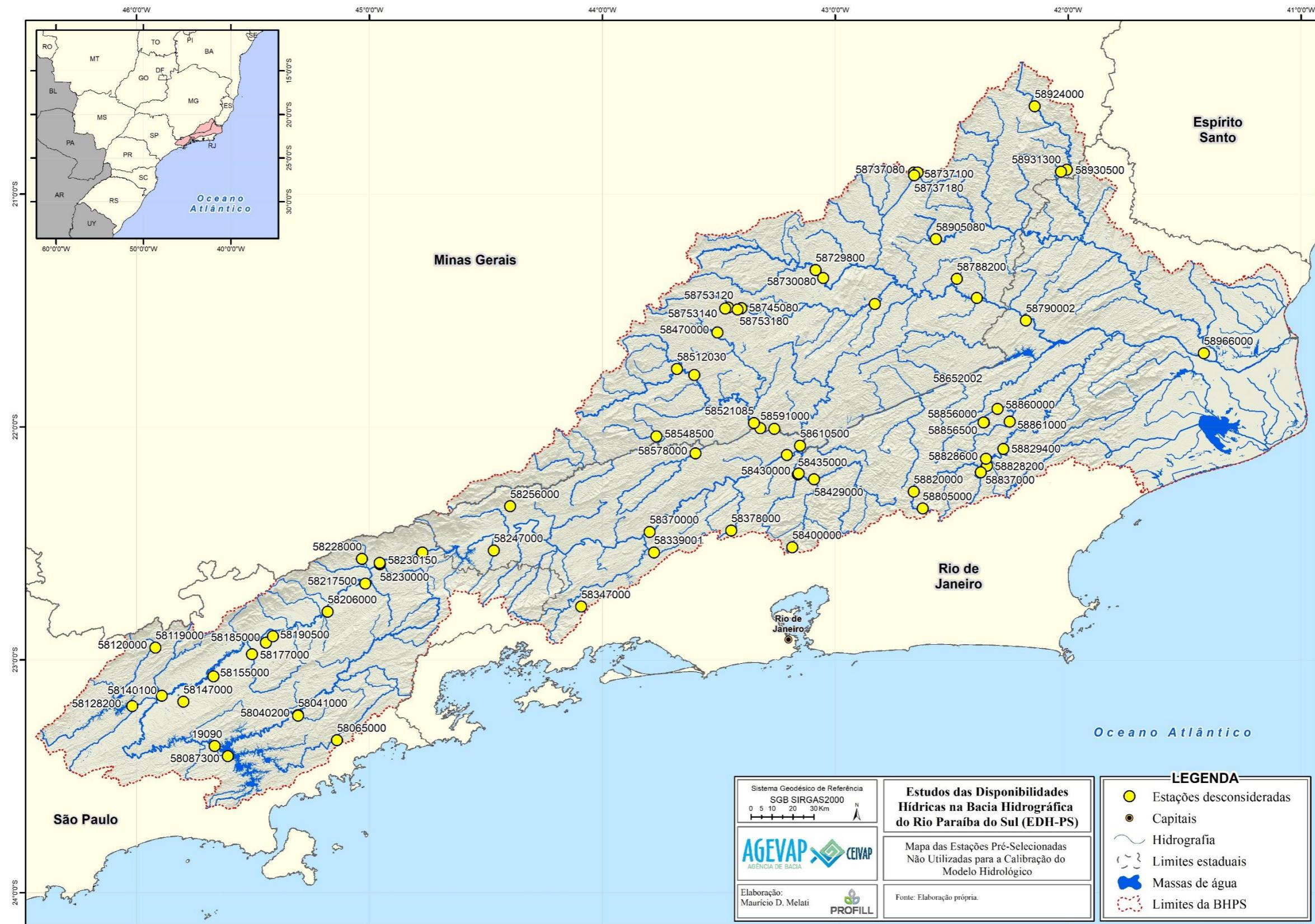


Figura 3.55 – Espacialização das estações fluviométricas pré-selecionadas em etapas anteriores do projeto e não utilizadas no modelo.

 AGEVAP AGÊNCIA DE ÁGUAS	P4_Disponibilidade_R03 CONTRATAÇÃO DE EMPRESA ESPECIALIZADA PARA REALIZAÇÃO DO ESTUDO DAS DISPONIBILIDADES HÍDRICAS NA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO PARAÍBA DO SUL (EDH-PS)	Tipo de Documento: Relatório Técnico Cód. do Documento: AGVP_PARAIBA_EHID_Produto4_Disponibilidade_R03
---	---	---

4 DISPONIBILIDADE HÍDRICA

Segundo a Resolução nº 129 do Conselho Nacional de Recursos Hídricos, a vazão de referência pode ser definida como “aquela que representa a disponibilidade hídrica do curso de água, associada a uma probabilidade de ocorrência” (CNRH, 2011). Essa vazão é tipicamente utilizada como um dos parâmetros para concessão de outorgas de direito de uso de recursos hídricos, sendo um dado fundamental para a gestão responsável das águas.

Há diversos tipos de vazão de referência que podem ser adotados, como vazões médias em determinado período; vazões que são superadas ou igualadas em dada porcentagem de tempo da série histórica que se tem registro em determinado ponto (50%, 90%, 95% do tempo etc.); vazão com determinados dias consecutivos de duração e tempo de retorno (Q_{7,10}, por exemplo).

As curvas de permanência obtidas desconsiderando o aspecto sazonal da disponibilidade hídrica, conforme aponta o estudo de Cruz e Tucci (2001), tendem a superestimar a disponibilidade em períodos mais secos e subestimar em períodos chuvosos. Assim, a autora recomenda a utilização de valores mensais de referência para conceder outorgas de uso da água, dado que, além da água disponível variar ao longo do ano, a demanda por ela também não é constante.

Ainda, no Manual de Procedimentos Técnicos e Administrativos de Outorga de Direito de Uso de Recursos Hídricos da Agência Nacional de Águas, é feita a recomendação de utilização de vazões de referência mensais (no caso da ANA, é a Q95), justificando que “a adoção de vazões sazonais é importante, pois está ligada ao tempo de desatendimento a que o usuário pode estar submetido”, e estima que a cada 3 ou 4 anos poderá haver perdas no cultivo de um usuário de irrigação, por exemplo. Além disso, também menciona a possibilidade de o órgão gestor conceder outorgas de vazões mais elevadas em meses de maior disponibilidade hídrica (ANA, 2013).

Tendo em vista a variação sazonal no balanço hídrico, o TR do EDH-PS exige que as vazões de referência sejam calculadas em escala temporal mensal, bimestral, trimestral e anual. O TR também determina que as vazões de referência obtidas para todo o período de estudo sejam comparadas com as vazões encontradas para o período de crise hídrica (2014 e 2015), com o intuito de compreender o impacto de anos mais críticos da BHPS na análise. A seguir, serão apresentados os métodos escolhidos para cálculo das vazões de referência do presente estudo juntamente com os resultados obtidos.

 AGEVAP AGÊNCIA DE ÁGUAS	P4_Disponibilidade_R03	Tipo de Documento: Relatório Técnico	 CEIVAP
	CONTRATAÇÃO DE EMPRESA ESPECIALIZADA PARA REALIZAÇÃO DO ESTUDO DAS DISPONIBILIDADES HÍDRICAS NA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO PARAÍBA DO SUL (EDH-PS)	Cód. do Documento: AGVP_PARAIBA_EHID_Produ to4_Disponibilidade_R03	

4.1 Métodos de Obtenção de Vazão de Referência

No presente estudo, as vazões de referência que serão calculadas são as seguintes: vazão mínima média de 7 dias de duração e 10 anos de período de retorno ($Q_{7,10}$), vazão média de longo termo (Q_{mlt}), e vazões que são igualadas ou superadas em 95% do tempo ($Q_{95\%}$) e em 90% do tempo ($Q_{90\%}$).

No caso de recursos hídricos de domínio da União, ou seja, águas que banham dois ou mais estados ou se estendam a outro(s) país(es), a vazão de referência para concessão de outorga de uso da água e de disponibilidade hídrica adotada pela Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico é a $Q_{95\%}$ (ANA, 2017). Contudo, cada estado ou bacia tem sua própria legislação para concessão de outorga em corpos hídricos de domínio estadual.

Em Minas Gerais, de acordo com a Portaria IGAM nº 48 de 04 de outubro de 2019, “a vazão de referência a ser utilizada para o cálculo das disponibilidades hídricas superficiais no Estado de Minas Gerais é a vazão mínima de sete dias de duração e dez anos de recorrência – $Q_{7,10}$ ” (IGAM, 2019). O mesmo ocorre com o Estado de São Paulo, onde o Departamento de Águas e Energia Elétrica (DAEE) emprega a $Q_{7,10}$ como base para concessão de outorgas (DAEE, 2017). Já para o Estado do Rio de Janeiro, vazão de referência utilizada é $Q_{95\%}$ (INEA, 2018).

4.1.1 Vazões de permanência $Q_{95\%}$ e $Q_{90\%}$

As vazões $Q_{95\%}$, $Q_{90\%}$ foram obtidas por meio da elaboração de curvas de permanência, as quais expressam a relação entre a frequência com que a vazão do rio é superada ou igualada no tempo. Para a definição das curvas de permanência, foram usadas as séries históricas diárias de vazão dos múltiplos e coincidentes pontos estudados.

Os procedimentos de obtenção da vazão de referência consistiram em ordenar de forma decrescente todos os dados de vazão da série histórica, e para cada valor de vazão é calculada a probabilidade de excedência, onde por meio da função percentil é possível obter a vazão de interesse, por exemplo: a função percentil 5% retornam um resultado que corresponde a vazão que é igualada ou superada em 95% do tempo. A Figura 4.1 a seguir mostra um exemplo de curva de permanência de uma estação fluviométrica observada com renaturalização (Produto 3) e simulada pelo modelo, com indicação dos valores de Q_{90} e Q_{95} .

 AGEVAP AGÊNCIA DE ÁGUA	P4_Disponibilidade_R03	Tipo de Documento: Relatório Técnico Cód. do Documento: AGVP_PARAIBA_EHID_Produto4_Disponibilidade_R03
	CONTRATAÇÃO DE EMPRESA ESPECIALIZADA PARA REALIZAÇÃO DO ESTUDO DAS DISPONIBILIDADES HÍDRICAS NA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO PARAÍBA DO SUL (EDH-PS)	

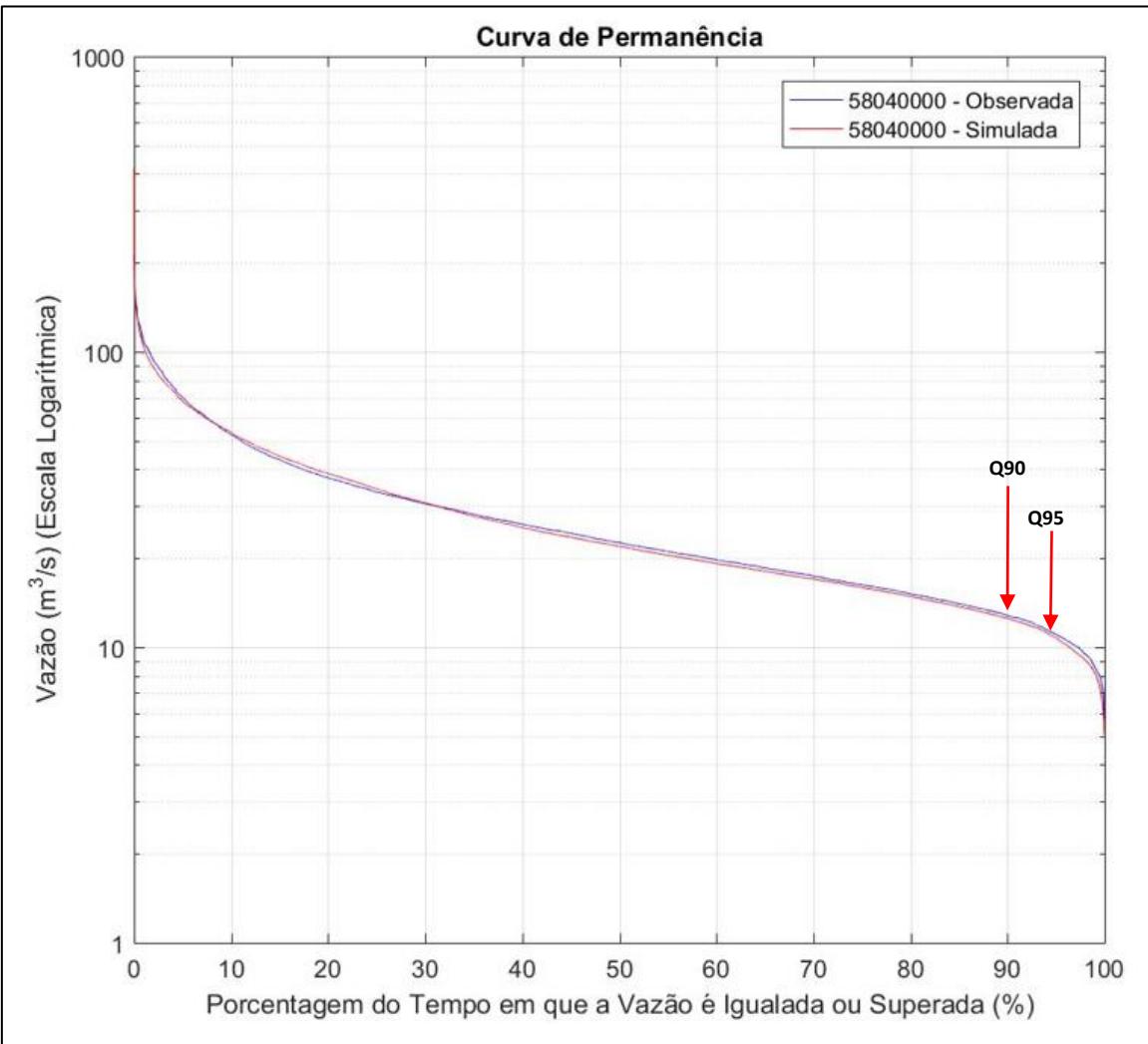


Figura 4.1 – Exemplo de curva de permanência com indicação das vazões Q90 e Q95. Fonte: Elaboração própria

4.1.2 Vazão média de longo termo

A vazão média de longo termo (Q_{mlt}) pode ser entendida como uma média geral, ou seja, é a média de todas as vazões que se tem registro em determinado ponto de interesse. No presente trabalho, portanto, o valor da Q_{mlt} foi obtido a partir da série histórica total de vazão em cada estação fluviométrica consistida da BHPS; de posse desse banco de dados, foi feita uma média aritmética simples das vazões diárias do período definido de análise.

4.1.3 Q7,10

O valor da vazão média de sete dias consecutivos de duração com tempo de retorno de 10 anos foi obtido através do método empírico de probabilidade de excedência de Weibull apresentada na equação abaixo.

 AGEVAP AGÊNCIA DE ÁGUA	P4_Disponibilidade_R03	Tipo de Documento: Relatório Técnico	 CEIVAP
	CONTRATAÇÃO DE EMPRESA ESPECIALIZADA PARA REALIZAÇÃO DO ESTUDO DAS DISPONIBILIDADES HÍDRICAS NA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO PARAÍBA DO SUL (EDH-PS)	Cód. do Documento: AGVP_PARAIBA_EHID_Produ to4_Disponibilidade_R03	

$$P = \frac{m}{N + 1}$$

Equação 4.1

Em que P é a probabilidade de ocorrência, m é a amostra avaliada e N é o total de amostras.

Primeiramente, é necessário obter a vazão Q_7 dentro do ano hidrológico e, para isso, foi calculada a média móvel a partir da vazão renaturalizada no dia e nos três dias anteriores e três dias posteriores a ele; assim, foi feita a média para todos os dias de cada ano compreendido no escopo do projeto. Com isso, foi identificada a menor vazão com sete dias consecutivos de duração de cada ano hidrológico. Onde a probabilidade de ocorrência de cada evento é dado pela probabilidade de excedência de Weibull (equação acima), e o tempo de retorno (TR) associado a cada ocorrência é dado pela equação abaixo.

$$TR = \frac{1}{P}$$

Equação 4.2

A vazão mínima Q_7 para o tempo de retorno de 10 anos é obtida por meio de interpolação linear entre o tempo de retorno imediatamente superior e imediatamente inferior a 10 anos. Um exemplo de ajuste empírico para diferentes tempos de retorno para os dados renaturalizados e simulados está apresentado na Figura 4.2. Para os resultados do modelo, o método foi aplicado de forma uniforme em 43 anos de dados completos. Na etapa de calibração do modelo apresentado no item 3.2.3, o método somente foi aplicado para as séries com ao menos 20 anos de dados considerados completos (séries sem falhas entre os meses de maio e novembro).

Ainda, no desenvolvimento do estudo, foram feitas tentativas de uso de métodos estatísticos para cálculo da $Q_{7,10}$ para verificação dos resultados, como os métodos de Weibull e Gumbel. Contudo, ao avaliar de forma crítica os resultados, percebeu-se que os métodos não apresentavam aderência suficiente à distribuição empírica nas vazões mínimas extremas. Ou seja, a grande estiagem entre 2015 e 2019 implicou em dificuldade de ajuste da distribuição teórica.

 AGEVAP ADÉNCIA DE BÁDA	P4_Disponibilidade_R03	Tipo de Documento: Relatório Técnico Cód. do Documento: AGVP_PARAIBA_EHID_Produto4_Disponibilidade_R03
	CONTRATAÇÃO DE EMPRESA ESPECIALIZADA PARA REALIZAÇÃO DO ESTUDO DAS DISPONIBILIDADES HÍDRICAS NA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO PARAÍBA DO SUL (EDH-PS)	

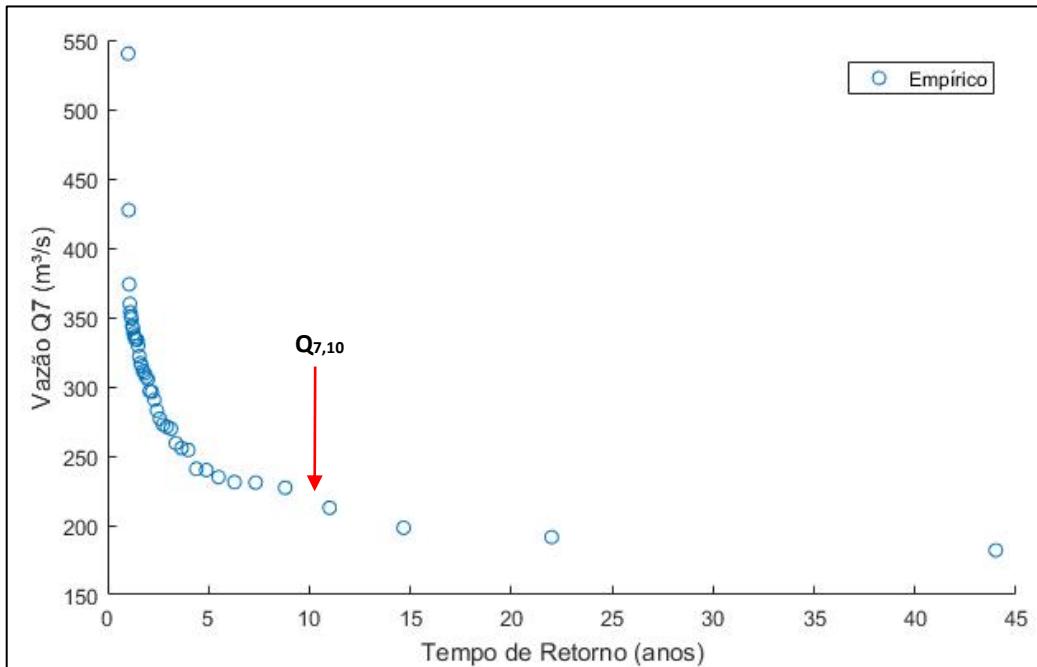


Figura 4.2 – Ajuste empírico para diferentes tempos de retorno para os dados renaturalizados.

4.1.4 Ano Hidrológico

Segundo os autores Collischonn e Dornelles (2013), para análise de vazões máximas e mínimas é acertada a definição do ano hidrológico em contraposição ao ano civil. Segundo o autor, a principal motivação para a definição do ano hidrológico, é que nas análises de frequência de valores máximos ou mínimos anuais é adotada a hipótese que os valores e anos sucessivos são independentes entre si. Caso o ano hidrológico seja mal definido a vazão máxima ou mínima de um ano k pode ser encontrada no final do ano k , e a vazão máxima do ano $k+1$ encontrada no ano do início do ano $k+1$, o que significa que os dois valores são, na verdade, parte do mesmo evento hidrológico, e nesse caso, as duas vazões não podem ser consideradas independentes. De acordo com Naghettini e Pinto (2007), devem ser tomados cuidados na seleção de dados dos eventos para assegurar a independência serial da amostra. O autor concluiu que as vazões devem ser individualizadas por ano hidrológico correspondendo a um período fixo de 12 meses. Para as vazões mínimas anuais foi verificado que os períodos anuais devem ser limitados pelos meses mais chuvosos, ou seja, os anos hidrológicos devem iniciar no período chuvoso.

O início da estação chuvosa não impacta de forma instantânea as vazões dos rios, pois existe um atraso de resposta às vazões observadas nos rios associado a saturação do solo e preenchimento de reservatórios subsuperficiais. Por esse motivo, é ideal que se utilize os dados de vazão para definição do ano hidrológico frente aos dados de chuva para estudo de vazão de referência.

 AGEVAP AGÊNCIA DE ÁGUA	P4_Disponibilidade_R03	Tipo de Documento: Relatório Técnico Cód. do Documento: AGVP_PARAIBA_EHID_Produto4_Disponibilidade_R03
	CONTRATAÇÃO DE EMPRESA ESPECIALIZADA PARA REALIZAÇÃO DO ESTUDO DAS DISPONIBILIDADES HÍDRICAS NA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO PARAÍBA DO SUL (EDH-PS)	

Para a definição do ano hidrológico foram calculadas as médias mensais de vazão de longo termo para as estações selecionadas com o objetivo de estudar o seu comportamento médio ao longo dos anos. Foram escolhidas para o cálculo das vazões médias de longo termo 54 estações que apresentam séries de dados com poucas falhas, permitindo representar o comportamento da vazão ao longo dos anos. A Figura 4.3 apresenta os resultados das médias mensais específicas das estações selecionadas. Observa-se que os meses de maio a outubro representam períodos de baixa disponibilidade hídrica. Já os meses de dezembro a abril representam períodos de maior disponibilidade, com vazões mais altas.

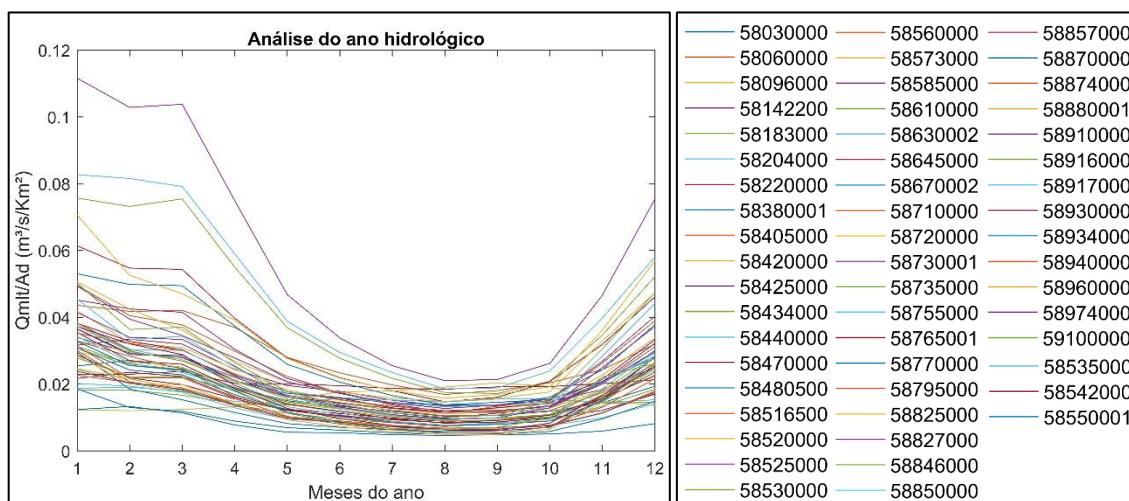


Figura 4.3 - Vazões médias específicas de longo termo com as estações que foram utilizadas na análise com dados a partir de 1978. Fonte: Elaboração própria

A Figura 4.5 apresenta o gráfico do tipo *boxplot* com os resultados para todos os meses de cada ano. Observa-se que o período úmido se inicia no mês de dezembro. Sendo assim, para o presente estudo, o ano hidrológico foi definido como sendo dos meses de dezembro a novembro. Corrobora com a decisão as análises desenvolvidas utilizando a Q7 anual e as Q7 do trimestre novembro-janeiro, onde em alguns anos é possível perceber atraso do período chuvoso, acarretando vazões mínimas no mês de novembro. A Figura 4.4 apresenta um exemplo de ano seco com vazões mínimas anuais na primeira quinzena de novembro.

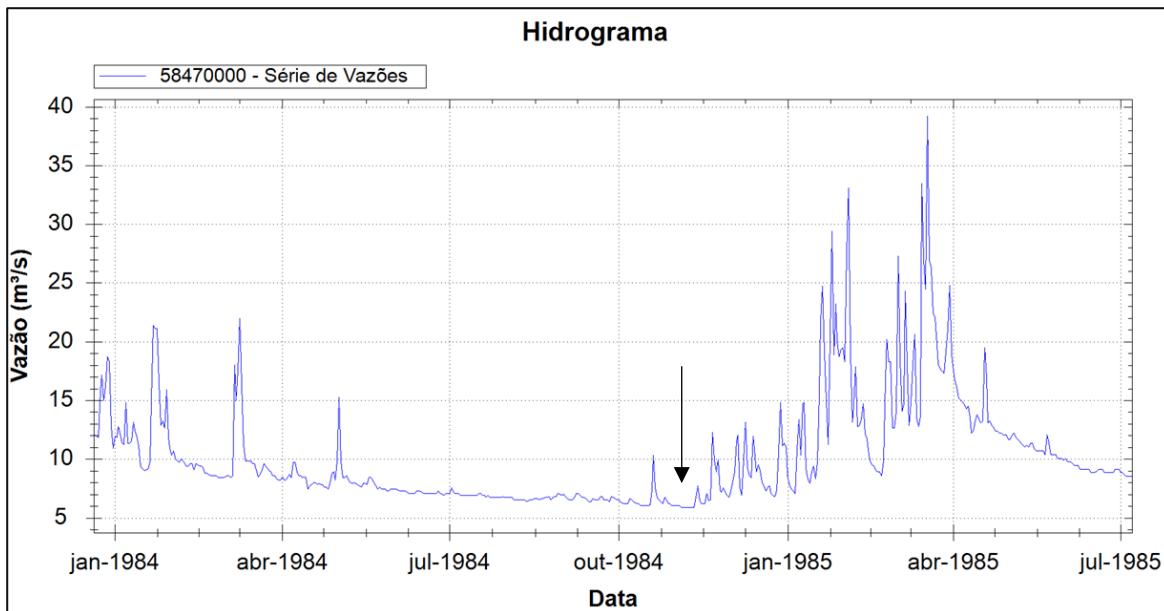


Figura 4.4 – Exemplo de estiagem com vazões mínimas no mês de novembro (indicação na imagem).

Além disso, foram definidos períodos de representações bimestrais e trimestrais do comportamento das vazões. Os períodos bimestrais definidos foram: Dezembro-Janeiro, Fevereiro-Março, Abril-Maio, Junho-Julho, Agosto-Setembro e Outubro-Novembro. Já os períodos trimestrais definidos foram: Dezembro-Janeiro-Fevereiro, Março-Abril-Maio, Junho-Julho-Agosto e Setembro-Outubro-Novembro. A Tabela 4.1 apresenta um resumo das definições citadas.

Tabela 4.1, Resumo dos períodos de análise considerando o ano hidrológico.

Meses	Meses											
	Dez	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov
Ano Hidrológico	Ano Hidrológico											
Trimestres Hidrológicos	1º Trimestre			2º Trimestre			3º Trimestre			4º Trimestre		
Bimestres Hidrológicos	1º Bimestre	2º Bimestre	3º Bimestre	4º Bimestre	5º Bimestre	6º Bimestre						

Fonte: Elaboração própria.

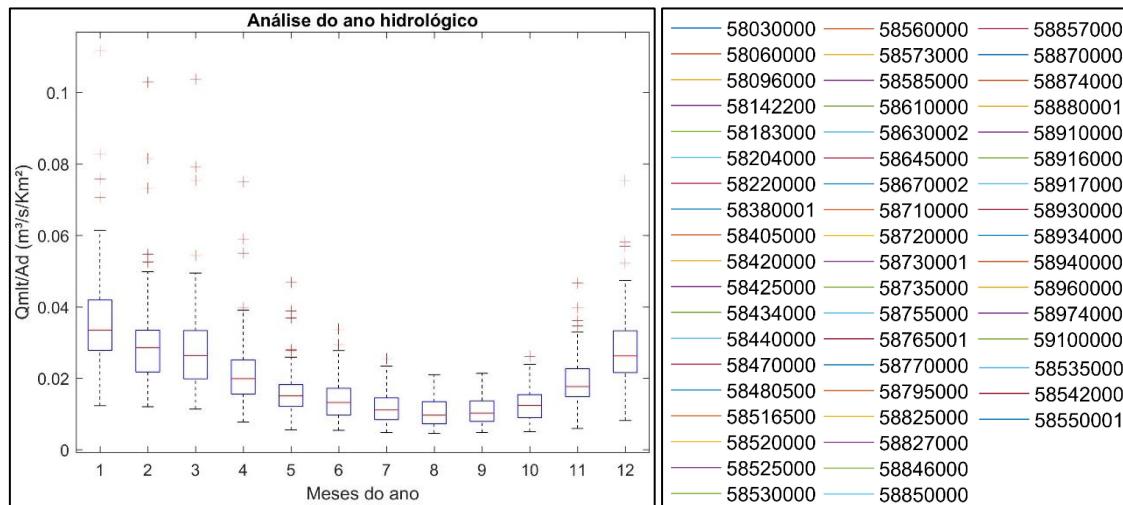


Figura 4.5 – Boxplot da análise do ano hidrológico com as estações que foram utilizadas com dados a partir de 1978. Fonte: Elaboração própria

4.1.5 Avaliação das Vazões Incrementais Negativas

Os resultados do modelo hidrológico foram obtidos para 6.040 minibacias na área de estudo, onde quatro vazões de referência foram obtidas para 23 diferentes variações temporais (anual, mensal, bimestral e trimestral). O resultado foi tratado em relação à ocorrência de vazões incrementais negativas conforme solicitado pela contratante, uma vez que as bases serão usadas para fins de gestão. Ou seja, não é esperado que uma vazão de referência no trecho de jusante tenha vazão menor que o trecho de montante (com exceção de locais com reservatórios), ou que dois afluentes somem uma vazão de referência superior ao trecho logo de jusante.

O procedimento é necessário uma vez que vazões de referência não são instantâneas e a possibilidade de trechos de jusante terem vazões menores que trechos de montante pode ocorrer nos rios devido muitos fatores, como: a característica física do trecho de rio, que afeta a recessão do hidrograma (contribuição subterrânea e subsuperficial); a declividade do trecho de rio que afeta a dinâmica armazenamento de água, pequenas ou grandes obras hidráulicas, evapotranspiração entre dois pontos monitorados, infiltração no leito do rio, o fato de a vazão de referência não ser instantânea, variação brusca da contribuição subterrânea devido a mudança abrupta na geomorfologia, entre diversos outros. Todos esses fatores aumentam de importância em momentos críticos de vazões mínimas, onde o fluxo é baixo e lento, foco principal da análise desse relatório.

Ainda, vazões mínimas de referência (em especial a $Q_{7,10}$) estão associadas diretamente ao ajuste do tramo baixo da curva-chave, onde grandes erros percentuais são aceitos nos ajustes devido aos baixos valores de vazão das medições, o que é inerente a natureza da medição. Portanto, por mais que seja esperado que as vazões de referência não tenham incrementais negativas para fins

 AGEVAP AGÊNCIA DE BÁSICA	P4_Disponibilidade_R03 CONTRATAÇÃO DE EMPRESA ESPECIALIZADA PARA REALIZAÇÃO DO ESTUDO DAS DISPONIBILIDADES HÍDRICAS NA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO PARAÍBA DO SUL (EDH-PS)	Tipo de Documento: Relatório Técnico Cód. do Documento: AGVP_PARAIBA_EHID_Produ to4_Disponibilidade_R03	 CEIVAP
--	---	---	---

de gestão, é necessário considerar que o ambiente natural apresenta complexidade que vai além da esperada continuidade das vazões de referência.

Mesmo avaliando vazões diárias, a rigor a existência de um trecho a jusante com vazão menor, em especial vazões mínimas, não caracteriza algo que não aconteça na natureza. Ao longo de um rio ele pode contribuir para a recarga dos aquíferos, e isso acontece muitas vezes durante justamente os períodos de vazões mais baixas, onde as cargas hidráulicas dos aquíferos que contribuem para os rios são menores (FEITOSA et al., 2008; FREEZE; CHERRY, 1979). Um caso clássico na literatura de perdas de água é o trecho entre Morpará (Estação fluviométrica de Morpará, código 46360000) e Sobradinho, onde são verificadas perdas de água na ordem de até 500m³/s (REIS, 2018).

Nos resultados deste estudo, foi observada a ocorrência de vazões incrementais negativas, com maior destaque na obtenção de vazão mínima Q_{7,10}. Nas situações em que ocorreram vazões incrementais negativas, foi feita a modificação do resultado do trecho de rio considerando a vazão do trecho de montante somada. Ou seja, em uma confluência ou troca de trecho de rio na minibacias, os casos em que a vazão incremental negativa foi observada, o valor de montante (ou a soma da confluência) foi adotado para o trecho de jusante. O procedimento adotado foi baseado na proposta de Fan (2013) para redes de drenagem. Esse procedimento implica em atualização de vazões de referência nos trechos de rio de forma crescente para jusante. E que, em alguns casos, implica em aumento do erro em determinado ponto com observação.

Ainda, para avaliar os resultados do modelo de uma forma geral, foi feita uma análise espacial de produção média das minibacias. A Figura 4.6 apresenta a vazão incremental específica das vazões Q_{mlt} para todas as minibacias da BHPS. Os resultados mostram que a produção de vazão nas minibacias acompanha os totais pluviométricos da bacia hidrográfica, com menores valores na região central da sub-bacia do Alto Vale e Médio Vale Superior do Rio Paraíba do Sul, na sub-bacia do Médio Vale do Rio Paraíba do sul a jusante do reservatório Santa Cecília e na região leste próxima a foz da bacia. Ainda, foi observado que na região norte na sub-bacia do Rio Pomba ocorre uma região com baixa produção hídrica, que apesar de não ter baixos índices pluviométricos, apresenta terreno bastante plano com favorabilidade a ocorrência de evapotranspiração, o que justifica os menores valores da região. Os maiores índices de vazão Q_{mlt} específica são observados nas cabeceiras das bacias em regiões com elevados índices pluviométricos.

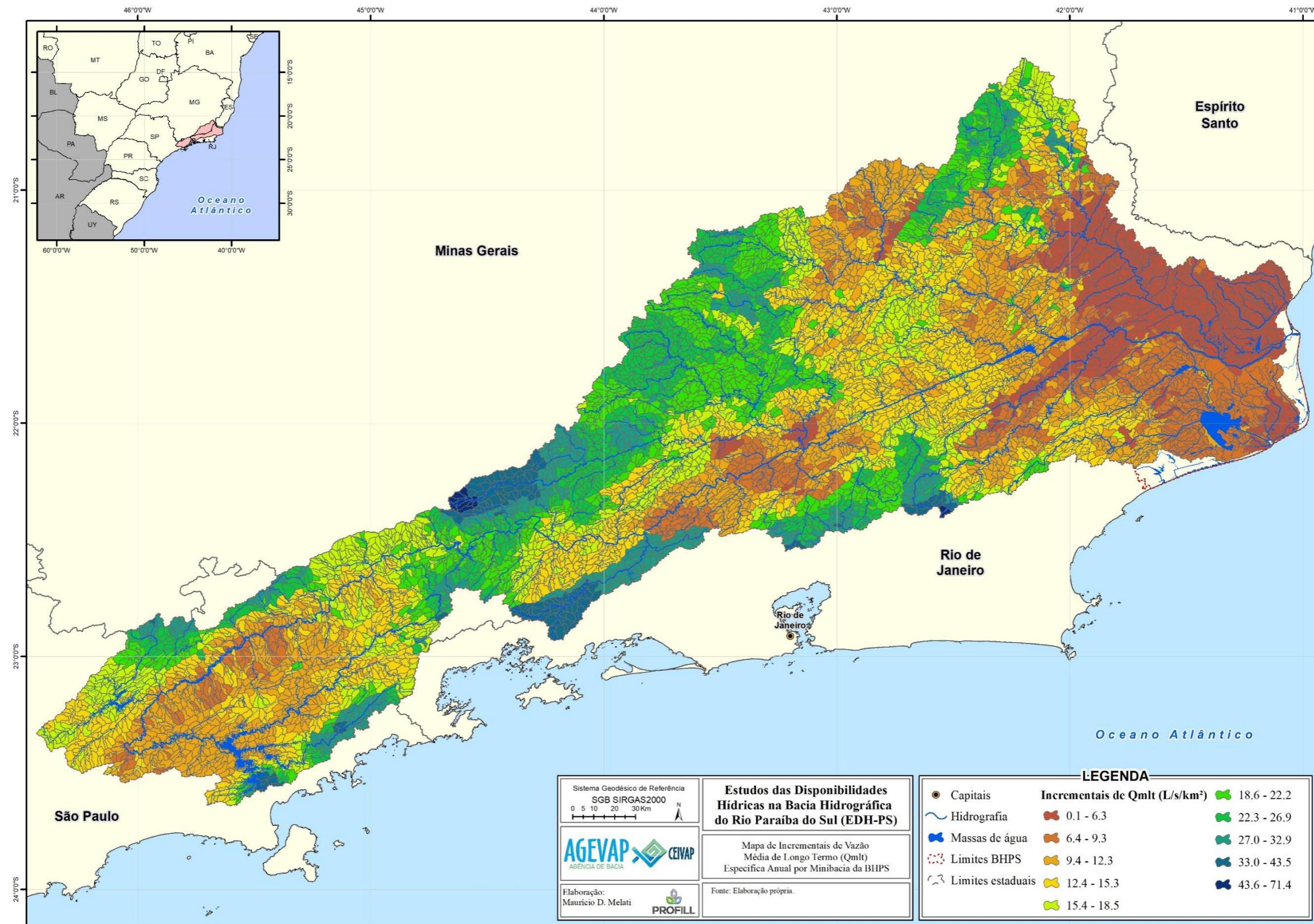


Figura 4.6 – Vazões Qmlt incrementais específicas anuais (L/s/km²) das minibacias do modelo hidrológico

 AGEVAP AGÊNCIA DE ÁGUA	P4_Disponibilidade_R03 CONTRATAÇÃO DE EMPRESA ESPECIALIZADA PARA REALIZAÇÃO DO ESTUDO DAS DISPONIBILIDADES HÍDRICAS NA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO PARAÍBA DO SUL (EDH-PS)	Tipo de Documento: Relatório Técnico Cód. do Documento: AGVP_PARAIBA_EHID_Produ to4_Disponibilidade_R03	 CEIVAP
--	---	---	---

Ainda, os resultados foram avaliados em relação a coerência física na BHPS, onde se avaliou a sazonalidade mensal das vazões de referência obtidas nas minibacias do modelo hidrológico nos resultados do modelo assimilado, por meio da anomalia das vazões específicas. A Figura 4.7 apresenta as variações mensais das quatro vazões de referência. Observa-se que para alguns casos, ocorre menor disponibilidade hídrica no período úmido, como é o caso da situação a jusante do reservatório Santa Branca, onde em muitos anos a defluência regularizada implicou em baixos valores de vazão no período úmido. Contudo, de maneira geral, os menores valores são observados nos meses mais secos.

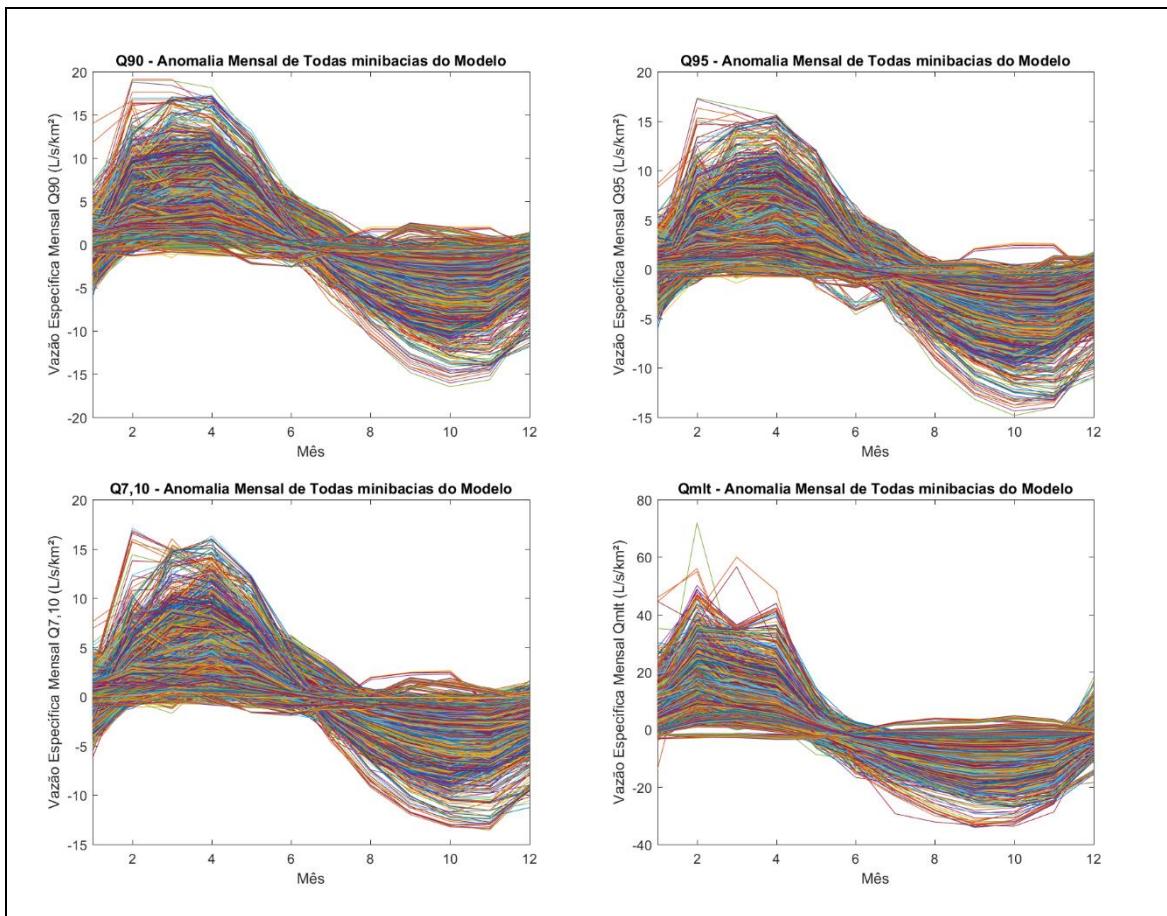


Figura 4.7 – Sazonalidade mensal das vazões de referência estudadas para o modelo assimilado

 AGEVAP AGÊNCIA DE ÁGUA	P4_Disponibilidade_R03	Tipo de Documento: Relatório Técnico Cód. do Documento: AGVP_PARAIBA_EHID_Produto4_Disponibilidade_R03	 CEIVAP
	CONTRATAÇÃO DE EMPRESA ESPECIALIZADA PARA REALIZAÇÃO DO ESTUDO DAS DISPONIBILIDADES HÍDRICAS NA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO PARAÍBA DO SUL (EDH-PS)		

4.2 Conversão dos Resultados do MGB para a BHO6 Completa

Os resultados obtidos com o modelo hidrológico estão associados à discretização pré-definida e apresentada no item 3 deste relatório. Foram obtidos resultados espaciais para 6.040 minibacias devido às limitações computacionais da simulação desenvolvida. Contudo, a base de dados de trechos de rio da BHO6 completa apresenta um total de 272.188 trechos, um valor 45 vezes maior do que a discretização simulada no modelo.

Para compatibilizar os resultados com a base de dados da ANA (BHO 6), foi feito um tratamento de dados espacial para que o resultado do projeto estivesse apresentado na base completa e sem vazões incrementais negativas (com exceção dos locais com transposição e regularização). Para isso, o cálculo da vazão específica foi utilizado (Equação 4.3).

$$Q_{estimada} = Q_{referência} * \frac{A_{estimada}}{A_{referência}}$$
Equação 4.3

Em que $Q_{estimada}$ é a vazão a ser estimada no ponto de interesse (m^3/s); $Q_{referência}$ é a vazão da estação que está sendo usada de apoio (m^3/s); $A_{referência}$ é a área de drenagem da estação que está sendo usada de apoio (km^2); e $A_{estimada}$ é a área de drenagem do ponto de interesse (km^2).

A transferência da informação foi feita com base na área de drenagem a montante dos 272.188 trechos de rio da base. Os procedimentos de transferência da informação foram feitos em três etapas:

- Para as minibacias de cabeceira geradas no modelo hidrológico, o valor de cada vazão de referência específica do exutório dessas minibacias foi transferido por meio do dado de área de montante acumulada informada nos metadados da base BHO6. A Figura 4.8 mostra um exemplo de como essa informação foi desagregada dentro das minibacias de cabeceira do modelo. O exemplo da imagem mostra como um único valor de referência no exutório da minibacia deu origem a dados espacializados de 51 trechos de rio.

 AGEVAP AGÊNCIA DE ÁGUA	P4_Disponibilidade_R03 CONTRATAÇÃO DE EMPRESA ESPECIALIZADA PARA REALIZAÇÃO DO ESTUDO DAS DISPONIBILIDADES HÍDRICAS NA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO PARAÍBA DO SUL (EDH-PS)	Tipo de Documento: Relatório Técnico	 CEIVAP
--	---	---	---

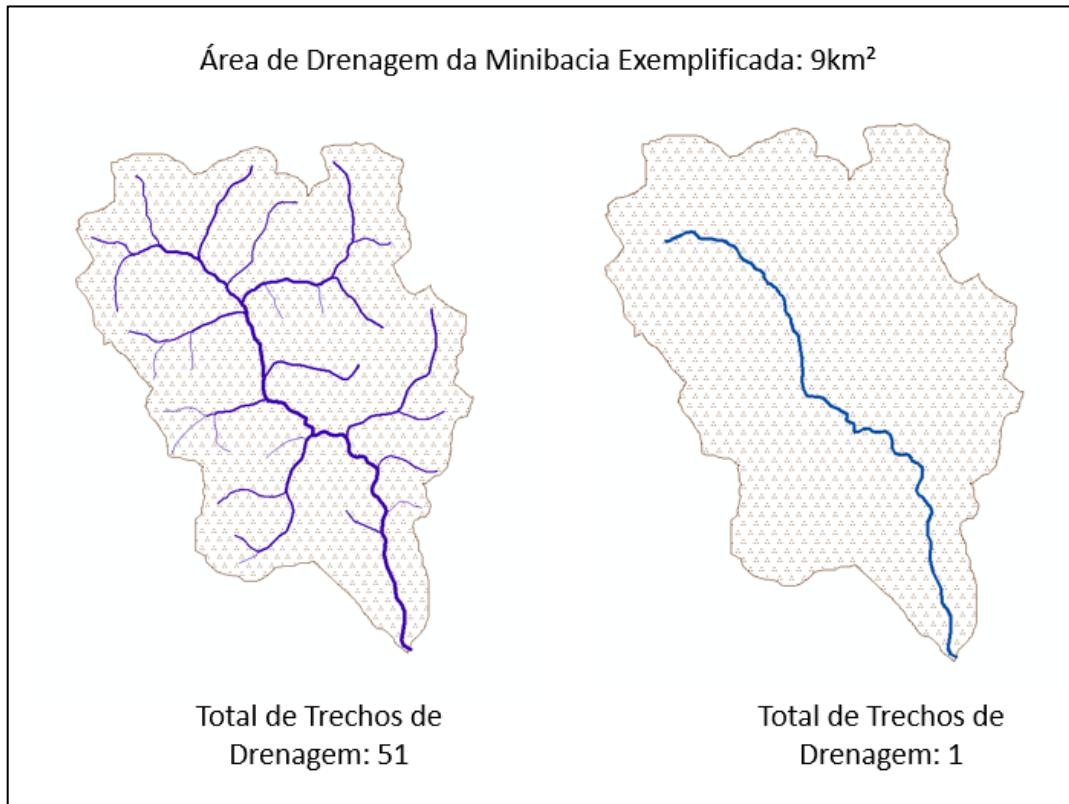


Figura 4.8 – Tratamento dos resultados nas minibacias de cabeceira do modelo hidrológico.

- b) Para as minibacias que não são de cabeceiras, ou seja, possuem curso de água chegando e saindo dos limites da minibacia, os pequenos trechos de drenagem associados a minibacias tiveram vazão gerada por meio da vazão específica incremental da minibacia do modelo, ou seja, essas são as vazões que são geradas em cada minibacia e posteriormente somadas com a vazão que chega no trecho de rio. A vazão incremental de cada minibacia teve como condição de valor máximo a diferença entre as vazões de referência que chegam e saem da minibacia. Esse procedimento evita que ocorram aumentos para jusante no tratamento de remoção das vazões incrementais negativas. A Figura 4.9 mostra um exemplo de como essa informação foi desagregada dentro das minibacias.

 AGEVAP AGÊNCIA DE ÁGUA	P4_Disponibilidade_R03 CONTRATAÇÃO DE EMPRESA ESPECIALIZADA PARA REALIZAÇÃO DO ESTUDO DAS DISPONIBILIDADES HÍDRICAS NA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO PARAÍBA DO SUL (EDH-PS)	Tipo de Documento: Relatório Técnico Cód. do Documento: AGVP_PARAIBA_EHID_Produ to4_Disponibilidade_R03	 CEIVAP
--	---	---	---

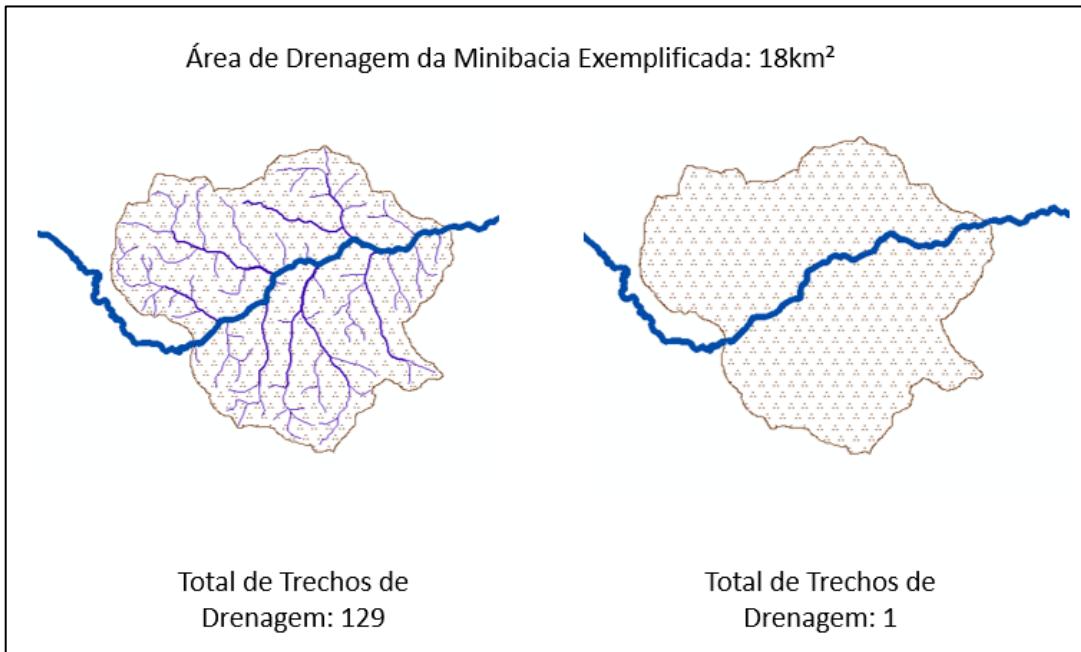


Figura 4.9 – Tratamento dos resultados nos trechos incrementais das minibacias do modelo hidrológico.

- c) Por fim, para os trechos principais de cada minibacia que foram modelados, ocorreu a desagregação dos valores ao longo de cada trecho. O processamento foi feito usando o total de água que chega na minibacia mais a produção gerada em cada contribuinte lateral calculado no item b). A Figura 4.10 mostra um exemplo de como essa informação foi desagregada dentro das minibacias do modelo. O preenchimento de todos os trechos levou em consideração a vazão que chega no ponto avaliado, garantindo a continuidade das vazões, sem ocorrência de vazões incrementais negativas.

 AGEVAP AGÊNCIA DE ÁGUA	P4_Disponibilidade_R03 CONTRATAÇÃO DE EMPRESA ESPECIALIZADA PARA REALIZAÇÃO DO ESTUDO DAS DISPONIBILIDADES HÍDRICAS NA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO PARAÍBA DO SUL (EDH-PS)	Tipo de Documento: Relatório Técnico Cód. do Documento: AGVP_PARAIBA_EHID_Produ to4_Disponibilidade_R03
--	---	---

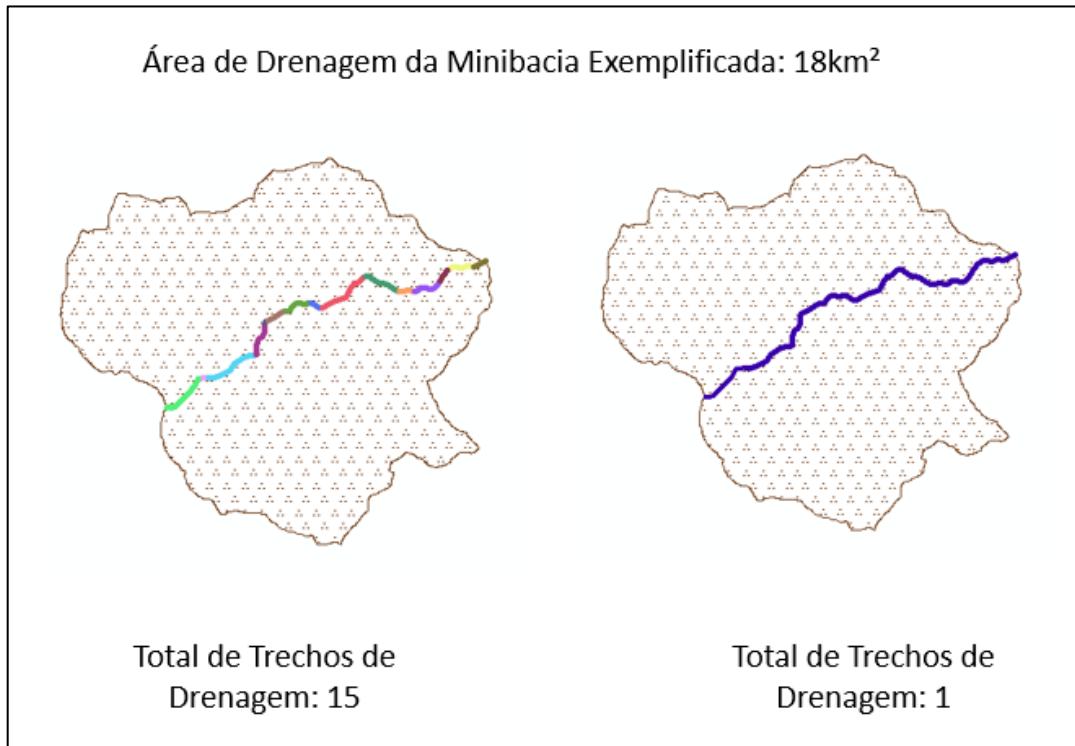


Figura 4.10 – Tratamento dos resultados nos trechos incrementais das minibacias do modelo hidrológico.

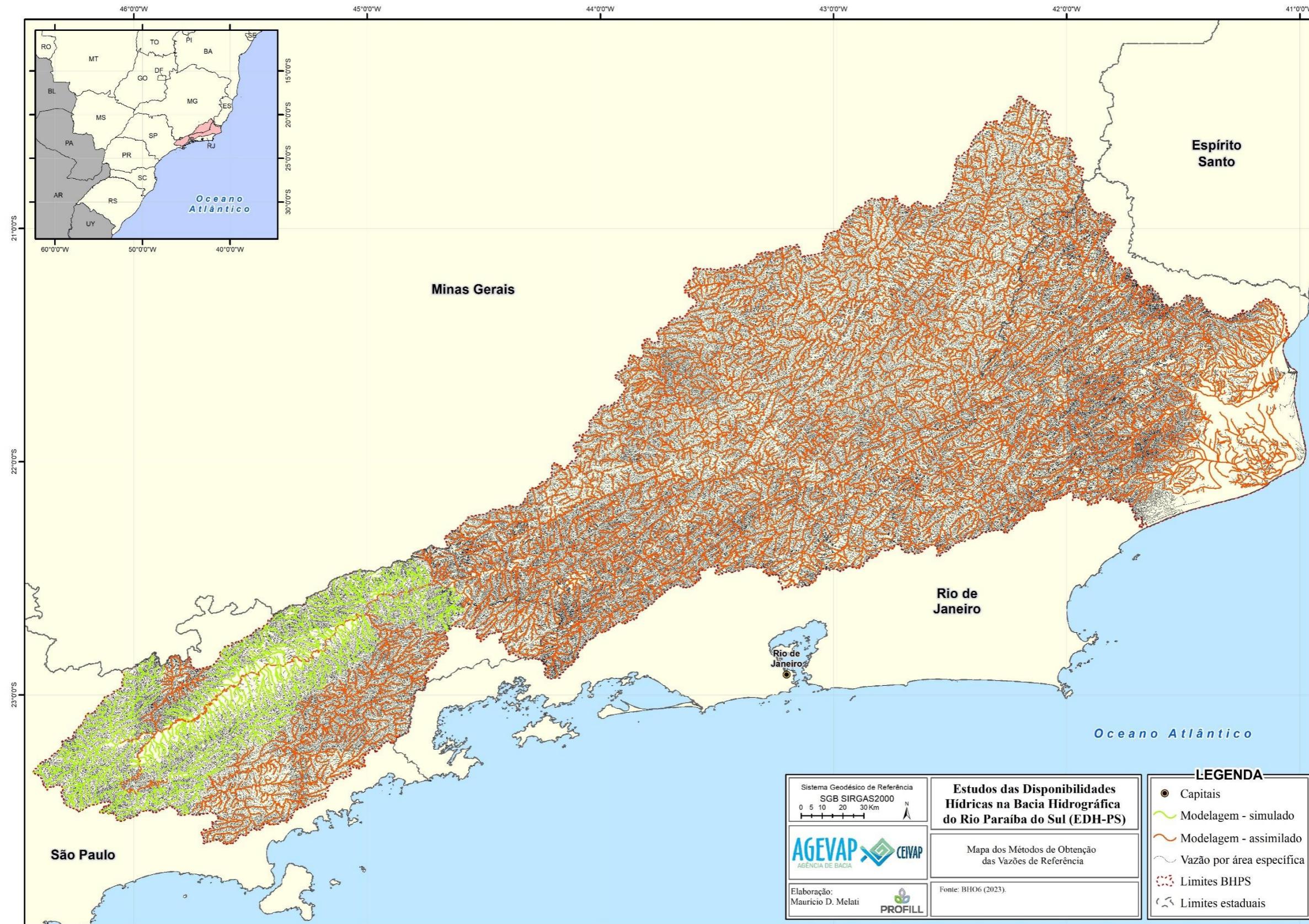
Por fim, todos os trechos de rio dentro do polígono de massas de água dos reservatórios da bacia tiveram resultados de disponibilidade mantidos na base (mesmo não sendo adequados para gestão de reservatórios), esses trechos receberam uma codificação específica na última coluna dos resultados finais, onde o número “0” indica vazões de referência nos rios, o número “1” significa vazões de referência em áreas alagadas dos reservatórios e “2” significa vazão de referência em trechos de rio localizados exatamente em cima da defluência dos principais reservatórios com regularização na bacia. No eixo das defluências dos principais reservatórios optou-se por apresentar a disponibilidade de jusante calculada. Maiores detalhes sobre essa codificação podem ser encontrados na descrição dos metadados dos resultados. Ainda, locais sem dados de vazão de referência, como na linha costeira, foi apresentado o valor 9999, ou seja, sem indicação de vazão de referência.

4.3 Resultados da Disponibilidade Hídrica

Os resultados da disponibilidade hídrica tiveram origem nas 6040 minibacias do modelo hidrológico que geraram séries históricas para o presente projeto. Essas séries diárias podem ser acessadas no banco de dados SQL com os nomes de “p4_serieflu_assimilada” para as séries assimiladas e com o nome “p4_serieflu_simulada” para as séries simuladas, ambas referentes ao Rio Paraíba do Sul. As séries referentes aos rios Guaxindiba e Canal Flecha, localizados à norte

 AGEVAP AGÊNCIA DE BÁCIA	P4_Disponibilidade_R03	Tipo de Documento: Relatório Técnico	 CEIVAP
	CONTRATAÇÃO DE EMPRESA ESPECIALIZADA PARA REALIZAÇÃO DO ESTUDO DAS DISPONIBILIDADES HÍDRICAS NA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO PARAÍBA DO SUL (EDH-PS)	Cód. do Documento: AGVP_PARAIBA_EHID_Produ to4_Disponibilidade_R03	

e sul da foz do Rio Paraíba do Sul, respectivamente, podem ser encontradas no banco de dados SQL com os nomes “*p4_serieflu_simulada_guaxindiba*” e “*p4_serieflu_simulada_canal_flecha*”. Na geração dos resultados, a indicação do uso da série simulada ou assimilada para obtenção do resultado está apresentado no shapefile “*edh_05_bhps_mgb_minibacias_BHPS_pol*” na coluna “*A ou S*”, maiores detalhes podem ser encontrados nos metadados. O código ID da minibacia é o código da série no banco em Postgres SQL. Na Figura 4.11 é possível observar um mapa com indicação espacial dos locais onde os diferentes métodos foram empregados.



	P4_Disponibilidade_R03	Tipo de Documento: Relatório Técnico Cód. do Documento: AGVP_PARAIBA_EHID_Produto4_Disponibilidade_R03
	CONTRATAÇÃO DE EMPRESA ESPECIALIZADA PARA REALIZAÇÃO DO ESTUDO DAS DISPONIBILIDADES HÍDRICAS NA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO PARAÍBA DO SUL (EDH-PS)	

As séries históricas diárias de vazão para os 6040 trechos de rio possuem dados entre 01/01/1977 e 31/12/2021. É importante destacar que para os resultados de vazão de referência foram usados os dados entre 01/12/1978 e 30/11/2021, devido ao ano hidrológico definido para a região. Ainda, cada série é identificada por um número (código da minibacia) que pode ter sua localização visualizada nos shapefiles de minibacias com nomes:

- “edh_05_bhps_mgb_minibacias_BHPS_pol”;
- “edh_05_bhps_mgb_minibacias_guaxindiba_pol”;
- “edh_05_bhps_mgb_minibacias_canal_flecha_pol”.

Por fim, para ajudar na visualização, os shapefiles de trechos de rio do modelo associados às minibacias podem ser utilizados de forma conjunta, os nomes dos shapes estão apresentados a seguir:

- “edh_05_bhps_mgb_trechos_BHPS_lin”;
- “edh_05_bhps_mgb_trechos_guaxindiba_lin”;
- “edh_05_bhps_mgb_trechos_canal_flecha_lin”.

Os resultados do presente estudo, conforme informado anteriormente, são na forma de vazões de referência (Qmlt, Q_{7,10}, Q95 e Q90). Todas essas vazões de referência foram transferidas para a base de dados hidrográfica BHO6 com 272.188 trechos e estão apresentadas a seguir. Ainda, todos resultados das vazões de referência podem ser acessados espacialmente pelos shapefiles presentes no banco de dados em PostGIS e listados no Quadro 4.1. Maiores detalhes para acessar essas informações também podem ser encontrados no Anexo I.

Quadro 4.1 – Resultados espaciais das vazões de referência Qmlt, Q_{7,10}, Q95 e Q90 anuais, mensais, bimestrais e trimestrais

Resultado	Shapefile
Vazão Q _{7,10}	edh_05_bhps_disponibilidade_q710_lin
Vazão Qmlt	edh_05_bhps_disponibilidade_Qmlt_lin
Vazão Q90	edh_05_bhps_disponibilidade_Q90_lin
Vazão Q95	edh_05_bhps_disponibilidade_Q95_lin
Vazão Específica Q _{7,10}	edh_05_bhps_disponibilidade_q710_esp_lin
Vazão Específica Qmlt	edh_05_bhps_disponibilidade_Qmlt_esp_lin
Vazão Específica Q90	edh_05_bhps_disponibilidade_Q90_esp_lin
Vazão Específica Q95	edh_05_bhps_disponibilidade_Q95_esp_lin

Fonte: Elaboração própria

É importante destacar que o trecho do Rio Paraíba do Sul localizado entre a defluência do reservatório Jaguari e reservatório do Funil (somente o rio principal) utilizou dados posteriores ao ano hidrológico de 1993 para cálculo das vazões de referência devido à não existência de séries de defluência do reservatório Jaguari

 AGEVAP AGÊNCIA DE ÁGUA	P4_Disponibilidade_R03 CONTRATAÇÃO DE EMPRESA ESPECIALIZADA PARA REALIZAÇÃO DO ESTUDO DAS DISPONIBILIDADES HÍDRICAS NA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO PARAÍBA DO SUL (EDH-PS)	Tipo de Documento: Relatório Técnico Cód. do Documento: AGVP_PARAIBA_EHID_Produ to4_Disponibilidade_R03	 CEIVAP
--	---	---	---

anteriores a 1993. Todo o restante da BHPS utilizou dados a partir de dezembro de 1978 para o cálculo das vazões de referência.

Ainda, para cada minibacia com dados de vazão renaturalizado disponíveis, foi feita uma comparação do hidrograma e curva de permanência simulados com o resultado obtido somente com o dado renaturalizado (usualmente com séries de dados mais curtas). A Figura 4.12 apresenta um exemplo de imagem com os resultados informados. Ainda, no Anexo III é possível verificar os resultados para as estações fluviométricas utilizadas no modelo hidrológico. Na imagem é possível observar a curva de permanência da série renaturalizada levemente abaixo da curva de permanência da série simulada, isso está associado ao fato de que o dado renaturalizado tem grande influência de uma época mais seca da BHPS, enquanto o dado da série simulada engloba a série desde o ano hidrológico de 1978. Por fim, no Anexo IV é apresentada a curva de permanência e o hidrograma somente do resultado gerado no presente estudo.

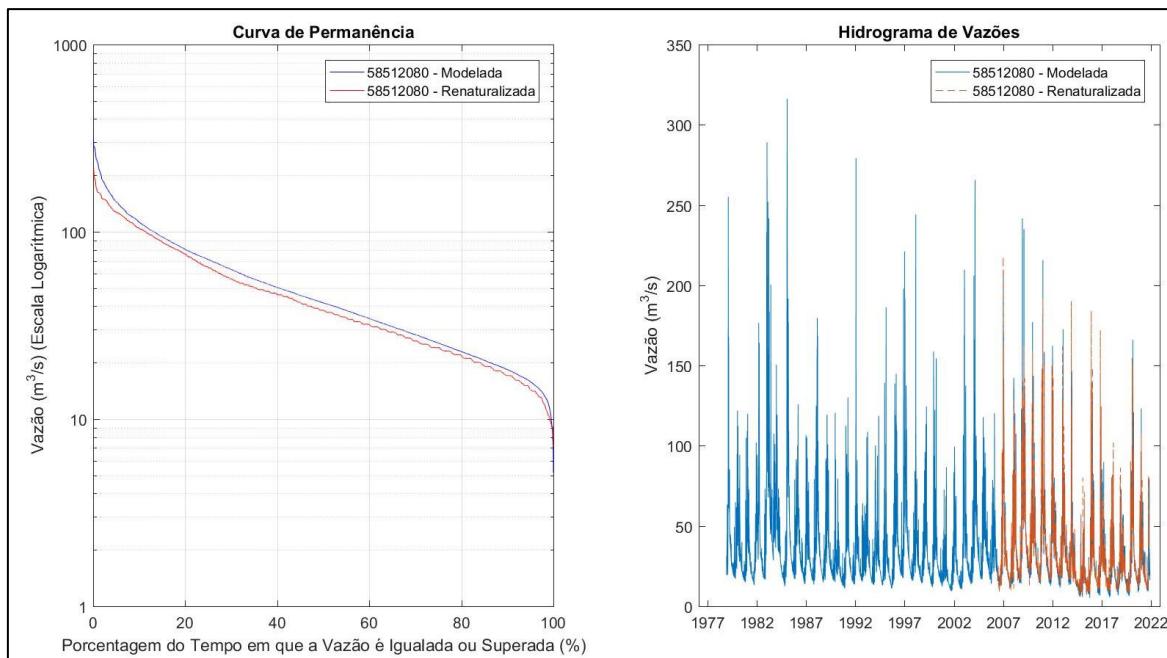


Figura 4.12 – Resultados simulados em uma determinada minibacia com os dados renaturalizados em uma estação fluviométrica no mesmo local.

4.3.1 Resultados da Disponibilidade Hídrica nas Estações Fluviométricas

Os resultados das quatro vazões de referência (m^3/s) e vazões de referência específicas ($L/s/km^2$) estão apresentados para as 23 variações temporais de vazões (anual, mensal, bimestral e trimestral) nos cotrechos da BHO6 com cada uma das 133 estações fluviométricas entre a Tabela 4.2 e Tabela 4.9.

Tabela 4.2 – Resultados de vazão de referência (m³/s) Qmlt para os cotrechos da BHO6 com estações fluviométricas.

Estação	Cotrecho	Sub-bacia	Qanual	Qdez	Qjan	Qfev	Qmar	Qabr	Qmai	Qjun	Qul	Qago	Qset	Qout	Qnov	Qdezjan	Qfevmar	Qabrmai	Qjunjul	Qagoset	Qnovdez	Qdezfev	Qmarmai	Qjunago	Qsetnov
58068000	1900310	Alto Vale do Rio Paraíba	12,7	15,4	20,5	20,7	18,5	15,3	11,3	9,2	7,8	6,4	7,4	8,9	11,2	17,9	19,5	13,3	8,5	6,9	10,0	18,8	15,0	7,8	9,1
58060000	3760233	Alto Vale do Rio Paraíba	8,1	8,8	11,9	12,1	12,0	10,3	7,8	6,5	5,5	4,7	5,0	5,7	6,8	10,4	12,0	9,0	6,0	4,9	6,2	10,9	10,0	5,6	5,8
58040000	3095596	Alto Vale do Rio Paraíba	29,3	33,9	46,1	49,7	44,2	33,2	25,6	23,0	19,3	17,1	17,6	19,8	23,5	40,0	46,8	29,3	21,1	17,3	21,6	43,0	34,3	19,8	20,3
58030000	1837318	Alto Vale do Rio Paraíba	12,5	14,3	18,6	19,9	18,3	14,2	11,2	10,0	8,8	7,7	7,8	8,7	10,6	16,4	19,1	12,7	9,4	7,7	9,6	17,5	14,5	8,8	9,0
59100000	4634462	Baixo Vale do Rio Paraíba	9,0	14,7	18,4	14,4	13,3	10,3	7,2	5,5	4,3	3,6	3,9	5,1	9,9	16,5	13,8	8,7	5,0	3,7	7,5	15,9	10,2	4,5	6,2
58974000	5097635	Baixo Vale do Rio Paraíba	716,6	1030,3	1350,2	1156,9	1071,8	788,5	570,4	492,8	416,2	377,6	377,7	432,1	657,0	1190,3	1112,1	677,6	453,6	377,6	540,4	1176,5	810,5	428,0	486,7
58880001	1836411	Baixo Vale do Rio Paraíba	608,0	842,2	1129,1	989,2	898,2	668,5	488,2	427,7	362,6	325,3	330,2	370,3	543,6	985,7	937,2	576,9	394,5	327,7	455,5	986,6	684,8	371,2	413,8
58795000	4338786	Baixo Vale do Rio Paraíba	561,1	756,6	998,3	912,1	835,2	622,0	454,0	399,4	339,2	304,8	308,7	345,7	500,2	872,3	871,8	536,6	368,7	306,7	421,7	884,7	636,9	347,2	384,0
58385100	2577348	Médio Vale do Rio Paraíba	190,6	219,0	319,6	338,1	288,8	201,2	149,3	140,1	117,7	110,6	119,6	130,2	159,6	269,3	312,3	174,9	128,7	115,0	144,6	290,9	213,3	122,6	136,4
58380001	2559372	Médio Vale do Rio Paraíba	189,4	217,5	317,4	336,2	287,1	199,9	148,3	139,2	117,1	110,1	119,1	129,7	158,7	267,5	310,5	173,7	128,0	114,6	144,0	289,0	211,9	122,0	135,8
58321000	2032067	Médio Vale do Rio Paraíba	174,9	198,1	286,3	307,6	262,7	183,9	135,8	130,6	110,9	105,2	113,7	123,8	148,1	242,2	284,1	159,5	120,6	109,4	135,7	262,7	194,2	115,4	128,5
58318002	1735529	Médio Vale do Rio Paraíba	138,6	150,5	224,6	247,0	204,6	139,2	102,7	105,6	92,2	89,9	95,9	102,3	114,8	187,5	224,8	120,6	98,8	92,9	108,5	206,2	148,9	95,8	104,3
58315100	4679106	Médio Vale do Rio Paraíba	271,7	270,4	351,8	386,2	353,0	288,3	247,1	245,5	226,8	218,6	220,5	223,3	235,8	311,1	368,8	267,3	236,0	219,5	229,4	334,6	296,2	230,1	226,5
58315000	4679106	Médio Vale do Rio Paraíba	271,7	270,4	351,8	386,2	353,0	288,3	247,1	245,5	226,8	218,6	220,5	223,3	235,8	311,1	368,8	267,3	236,0	219,5	229,4	334,6	296,2	230,1	226,5
58305001	2947758	Médio Vale do Rio Paraíba	266,6	265,4	344,3	377,2	344,2	281,3	241,8	241,1	223,4	215,9	218,1	220,8	232,5	304,8	360,0	261,2	232,1	217,0	226,5	327,5	289,2	226,7	223,7
58305000	2947758	Médio Vale do Rio Paraíba	266,6	265,4	344,3	377,2	344,2	281,3	241,8	241,1	223,4	215,9	218,1	220,8	232,5	304,8	360,0	261,2	232,1	217,0	226,5	327,5	289,2	226,7	223,7
58300000	2582219	Médio Vale do Rio Paraíba	263,0	261,6	338,8	371,1	338,1	276,4	237,9	237,9	220,9	214,0	216,4	219,0	230,1	300,2	353,8	256,8	229,3	215,2	224,5	322,4	284,2	224,1	221,8
58300000	1261609	Médio Vale do Rio Paraíba	263,1	261,8	339,0	371,3	338,3	276,5	238,0	238,0	221,0	214,1	216,4	219,1	230,2	300,4	354,0	256,9	229,4	215,2	224,5	322,6	284,3	224,2	221,9
58287000	4246195	Médio Vale do Rio Paraíba	5,4	6,4	10,5	10,1	9,2	6,5	4,9	4,0	3,0	2,3	2,1	2,4	3,8	8,4	9,6	5,7	3,5	2,2	3,1	8,9	6,9	3,1	2,8
58286000	1767563	Médio Vale do Rio Paraíba	6,2	7,2	11,7	11,1	10,2	7,4	5,7	4,6	3,5	2,7	2,5	2,8	4,3	9,4	10,6	6,6	4,0	2,6	3,6	10,0	7,8	3,6	3,2
58270000	4313102	Médio Vale do Rio Paraíba	8,4	9,0	13,4	15,6	14,9	10,8	8,2	6,6	5,2	4,0	3,6	3,8	5,5	11,2	15,2	9,5	5,9	3,8	4,7	12,6	11,3	5,3	4,3
58258000	1232136	Médio Vale do Rio Paraíba	6,3	8,6	12,2	11,6	11,1	7,6	4,8	3,7	3,0	2,5	2,7	3,5	6,1	10,4	11,3	6,2	3,3	2,6	4,8	10,8	7,7	3,0	4,1
58250000	109582	Médio Vale do Rio Paraíba	224,0	217,4	270,3	298,9	268,4	226,8	201,6	208,9	198,3	196,5	200,7	201,4	203,2	243,8	282,9	214,0	203,5	198,5	202,3	261,1	232,3	201,1	201,8
58242000	1955357	Médio Vale do Rio Paraíba	214,8	207,0	254,3	282,6	252,3	215,7	193,4	202,1	192,8	192,0	196,6	196,9	230,6	266,8	204,4	197,3	194,3	196,7	246,9	220,5	195,6	196,7	
19094	2254876	Médio Vale do Rio Paraíba	138,5	150,5	224,5	246,9	204,5	139,2	105,6	92,2	89,9	95,9	102,3	114,8	187,5	224,8	120,6	98,8	92,9	108,4	206,1	148,9	95,8	104,3	
58670002	1585565	Médio Vale Inferior do Rio Paraíba	7,5	14,4	17,0	10,9	8,8	6,6	4,7	4,1	3,7	3,5	3,6	4,2	8,5	15,7	9,8	5,6	3,9	3,5	6,3	14,2	6,7	3,8	5,4
58658000	633466	Médio Vale Inferior do Rio Paraíba	5,0	8,3	9,6	6,6	6,2	4,7	3,7	3,4	3,1	2,8	3,0	3,3	5,4	9,									

Estação	Cotrecho	Sub-bacia	Qanual	Qdez	Qjan	Qfev	Qmar	Qabr	Qmai	Qjun	Qul	Qago	Qset	Qout	Qnov	Qdezjan	Qfevmar	Qabrmai	Qjunjul	Qagoset	Qnovdez	Qdezfev	Qmarmai	Qjunago	Qsetnov
58960000	3231532	Rio Muriaé e Carangola	97,4	176,2	206,4	146,6	145,2	104,0	68,8	53,3	42,9	36,6	36,6	47,8	105,3	191,3	145,9	86,1	48,0	36,6	76,1	177,3	106,0	44,2	63,1
58940000	4734305	Rio Muriaé e Carangola	82,8	148,9	185,7	132,1	129,8	92,0	59,3	42,1	30,9	24,4	25,5	38,1	87,8	167,3	130,9	75,4	36,4	24,9	62,5	156,3	93,7	32,3	50,3
58934000	2489652	Rio Muriaé e Carangola	19,9	33,2	43,2	32,3	31,7	23,6	15,1	10,9	8,0	6,5	6,5	9,5	19,5	38,2	32,0	19,3	9,4	6,5	14,4	36,4	23,5	8,4	11,8
58933000	371853	Rio Muriaé e Carangola	19,5	32,8	42,4	31,7	31,1	23,2	14,7	10,6	8,0	6,4	6,5	9,4	19,5	37,6	31,4	18,9	9,2	6,4	14,4	35,8	23,0	8,2	11,8
58930000	5486913	Rio Muriaé e Carangola	12,9	21,4	27,1	20,7	20,0	14,4	9,7	7,4	5,8	4,8	4,7	6,4	12,8	24,2	20,3	12,1	6,6	4,8	9,5	23,1	14,7	6,0	7,9
58920000	573900	Rio Muriaé e Carangola	47,6	84,6	101,6	74,0	72,1	52,4	36,1	26,5	19,9	15,6	15,6	22,8	50,8	93,1	73,0	44,2	23,1	15,6	36,6	87,1	53,6	20,6	29,6
58918180	170892	Rio Muriaé e Carangola	22,4	37,7	42,2	33,3	33,9	25,3	19,2	14,6	11,1	8,7	8,3	12,0	23,4	40,0	33,6	22,2	12,8	8,5	17,6	37,9	26,1	11,4	14,6
58917000	5284399	Rio Muriaé e Carangola	17,1	28,6	31,6	25,1	26,2	19,3	14,8	11,2	8,5	6,7	6,5	9,3	18,3	30,1	25,7	17,0	9,9	6,6	13,7	28,5	20,1	8,8	11,3
58916000	1785098	Rio Muriaé e Carangola	9,7	15,9	17,6	13,9	14,6	10,7	8,4	6,6	5,2	4,3	4,1	5,5	10,5	16,7	14,2	9,5	5,9	4,2	8,0	15,8	11,2	5,3	6,7
58912090	3837278	Rio Muriaé e Carangola	4,3	7,9	8,7	6,5	6,0	4,4	3,1	2,4	1,8	1,5	1,5	2,3	5,1	8,3	6,2	3,7	2,1	1,5	3,7	7,8	4,5	1,9	2,9
58912080	99617	Rio Muriaé e Carangola	3,7	7,0	7,7	5,7	5,3	3,8	2,6	2,0	1,6	1,2	1,3	2,0	4,5	7,4	5,5	3,2	1,8	1,3	3,2	6,8	3,9	1,6	2,6
58910000	1309420	Rio Muriaé e Carangola	3,3	5,7	7,0	5,1	4,5	3,6	2,6	2,0	1,5	1,2	1,1	1,5	3,6	6,4	4,8	3,1	1,8	1,1	2,5	6,0	3,6	1,6	2,1
58620000	5418026	Rio Paraibuna	183,2	237,4	339,4	313,7	292,7	206,9	155,1	130,7	107,6	90,6	89,4	99,4	148,8	288,1	302,7	180,5	118,9	89,8	123,7	296,1	218,2	109,4	112,4
58612000	2126951	Rio Paraibuna	183,2	237,5	339,5	313,8	292,8	206,9	155,1	130,7	107,6	90,6	89,4	99,4	148,8	288,2	302,8	180,6	119,0	89,8	123,7	296,2	218,3	109,4	112,4
58610000	4345514	Rio Paraibuna	13,9	20,0	25,1	21,4	19,4	14,9	11,8	10,2	8,7	7,7	8,6	12,7	22,3	20,4	13,3	9,4	7,7	10,6	21,8	15,3	8,9	9,7	
58520000	4955503	Rio Paraibuna	77,5	94,6	138,5	130,2	121,4	88,2	69,3	60,3	51,1	43,5	40,8	42,7	59,8	116,4	125,6	78,6	55,6	42,2	51,1	120,4	93,0	51,6	47,6
58517000	4555967	Rio Paraibuna	26,2	32,0	43,5	41,1	38,9	28,1	21,9	19,7	17,6	16,3	16,7	23,4	37,6	39,9	24,9	18,6	16,5	20,4	38,7	29,6	17,8	19,2	
58516500	1746536	Rio Paraibuna	49,0	59,2	91,4	85,6	79,1	57,7	45,3	38,9	32,0	25,9	22,8	23,1	34,3	74,2	82,2	51,4	35,4	24,4	28,6	77,7	60,7	32,2	26,4
58512080	1748247	Rio Paraibuna	40,3	44,4	68,7	67,4	63,9	48,4	39,5	34,5	28,9	23,7	20,7	20,3	28,1	56,2	65,6	43,8	31,6	22,2	24,1	59,7	50,6	29,0	22,6
58512000	3583465	Rio Paraibuna	39,5	42,3	66,5	65,6	62,4	47,4	38,9	34,0	28,6	23,5	20,5	19,7	25,9	54,4	63,9	43,1	31,2	22,0	22,8	57,9	49,6	28,6	22,0
58500000	2596243	Rio Paraibuna	3,2	3,4	4,9	5,0	4,8	3,6	3,1	2,8	2,5	2,2	2,0	1,9	2,4	4,2	4,9	3,4	2,7	2,1	2,2	4,4	3,8	2,5	2,1
58491000	3788809	Rio Paraibuna	23,8	29,2	39,5	37,3	35,1	25,3	19,7	17,8	16,0	14,8	15,3	16,2	21,5	34,2	36,1	22,5	16,8	15,1	18,8	35,1	26,7	16,2	17,7
58480501	1473160	Rio Paraibuna	20,0	26,5	32,4	29,7	27,8	20,2	16,4	15,0	13,8	13,0	13,9	14,8	19,7	29,4	28,7	18,2	14,4	13,4	17,2	29,0	21,3	13,9	16,1
58480500	1473160	Rio Paraibuna	20,0	26,5	32,4	29,7	27,8	20,2	16,4	15,0	13,8	13,0	13,9	14,8	19,7	29,4	28,7	18,2	14,4	13,4	17,2	29,0	21,3	13,9	16,1
19095	934145	Rio Paraibuna	39,9	43,9	67,9	66,6	63,1	47,8	39,0	34,1	28,6	23,5	20,5	20,0	27,8	55,5	64,8	43,3	31,3	22,0	23,8	59,0	50,0	28,6	22,3
58440000	4096174	Rio Piabanga	38,4	60,9	77,1	63,0	56,1	41,0	29,3	24,3	20,0	17,5	20,0	22,6	37,5	69,0	59,4	34,8	22,1	18,7	29,5	66,8	42,0	20,5	26,2
58434000	5299792	Rio Piabanga	3,7	5,1	7,1	5,7	5,0	3,8	3,1	2,6	2,3	2,0	2,2	2,4	3,5	6,1	5,3	3,4	2,4	2,1	2,9	6,0	4,0	2,3	2,7
58425000	586719	Rio Piabanga	19,1	29,3	36,0	27,7	26,2	20,7	15,6	13,3	11,2	10,1	11,2	12,5	18,7	32,7	26,8	18,1	12,2	10,6	15,5	31,1	20,8	11,5	14,1
58421100	3347045	Rio Piabanga	18,0	27,3	33,4	26,0	24,4	19,3	14,5	12,3	10,5	9,4	10												

Tabela 4.3 – Resultados de vazão de referência específica (L/s/km²) Qm_{lt} para os cotrechos da BHO6 com estações fluviométricas.

Estação	Cotrecho	Sub-bacia	Qanual	Qdez	Qjan	Qfev	Qmar	Qabr	Qmai	Qjun	Qjul	Qago	Qset	Qout	Qnov	Qdezjan	Qfevmar	Qabrmai	Qjunjul	Qagoset	Qnovdez	Qdezfev	Qmarmai	Qunago	Qsetnov
58068000	1900310	Alto Vale do Rio Paraíba	28,7	34,8	46,4	46,9	41,9	34,7	25,5	20,8	17,7	14,4	16,7	20,1	25,3	40,6	44,3	30,0	19,2	15,5	22,7	42,5	34,0	17,6	20,7
58060000	3760233	Alto Vale do Rio Paraíba	29,1	31,9	42,8	43,6	43,1	37,1	28,1	23,4	19,8	17,0	18,2	20,6	24,4	37,3	43,3	32,5	21,6	17,6	22,5	39,3	36,1	20,0	21,1
58040000	3095596	Alto Vale do Rio Paraíba	15,0	17,3	23,6	25,5	22,6	17,0	13,1	11,8	9,9	8,7	9,0	10,1	12,0	20,5	24,0	15,0	10,8	8,9	11,1	22,0	17,6	10,1	10,4
58030000	1837318	Alto Vale do Rio Paraíba	17,0	19,4	25,3	27,1	24,9	19,3	15,2	13,6	11,9	10,5	10,6	11,9	14,4	22,4	25,9	17,2	12,8	10,5	13,1	23,8	19,8	12,0	12,3
59100000	4634462	Baixo Vale do Rio Paraíba	14,4	23,4	29,4	23,0	21,2	16,4	11,5	8,8	6,9	5,7	6,1	8,1	15,9	26,4	22,1	13,9	7,9	5,9	11,9	25,3	16,3	7,2	9,9
58974000	5097635	Baixo Vale do Rio Paraíba	12,9	18,6	24,3	20,8	19,3	14,2	10,3	8,9	7,5	6,8	6,8	7,8	11,8	21,4	20,0	12,2	8,2	6,8	9,7	21,2	14,6	7,7	8,8
58880001	1836411	Baixo Vale do Rio Paraíba	13,0	18,0	24,1	21,2	19,2	14,3	10,4	9,1	7,8	7,0	7,1	7,9	11,6	21,1	20,0	12,3	8,4	7,0	9,7	21,1	14,6	7,9	8,8
58795000	4338786	Baixo Vale do Rio Paraíba	13,0	17,5	23,1	21,1	19,4	14,4	10,5	9,3	7,9	7,1	7,2	8,0	11,6	20,2	20,2	12,4	8,5	7,1	9,8	20,5	14,8	8,0	8,9
58385100	2577348	Médio Vale do Rio Paraíba	9,8	11,3	16,4	17,4	14,9	10,3	7,7	7,2	6,1	5,7	6,2	6,7	8,2	13,8	16,1	9,0	6,6	5,9	7,4	15,0	11,0	6,3	7,0
58380001	2559372	Médio Vale do Rio Paraíba	9,8	11,3	16,4	17,4	14,9	10,3	7,7	7,2	6,1	5,7	6,2	6,7	8,2	13,8	16,1	9,0	6,6	5,9	7,4	15,0	11,0	6,3	7,0
58321000	2032067	Médio Vale do Rio Paraíba	9,9	11,2	16,1	17,3	14,8	10,4	7,7	7,4	6,2	5,9	6,4	7,0	8,3	13,7	16,0	9,0	6,8	6,2	7,7	14,8	10,9	6,5	7,2
58318002	1735529	Médio Vale do Rio Paraíba	8,3	9,1	13,5	14,9	12,3	8,4	6,2	6,4	5,6	5,4	5,8	6,2	6,9	11,3	13,5	7,3	5,9	5,6	6,5	12,4	9,0	5,8	6,3
58315100	4679106	Médio Vale do Rio Paraíba	16,6	16,5	21,5	23,6	21,6	17,6	15,1	15,0	13,9	13,4	13,5	13,7	14,4	19,0	22,6	16,4	14,4	13,4	14,0	20,5	18,1	14,1	13,9
58315000	4679106	Médio Vale do Rio Paraíba	16,6	16,5	21,5	23,6	21,6	17,6	15,1	15,0	13,9	13,4	13,5	13,7	14,4	19,0	22,6	16,4	14,4	13,4	14,0	20,5	18,1	14,1	13,9
58305001	2947758	Médio Vale do Rio Paraíba	16,7	16,6	21,5	23,6	21,5	17,6	15,1	15,1	14,0	13,5	13,6	13,8	14,5	19,0	22,5	16,3	14,5	13,6	14,2	20,5	18,1	14,2	14,0
58305000	2947758	Médio Vale do Rio Paraíba	16,7	16,6	21,5	23,6	21,5	17,6	15,1	15,1	14,0	13,6	13,7	13,9	14,6	19,1	22,5	16,3	14,6	13,7	14,3	20,5	18,0	14,2	14,1
58300001	2582219	Médio Vale do Rio Paraíba	16,7	16,6	21,5	23,6	21,5	17,5	15,1	15,1	14,0	13,6	13,7	13,9	14,6	19,1	22,5	16,3	14,6	13,7	14,3	20,5	18,0	14,2	14,1
58300000	1261609	Médio Vale do Rio Paraíba	16,7	16,6	21,5	23,6	21,5	17,5	15,1	15,1	14,0	13,6	13,7	13,9	14,6	19,1	22,5	16,3	14,6	13,7	14,2	20,5	18,0	14,2	14,1
58287000	4246195	Médio Vale do Rio Paraíba	15,9	18,7	30,7	29,5	26,9	19,1	14,5	11,6	8,8	6,8	6,1	7,1	11,1	24,7	28,2	16,7	10,2	6,5	9,1	26,2	20,2	9,0	8,1
58286000	1767563	Médio Vale do Rio Paraíba	15,7	18,4	29,9	28,4	26,1	18,9	14,6	11,8	9,0	6,9	6,3	7,2	11,1	24,2	27,2	16,8	10,4	6,6	9,1	25,5	19,9	9,2	8,2
58270000	4313102	Médio Vale do Rio Paraíba	20,5	22,1	32,8	38,3	36,6	26,5	20,2	16,2	12,7	9,9	8,7	9,4	13,6	27,4	37,4	23,3	14,4	9,3	11,5	30,8	27,7	12,9	10,6
58258000	1232136	Médio Vale do Rio Paraíba	36,0	48,7	69,6	65,7	63,0	43,0	27,3	20,9	17,1	14,1	15,1	19,9	34,4	59,1	64,3	35,0	18,9	14,6	27,1	61,2	43,9	17,3	23,1
58250000	109582	Médio Vale do Rio Paraíba	16,1	15,6	19,4	21,5	19,3	16,3	14,5	15,0	14,3	14,1	14,4	14,5	14,6	17,5	20,3	15,4	14,6	14,3	14,5	18,8	16,7	14,5	14,5
58242000	1955357	Médio Vale do Rio Paraíba	15,9	15,3	18,8	20,9	18,7	16,0	14,3	15,0	14,3	14,2	14,5	14,6	14,7	17,1	19,7	15,1	14,6	14,4	14,6	18,3	16,3	14,5	14,6
19094	2254876	Médio Vale do Rio Paraíba	8,3	9,1	13,5	14,9	12,3	8,4	6,2	6,4	5,6	5,4	5,8	6,2	6,9	11,3	13,5	7,3	5,9	5,6	6,5	12,4	9,0	5,8	6,3
58670002	1585565	Médio Vale Inferior do Rio Paraíba	12,9	24,7	29,2	18,7	15,0	11,3	8,1	7,0	6,4	5,9	6,2	7,2	14,6	26,9	16,8	9,7	6,7	6,1	10,8	24,4	11,5	6,4	9,3
58658000	6334466	Médio Vale Inferior do Rio Paraíba	14,9	24,8	28,7	19,7	18,4	13,9	11,0	10,0	9,1	8,4	8,8	10,0	16,1	26,8	19,0	12,4	9,5	8,6	13,0	24,6	14,4	9,2	11,6
58651980	2720101	Médio Vale Inferior do Rio Paraíba	12,6	16,1	21,3	20,3	18,5	13,9	10,2	9,2	8,0	7,3	7,5	8,3	11,2	18,7	19,4	12,0	8,6	7,4	9,7	19,2	14,2	8,2	9,0
586																									

Estação	Cotrecho	Sub-bacia	Qanual	Qdez	Qjan	Qfev	Qmar	Qabr	Qmai	Qjun	Qjul	Qago	Qset	Qout	Qnov	Qdezjan	Qfevmar	Qabrmai	Qjunjul	Qagoset	Qnovdez	Qdezfev	Qmarmai	Qjunago	Qsetnov
58960000	3231532	Rio Muriaé e Carangola	13,4	24,3	28,4	20,2	20,0	14,3	9,5	7,3	5,9	5,0	5,0	6,6	14,5	26,3	20,1	11,9	6,6	5,0	10,5	24,4	14,6	6,1	8,7
58940000	4734305	Rio Muriaé e Carangola	14,3	25,6	32,0	22,8	22,4	15,9	10,2	7,3	5,3	4,2	4,4	6,6	15,1	28,8	22,5	13,0	6,3	4,3	10,8	26,9	16,1	5,6	8,7
58934000	2489652	Rio Muriaé e Carangola	15,2	25,4	33,0	24,7	24,2	18,1	11,5	8,3	6,1	4,9	5,0	7,2	14,9	29,2	24,4	14,7	7,2	4,9	11,0	27,8	17,9	6,4	9,0
58933000	371853	Rio Muriaé e Carangola	15,3	25,7	33,3	24,9	24,4	18,1	11,5	8,3	6,2	5,0	5,1	7,4	15,3	29,5	24,6	14,8	7,2	5,0	11,3	28,0	18,0	6,5	9,2
58930000	5486913	Rio Muriaé e Carangola	16,8	27,9	35,3	26,9	26,1	18,8	12,7	9,7	7,6	6,3	6,1	8,3	16,7	31,6	26,5	15,7	8,6	6,2	12,4	30,1	19,2	7,8	10,3
58920000	573900	Rio Muriaé e Carangola	17,9	31,9	38,3	27,9	27,1	19,7	13,6	10,0	7,5	5,9	8,6	19,1	35,1	27,5	16,6	8,7	5,9	13,8	32,8	20,2	7,8	11,2	
58918180	170892	Rio Muriaé e Carangola	21,4	35,9	40,1	31,7	32,3	24,1	18,3	13,9	10,5	8,3	7,9	11,4	22,3	38,0	32,0	21,1	12,2	8,1	16,8	36,0	24,9	10,9	13,9
58917000	5284399	Rio Muriaé e Carangola	23,0	38,4	42,5	33,7	35,1	25,9	19,9	15,1	11,4	9,1	8,7	12,5	24,6	40,4	34,5	22,8	13,2	8,9	18,4	38,3	27,0	11,8	15,2
58916000	1785098	Rio Muriaé e Carangola	24,7	40,3	44,5	35,1	37,0	27,1	21,2	16,6	13,2	10,8	10,4	14,1	26,5	42,4	36,1	24,1	14,9	10,6	20,2	40,1	28,5	13,5	17,0
58912090	3837278	Rio Muriaé e Carangola	21,1	39,2	43,3	32,2	29,6	21,9	15,2	11,6	9,0	7,2	7,4	11,1	25,3	41,3	30,9	18,5	10,3	7,3	18,1	38,4	22,3	9,3	14,6
58912080	99617	Rio Muriaé e Carangola	21,0	39,4	43,3	32,1	29,6	21,7	14,8	11,3	8,8	7,0	7,2	11,1	25,5	41,4	30,8	18,2	10,0	7,1	18,2	38,5	22,0	9,0	14,6
58910000	1309420	Rio Muriaé e Carangola	21,8	38,0	46,4	34,0	30,0	23,9	17,3	13,3	10,2	7,8	7,3	10,0	23,8	42,2	31,9	20,5	11,7	7,6	16,8	39,6	23,7	10,4	13,7
58620000	5418026	Rio Paraibuna	21,3	27,6	39,5	36,5	34,1	24,1	18,1	15,2	12,5	10,6	10,4	11,6	17,3	33,6	35,2	21,0	13,9	10,5	14,4	34,5	25,4	12,7	13,1
58612000	2126951	Rio Paraibuna	21,3	27,6	39,5	36,5	34,1	24,1	18,0	15,2	12,5	10,5	10,4	11,6	17,3	33,5	35,2	21,0	13,8	10,4	14,4	34,5	25,4	12,7	13,1
58610000	4345514	Rio Paraibuna	17,7	25,5	32,0	27,3	24,8	19,0	15,0	13,0	11,1	9,8	9,9	11,0	16,1	28,5	26,0	17,0	12,0	9,9	13,5	27,8	19,6	11,3	12,3
58520000	4955503	Rio Paraibuna	21,2	25,9	38,0	35,7	33,3	24,2	19,0	16,5	14,0	11,9	11,2	11,7	16,4	31,9	34,4	21,6	15,3	11,6	14,0	33,0	25,5	14,1	13,1
58517000	4555967	Rio Paraibuna	21,3	26,0	35,3	33,4	31,6	22,8	17,8	16,0	14,3	13,2	13,6	14,3	19,0	30,5	32,5	20,3	15,1	13,4	16,6	31,4	24,1	14,5	15,6
58516500	1746536	Rio Paraibuna	21,9	26,4	40,8	38,2	35,3	25,7	20,2	17,4	14,3	11,6	10,2	10,3	15,3	33,1	36,7	22,9	15,8	10,9	12,8	34,7	27,1	14,4	11,8
58512080	1748247	Rio Paraibuna	23,1	25,5	39,4	38,6	36,6	27,7	22,6	19,7	16,6	13,6	11,9	11,6	16,1	32,2	37,6	25,1	18,1	12,7	13,8	34,2	29,0	16,6	13,0
58512000	3583465	Rio Paraibuna	23,4	25,1	39,4	38,8	36,9	28,1	23,0	20,1	16,9	13,9	12,1	11,7	15,3	32,2	37,8	25,5	18,5	13,0	13,5	34,3	29,4	16,9	13,0
58500000	2596243	Rio Paraibuna	22,5	23,9	34,6	34,9	33,3	25,5	21,8	19,8	17,5	15,2	13,9	13,6	16,6	29,2	34,1	23,6	18,6	14,6	15,1	31,0	26,9	17,5	14,7
58491000	3788809	Rio Paraibuna	21,3	26,1	35,3	33,4	31,4	22,6	17,6	15,9	14,3	13,3	13,7	14,5	19,3	30,6	32,3	20,1	15,1	13,5	16,8	31,4	23,9	14,5	15,8
58480501	1473160	Rio Paraibuna	20,4	27,0	33,0	30,2	28,3	20,6	16,7	15,3	14,0	13,3	14,2	15,1	20,0	30,0	29,2	18,5	14,7	13,7	17,5	29,6	21,8	14,2	16,4
58480500	1473160	Rio Paraibuna	20,4	27,0	33,0	30,2	28,3	20,6	16,7	15,3	14,0	13,3	14,2	15,1	20,0	30,0	29,2	18,5	14,7	13,7	17,5	29,6	21,8	14,2	16,4
19095	934145	Rio Paraibuna	23,2	25,5	39,4	38,7	36,7	27,8	22,7	19,8	16,6	13,6	11,9	11,6	16,1	32,2	37,7	25,2	18,2	12,8	13,8	34,3	29,1	16,6	13,0
58440000	4096174	Rio Piabana	18,6	29,6	37,4	30,6	27,2	19,9	14,2	11,8	9,7	8,5	9,7	11,0	18,2	33,5	28,8	16,9	10,7	9,1	14,3	32,4	20,4	10,0	12,7
58434000	5299792	Rio Piabana	13,4	18,5	25,6	20,6	18,1	13,8	11,0	9,5	8,2	7,3	7,9	8,5	12,5	22,1	19,3	12,4	8,8	7,6	10,5	21,6	14,3	8,3	9,6
58425000	586719	Rio Piabana	20,5	31,6	38,8	29,8	28,1	22,3	16,8	14,3	12,1	10,9	12,0	13,4	20,1	35,2	28,9	19,5	13,2	11,4	16,7	33,5	22,4	12,4	15,1
58421100	3347045	Rio Piabana	22,0	33,3	40,9	31,7	29,9	23,6																	

Tabela 4.4 – Resultados de vazão de referência (m³/s) Q95 para os cotrechos da BHO6 com estações fluviométricas.

Estação	Cotrecho	Sub-bacia	Qanual	Qdez	Qjan	Qfev	Qmar	Qabr	Qmai	Qjun	Qjul	Qago	Qset	Qout	Qnov	Qdezjan	Qfevmar	Qabrmai	Qjunjul	Qagoset	Qnovdez	Qdezfev	Qmarmai	Qjunago	Qsetnov	
58068000	1900310	Alto Vale do Rio Paraíba	4,4	4,8	6,5	7,3	7,5	6,6	6,0	5,1	4,4	4,0	3,6	3,6	4,6	5,2	7,4	6,3	4,6	3,8	4,0	5,5	6,4	4,3	3,8	
58060000	3760233	Alto Vale do Rio Paraíba	3,4	3,7	4,9	5,5	5,4	5,2	4,7	4,0	3,5	3,2	3,0	2,9	3,4	3,8	5,5	4,9	3,7	3,1	3,1	4,2	4,9	3,4	3,1	
58040000	3095596	Alto Vale do Rio Paraíba	11,2	12,0	16,9	18,4	20,5	17,4	14,6	12,4	11,7	10,1	9,2	9,7	10,4	13,4	19,4	15,5	11,9	9,5	9,9	14,2	16,4	11,2	9,7	
58030000	1837318	Alto Vale do Rio Paraíba	5,3	5,5	8,0	8,8	9,7	8,1	6,5	5,6	5,1	4,7	4,4	4,6	5,2	6,2	7,1	5,3	4,6	4,8	6,6	7,4	5,1	4,6		
59100000	4634462	Baixo Vale do Rio Paraíba	2,2	5,0	5,9	5,3	5,0	4,2	3,3	2,5	2,2	1,9	1,8	2,0	2,8	5,2	5,1	3,7	2,4	1,8	2,1	5,3	3,9	2,1	2,0	
58974000	5097635	Baixo Vale do Rio Paraíba	240,7	363,1	397,0	390,5	410,4	351,2	299,0	267,7	232,5	205,8	194,3	195,9	267,8	375,2	393,8	315,4	244,4	197,7	214,6	377,4	329,2	228,6	205,1	
58880001	1836411	Baixo Vale do Rio Paraíba	218,5	309,7	340,7	341,8	348,1	308,6	262,4	238,3	209,1	188,7	179,1	178,3	241,7	319,0	342,6	277,5	219,5	181,7	197,2	325,9	289,6	207,0	189,0	
58795000	4338786	Baixo Vale do Rio Paraíba	204,4	279,4	306,3	322,1	283,1	241,6	220,7	193,9	174,9	167,9	167,9	216,5	286,6	311,2	255,6	203,5	169,9	185,3	291,8	267,1	192,8	177,5		
58385100	2577348	Médio Vale do Rio Paraíba	70,9	90,2	108,4	112,4	110,6	95,2	73,9	69,8	59,2	59,8	64,3	67,4	75,6	96,5	110,8	83,2	61,8	62,8	69,8	100,8	91,1	60,0	66,8	
58380001	2559372	Médio Vale do Rio Paraíba	70,7	89,8	107,8	111,7	109,9	94,6	73,4	69,3	58,9	59,6	64,1	67,2	75,4	96,1	110,1	82,7	61,4	62,6	69,5	100,4	90,5	59,7	66,6	
58321000	2032067	Médio Vale do Rio Paraíba	69,0	86,7	102,7	106,2	103,5	89,0	69,5	66,6	57,1	58,5	63,3	66,3	73,7	92,2	104,0	78,4	59,4	61,7	68,4	96,2	85,6	58,2	65,6	
58318002	1735529	Médio Vale do Rio Paraíba	58,2	67,2	76,9	77,6	74,9	63,5	49,7	52,1	46,4	49,9	55,7	56,9	59,9	71,1	75,5	56,8	47,5	53,6	57,8	73,7	62,8	48,0	56,7	
58315100	4679106	Médio Vale do Rio Paraíba	164,2	174,5	190,4	205,4	203,4	195,3	180,0	171,2	156,9	148,1	144,5	148,5	154,9	180,1	203,5	186,3	165,4	146,8	150,2	183,3	191,0	159,1	148,4	
58315000	4679106	Médio Vale do Rio Paraíba	164,2	174,5	190,4	205,4	203,4	195,3	180,0	171,2	156,9	148,1	144,5	148,5	154,9	180,1	203,5	186,3	165,4	146,8	150,2	183,3	191,0	159,1	148,4	
58305001	2947758	Médio Vale do Rio Paraíba	161,1	170,6	185,3	197,9	198,3	187,3	174,6	165,0	152,4	146,1	142,8	146,4	151,4	175,3	197,6	182,1	161,8	144,7	147,9	178,2	186,3	155,3	146,3	
58305000	2947758	Médio Vale do Rio Paraíba	161,1	170,6	185,3	197,9	198,3	187,3	174,6	165,0	152,4	146,1	142,8	146,4	151,4	175,3	197,6	182,1	161,8	144,7	147,9	178,2	186,3	155,3	146,3	
58300001	2582219	Médio Vale do Rio Paraíba	158,9	167,3	182,0	194,4	194,4	184,0	172,0	161,8	150,6	144,9	141,9	145,6	150,4	173,1	194,0	179,3	159,7	142,9	146,8	175,2	183,8	153,4	145,3	
58300000	1261609	Médio Vale do Rio Paraíba	159,0	167,3	182,0	194,4	194,4	184,1	172,0	161,8	150,7	145,0	141,9	145,6	150,4	173,2	194,0	179,4	159,8	143,0	146,9	175,3	183,9	153,5	145,4	
58287000	4246195	Médio Vale do Rio Paraíba	1,3	1,6	2,2	3,4	3,5	3,1	2,4	2,1	1,5	1,1	1,0	0,9	1,2	1,7	3,5	2,6	1,6	1,0	1,0	1,8	2,7	1,3	1,0	
58286000	1767563	Médio Vale do Rio Paraíba	1,5	1,8	2,5	3,7	3,9	3,4	2,7	2,5	1,7	1,3	1,1	1,0	1,3	1,9	3,8	2,9	1,9	1,2	2,0	3,0	1,6	1,2		
58270000	4313102	Médio Vale do Rio Paraíba	2,6	3,1	4,4	5,7	6,1	5,8	5,1	4,0	3,1	2,3	2,0	2,1	2,4	3,4	6,0	5,4	3,3	2,1	2,2	3,7	5,6	2,8	2,1	
58258000	1232136	Médio Vale do Rio Paraíba	1,6	2,9	3,9	4,0	4,3	3,7	2,7	2,1	1,7	1,2	1,0	1,1	1,8	3,2	4,2	2,9	1,8	1,1	1,2	3,3	3,1	1,5	1,1	
58250000	109582	Médio Vale do Rio Paraíba	128,4	123,5	125,9	135,9	140,5	132,9	125,4	135,6	132,4	132,4	124,3	127,6	121,8	124,3	136,8	128,0	132,7	128,9	122,8	125,5	134,2	132,3	123,7	
58242000	1955357	Médio Vale do Rio Paraíba	121,6	116,5	117,3	126,5	131,0	123,1	118,1	130,5	128,6	129,0	121,4	124,8	116,7	117,0	128,6	121,8	128,6	126,0	117,7	117,4	124,8	128,6	118,7	
19094	2254876	Médio Vale do Rio Paraíba	58,2	67,2	76,9	77,6	74,9	63,5	49,7	52,1	46,4	49,9	55,7	56,9	59,9	71,1	75,5	56,8	47,5	53,6	57,8	73,7	62,8	48,0	56,7	
58670002	1585565	Médio Vale Inferior do Rio Paraíba	1,8	2,9	2,6	2,7	2,8	2,3	1,9	1,7	1,3	1,3	1,1	1,5	2,4	2,8	2,7	2,1	1,5	1,2	1,7	2,7	2,4	1,4	1,5	
58658000	6334466	Médio Vale Inferior do Rio Paraíba	1,3	2,2	2,0	1,9	1,7	1,4	1,4	1,4	1,2	1,1	1,0	1,6	2,1	1,8	1,4	1,3	1,1	1,1	2,0	1,5	1,2	1,1		
58651980	2720101	Médio Vale Inferior do Rio Paraíba	161,4	205,5	219,1	215,9																				

Estação	Cotrecho	Sub-bacia	Qanual	Qdez	Qjan	Qfev	Qmar	Qabr	Qmai	Qjun	Qjul	Qago	Qset	Qout	Qnov	Qdezjan	Qfevmar	Qabrmai	Qjunjul	Qagoset	Qnovdez	Qdezfev	Qmarmai	Qjunago	Qsetnov
58960000	3231532	Rio Muriaé e Carangola	20,6	39,3	39,2	42,8	44,0	37,2	31,0	26,1	20,7	15,1	14,0	13,2	24,4	39,1	43,1	33,0	22,6	14,4	16,0	39,9	35,0	20,0	14,8
58940000	4734305	Rio Muriaé e Carangola	14,9	37,7	37,8	41,5	43,0	36,4	30,4	23,9	18,2	13,3	9,9	10,3	18,0	37,5	42,1	32,2	19,6	10,9	12,4	38,5	34,0	15,2	11,1
58934000	2489652	Rio Muriaé e Carangola	3,3	7,7	7,9	7,4	8,0	6,9	5,9	5,2	4,1	2,9	2,0	2,2	3,8	7,7	7,7	6,3	4,4	2,2	2,4	7,7	6,9	3,4	2,3
58933000	371853	Rio Muriaé e Carangola	3,2	7,2	7,7	7,0	7,4	6,6	5,7	4,8	3,7	2,4	1,9	2,1	3,7	7,4	7,2	6,0	4,0	2,0	2,4	7,2	6,5	3,2	2,3
58930000	5486913	Rio Muriaé e Carangola	2,5	4,7	4,4	4,4	5,0	4,5	3,9	3,1	2,3	1,7	1,4	1,7	2,6	4,6	4,5	4,1	2,7	1,6	1,9	4,5	4,3	2,4	1,8
58920000	573900	Rio Muriaé e Carangola	10,2	23,6	25,4	27,4	28,3	25,5	20,8	16,6	12,6	9,3	7,2	7,3	11,9	24,0	27,7	22,0	13,4	7,9	8,8	25,0	22,9	10,4	7,8
58918180	170892	Rio Muriaé e Carangola	5,6	11,7	13,4	13,9	15,5	14,0	11,4	9,2	6,9	5,1	4,1	4,0	6,5	12,2	14,6	12,1	7,5	4,4	4,7	12,7	12,6	5,9	4,3
58917000	5284399	Rio Muriaé e Carangola	4,5	8,5	10,0	10,6	11,8	10,6	8,8	7,1	5,4	4,1	3,3	3,2	5,0	9,1	11,0	9,3	5,8	3,5	3,8	9,6	9,7	4,6	3,4
58916000	1785098	Rio Muriaé e Carangola	2,9	4,8	5,7	6,1	6,7	6,1	5,3	4,4	3,5	2,7	2,2	2,1	3,2	5,1	6,3	5,5	3,7	2,4	2,5	5,5	5,7	3,0	2,3
58912090	3837278	Rio Muriaé e Carangola	1,0	2,1	2,3	2,4	2,5	2,3	1,9	1,5	1,2	0,9	0,8	1,1	2,1	2,5	2,1	1,3	0,8	0,9	2,2	2,1	1,0	0,8	
58912080	99617	Rio Muriaé e Carangola	0,8	1,7	1,9	2,0	2,1	2,0	1,6	1,2	1,0	0,8	0,6	0,7	1,0	1,8	2,1	1,7	1,1	0,7	0,7	1,9	1,8	0,9	0,7
58910000	1309420	Rio Muriaé e Carangola	0,8	1,6	2,1	2,2	2,1	2,0	1,7	1,3	1,0	0,7	0,6	0,8	1,8	2,1	1,8	1,1	0,7	0,7	1,9	1,9	0,8	0,7	
58620000	5418026	Rio Paraibuna	67,0	89,4	126,0	133,2	146,4	124,7	103,8	86,8	72,2	61,3	54,7	54,1	67,5	98,5	139,8	108,9	76,5	57,0	58,2	104,9	112,7	67,0	56,2
58612000	2126951	Rio Paraibuna	67,0	89,4	126,0	133,2	146,4	124,7	103,8	86,8	72,2	61,3	54,7	54,1	67,5	98,5	139,8	108,9	76,5	57,0	58,2	104,9	112,7	67,0	56,2
58610000	4345514	Rio Paraibuna	4,5	6,4	6,8	7,0	7,2	6,2	5,7	4,9	4,1	3,7	3,2	3,0	4,9	6,5	7,1	5,9	4,4	3,4	3,7	6,6	6,1	4,0	3,4
58520000	4955503	Rio Paraibuna	30,2	37,3	48,6	52,3	56,5	52,5	46,9	39,9	33,4	27,9	25,2	23,6	29,9	39,3	53,7	48,7	36,0	25,8	25,6	42,1	50,5	31,2	24,9
58517000	4555967	Rio Paraibuna	11,3	12,2	15,6	14,9	16,5	14,1	12,8	10,7	9,5	9,0	9,6	9,1	10,9	13,2	16,1	13,2	10,4	9,1	9,4	13,7	14,3	10,0	9,5
58516500	1746536	Rio Paraibuna	17,2	20,8	29,2	34,8	38,3	36,4	32,3	27,7	22,8	18,1	14,9	13,6	15,6	22,5	35,8	33,8	24,3	15,9	14,5	24,0	34,6	20,1	14,6
58512080	1748247	Rio Paraibuna	15,9	17,9	24,8	29,6	32,8	31,6	28,6	25,0	20,9	16,8	14,0	12,7	14,1	19,0	30,4	29,9	22,2	14,9	13,6	20,4	30,5	18,6	13,7
58512000	3583465	Rio Paraibuna	15,8	17,2	24,2	29,0	32,0	31,0	28,1	24,7	20,6	16,6	13,8	12,6	13,9	18,7	29,8	29,4	21,9	14,8	13,4	20,0	29,9	18,5	13,6
58500000	2596243	Rio Paraibuna	1,6	1,6	1,9	2,3	2,5	2,3	2,2	2,0	1,8	1,5	1,3	1,3	1,4	1,7	2,3	2,2	1,8	1,4	1,3	1,7	2,3	1,7	1,3
58491000	3788809	Rio Paraibuna	10,3	11,4	14,5	13,6	15,1	12,6	11,5	9,4	8,3	8,0	8,7	8,3	10,1	12,3	14,7	11,8	9,2	8,2	8,6	12,8	12,9	8,9	8,6
58480501	1473160	Rio Paraibuna	8,6	9,8	11,3	11,5	11,9	9,5	8,7	7,8	7,1	6,7	6,9	7,2	8,9	10,5	11,7	9,2	7,6	6,8	7,8	10,7	9,9	7,3	7,6
58480500	1473160	Rio Paraibuna	8,6	9,8	11,3	11,5	11,9	9,5	8,7	7,8	7,1	6,7	6,9	7,2	8,9	10,5	11,7	9,2	7,6	6,8	7,8	10,7	9,9	7,3	7,6
19095	934145	Rio Paraibuna	15,8	17,7	24,5	29,3	32,4	31,2	28,3	24,7	20,7	16,6	13,8	12,6	13,9	18,8	30,1	29,5	21,9	14,8	13,4	20,1	30,1	18,4	13,5
58440000	4096174	Rio Piabana	11,5	18,3	21,3	19,8	22,8	20,3	16,2	13,6	10,8	9,4	9,1	9,7	11,9	19,1	21,3	17,3	11,7	9,2	10,4	19,3	18,0	10,5	9,8
58434000	5299792	Rio Piabana	1,1	1,7	2,3	2,2	2,3	1,8	1,4	1,1	0,6	0,4	0,5	0,7	1,2	1,9	3,4	1,5	0,9	0,4	0,9	2,0	1,7	0,7	0,8
58425000	586719	Rio Piabana	6,8	10,5	10,9	10,5	12,0	11,0	9,1	8,0	6,2	5,7	5,1	5,9	6,6	10,6	11,2	9,8	6,9	5,3	6,1	10,6	10,2	6,3	5,6
58421100	3347045	Rio Piabana	6,6	9,8	10,5	9,9	11,5	10,6	8,8	7,9	6,1	5,6	5,1	5,8	6,4	10,2	10,6	9,5	6,8	5,3	6,0	10,1	9,8	6,2	5,5
58420000	1462891	Rio Piabana	6,3	8,8	9,3	9,2	10,4	10,0	8,4	7,6	5,														

Tabela 4.5 – Resultados de vazão de referência específica (L/s/km²) Q95 para os cotrechos da BHO6 com estações fluviométricas.

Estação	Cotrecho	Sub-bacia	Qanual	Qdez	Qjan	Qfev	Qmar	Qabr	Qmai	Qjun	Qjul	Qago	Qset	Qout	Qnov	Qdezjan	Qfevmar	Qabrmai	Qjunjul	Qagoset	Qnovdez	Qdezfev	Qmarmai	Qjunago	Qsetnov
58068000	1900310	Alto Vale do Rio Paraíba	9,9	10,8	14,8	16,6	16,9	15,0	13,7	11,5	9,9	9,1	8,1	8,2	10,3	11,7	16,7	14,2	10,4	8,6	9,0	12,5	14,5	9,6	8,5
58060000	3760233	Alto Vale do Rio Paraíba	12,4	13,2	17,7	20,0	19,4	18,6	17,0	14,4	12,7	11,6	10,7	10,4	12,3	13,7	19,6	17,5	13,2	11,2	11,2	15,1	17,8	12,3	11,0
58040000	3095596	Alto Vale do Rio Paraíba	5,7	6,1	8,6	9,4	10,5	8,9	7,5	6,3	6,0	5,2	4,7	5,0	5,3	6,9	10,0	8,0	6,1	4,8	5,1	7,3	8,4	5,7	5,0
58030000	1837318	Alto Vale do Rio Paraíba	7,3	7,5	10,9	12,0	13,1	11,0	8,9	7,6	7,0	6,5	6,0	6,2	7,0	8,4	12,5	9,7	7,3	6,2	6,5	8,9	10,1	6,9	6,2
59100000	4634462	Baixo Vale do Rio Paraíba	3,6	7,9	9,4	8,5	7,9	6,7	5,3	4,1	3,6	3,0	2,8	3,1	4,4	8,4	8,2	5,9	3,8	2,9	3,3	8,4	6,3	3,4	3,1
58974000	5097635	Baixo Vale do Rio Paraíba	4,3	6,5	7,2	7,0	7,4	6,3	5,4	4,8	4,2	3,7	3,5	3,5	4,8	6,8	7,1	5,7	4,4	3,6	3,9	6,8	5,9	4,1	3,7
58880001	1836411	Baixo Vale do Rio Paraíba	4,7	6,6	7,3	7,3	7,4	6,6	5,6	5,1	4,5	4,0	3,8	3,8	5,2	6,8	7,3	5,9	4,7	3,9	4,2	7,0	6,2	4,4	4,0
58795000	4338786	Baixo Vale do Rio Paraíba	4,7	6,5	7,1	7,1	7,5	6,6	5,6	5,1	4,5	4,1	3,9	3,9	5,0	6,6	7,2	5,9	4,7	3,9	4,3	6,8	6,2	4,5	4,1
58385100	2577348	Médio Vale do Rio Paraíba	3,6	4,6	5,6	5,8	5,7	4,9	3,8	3,6	3,0	3,1	3,3	3,5	3,9	5,0	5,7	4,3	3,2	3,2	3,6	5,2	4,7	3,1	3,4
58380001	2559372	Médio Vale do Rio Paraíba	3,7	4,6	5,6	5,8	5,7	4,9	3,8	3,6	3,0	3,1	3,3	3,5	3,9	5,0	5,7	4,3	3,2	3,2	3,6	5,2	4,7	3,1	3,4
58321000	2032067	Médio Vale do Rio Paraíba	3,9	4,9	5,8	6,0	5,8	5,0	3,9	3,8	3,2	3,3	3,6	3,7	4,2	5,2	5,9	4,4	3,3	3,5	3,9	5,4	4,8	3,3	3,7
58318002	1735529	Médio Vale do Rio Paraíba	3,5	4,0	4,6	4,7	4,5	3,8	3,0	3,1	2,8	3,0	3,4	3,4	3,6	4,3	4,5	3,4	2,9	3,2	3,5	4,4	3,8	2,9	3,4
58315100	4679106	Médio Vale do Rio Paraíba	10,0	10,7	11,7	12,6	12,4	12,0	11,0	10,5	9,6	9,1	8,8	9,1	9,5	11,0	12,5	11,4	10,1	9,0	9,2	11,2	11,7	9,7	9,1
58315000	4679106	Médio Vale do Rio Paraíba	10,0	10,7	11,7	12,6	12,4	12,0	11,0	10,5	9,6	9,1	8,8	9,1	9,5	11,0	12,5	11,4	10,1	9,0	9,2	11,2	11,7	9,7	9,1
58305001	2947758	Médio Vale do Rio Paraíba	10,1	10,7	11,6	12,4	12,4	11,7	10,9	10,3	9,5	9,1	8,9	9,1	9,5	11,0	12,3	11,4	10,1	9,0	9,2	11,1	11,6	9,7	9,1
58305000	2947758	Médio Vale do Rio Paraíba	10,1	10,6	11,6	12,3	12,3	11,7	10,9	10,3	9,6	9,2	9,0	9,2	9,6	11,0	12,3	11,4	10,1	9,1	9,3	11,1	11,7	9,7	9,2
58300001	2582219	Médio Vale do Rio Paraíba	10,1	10,6	11,6	12,3	12,3	11,7	10,9	10,3	9,6	9,2	9,0	9,2	9,6	11,0	12,3	11,4	10,1	9,1	9,3	11,1	11,7	9,7	9,2
58300000	1261609	Médio Vale do Rio Paraíba	10,1	10,6	11,6	12,3	12,3	11,7	10,9	10,3	9,6	9,2	9,0	9,2	9,5	11,0	12,3	11,4	10,1	9,1	9,3	11,1	11,7	9,7	9,2
58287000	4246195	Médio Vale do Rio Paraíba	3,7	4,6	6,6	10,1	10,3	9,1	7,1	6,2	4,4	3,3	2,8	2,7	3,5	5,0	10,2	7,6	4,7	3,0	3,0	5,2	8,0	3,9	3,0
58286000	1767563	Médio Vale do Rio Paraíba	3,9	4,5	6,3	9,6	9,9	8,7	6,9	6,4	4,4	3,4	2,9	2,6	3,4	4,8	9,7	7,4	4,9	3,1	5,1	7,8	4,0	3,0	
58270000	4313102	Médio Vale do Rio Paraíba	6,3	7,6	10,8	14,1	14,8	14,3	12,5	9,7	7,5	5,7	4,9	5,0	5,8	8,4	14,6	13,2	8,1	5,3	5,3	9,0	13,8	7,0	5,2
58258000	1232136	Médio Vale do Rio Paraíba	9,3	16,6	22,4	22,9	24,3	21,2	15,5	12,0	9,5	7,0	5,6	6,2	10,1	18,1	23,7	16,7	10,1	6,2	7,1	18,9	17,8	8,7	6,4
58250000	109582	Médio Vale do Rio Paraíba	9,2	8,9	9,1	9,8	10,1	9,6	9,0	9,7	9,5	9,5	8,9	9,2	8,8	8,9	9,8	9,2	9,5	9,3	8,8	9,0	9,6	9,5	8,9
58242000	1955357	Médio Vale do Rio Paraíba	9,0	8,6	8,7	9,4	9,7	9,1	8,7	9,7	9,5	9,5	9,0	9,2	8,6	8,7	9,5	9,0	9,5	9,3	8,7	9,2	9,5	8,8	
19094	2254876	Médio Vale do Rio Paraíba	3,5	4,0	4,6	4,7	4,5	3,8	3,0	3,1	2,8	3,0	3,4	3,4	3,6	4,3	4,5	3,4	2,9	3,2	3,5	4,4	3,8	2,9	3,4
58670002	1585565	Médio Vale Inferior do Rio Paraíba	3,1	5,0	4,5	4,7	4,7	4,0	3,3	2,9	2,3	2,2	2,0	2,6	4,1	4,8	4,7	3,6	2,5	2,1	3,0	4,6	4,0	2,4	2,6
58658000	633466	Médio Vale Inferior do Rio Paraíba	3,9	6,4	6,0	5,6	5,0	4,3	4,3	4,1	3,6	3,4	3,2	3,0	4,8	6,2	5,2	4,3	3,8	3,2	3,3	5,9	4,4	3,7	3,3
58651980	2720101	Médio Vale Inferior do Rio Paraíba	5,0	6,4	6,8	6,7	7,3	6,5	5,5	5,2	4,6	4,2	4,2	4,2	5,3	6,5	7,1	5,8	4,8	4,2	4,6	6,6	6,1	4,7	4,4
58648001	1453805	Médio Vale Inferior do Rio Paraíba	6,2	7,5	9,8	10,5	10,3	9,6	7,7	7,0	6,2	5,8	5,3	5,1	5,7	8,4	10,3	8,3	6,5	5,5	5,4	8,9	8,9	6,2	5,3
58645000	3479048	Médio Vale Inferior do Rio Paraíba	8,9	9,0	11,1	10,4	10,8	11,6	10,6	9,8	8,8	9													

Estação	Cotrecho	Sub-bacia	Qanual	Qdez	Qjan	Qfev	Qmar	Qabr	Qmai	Qjun	QJul	Qago	Qset	Qout	Qnov	Qdezjan	Qfevmar	Qabrmai	QjunJul	Qagoset	Qnovdez	Qdezfev	Qmarmai	Qjunago	Qsetnov
58960000	3231532	Rio Muriaé e Carangola	2,8	5,4	5,4	5,9	6,1	5,1	4,3	3,6	2,8	2,1	1,9	1,8	3,4	5,4	5,9	4,5	3,1	2,0	2,2	5,5	4,8	2,7	2,0
58940000	4734305	Rio Muriaé e Carangola	2,6	6,5	6,5	7,1	7,4	6,3	5,2	4,1	3,1	2,3	1,7	1,8	3,1	6,5	7,3	5,6	3,4	1,9	2,1	6,6	5,9	2,6	1,9
58934000	2489652	Rio Muriaé e Carangola	2,5	5,9	6,1	5,7	6,1	5,2	4,5	4,0	3,1	2,2	1,6	1,6	2,9	5,9	5,9	4,8	3,4	1,7	1,9	5,9	5,2	2,6	1,8
58933000	371853	Rio Muriaé e Carangola	2,5	5,7	6,0	5,5	5,8	5,2	4,4	3,8	2,9	1,9	1,5	1,7	2,9	5,8	5,7	4,7	3,1	1,6	1,9	5,6	5,1	2,5	1,8
58930000	5486913	Rio Muriaé e Carangola	3,3	6,1	5,7	5,7	6,5	5,9	5,0	4,1	3,1	2,2	1,8	2,2	3,4	6,0	5,9	5,3	3,5	2,0	2,5	5,9	5,6	3,2	2,4
58920000	573900	Rio Muriaé e Carangola	3,8	8,9	9,6	10,3	10,6	9,6	7,8	6,2	4,7	3,5	2,7	2,7	4,5	9,0	10,4	8,3	5,0	3,0	3,3	9,4	8,6	3,9	2,9
58918180	170892	Rio Muriaé e Carangola	5,4	11,2	12,8	13,3	14,7	13,3	10,9	8,7	6,6	4,9	3,9	3,8	6,2	11,6	13,9	11,5	7,1	4,2	4,5	12,1	12,0	5,6	4,1
58917000	5284399	Rio Muriaé e Carangola	6,0	11,4	13,5	14,3	15,9	14,2	11,9	9,5	7,2	5,5	4,4	4,3	6,8	12,3	14,8	12,5	7,7	4,8	5,1	12,9	13,0	6,2	4,6
58916000	1785098	Rio Muriaé e Carangola	7,5	12,2	14,5	15,6	16,9	15,4	13,4	11,0	8,8	6,9	5,6	5,4	8,2	13,0	16,0	13,8	9,3	6,0	6,3	13,8	14,4	7,7	5,8
58912090	3837278	Rio Muriaé e Carangola	5,0	10,2	11,2	12,0	12,6	11,4	9,5	7,4	5,9	4,6	3,8	3,9	5,7	10,6	12,2	10,2	6,2	4,0	4,3	11,1	10,6	5,0	4,0
58912080	99617	Rio Muriaé e Carangola	4,8	9,8	11,0	11,5	12,1	11,0	8,9	7,0	5,6	4,3	3,5	3,7	5,5	10,4	11,7	9,8	6,0	3,8	4,2	10,8	10,3	4,8	3,9
58910000	1309420	Rio Muriaé e Carangola	5,3	10,4	13,7	14,4	14,0	13,3	11,5	8,7	6,5	4,8	4,1	4,1	5,6	12,0	14,2	12,0	7,0	4,3	4,5	12,8	12,4	5,5	4,3
58620000	5418026	Rio Paraibuna	7,8	10,4	14,7	15,5	17,0	14,5	12,1	10,1	8,4	7,1	6,4	6,3	7,9	11,5	16,3	12,7	8,9	6,6	6,8	12,2	13,1	7,8	6,5
58612000	2126951	Rio Paraibuna	7,8	10,4	14,7	15,5	17,0	14,5	12,1	10,1	8,4	7,1	6,4	6,3	7,8	11,5	16,3	12,7	8,9	6,6	6,8	12,2	13,1	7,8	6,5
58610000	4345514	Rio Paraibuna	5,8	8,1	8,7	8,9	9,2	7,9	7,3	6,3	5,2	4,7	4,1	3,8	6,3	8,3	9,0	7,6	5,7	4,4	4,7	8,5	7,8	5,1	4,4
58520000	4955503	Rio Paraibuna	8,3	10,2	13,3	14,3	15,5	14,4	12,9	10,9	9,2	7,6	6,9	6,5	8,2	10,8	14,7	13,4	9,9	7,1	7,0	11,5	13,8	8,6	6,8
58517000	4555967	Rio Paraibuna	9,2	9,9	12,6	12,1	13,4	11,4	10,4	8,7	7,7	7,3	7,8	7,4	8,8	10,7	13,1	10,7	8,4	7,4	7,6	11,2	11,6	8,1	7,7
58516500	1746536	Rio Paraibuna	7,7	9,3	13,0	15,5	17,1	16,2	14,4	12,4	10,2	8,1	6,6	6,1	7,0	10,0	16,0	15,1	10,8	7,1	6,5	10,7	15,4	9,0	6,5
58512080	1748247	Rio Paraibuna	9,1	10,2	14,2	17,0	18,8	18,1	16,4	14,3	12,0	9,6	8,0	7,3	8,1	10,9	17,4	17,1	12,7	8,6	7,8	11,7	17,5	10,7	7,8
58512000	3583465	Rio Paraibuna	9,3	10,2	14,3	17,2	18,9	18,4	16,6	14,6	12,2	9,8	8,2	7,5	8,2	11,1	17,7	17,4	13,0	8,8	7,9	11,9	17,7	10,9	8,0
58500000	2596243	Rio Paraibuna	10,9	10,9	13,4	16,0	17,4	16,1	15,2	13,8	12,3	10,7	9,4	9,1	9,8	11,7	16,1	15,7	12,9	9,9	9,4	12,2	16,0	11,7	9,4
58491000	3788809	Rio Paraibuna	9,3	10,2	12,9	12,2	13,5	11,3	10,3	8,4	7,5	7,2	7,8	7,5	9,0	11,0	13,1	10,6	8,2	7,3	7,7	11,4	11,5	8,0	7,7
58480501	1473160	Rio Paraibuna	8,7	10,0	11,5	11,7	12,2	9,7	8,8	7,9	7,2	6,8	7,1	7,3	9,1	10,7	11,9	9,3	7,7	6,9	7,9	10,9	10,1	7,5	7,7
58480500	1473160	Rio Paraibuna	8,7	10,0	11,5	11,7	12,2	9,7	8,8	7,9	7,2	6,8	7,1	7,3	9,1	10,7	11,9	9,3	7,7	6,9	7,9	10,9	10,1	7,5	7,7
19095	934145	Rio Paraibuna	9,2	10,3	14,2	17,0	18,8	18,2	16,4	14,3	12,0	9,7	8,0	7,3	8,1	10,9	17,5	17,2	12,7	8,6	7,8	11,7	17,5	10,7	7,9
58440000	4096174	Rio Piabana	5,6	8,9	10,3	9,6	11,1	9,8	7,8	6,6	5,3	4,5	4,4	4,7	5,8	9,3	10,3	8,4	5,7	4,5	5,1	9,4	8,7	5,1	4,8
58434000	5299792	Rio Piabana	4,1	6,3	8,3	8,0	8,4	6,4	4,9	3,9	2,2	1,4	1,9	2,6	4,2	6,9	8,3	5,5	3,1	1,5	3,4	7,2	6,2	2,7	2,9
58425000	586719	Rio Piabana	7,3	11,3	11,7	11,3	12,9	11,9	9,8	8,6	6,6	6,1	5,5	6,3	7,1	11,4	12,1	10,6	7,4	5,7	6,6	11,4	11,0	6,8	6,1
58421100	3347045	Rio Piabana	8,0	11,9	12,8	12,1	14,0	13,0	10,8	9,7	7,4	6,9	6,2	7,1	7,9	12,4	13,0	11,6	8,3	6,4	7,3	12,3	11,9	7,6	6,8
58420000	1462891	Rio Piabana	8,7	12,1	12,8	12,8	14,4	13,8	11,6	10,4	8,1	7,6	6,9	7,7	8,5	12,2	13,4	12,4	9,1	7,1					

Tabela 4.6 – Resultados de vazão de referência (m³/s) Q90 para os cotrechos da BHO6 com estações fluviométricas.

Estação	Cotrecho	Sub-bacia	Qanual	Qdez	Qjan	Qfev	Qmar	Qabr	Qmai	Qjun	Qjul	Qago	Qset	Qout	Qnov	Qdezjan	Qfevmar	Qabrmai	Qjunjul	Qagoset	Qnovdez	Qdezfev	Qmarmai	Qjunago	Qsetnov
58068000	1900310	Alto Vale do Rio Paraíba	4,9	5,4	7,7	8,4	8,2	7,2	6,4	5,5	4,7	4,2	3,9	4,1	5,1	6,2	8,3	6,7	5,0	4,1	4,5	6,8	7,0	4,6	4,2
58060000	3760233	Alto Vale do Rio Paraíba	3,8	4,1	5,5	6,2	6,0	5,5	4,9	4,3	3,7	3,4	3,2	3,2	3,8	4,6	6,1	5,2	3,9	3,3	3,4	4,9	5,4	3,7	3,3
58040000	3095596	Alto Vale do Rio Paraíba	12,9	14,2	20,3	22,2	24,2	19,4	16,2	13,9	12,7	11,5	10,4	10,3	12,1	16,3	23,3	17,4	13,1	10,8	10,9	17,7	18,1	12,5	10,7
58030000	1837318	Alto Vale do Rio Paraíba	6,1	6,3	9,0	10,1	10,7	8,9	7,3	6,3	5,6	5,2	4,8	5,3	7,4	10,5	7,8	5,9	5,0	5,5	8,0	8,4	5,6	5,2	
59100000	4634462	Baixo Vale do Rio Paraíba	2,6	6,1	7,0	6,2	5,9	5,0	3,9	3,1	2,5	2,1	2,0	2,1	3,3	6,5	6,0	4,2	2,7	2,0	2,3	6,4	4,6	2,4	2,2
58974000	5097635	Baixo Vale do Rio Paraíba	283,9	421,6	464,4	468,3	482,5	406,7	326,0	290,5	254,2	234,1	219,9	224,4	311,2	438,3	476,9	356,2	267,7	226,8	252,7	443,1	380,0	253,2	235,3
58880001	1836411	Baixo Vale do Rio Paraíba	248,9	355,8	410,3	399,6	412,9	341,8	286,6	258,0	228,5	212,2	201,7	205,5	278,0	377,4	405,0	312,1	240,0	206,8	223,8	383,6	332,3	228,2	214,4
58795000	4338786	Baixo Vale do Rio Paraíba	232,6	319,7	363,9	385,3	382,7	313,2	264,5	239,3	212,5	197,8	189,3	193,2	249,6	335,6	371,2	285,1	223,0	193,5	210,5	341,9	301,7	212,7	201,4
58385100	2577348	Médio Vale do Rio Paraíba	90,9	104,7	116,9	120,0	117,9	111,3	101,4	92,8	82,1	74,3	73,6	82,2	95,5	108,8	118,8	105,5	85,2	73,6	89,8	111,2	107,7	81,4	85,2
58380001	2559372	Médio Vale do Rio Paraíba	90,6	104,3	116,2	119,2	117,1	110,5	100,8	92,3	81,7	74,0	73,4	82,0	95,2	108,3	118,1	104,9	84,8	73,3	89,5	110,6	107,1	81,1	84,9
58321000	2032067	Médio Vale do Rio Paraíba	88,2	100,1	109,7	111,6	108,9	103,7	96,5	89,2	79,7	72,6	72,2	80,8	92,9	103,3	110,1	99,5	82,2	72,1	87,9	105,1	101,2	79,1	83,6
58318002	1735529	Médio Vale do Rio Paraíba	75,3	78,2	79,0	79,9	76,4	75,7	74,7	72,9	67,7	62,6	63,5	69,9	77,6	78,4	78,0	75,5	68,7	63,0	75,8	78,4	75,6	67,7	73,4
58315100	4679106	Médio Vale do Rio Paraíba	189,3	191,7	211,3	221,3	220,6	206,1	198,4	194,5	184,5	166,9	162,7	171,1	177,3	198,0	221,1	202,0	188,5	166,2	174,3	203,6	206,1	184,3	171,9
58315000	4679106	Médio Vale do Rio Paraíba	189,3	191,7	211,3	221,3	220,6	206,1	198,4	194,5	184,5	166,9	162,7	171,1	177,3	198,0	221,1	202,0	188,5	166,2	174,3	203,6	206,1	184,3	171,9
58305001	2947758	Médio Vale do Rio Paraíba	186,2	187,8	206,8	215,4	214,0	200,5	192,9	189,9	181,2	165,6	161,6	167,6	174,7	194,0	214,5	196,5	185,1	164,5	172,4	198,2	200,5	180,6	168,9
58305000	2947758	Médio Vale do Rio Paraíba	186,2	187,8	206,8	215,4	214,0	200,5	192,9	189,9	181,2	165,6	161,6	167,6	174,7	194,0	214,5	196,5	185,1	164,5	172,4	198,2	200,5	180,6	168,9
58300001	2582219	Médio Vale do Rio Paraíba	184,6	185,4	202,8	212,0	210,2	197,5	190,0	187,8	179,1	164,5	160,6	165,7	173,4	191,5	210,9	193,4	183,1	163,4	170,9	195,7	197,3	178,9	167,3
58300000	1261609	Médio Vale do Rio Paraíba	184,6	185,4	202,8	212,1	210,3	197,5	190,1	187,9	179,2	164,6	160,7	165,7	173,5	191,6	211,0	193,5	183,2	163,4	170,9	195,7	197,4	178,9	167,4
58287000	4246195	Médio Vale do Rio Paraíba	1,5	1,8	3,3	4,2	4,2	3,4	2,8	2,4	1,7	1,4	1,1	1,2	1,4	2,2	4,2	3,0	1,9	1,2	1,3	2,5	3,2	1,6	1,2
58286000	1767563	Médio Vale do Rio Paraíba	1,8	2,0	3,6	4,6	4,6	3,9	3,2	2,8	2,0	1,6	1,3	1,4	1,6	2,4	4,6	3,4	2,2	1,4	1,4	2,7	3,6	1,9	1,4
58270000	4313102	Médio Vale do Rio Paraíba	3,0	3,5	5,3	6,9	7,5	6,8	5,9	4,6	3,6	2,8	2,4	2,2	2,6	4,0	7,2	6,2	3,9	2,5	2,4	4,4	6,3	3,2	2,4
58258000	1232136	Médio Vale do Rio Paraíba	2,0	3,3	4,8	5,0	4,9	4,2	3,0	2,4	1,8	1,4	1,3	1,3	2,2	3,8	4,9	3,3	2,0	1,4	1,6	4,1	3,6	1,8	1,5
58250000	109582	Médio Vale do Rio Paraíba	152,1	143,8	143,8	163,4	158,2	156,5	159,9	164,1	161,9	150,3	149,2	149,5	141,3	144,0	161,8	158,3	163,7	149,6	144,4	148,2	158,4	159,8	145,3
58242000	1955357	Médio Vale do Rio Paraíba	146,3	137,2	134,3	154,5	147,7	147,7	153,2	158,6	157,7	147,0	146,4	144,1	135,9	135,7	152,2	150,9	158,6	146,5	139,7	140,8	150,4	155,6	140,8
19094	2254876	Médio Vale do Rio Paraíba	75,3	78,2	79,0	79,9	76,4	75,7	74,7	72,9	67,7	62,6	63,5	69,9	77,6	78,4	78,0	75,4	68,7	63,0	75,8	78,4	75,6	67,7	73,4
58670002	1585565	Médio Vale Inferior do Rio Paraíba	2,4	3,5	3,6	3,2	3,2	2,9	2,6	2,4	2,2	1,9	1,7	1,8	2,8	3,6	3,2	2,7	2,2	1,8	2,3	3,4	2,8	2,1	2,1
58658000	633466	Médio Vale Inferior do Rio Paraíba	1,6	2,6	2,5	2,3	2,1	1,8	1,6	1,5	1,4	1,3	1,3	1,2	1,9	2,5	2,2	1,6	1,4	1,3	2,5	1,7	1,4	1,4	1,4
58651980	2720101	Médio Vale Inferior do Rio Paraíba	180,4	230,																					

Estação	Cotrecho	Sub-bacia	Qanual	Qdez	Qjan	Qfev	Qmar	Qabr	Qmai	Qjun	Qjul	Qago	Qset	Qout	Qnov	Qdezjan	Qfevmar	Qabrmai	Qjunjul	Qagoset	Qnovdez	Qdezfev	Qmarmai	Qjunago	Qsetnov
58960000	3231532	Rio Muriaé e Carangola	25,3	48,4	49,0	48,6	52,3	42,7	34,6	29,1	23,8	20,2	16,7	17,5	29,6	47,8	50,1	37,7	25,5	18,4	22,0	48,3	40,0	23,1	19,3
58940000	4734305	Rio Muriaé e Carangola	18,2	45,0	47,1	46,9	50,5	41,4	33,6	26,9	19,9	14,5	11,4	12,8	23,3	45,7	48,5	36,6	21,3	12,8	14,8	46,3	38,7	17,0	13,1
58934000	2489652	Rio Muriaé e Carangola	4,3	9,8	10,3	10,3	9,3	8,1	6,6	4,8	3,4	2,7	2,7	4,6	10,0	10,3	8,6	5,1	3,0	3,1	10,1	8,9	4,1	2,9	
58933000	371853	Rio Muriaé e Carangola	4,1	9,2	9,8	9,5	9,9	8,8	7,5	6,2	4,5	3,4	2,7	2,6	4,5	9,5	9,7	8,1	4,8	2,9	3,1	9,5	8,4	3,9	2,9
58930000	5486913	Rio Muriaé e Carangola	3,2	6,0	6,3	5,8	6,7	5,9	5,0	4,2	3,2	2,7	2,2	2,1	3,5	6,1	6,3	5,4	3,6	2,3	2,5	6,0	5,7	3,1	2,4
58920000	573900	Rio Muriaé e Carangola	12,2	27,7	30,3	30,8	33,1	27,3	22,4	18,1	13,4	9,9	8,0	9,0	15,4	28,8	31,3	24,4	14,5	8,9	10,2	29,6	25,7	11,6	9,1
58918180	170892	Rio Muriaé e Carangola	6,8	13,4	15,4	15,4	17,0	15,1	12,6	10,1	7,5	5,5	4,4	4,8	7,8	14,6	16,2	13,5	8,2	5,0	5,5	14,8	14,2	6,6	5,0
58917000	5284399	Rio Muriaé e Carangola	5,2	10,2	11,9	11,5	13,0	11,6	9,6	7,8	5,8	4,4	3,6	3,9	5,8	11,0	12,3	10,3	6,3	4,0	4,4	11,3	10,8	5,1	4,0
58916000	1785098	Rio Muriaé e Carangola	3,4	5,7	6,7	6,6	7,3	6,7	5,7	4,7	3,7	2,9	2,4	2,6	3,6	6,1	7,0	6,0	4,0	2,7	2,9	6,3	3,3	2,6	
58912090	3837278	Rio Muriaé e Carangola	1,2	2,6	2,8	2,6	2,9	2,6	2,1	1,6	1,3	1,0	0,8	0,9	1,4	2,6	2,7	2,3	1,4	0,9	1,0	2,6	2,4	1,1	0,9
58912080	99617	Rio Muriaé e Carangola	1,0	2,2	2,4	2,2	2,5	2,2	1,8	1,4	1,1	0,8	0,7	0,8	1,2	2,3	2,3	1,9	1,2	0,8	0,8	2,2	2,0	1,0	0,8
58910000	1309420	Rio Muriaé e Carangola	0,9	1,9	2,4	2,4	2,1	1,9	1,4	1,1	0,8	0,7	0,7	1,0	2,1	2,4	2,0	1,2	0,7	0,8	2,2	2,0	0,9	0,7	
58620000	5418026	Rio Paraibuna	75,6	100,6	144,7	160,0	159,4	133,9	112,5	94,4	78,7	65,8	58,3	60,2	75,7	116,4	159,7	117,8	83,5	61,4	66,4	124,6	122,8	73,7	62,4
58612000	2126951	Rio Paraibuna	75,6	100,6	144,7	160,1	159,5	133,9	112,5	94,4	78,7	65,8	58,3	60,2	75,7	116,4	159,8	117,8	83,5	61,4	66,4	124,6	122,8	73,7	62,4
58610000	4345514	Rio Paraibuna	5,4	7,4	8,6	8,5	8,3	7,2	6,3	5,4	4,7	4,1	3,9	3,9	5,9	8,0	8,4	6,6	5,0	4,0	4,8	8,1	7,0	4,8	4,4
58520000	4955503	Rio Paraibuna	34,3	41,1	54,9	60,7	64,5	58,7	52,3	45,0	37,9	32,2	28,1	27,9	32,9	46,4	63,3	54,0	40,3	29,6	30,3	49,1	56,0	35,7	28,8
58517000	4555967	Rio Paraibuna	12,7	14,7	17,6	18,3	18,3	16,1	14,8	13,3	12,2	11,5	11,0	10,5	12,4	16,0	18,3	15,2	12,7	11,2	11,3	16,5	16,1	12,1	11,2
58516500	1746536	Rio Paraibuna	19,5	23,5	34,1	40,7	44,1	40,8	35,8	30,2	24,5	19,5	16,1	15,2	17,1	26,6	43,2	37,0	26,1	17,4	15,8	28,7	38,2	22,4	15,9
58512080	1748247	Rio Paraibuna	17,9	19,5	28,5	34,6	37,9	35,5	31,7	27,2	22,4	18,1	15,1	14,2	15,4	22,0	37,1	32,6	23,8	16,2	14,7	24,1	33,7	20,7	14,9
58512000	3583465	Rio Paraibuna	17,7	19,1	28,0	33,7	37,3	34,8	31,3	26,9	22,2	17,9	14,9	14,1	15,2	21,6	36,3	32,2	23,6	16,1	14,6	23,7	33,1	20,5	14,7
58500000	2596243	Rio Paraibuna	1,7	1,7	2,2	2,6	2,8	2,6	2,4	2,2	1,9	1,6	1,4	1,4	1,5	1,9	2,7	2,5	2,0	1,5	2,0	2,6	1,8	1,4	
58491000	3788809	Rio Paraibuna	11,7	13,7	16,3	16,8	16,6	14,4	13,3	11,9	11,0	10,4	10,1	9,7	11,5	14,9	16,7	13,6	11,5	10,3	10,5	15,3	14,5	10,9	10,3
58480501	1473160	Rio Paraibuna	9,9	12,1	13,0	13,2	13,7	10,9	10,9	9,7	9,4	8,8	8,6	8,5	10,0	12,5	13,4	10,9	9,5	8,6	9,1	12,8	11,7	9,1	8,9
58480500	1473160	Rio Paraibuna	9,9	12,1	13,0	13,2	13,7	10,9	10,9	9,7	9,4	8,8	8,6	8,5	10,0	12,5	13,4	10,9	9,5	8,6	9,1	12,8	11,7	9,1	8,9
19095	934145	Rio Paraibuna	17,7	19,3	28,2	34,2	37,5	35,1	31,4	26,9	22,1	17,9	14,9	14,1	15,2	21,8	36,6	32,3	23,5	16,1	14,6	23,8	33,3	20,4	14,7
58440000	4096174	Rio Piabana	13,6	20,9	25,6	25,4	26,3	22,6	18,0	15,3	12,1	10,6	10,5	10,9	13,9	22,9	25,9	19,2	13,4	10,5	11,7	23,3	20,2	12,2	11,2
58434000	5299792	Rio Piabana	1,5	2,1	2,8	2,8	2,7	2,2	1,7	1,5	1,1	1,0	1,1	1,1	1,5	2,3	2,7	1,9	1,3	1,0	1,3	2,4	2,1	1,2	1,2
58425000	586719	Rio Piabana	8,0	11,8	12,9	12,5	13,4	12,1	10,3	9,1	7,3	6,4	6,0	6,5	7,8	12,2	13,1	10,9	7,9	6,2	6,9	12,3	11,3	7,3	6,6
58421100	3347045	Rio Piabana	7,7	11,2	12,3	11,8	12,6	11,7	9,8	8,6	7,2	6,2	5,7	6,4	7,6	11,6	12,3	10,4	7,7	6,0	6,7	11,6	10,8	7,0	6,4
58420000	1462891	Rio Piabana	7,2	10,2	11,1																				

Tabela 4.7 – Resultados de vazão de referência específica (L/s/km²) Q90 para os cotrechos da BHO6 com estações fluviométricas.

Estação	Cotrecho	Sub-bacia	Qanual	Qdez	Qjan	Qfev	Qmar	Qabr	Qmai	Qjun	Qjul	Qago	Qset	Qout	Qnov	Qdezjan	Qfevmar	Qabrmai	Qjunjul	Qagoset	Qnovdez	Qdezfev	Qmarmai	Qunago	Qsetnov
58068000	1900310	Alto Vale do Rio Paraíba	11,2	12,2	17,5	19,0	18,6	16,3	14,5	12,3	10,6	9,6	8,9	9,4	11,5	14,0	18,7	15,2	11,2	9,3	10,3	15,4	15,9	10,4	9,5
58060000	3760233	Alto Vale do Rio Paraíba	13,7	14,6	19,6	22,4	21,7	19,8	17,8	15,3	13,4	12,3	11,6	11,4	13,7	16,5	21,8	18,7	14,1	12,0	12,4	17,7	19,4	13,2	12,0
58040000	3095596	Alto Vale do Rio Paraíba	6,6	7,3	10,4	11,4	12,4	10,0	8,3	7,1	6,5	5,9	5,3	5,3	6,2	8,4	11,9	8,9	6,7	5,5	5,6	9,1	9,3	6,4	5,5
58030000	1837318	Alto Vale do Rio Paraíba	8,2	8,6	12,2	13,8	14,6	12,1	10,0	8,5	7,6	7,1	6,6	7,2	7,9	10,1	14,2	10,6	8,0	6,8	7,5	10,9	11,4	7,6	7,1
59100000	4634462	Baixo Vale do Rio Paraíba	4,2	9,7	11,1	9,9	9,4	7,9	6,2	4,9	4,0	3,3	3,2	3,4	5,3	10,4	9,6	6,8	4,3	3,3	3,7	10,2	7,3	3,8	3,5
58974000	5097635	Baixo Vale do Rio Paraíba	5,1	7,6	8,4	8,4	8,7	7,3	5,9	5,2	4,6	4,2	4,0	4,0	5,6	7,9	8,6	6,4	4,8	4,1	4,6	8,0	6,8	4,6	4,2
58880001	1836411	Baixo Vale do Rio Paraíba	5,3	7,6	8,8	8,5	8,8	7,3	6,1	5,5	4,9	4,5	4,3	4,4	5,9	8,1	8,7	6,7	5,1	4,4	4,8	8,2	7,1	4,9	4,6
58795000	4338786	Baixo Vale do Rio Paraíba	5,4	7,4	8,4	8,5	8,9	7,3	6,1	5,5	4,9	4,6	4,4	4,5	5,8	7,8	8,6	6,6	5,2	4,5	4,9	7,9	7,0	4,9	4,7
58385100	2577348	Médio Vale do Rio Paraíba	4,7	5,4	6,0	6,2	6,1	5,7	5,2	4,8	4,2	3,8	3,8	4,2	4,9	5,6	6,1	5,4	4,4	3,8	4,6	5,7	5,5	4,2	4,4
58380001	2559372	Médio Vale do Rio Paraíba	4,7	5,4	6,0	6,2	6,1	5,7	5,2	4,8	4,2	3,8	3,8	4,2	4,9	5,6	6,1	5,4	4,4	3,8	4,6	5,7	5,5	4,2	4,4
58321000	2032067	Médio Vale do Rio Paraíba	5,0	5,6	6,2	6,3	6,1	5,8	5,4	5,0	4,5	4,1	4,1	4,6	5,2	5,8	6,2	5,6	4,6	4,1	5,0	5,9	5,7	4,5	4,7
58318002	1735529	Médio Vale do Rio Paraíba	4,5	4,7	4,8	4,8	4,6	4,6	4,5	4,4	4,1	3,8	3,8	4,2	4,7	4,7	4,5	4,1	3,8	4,6	4,7	4,6	4,1	4,4	
58315100	4679106	Médio Vale do Rio Paraíba	11,6	11,7	12,9	13,5	13,5	12,6	12,1	11,9	11,3	10,2	10,0	10,5	10,9	12,1	13,5	12,4	11,5	10,2	10,7	12,5	12,6	11,3	10,5
58315000	4679106	Médio Vale do Rio Paraíba	11,6	11,7	12,9	13,5	13,5	12,6	12,1	11,9	11,3	10,2	10,0	10,5	10,9	12,1	13,5	12,4	11,5	10,2	10,7	12,5	12,6	11,3	10,5
58305001	2947758	Médio Vale do Rio Paraíba	11,6	11,7	12,9	13,5	13,4	12,5	12,1	11,9	11,3	10,3	10,1	10,5	10,9	12,1	13,4	12,3	11,6	10,3	10,8	12,4	12,5	11,3	10,6
58305000	2582219	Médio Vale do Rio Paraíba	11,7	11,8	12,9	13,5	13,3	12,5	12,1	11,9	11,4	10,4	10,2	10,5	11,0	12,2	13,4	12,3	11,6	10,4	10,8	12,4	12,5	11,4	10,6
58300000	1261609	Médio Vale do Rio Paraíba	11,7	11,8	12,9	13,5	13,3	12,5	12,1	11,9	11,4	10,4	10,2	10,5	11,0	12,2	13,4	12,3	11,6	10,4	10,8	12,4	12,5	11,4	10,6
58287000	4246195	Médio Vale do Rio Paraíba	4,5	5,3	9,7	12,4	12,2	10,1	8,2	7,2	5,1	4,0	3,2	3,4	4,2	6,5	12,4	8,9	5,6	3,5	3,7	7,3	9,5	4,7	3,5
58286000	1767563	Médio Vale do Rio Paraíba	4,5	5,2	9,2	11,8	11,8	9,9	8,1	7,1	5,1	4,1	3,3	3,5	4,1	6,2	11,8	8,8	5,8	3,6	3,7	7,0	9,3	4,9	3,6
58270000	4313102	Médio Vale do Rio Paraíba	7,4	8,6	12,9	16,8	18,3	16,8	14,4	11,4	8,8	7,0	5,9	5,5	6,5	9,8	17,6	15,1	9,5	6,2	5,8	10,7	15,5	7,9	5,8
58258000	1232136	Médio Vale do Rio Paraíba	11,3	18,9	27,4	28,2	27,6	23,8	16,9	13,4	10,2	8,2	7,3	7,5	12,7	21,7	27,7	19,0	11,1	7,7	9,1	23,1	20,5	10,1	8,3
58250000	109582	Médio Vale do Rio Paraíba	10,9	10,3	10,3	11,8	11,4	11,3	11,5	11,8	11,6	10,8	10,7	10,8	10,2	10,4	11,6	11,4	11,8	10,8	10,4	10,7	11,4	11,5	10,4
58242000	1955357	Médio Vale do Rio Paraíba	10,8	10,1	9,9	11,4	10,9	10,9	11,3	11,7	11,7	10,9	10,8	10,7	10,1	10,0	11,3	11,2	11,7	10,8	10,3	10,4	11,1	11,5	10,4
19094	2254876	Médio Vale do Rio Paraíba	4,5	4,7	4,8	4,8	4,6	4,6	4,5	4,4	4,1	3,8	3,8	4,2	4,7	4,7	4,5	4,1	3,8	4,6	4,7	4,6	4,1	4,4	
58670002	1585565	Médio Vale Inferior do Rio Paraíba	4,1	6,0	6,1	5,5	5,5	4,9	4,4	4,1	3,7	3,2	2,8	3,2	4,8	6,1	5,5	4,6	3,9	3,0	4,0	5,8	4,8	3,6	3,5
58658000	633466	Médio Vale Inferior do Rio Paraíba	4,7	7,8	7,3	7,0	6,1	5,2	4,8	4,5	4,0	3,8	3,7	3,6	5,8	7,5	6,4	4,9	4,3	3,8	7,4	5,2	4,1	4,1	
58651980	2720101	Médio Vale Inferior do Rio Paraíba	5,6	7,2	8,2	8,2	8,5	7,1	6,0	5,6	5,1	4,9	4,7	4,8	6,0	7,5	8,3	6,5	5,3	4,8	5,2	7,6	6,9	5,2	5,0
58648001	1453805	Médio Vale Inferior do Rio Paraíba	7,0	9,1	12,7	12,5	12,6	11,0	9,5	8,3	6,9	6,3	5,8	5,8	6,9	10,4	12,6	10,2	7,3	6,0	6,2	11,0	10,6	6,7	5,9
58645000	3479048	Médio Vale Inferior do Rio Paraíba	10,3	11,3	13,3	12,1	13,1	13,1	11,5	10,9	10,1	10,1	9,0	8,9	8,5	12,1	12,6	12,1	10,3	9,4	8,7	12,1	12,3	10,3	8,8
586																									

Estação	Cotrecho	Sub-bacia	Qanual	Qdez	Qjan	Qfev	Qmar	Qabr	Qmai	Qjun	Qjul	Qago	Qset	Qout	Qnov	Qdezjan	Qfevmar	Qabrmai	Qjunjul	Qagoset	Qnovdez	Qdezfev	Qmarmai	Qjunago	Qsetnov
58960000	3231532	Rio Muriaé e Carangola	3,5	6,7	6,8	6,7	7,2	5,9	4,8	4,0	3,3	2,8	2,3	2,4	4,1	6,6	6,9	5,2	3,5	2,5	3,0	6,6	5,5	3,2	2,7
58940000	4734305	Rio Muriaé e Carangola	3,1	7,7	8,1	8,1	8,7	7,1	5,8	4,6	3,4	2,5	2,0	2,2	4,0	7,9	8,3	6,3	3,7	2,2	2,6	8,0	6,7	2,9	2,2
58934000	2489652	Rio Muriaé e Carangola	3,3	7,5	7,9	7,8	7,9	7,1	6,2	5,1	3,7	2,6	2,1	2,0	3,5	7,6	7,9	6,5	3,9	2,3	2,4	7,7	6,8	3,1	2,3
58933000	371853	Rio Muriaé e Carangola	3,2	7,2	7,7	7,4	7,8	6,9	5,9	4,9	3,5	2,7	2,1	2,1	3,5	7,5	7,6	6,3	3,8	2,3	2,4	7,4	6,6	3,1	2,3
58930000	5486913	Rio Muriaé e Carangola	4,2	7,8	8,2	7,6	8,7	7,7	6,6	5,5	4,2	3,6	2,8	2,8	4,6	8,0	8,2	7,0	4,7	3,0	3,2	7,9	7,4	4,0	3,1
58920000	573900	Rio Muriaé e Carangola	4,6	10,4	11,4	11,6	12,5	10,3	8,4	6,8	5,1	3,7	3,0	3,4	5,8	10,8	11,8	9,2	5,4	3,4	3,8	11,2	9,7	4,4	3,4
58918180	170892	Rio Muriaé e Carangola	6,5	12,8	14,7	14,7	16,2	14,4	12,0	9,6	7,1	5,3	4,2	4,6	7,4	13,9	15,4	12,8	7,8	4,7	5,3	14,1	13,5	6,2	4,7
58917000	5284399	Rio Muriaé e Carangola	7,0	13,7	16,0	15,5	17,4	15,6	13,0	10,5	7,8	5,9	4,8	5,2	7,8	14,7	16,5	13,9	8,4	5,3	5,9	15,1	14,6	6,8	5,3
58916000	1785098	Rio Muriaé e Carangola	8,6	14,5	17,1	16,8	18,6	17,0	14,4	11,9	9,3	7,4	6,1	6,5	9,1	15,5	17,7	15,2	10,0	6,7	7,3	16,1	15,9	8,4	6,7
58912090	3837278	Rio Muriaé e Carangola	5,9	12,7	13,9	13,1	14,4	12,6	10,6	8,1	6,3	4,9	4,2	4,4	7,1	13,1	13,6	11,2	6,8	4,5	4,9	13,1	11,6	5,6	4,6
58912080	99617	Rio Muriaé e Carangola	5,7	12,6	13,4	12,6	14,2	12,2	10,2	7,8	6,1	4,7	4,0	4,3	7,0	12,9	13,2	10,8	6,5	4,3	4,7	12,7	11,3	5,3	4,4
58910000	1309420	Rio Muriaé e Carangola	6,2	12,8	15,9	15,8	15,7	14,0	12,3	9,6	7,1	5,3	4,5	4,8	6,7	13,9	15,8	13,0	7,7	4,8	5,3	14,5	13,4	6,1	4,9
58620000	5418026	Rio Paraibuna	8,8	11,7	16,8	18,6	15,6	13,1	11,0	9,2	7,7	6,8	7,0	8,8	13,6	18,6	13,7	9,7	7,2	7,7	14,5	14,3	8,6	7,3	
58612000	2126951	Rio Paraibuna	8,8	11,7	16,8	18,6	18,5	15,6	13,1	11,0	9,2	7,7	6,8	7,0	8,8	13,5	18,6	13,7	9,7	7,1	7,7	14,5	14,3	8,6	7,3
58610000	4345514	Rio Paraibuna	6,9	9,4	11,0	10,8	10,6	9,2	8,1	6,9	6,0	5,3	4,9	4,9	7,6	10,2	10,7	8,4	6,4	5,1	6,1	10,4	8,9	6,1	5,6
58520000	4955503	Rio Paraibuna	9,4	11,3	15,0	16,6	17,7	16,1	14,3	12,3	10,4	8,8	7,7	7,7	9,0	12,7	17,3	14,8	11,0	8,1	8,3	13,5	15,3	9,8	7,9
58517000	4555967	Rio Paraibuna	10,3	11,9	14,3	14,9	14,8	13,1	12,0	10,8	9,9	8,3	8,5	10,1	13,0	14,8	12,3	10,4	9,1	9,2	13,4	13,1	9,8	9,1	
58516500	1746536	Rio Paraibuna	8,7	10,5	15,2	18,2	19,7	18,2	16,0	13,5	10,9	8,7	7,2	6,8	7,7	11,9	19,3	16,5	11,7	7,8	7,1	12,8	17,1	10,0	7,1
58512080	1748247	Rio Paraibuna	10,3	11,2	16,4	19,8	21,7	20,4	18,2	15,6	12,8	10,4	8,6	8,2	8,8	12,6	21,2	18,7	13,6	9,3	8,5	13,8	19,3	11,8	8,5
58512000	3583465	Rio Paraibuna	10,5	11,3	16,6	20,0	22,1	20,6	18,5	15,9	13,1	10,6	8,8	8,3	9,0	12,8	21,5	19,0	13,9	9,5	8,6	14,0	19,6	12,1	8,7
58500000	2596243	Rio Paraibuna	12,0	12,0	15,5	18,1	19,5	18,2	16,9	15,2	13,2	11,4	10,1	9,8	10,6	13,0	19,0	17,4	14,0	10,7	10,2	13,9	18,0	12,8	10,1
58491000	3788809	Rio Paraibuna	10,4	12,3	14,6	15,0	14,9	12,9	11,9	10,6	9,8	9,3	9,0	8,6	10,3	13,4	14,9	12,2	10,3	9,2	9,4	13,7	13,0	9,7	9,2
58480501	1473160	Rio Paraibuna	10,0	12,4	13,3	13,4	14,0	11,1	11,1	9,9	9,6	8,9	8,7	8,7	10,2	12,8	13,7	11,1	9,7	8,8	9,3	13,0	11,9	9,3	9,1
58480500	1473160	Rio Paraibuna	10,0	12,4	13,3	13,4	14,0	11,1	11,1	9,9	9,6	8,9	8,7	8,7	10,2	12,8	13,7	11,1	9,7	8,8	9,3	13,0	11,9	9,3	9,1
19095	934145	Rio Paraibuna	10,3	11,2	16,4	19,9	21,8	20,4	18,2	15,6	12,9	10,4	8,7	8,2	8,8	12,7	21,3	18,7	13,7	9,3	8,5	13,9	19,3	11,9	8,5
58440000	4096174	Rio Piabana	6,6	10,2	12,5	12,3	12,7	11,0	8,7	7,4	5,9	5,1	5,3	6,7	11,1	12,6	9,3	6,5	5,1	5,7	11,3	9,8	5,9	5,4	
58434000	5299792	Rio Piabana	5,5	7,6	9,9	9,9	9,6	7,8	6,2	5,5	4,0	3,5	3,9	3,9	5,4	8,5	9,7	6,7	4,7	3,6	4,6	8,8	7,6	4,2	4,3
58425000	586719	Rio Piabana	8,6	12,7	13,9	13,4	14,4	13,0	11,1	9,7	7,8	6,9	6,4	7,0	8,4	13,1	14,1	11,7	8,5	6,6	7,4	13,2	12,2	7,9	7,1
58421100	3347045	Rio Piabana	9,4	13,6	15,1	14,5	15,4	14,3	12,0	10,6	8,7	7,6	7,0	7,8	9,3	14,2	15,0	12,7	9,4	7,4	8,1	14,2	13,2	8,6	7,8
58420000	1462891	Rio Piabana	9,9	14,0	15,4	15,1	15,9	15,2	12,7	11,1	9,5	8,3	7,6	8,4	10,0										

Tabela 4.8 – Resultados de vazão de referência (m³/s) Q_{7,10} para os cotrechos da BHO6 com estações fluviométricas.

Estação	Cotrecho	Sub-bacia	Qanual	Qdez	Qjan	Qfev	Qmar	Qabr	Qmai	Qjun	Qjul	Qago	Qset	Qout	Qnov	Qdezjan	Qfevmar	Qabrmai	Qjunjul	Qagoset	Qnovdez	Qdezfev	Qmarmai	Qjunago	Qsetnov
58068000	1900310	Alto Vale do Rio Paraíba	3,3	4,7	6,8	7,3	7,2	6,5	5,9	5,0	4,2	4,0	3,7	3,3	4,5	4,7	6,6	5,8	4,2	3,7	3,3	4,7	5,8	4,0	3,3
58060000	3760233	Alto Vale do Rio Paraíba	2,7	3,4	4,9	5,4	5,3	5,0	4,6	3,8	3,4	3,2	3,1	2,8	3,4	3,4	5,2	4,6	3,4	3,1	2,8	3,4	4,6	3,2	2,8
58040000	3095596	Alto Vale do Rio Paraíba	7,8	10,9	14,6	17,4	18,9	16,1	14,6	12,5	11,6	9,9	8,7	9,6	9,6	10,9	17,4	14,6	11,6	8,7	9,5	10,9	14,6	9,9	8,2
58030000	1837318	Alto Vale do Rio Paraíba	4,2	5,3	8,1	8,2	9,3	7,9	6,6	5,7	5,3	4,9	4,4	4,8	5,0	5,3	8,2	6,5	5,3	4,3	4,6	5,3	6,5	4,9	4,3
59100000	4634462	Baixo Vale do Rio Paraíba	1,3	3,3	4,5	4,0	3,7	3,2	2,5	2,1	1,7	1,5	1,3	1,5	1,9	2,8	3,5	2,4	1,7	1,3	1,5	2,8	2,4	1,5	1,3
58974000	5097635	Baixo Vale do Rio Paraíba	185,9	348,5	382,9	362,7	383,2	341,4	297,2	271,5	235,1	218,7	196,3	196,6	243,8	310,1	359,3	295,7	235,1	196,3	196,6	310,0	295,7	216,2	186,1
58880001	1836411	Baixo Vale do Rio Paraíba	172,3	299,8	338,8	319,7	335,5	299,6	262,8	243,2	212,5	199,5	181,7	181,0	221,8	272,6	317,4	262,8	212,5	181,7	181,0	272,6	262,7	197,0	172,5
58795000	4338786	Baixo Vale do Rio Paraíba	162,2	261,5	312,4	294,8	307,5	275,6	243,0	226,4	197,8	187,3	170,4	170,6	200,5	248,6	293,1	243,0	197,8	170,4	170,6	248,1	243,0	184,8	162,3
58385100	2577348	Médio Vale do Rio Paraíba	61,8	89,4	103,7	107,4	106,8	104,0	91,5	79,4	66,4	66,2	67,1	85,7	89,4	97,1	91,5	71,7	63,9	67,1	89,4	82,2	66,2	65,2	
58380001	2559372	Médio Vale do Rio Paraíba	61,6	89,0	103,1	106,7	106,0	103,3	91,0	78,9	73,1	66,2	66,0	85,5	89,0	96,5	91,0	71,3	63,7	66,9	89,0	81,7	65,9	65,0	
58321000	2032067	Médio Vale do Rio Paraíba	60,9	85,9	98,4	101,0	99,3	97,7	87,2	76,3	71,5	65,1	65,2	66,0	83,7	85,9	90,9	87,2	69,7	62,9	66,0	85,9	77,9	64,9	64,3
58318002	1735529	Médio Vale do Rio Paraíba	53,4	68,2	74,1	73,6	72,5	73,8	68,4	62,8	61,5	56,5	57,4	56,6	71,2	68,2	64,9	68,4	59,7	55,4	56,6	68,2	59,1	56,3	56,5
58315100	4679106	Médio Vale do Rio Paraíba	148,9	182,0	198,6	208,4	205,4	193,4	187,4	181,9	167,6	155,0	153,6	157,9	168,7	182,0	200,6	186,1	167,6	153,6	157,9	182,0	186,0	153,9	148,9
58315000	4679106	Médio Vale do Rio Paraíba	148,9	182,0	198,6	208,4	205,4	193,4	187,4	181,9	167,6	155,0	153,6	157,9	168,7	182,0	200,6	186,1	167,6	153,6	157,9	182,0	186,0	153,9	148,9
58305001	2947758	Médio Vale do Rio Paraíba	147,2	178,2	193,4	202,6	200,9	189,4	182,5	179,2	165,7	152,8	151,5	156,3	165,6	178,2	195,7	181,3	165,7	151,5	156,3	178,2	181,2	149,8	147,2
58305000	2947758	Médio Vale do Rio Paraíba	147,2	178,2	193,4	202,6	200,9	189,4	182,5	179,2	165,7	152,8	151,5	156,3	165,6	178,2	195,7	181,3	165,7	151,5	156,3	178,2	181,2	149,8	147,2
58300001	2582219	Médio Vale do Rio Paraíba	145,9	176,3	190,1	198,8	197,6	186,6	179,5	177,6	164,2	151,4	150,2	155,1	163,9	176,3	192,6	178,7	164,2	150,2	155,1	176,3	178,6	147,7	145,9
58300000	1261609	Médio Vale do Rio Paraíba	145,9	176,3	190,2	198,9	197,7	186,6	179,5	177,6	164,2	151,4	150,2	155,1	163,9	176,3	192,6	178,7	164,2	150,2	155,1	176,3	178,7	147,7	145,9
58287000	4246195	Médio Vale do Rio Paraíba	0,8	1,5	2,1	3,6	3,5	2,9	2,4	2,0	1,5	1,2	0,9	0,9	1,2	1,5	3,3	2,4	1,5	0,9	0,9	1,4	2,4	1,2	0,8
58286000	1767563	Médio Vale do Rio Paraíba	0,9	1,7	2,3	4,0	3,8	3,3	2,7	2,4	1,8	1,4	1,1	1,1	1,3	1,7	3,6	2,7	1,8	1,1	1,1	1,6	2,7	1,4	1,0
58270000	4313102	Médio Vale do Rio Paraíba	2,0	3,0	4,1	5,9	6,1	6,4	5,2	4,1	3,1	2,5	2,1	2,1	2,4	3,0	5,6	5,2	3,1	2,1	2,0	3,0	5,2	2,5	2,0
58258000	1232136	Médio Vale do Rio Paraíba	0,9	2,8	3,6	3,9	4,2	3,4	2,6	1,9	1,6	1,2	1,0	1,1	1,6	2,8	3,7	2,6	1,6	1,0	1,1	2,8	2,6	1,2	0,9
58250000	109582	Médio Vale do Rio Paraíba	120,0	127,1	128,5	143,6	144,5	142,5	143,6	158,8	148,6	134,0	136,0	140,4	136,1	122,9	131,9	141,9	148,6	133,7	136,0	121,8	131,3	125,5	128,3
58242000	1955357	Médio Vale do Rio Paraíba	114,4	121,0	119,9	134,6	133,5	136,0	153,5	144,8	130,5	133,3	137,5	129,7	116,8	122,6	133,5	144,8	130,5	129,7	115,6	122,6	122,4	124,9	
19094	2254876	Médio Vale do Rio Paraíba	53,4	68,2	74,1	73,6	72,5	73,8	68,4	62,8	61,5	56,5	57,4	56,6	71,2	68,2	64,9	59,7	55,4	56,6	68,2	59,1	56,3	56,5	
58670002	1585565	Médio Vale Inferior do Rio Paraíba	1,2	2,8	2,6	2,4	2,8	2,3	2,0	1,8	1,6	1,5	1,3	1,6	2,3	2,2	2,3	2,0	1,6	1,3	1,5	2,0	1,5	1,2	
58658000	633466	Médio Vale Inferior do Rio Paraíba	0,9	1,9	1,9	1,8	1,6	1,4	1,4	1,2	1,1	1,0	1,3	1,7	1,5	1,4	1,2	1,1	1,0	1,5	1,4	1,2	0,9		
58651980	2720101	Médio Vale Inferior do Rio Paraíba	132,7	191,8	218,0	213,7	224,8	201,5	179,3																

Estação	Cotrecho	Sub-bacia	Qanual	Qdez	Qjan	Qfev	Qmar	Qabr	Qmai	Qjun	Qjul	Qago	Qset	Qout	Qnov	Qdezjan	Qfevmar	Qabrmai	Qjunjul	Qagoset	Qnovdez	Qdezfev	Qmarmai	Qjunago	Qsetnov
58960000	3231532	Rio Muriaé e Carangola	12,4	33,8	38,6	37,9	41,5	35,9	29,5	26,2	20,9	17,7	13,1	12,7	20,4	31,7	37,7	29,1	20,9	12,5	12,6	31,6	27,9	17,6	12,5
58940000	4734305	Rio Muriaé e Carangola	9,2	32,3	37,4	36,8	40,3	35,1	28,7	24,4	17,5	12,9	9,9	10,6	16,2	30,6	36,8	27,1	17,5	9,9	10,6	30,6	27,1	12,9	9,2
58934000	2489652	Rio Muriaé e Carangola	2,0	7,0	6,9	7,2	7,6	7,9	6,6	6,1	4,1	3,1	2,3	2,1	3,3	6,4	7,0	5,9	4,1	2,3	2,1	6,2	5,9	3,1	2,0
58933000	371853	Rio Muriaé e Carangola	2,0	6,1	6,7	6,7	7,1	7,3	6,2	5,7	3,7	2,8	2,3	2,1	2,8	5,9	6,5	5,8	3,7	2,3	2,1	5,8	5,8	2,8	2,0
58930000	5486913	Rio Muriaé e Carangola	1,6	4,2	3,9	4,2	5,2	4,9	3,9	3,4	2,7	2,2	1,8	1,7	2,1	3,5	4,1	3,8	2,7	1,8	1,7	3,4	3,8	2,2	1,6
58920000	573900	Rio Muriaé e Carangola	6,7	19,9	24,6	25,8	26,5	24,7	19,5	16,1	11,7	8,9	7,0	7,1	10,7	19,5	25,4	19,2	11,7	7,0	7,1	19,5	19,2	8,9	6,7
58918180	170892	Rio Muriaé e Carangola	3,9	9,5	12,9	14,0	14,9	13,8	10,9	8,6	6,4	4,9	3,9	4,0	6,0	9,3	13,9	10,9	6,4	3,9	4,0	9,3	10,9	4,9	3,9
58917000	5284399	Rio Muriaé e Carangola	3,1	7,4	9,8	10,6	11,3	10,6	8,3	6,8	5,0	3,9	3,1	3,2	4,5	7,3	10,5	8,3	5,0	3,1	3,2	7,3	8,3	3,9	3,1
58916000	1785098	Rio Muriaé e Carangola	2,1	4,4	5,6	6,1	6,6	6,2	5,0	4,2	3,2	2,6	2,1	2,2	2,9	4,4	6,1	5,0	3,2	2,1	2,2	4,4	5,0	2,6	2,1
58912090	3837278	Rio Muriaé e Carangola	0,7	1,9	2,3	2,3	2,4	2,2	1,9	1,5	1,2	0,9	0,7	0,8	1,0	1,8	2,2	1,9	1,2	0,7	0,8	1,8	1,9	0,9	0,7
58912080	99617	Rio Muriaé e Carangola	0,6	1,6	2,0	1,9	2,0	1,9	1,6	1,2	1,0	0,7	0,6	0,7	0,8	1,5	1,9	1,6	1,0	0,6	0,7	1,5	1,6	0,7	0,6
58910000	1309420	Rio Muriaé e Carangola	0,6	1,6	2,1	2,1	2,0	1,7	1,3	0,9	0,7	0,6	0,8	1,6	2,0	1,7	0,9	0,6	1,6	1,7	0,7	0,6	1,7	0,7	0,6
58620000	5418026	Rio Paraibuna	52,5	87,3	118,6	135,1	138,4	120,9	103,8	86,3	73,0	61,1	54,1	52,5	65,2	87,3	129,6	103,8	73,0	54,1	52,5	87,3	103,7	61,1	52,5
58612000	2126951	Rio Paraibuna	52,5	87,3	118,6	135,1	138,4	120,9	103,8	86,4	73,0	61,1	54,1	52,5	65,2	87,3	129,6	103,8	73,0	54,1	52,5	87,3	103,7	61,1	52,5
58610000	4345514	Rio Paraibuna	2,7	6,0	6,9	6,3	6,6	6,1	5,6	4,8	4,2	3,7	3,2	2,9	4,2	5,5	6,1	5,6	4,2	3,2	2,9	5,3	5,6	3,7	2,7
58520000	4955503	Rio Paraibuna	23,3	37,0	46,4	50,1	56,4	52,9	48,1	41,2	35,0	29,6	26,7	23,7	28,5	37,0	49,5	48,1	35,0	26,7	23,3	37,0	48,1	29,6	23,3
58517000	4555967	Rio Paraibuna	9,1	12,0	15,8	14,2	15,4	14,2	13,6	12,2	11,7	11,0	10,4	9,4	10,8	11,7	14,0	13,6	11,7	10,4	9,1	11,7	13,5	11,0	9,1
58516500	1746536	Rio Paraibuna	13,4	20,6	28,0	34,2	39,1	36,6	32,9	27,6	22,1	17,5	15,3	13,5	15,4	20,6	33,8	32,9	22,1	15,3	13,4	20,6	32,9	17,5	13,4
58512080	1748247	Rio Paraibuna	12,6	17,6	23,7	29,1	33,6	31,9	29,3	25,1	20,4	16,3	14,4	12,5	14,2	17,6	28,7	29,3	20,4	14,4	12,6	17,5	29,3	16,3	12,6
58512000	3583465	Rio Paraibuna	12,5	17,1	23,2	28,5	33,0	31,4	28,9	24,8	20,2	16,2	14,3	12,5	14,1	17,1	28,2	28,9	20,2	14,3	12,5	17,1	28,9	16,2	12,5
58500000	2596243	Rio Paraibuna	1,3	1,6	1,9	2,3	2,5	2,4	2,3	2,0	1,8	1,5	1,4	1,3	1,4	1,6	2,3	2,3	1,8	1,4	1,3	1,6	2,3	1,5	1,3
58491000	3788809	Rio Paraibuna	8,3	11,1	14,7	12,9	14,0	12,8	12,2	10,9	10,6	10,0	9,5	8,5	9,9	10,8	12,7	12,2	10,6	9,5	8,3	10,8	12,2	10,0	8,3
58480501	1473160	Rio Paraibuna	7,1	9,4	11,3	10,8	11,4	9,7	9,3	8,9	8,7	8,4	7,8	7,1	8,7	8,9	10,3	9,3	8,7	7,8	7,1	8,9	9,3	8,4	7,1
58480500	1473160	Rio Paraibuna	7,1	9,4	11,3	10,8	11,4	9,7	9,3	8,9	8,7	8,4	7,8	7,1	8,7	8,9	10,3	9,3	8,7	7,8	7,1	8,9	9,3	8,4	7,1
19095	934145	Rio Paraibuna	12,4	17,4	23,4	28,7	33,2	31,6	29,0	24,8	20,2	16,1	14,2	12,5	14,0	17,4	28,4	29,0	20,2	14,2	12,4	17,3	29,0	16,1	12,4
58440000	4096174	Rio Piabanga	8,6	16,5	19,8	18,8	20,9	19,5	15,5	13,4	11,1	9,3	8,7	9,6	12,3	15,4	18,4	15,5	11,1	8,6	9,6	14,9	15,4	9,3	8,7
58434000	5299792	Rio Piabanga	0,6	1,6	2,3	2,0	2,2	1,7	1,4	1,2	0,9	0,8	0,7	0,9	1,2	1,5	2,0	1,4	0,9	0,7	0,9	1,5	1,4	0,8	0,6
58425000	586719	Rio Piabanga	4,9	8,8	10,1	10,1	11,4	10,4	8,8	8,0	6,7	5,5	5,2	5,7	6,3	8,3	9,8	8,8	6,7	4,9	5,7	8,3	8,7	5,5	5,1
58421100	3347045	Rio Piabanga	4,8	8,6	9,8	9,6	11,0	10,0	8,5	7,9	6,6	5,5	5,1	5,5	6,1	8,0	9,5	8,5	6,6	4,9	5,5	8,0	8,4	5,5	5,0
58420000	1462891	Rio Piabanga	4,7	8,0	8,8	8,9	10,3	9,0	8,1	7,5	6,4	5,													

Tabela 4.9 – Resultados de vazão de referência específica (L/s/km²) Q_{7,10} para os cotrechos da BHO6 com estações fluviométricas.

Estação	Cotrecho	Sub-bacia	Qanual	Qdez	Qjan	Qfev	Qmar	Qabr	Qmai	Qjun	Qjul	Qago	Qset	Qout	Qnov	Qdezjan	Qfevmar	Qabrmai	Qjunjul	Qagoset	Qnovdez	Qdezfev	Qmarmai	Qjunago	Qsetnov
58068000	1900310	Alto Vale do Rio Paraíba	7,5	10,6	15,4	16,6	16,3	14,7	13,3	11,2	9,5	9,1	8,5	7,5	10,2	10,6	15,1	13,2	9,5	8,4	7,5	10,6	13,2	9,1	7,5
58060000	3760233	Alto Vale do Rio Paraíba	9,7	12,2	17,6	19,4	19,3	17,9	16,7	13,8	12,4	11,4	11,0	10,2	12,3	12,2	18,9	16,7	12,4	11,0	10,2	12,2	16,7	11,4	10,0
58040000	3095596	Alto Vale do Rio Paraíba	4,0	5,6	7,5	8,9	9,7	8,3	7,5	6,4	5,9	5,1	4,4	4,9	4,9	5,6	8,9	7,5	5,9	4,4	4,9	5,6	7,5	5,1	4,2
58030000	1837318	Alto Vale do Rio Paraíba	5,7	7,3	11,0	11,2	12,7	10,7	8,9	7,7	7,2	6,6	5,9	6,5	6,8	7,3	11,2	8,9	7,2	5,8	6,3	7,3	8,9	6,6	5,8
59100000	4634462	Baixo Vale do Rio Paraíba	2,1	5,3	7,1	6,4	5,9	5,1	3,9	3,3	2,7	2,4	2,1	2,4	3,0	4,4	5,6	3,9	2,7	2,1	2,4	4,4	3,9	2,4	2,1
58974000	5097635	Baixo Vale do Rio Paraíba	3,3	6,3	6,9	6,5	6,9	6,1	5,4	4,9	4,2	3,9	3,5	3,5	4,4	5,6	6,5	5,3	4,2	3,5	3,5	5,6	5,3	3,9	3,4
58880001	1836411	Baixo Vale do Rio Paraíba	3,7	6,4	7,2	6,8	7,2	6,4	5,6	5,2	4,5	4,3	3,9	3,9	4,7	5,8	6,8	5,6	4,6	3,9	3,9	5,8	5,6	4,2	3,7
58795000	4338786	Baixo Vale do Rio Paraíba	3,8	6,1	7,2	6,8	7,1	6,4	5,6	5,2	4,6	4,3	3,9	4,0	4,6	5,8	6,8	5,6	4,6	3,9	4,0	5,8	5,6	4,3	3,8
58385100	2577348	Médio Vale do Rio Paraíba	3,2	4,6	5,3	5,5	5,3	4,7	4,1	3,8	3,4	3,4	3,5	4,4	4,6	5,0	4,7	3,7	3,3	3,4	4,6	4,2	3,4	3,4	3,4
58380001	2559372	Médio Vale do Rio Paraíba	3,2	4,6	5,3	5,5	5,3	4,7	4,1	3,8	3,4	3,4	3,5	4,4	4,6	5,0	4,7	3,7	3,3	3,5	4,6	4,2	3,4	3,4	3,4
58321000	2032067	Médio Vale do Rio Paraíba	3,4	4,8	5,5	5,7	5,6	5,5	4,9	4,3	4,0	3,7	3,7	4,7	4,8	5,1	4,9	3,9	3,5	3,7	4,8	4,4	3,7	3,6	3,6
58318002	1735529	Médio Vale do Rio Paraíba	3,2	4,1	4,5	4,4	4,4	4,1	3,8	3,7	3,4	3,5	3,4	4,3	4,1	3,9	4,1	3,6	3,3	3,4	4,1	3,6	3,4	3,4	3,4
58315100	4679106	Médio Vale do Rio Paraíba	9,1	11,1	12,2	12,8	12,6	11,8	11,5	11,1	10,3	9,5	9,4	9,7	10,3	11,1	12,3	11,4	10,3	9,4	9,7	11,1	11,4	9,4	9,1
58315000	4679106	Médio Vale do Rio Paraíba	9,1	11,1	12,2	12,8	12,6	11,8	11,5	11,1	10,3	9,5	9,4	9,7	10,3	11,1	12,3	11,4	10,3	9,4	9,7	11,1	11,4	9,4	9,1
58305001	2947758	Médio Vale do Rio Paraíba	9,2	11,1	12,1	12,7	12,6	11,8	11,4	11,2	10,4	9,5	9,5	9,8	10,3	11,1	12,2	11,3	10,4	9,5	9,8	11,1	11,3	9,4	9,2
58305000	2947758	Médio Vale do Rio Paraíba	9,2	11,1	12,1	12,7	12,6	11,8	11,4	11,2	10,4	9,5	9,5	9,8	10,3	11,1	12,2	11,3	10,4	9,5	9,8	11,1	11,3	9,4	9,2
58300001	2582219	Médio Vale do Rio Paraíba	9,3	11,2	12,1	12,6	12,5	11,8	11,4	11,3	10,4	9,6	9,5	9,8	10,4	11,2	12,2	11,3	10,4	9,5	9,8	11,2	11,3	9,4	9,3
58300000	1261609	Médio Vale do Rio Paraíba	9,3	11,2	12,1	12,6	12,5	11,8	11,4	11,3	10,4	9,6	9,5	9,8	10,4	11,2	12,2	11,3	10,4	9,5	9,8	11,2	11,3	9,4	9,3
58287000	4246195	Médio Vale do Rio Paraíba	2,4	4,4	6,1	10,6	10,1	8,6	7,0	6,0	4,5	3,5	2,7	2,7	3,4	4,3	9,7	7,0	4,5	2,7	2,6	4,2	7,0	3,5	2,4
58286000	1767563	Médio Vale do Rio Paraíba	2,4	4,3	6,0	10,1	9,7	8,5	6,9	6,2	4,6	3,6	2,9	2,7	3,4	4,3	9,3	6,9	4,6	2,9	2,7	4,2	6,9	3,6	2,6
58270000	4313102	Médio Vale do Rio Paraíba	4,9	7,3	10,2	14,4	14,9	15,7	12,8	10,0	7,5	6,1	5,1	5,8	13,8	12,8	7,5	5,1	4,9	7,3	12,8	6,1	4,9	4,9	
58258000	1232136	Médio Vale do Rio Paraíba	5,3	16,2	20,7	22,4	23,7	19,3	15,1	11,0	9,2	6,7	5,7	6,1	9,1	16,1	21,2	15,1	8,9	5,7	6,1	15,7	15,1	6,7	5,3
58250000	109582	Médio Vale do Rio Paraíba	8,6	9,1	9,2	10,3	10,4	10,3	10,3	11,4	10,7	9,6	9,8	10,1	9,8	8,8	9,5	10,2	10,7	9,6	9,8	8,8	9,4	9,0	9,2
58242000	1955357	Médio Vale do Rio Paraíba	8,5	9,0	8,9	10,0	9,9	9,9	10,1	11,4	10,7	9,7	9,9	10,2	9,6	8,6	9,1	10,7	9,7	9,6	8,6	9,1	9,1	9,2	
19094	2254876	Médio Vale do Rio Paraíba	3,2	4,1	4,5	4,4	4,4	4,1	3,8	3,7	3,4	3,5	3,4	4,3	4,1	3,9	3,6	3,3	3,4	4,1	3,6	3,4	3,4	3,4	
58670002	1585565	Médio Vale Inferior do Rio Paraíba	2,1	4,7	4,4	4,2	4,7	4,0	3,5	3,2	2,8	2,6	2,2	2,7	3,9	3,7	4,0	3,5	2,8	2,2	2,6	3,7	3,5	2,5	2,1
58658000	633466	Médio Vale Inferior do Rio Paraíba	2,8	5,5	5,6	5,2	4,7	4,3	4,2	4,2	3,7	3,5	3,3	3,1	4,0	5,0	4,6	4,2	3,7	3,3	3,1	4,6	4,0	3,5	2,8
58651980	2720101	Médio Vale Inferior do Rio Paraíba	4,1	6,0	6,8	6,6	7,0	6,3	5,6	5,3	4,7	4,7	4,2	4,2	4,8	5,6	5,6	4,6	4,2	4,7	5,6	5,6	4,6	4,1	
58648001	1453805	Médio Vale Inferior do Rio Paraíba	4,7	7,4	9,3	10,4	10,5	9,7	8,2	7,5	6,3	5,6	5,2	4,9	5,5	7,4	9,5	8,2	6,3	5,0	4,9	7,0	8,2	5,5	4,8
58645000	3479048	Médio Vale Inferior do Rio Paraíba	6,6	8,6	10,4	10,2	9,9	11,2	10,0	9,5	8,5</td														

Estação	Cotrecho	Sub-bacia	Qanual	Qdez	Qjan	Qfev	Qmar	Qabr	Qmai	Qjun	Qjul	Qago	Qset	Qout	Qnov	Qdezjan	Qfevmar	Qabrmai	Qjunjul	Qagoset	Qnovdez	Qdezfev	Qmarmai	Qjunago	Qsetnov
58960000	3231532	Rio Muriaé e Carangola	1,7	4,7	5,3	5,2	5,7	4,9	4,1	3,6	2,9	2,4	1,8	1,7	2,8	4,4	5,2	4,0	2,9	1,7	1,7	4,3	3,8	2,4	1,7
58940000	4734305	Rio Muriaé e Carangola	1,6	5,6	6,4	6,3	6,9	6,0	4,9	4,2	3,0	2,2	1,7	1,8	2,8	5,3	6,3	4,7	3,0	1,7	1,8	5,3	4,7	2,2	1,6
58934000	2489652	Rio Muriaé e Carangola	1,5	5,3	5,3	5,5	5,8	6,0	5,1	4,7	3,1	2,4	1,8	1,6	2,6	4,9	5,3	4,5	3,1	1,8	1,6	4,7	4,5	2,4	1,5
58933000	371853	Rio Muriaé e Carangola	1,5	4,8	5,3	5,2	5,5	5,7	4,9	4,4	2,9	2,2	1,8	1,7	2,2	4,6	5,1	4,6	2,9	1,8	1,6	4,6	4,6	2,2	1,6
58930000	5486913	Rio Muriaé e Carangola	2,1	5,5	5,1	5,4	6,8	6,3	5,0	4,4	3,5	2,9	2,4	2,2	2,7	4,6	5,3	5,0	3,5	2,4	2,2	4,4	5,0	2,9	2,1
58920000	573900	Rio Muriaé e Carangola	2,5	7,5	9,3	9,7	10,0	9,3	7,3	6,0	4,4	3,3	2,7	2,7	4,0	7,4	9,6	7,2	4,4	2,7	2,7	7,3	7,2	3,3	2,5
58918180	170892	Rio Muriaé e Carangola	3,7	9,0	12,3	13,3	14,1	13,1	10,4	8,2	6,1	4,7	3,7	3,8	5,7	8,9	13,2	10,4	6,1	3,7	3,8	8,9	10,4	4,7	3,7
58917000	5284399	Rio Muriaé e Carangola	4,2	9,9	13,2	14,3	15,2	14,3	11,2	9,1	6,8	5,2	4,2	4,4	6,0	9,8	14,1	11,1	6,8	4,2	4,4	9,8	11,1	5,2	4,2
58916000	1785098	Rio Muriaé e Carangola	5,3	11,2	14,3	15,5	16,7	15,6	12,7	10,5	8,2	6,6	5,3	5,5	7,3	11,1	15,5	12,7	8,2	5,3	5,5	11,1	12,7	6,6	5,3
58912090	3837278	Rio Muriaé e Carangola	3,6	9,3	11,4	11,2	11,9	11,1	9,2	7,2	5,7	4,4	3,6	3,9	4,8	8,9	10,9	9,2	5,7	3,6	3,9	8,9	9,2	4,4	3,6
58912080	99617	Rio Muriaé e Carangola	3,4	9,2	11,0	10,8	11,2	10,5	8,8	6,8	5,5	4,2	3,4	3,7	4,6	8,7	10,5	8,8	5,5	3,4	3,7	8,6	8,8	4,2	3,4
58910000	1309420	Rio Muriaé e Carangola	3,9	10,5	13,8	13,7	13,6	13,3	11,2	8,4	6,2	4,6	4,0	4,0	5,2	10,5	13,4	11,2	6,2	4,0	4,0	10,5	11,2	4,6	3,9
58620000	5418026	Rio Paraibuna	6,1	10,2	13,8	15,7	16,1	14,1	12,1	10,1	8,5	7,1	6,3	6,1	7,6	10,2	15,1	12,1	8,5	6,3	6,1	10,2	12,1	7,1	6,1
58612000	2126951	Rio Paraibuna	6,1	10,2	13,8	15,7	16,1	14,1	12,1	10,0	8,5	7,1	6,3	6,1	7,6	10,2	15,1	12,1	8,5	6,3	6,1	10,2	12,1	7,1	6,1
58610000	4345514	Rio Paraibuna	3,5	7,7	8,8	8,1	8,4	7,8	7,1	6,1	5,4	4,7	4,1	3,7	5,3	7,1	7,8	7,1	5,4	4,1	3,7	6,8	7,1	4,7	3,5
58520000	4955503	Rio Paraibuna	6,4	10,1	12,7	13,8	15,5	14,5	13,2	11,3	9,6	8,1	7,3	6,5	7,8	10,1	13,6	13,2	9,6	7,3	6,4	10,1	13,2	8,1	6,4
58517000	4555967	Rio Paraibuna	7,4	9,7	12,8	11,5	12,5	11,6	11,0	9,9	9,5	8,9	8,4	7,6	8,8	9,5	11,4	11,0	9,5	8,4	7,4	9,5	11,0	8,9	7,4
58516500	1746536	Rio Paraibuna	6,0	9,2	12,5	15,3	17,5	16,4	14,7	12,3	9,9	7,8	6,8	6,0	6,9	9,2	15,1	14,7	9,9	6,8	6,0	9,2	14,7	7,8	6,0
58512080	1748247	Rio Paraibuna	7,2	10,1	13,6	16,7	19,2	18,3	16,8	14,4	11,7	9,3	8,2	7,2	8,1	10,1	16,5	16,8	11,7	8,2	7,2	10,0	16,8	9,3	7,2
58512000	3583465	Rio Paraibuna	7,4	10,1	13,8	16,8	19,5	18,6	17,1	14,7	11,9	9,6	8,4	7,4	8,3	10,1	16,7	17,1	11,9	8,4	7,4	10,1	17,1	9,6	7,4
58500000	2596243	Rio Paraibuna	9,1	11,0	13,5	16,0	17,6	17,1	16,0	14,3	12,3	10,5	9,6	9,1	10,1	11,0	15,8	16,0	12,3	9,6	9,1	11,0	15,9	10,5	9,1
58491000	3788809	Rio Paraibuna	7,4	9,9	13,1	11,5	12,5	11,4	10,9	9,8	9,4	8,0	8,5	7,6	8,9	9,6	11,3	10,9	9,4	8,5	7,4	9,6	10,9	9,0	7,4
58480501	1473160	Rio Paraibuna	7,3	9,6	11,5	11,0	11,6	9,9	9,5	9,1	8,9	8,5	8,0	7,3	8,8	9,1	10,5	9,5	8,8	8,0	7,3	9,0	9,4	8,5	7,3
58480500	1473160	Rio Paraibuna	7,3	9,6	11,5	11,0	11,6	9,9	9,5	9,1	8,9	8,5	8,0	7,3	8,8	9,1	10,5	9,5	8,8	8,0	7,3	9,0	9,4	8,5	7,3
19095	934145	Rio Paraibuna	7,2	10,1	13,6	16,7	19,3	18,3	16,8	14,4	11,7	9,4	8,3	7,2	8,2	10,1	16,5	16,8	11,7	8,3	7,2	10,0	16,8	9,4	7,2
58440000	4096174	Rio Piabana	4,2	8,0	9,6	9,1	10,1	9,5	7,5	6,5	5,4	4,5	4,2	4,7	6,0	7,5	9,0	7,5	5,4	4,2	4,7	7,2	7,5	4,5	4,2
58434000	5299792	Rio Piabana	2,2	5,8	8,2	7,3	8,1	6,2	5,1	4,4	3,4	2,8	2,6	3,2	4,3	5,5	7,2	5,1	3,4	2,5	3,2	5,5	5,1	2,8	2,2
58425000	586719	Rio Piabana	5,3	9,5	10,9	10,8	12,3	11,2	9,5	8,6	7,2	6,0	5,6	6,1	6,8	8,9	10,6	9,5	8,8	8,0	7,3	9,0	9,4	8,5	7,3
58421100	3347045	Rio Piabana	5,9	10,5	11,9	11,8	13,4	12,3	10,4	9,6	8,1	6,7	6,2	6,8	7,5	9,8	11,6	10,4	8,1	6,0	6,8	9,8	10,3	6,7	6,1
58420000	1462891	Rio Piabana	6,6	11,0	12,2	12,3	14,2	12,4	11,2	10,4	8,8	7,4	6,9	7,3	8,1	10,4	12,1	11,2	8,8	6,6	7,3	10,4	10,9	7,4	6,

	P4_Disponibilidade_R03	Tipo de Documento: Relatório Técnico Cód. do Documento: AGVP_PARAIBA_EHID_Produ to4_Disponibilidade_R03
	CONTRATAÇÃO DE EMPRESA ESPECIALIZADA PARA REALIZAÇÃO DO ESTUDO DAS DISPONIBILIDADES HÍDRICAS NA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO PARAÍBA DO SUL (EDH-PS)	

4.3.2 Resultados da Disponibilidade Hídrica na Base Hidrográfica

Devido ao grande volume de informações associadas a cada vazão de referência, somente os resultados de vazão de referência anual e vazão específica anual Q_{m1t} estão apresentados entre a Figura 4.14 e a Figura 4.18. Para acessar as informações completas, é necessário abrir os shapefiles com os resultados de todas as 23 vazões de referência em 272.188 trechos da BHPS (Quadro 4.1).

Para apresentar os resultados anuais obtidos no presente estudo de forma simplificada em pontos importantes, para cada vazão de referência anual, cada bacia de contribuição e trechos específicos do Rio Paraíba do Sul tiveram seus resultados resumidos na Tabela 4.10, esses resultados permitem compreender a entrega de vazões entre diferentes pontos da BHPS. O diagrama unifilar apresentado na Figura 4.13 também mostra a localização dos pontos com vazão de referência avaliados para melhor sintetizar os resultados.

Na Tabela 4.10 podemos observar o papel dos reservatórios na dinâmica hídrica, onde verifica-se como o Reservatório do Funil regulariza às águas do Rio Paraíba do Sul, aumentando de $79\text{m}^3/\text{s}$ para $114\text{m}^3/\text{s}$ a vazão de referência $Q_{7,10}$. Ainda, no reservatório Santa Cecília é possível perceber a grande redução das vazões de referência que ocorre devido ao sistema de reservatórios que fazem a transposição das águas do Rio Paraíba do Sul para o Rio Guandu, onde a redução da vazão $Q_{7,10}$ reduz de $150\text{m}^3/\text{s}$ para apenas $53\text{m}^3/\text{s}$. O reservatório de Furnas apresenta impacto de redução das vazões de referência devido ao sistema de dutos que levam a água até a UHE Simplício, com pequena redução na $Q_{7,10}$ de $124\text{m}^3/\text{s}$ para $101\text{m}^3/\text{s}$, contudo, essa água retorna ao Rio Paraíba do Sul alguns quilômetros a jusante do ponto do barramento.

Em relação ao papel dos principais afluentes do Rio Paraíba do Sul é possível observar como a bacia hidrográfica do Rio Paraibuna altera de forma significativa as vazões, com resultados que implicam em aproximadamente o dobro das vazões de referência após a confluência. Onde a vazão Q_{m1t} , por exemplo, passa de $191\text{m}^3/\text{s}$ para o valor de $374\text{m}^3/\text{s}$. O restante dos afluentes como os rios Jaguari, Piraí, Piabanga, Pomba, Dois Rios e Muriaé afetam de maneira menos significativa as vazões do Rio Paraíba do Sul, conforme pode ser observado na Tabela 4.10

 AGEVAP AGÊNCIA DE BACIA	P4_Disponibilidade_R03	Tipo de Documento: Relatório Técnico	 CEIVAP
		Cód. do Documento: AGVP_PARAIBA_EHID_Produto4_Disponibilidade_R03	

Tabela 4.10 – Resultados de vazão de referência anuais (m³/s) para as principais bacias e trechos específicos do Rio Paraíba do Sul para avaliação das entregas na região.

Ponto de Controle	Cotrecho(s) Referência da BHO6	Localização	Qm1t	Q95	Q90	Q _{7,10}
1	3222738	Defluência do reservatório Santa Branca	76,7	32,5	36,6	30,9
2	317494	Rio Paraíba do Sul antes da entrega do Rio Jaguari	87,1	41,8	47,0	34,5
3	3095888	Entrega do Rio Jaguari	29,6	7,2	8,1	6,7
4	415826	Rio Paraíba do Sul depois da entrega do Rio Jaguari	116,7	48,9	55,1	41,2
5	5085642	Rio Paraíba do Sul antes do Reservatório Funil	198,9	106,5	122,0	78,9
6	2829208	Rio Paraíba do Sul depois do Reservatório Funil	214,6	121,5	146,1	114,3
7	3106360	Rio Paraíba do Sul antes do Reservatório Santa Cecília	274,3	165,7	190,6	149,8
8	2254876	Rio Paraíba do Sul depois do Reservatório Santa Cecília	138,5	58,2	75,3	53,4
9	726736	Entrega do Rio Piraí	36,2	10,8	12,8	7,5
10	3996225	Rio Paraíba do Sul depois da entrega do Rio Piraí	174,8	69,0	88,2	60,9
11	1207631	Rio Paraíba do Sul antes da entrega do Rio Paraibuna	191,0	71,0	91,1	61,8
12	1352220	Entrega do Rio Paraibuna	183,3	67,0	75,7	52,5
13	4775331	Rio Paraíba do Sul depois da entrega do Rio Paraibuna	374,3	138,1	166,7	114,4
14	792227	Entrega do Rio Piabanga	39,1	12,6	14,4	9,5
15	4781532	Rio Paraíba do Sul depois da entrega do Rio Piabanga	413,3	150,6	181,1	123,8
16	4022773	Rio Paraíba do Sul depois do Reservatório Furnas	365,3	102,9	107,4	101,1
17	2369973	Rio Paraíba do Sul antes da entrega do Rio Pomba	435,3	169,0	190,4	136,7
18	909591	Entrega do Rio Pomba	124,9	35,3	42,1	25,4
19	3102836	Rio Paraíba do Sul depois da entrega do Rio Pomba	560,2	204,3	232,4	162,1
20	3641810	Rio Paraíba do Sul antes da entrega do Rio Dois Rios	565,6	204,6	233,0	162,3
21	4897885	Entrega do Rio Dois Rios	41,7	13,8	15,8	10,0
22	3422106	Rio Paraíba do Sul depois da entrega do Rio Dois Rios	607,3	218,4	248,9	172,3
23	4332080	Rio Paraíba do Sul antes da entrega do Rio Muriaé	615,1	218,9	257,2	172,6
24	2939381	Entrega do Rio Muriaé	101,3	21,8	26,7	13,3
25	322250	Rio Paraíba do Sul depois da entrega do Rio Muriaé	716,5	240,7	283,8	185,9
26	1853342	Foz do Rio Paraíba do Sul	719,3	241,2	284,4	186,3

Fonte: Elaboração própria

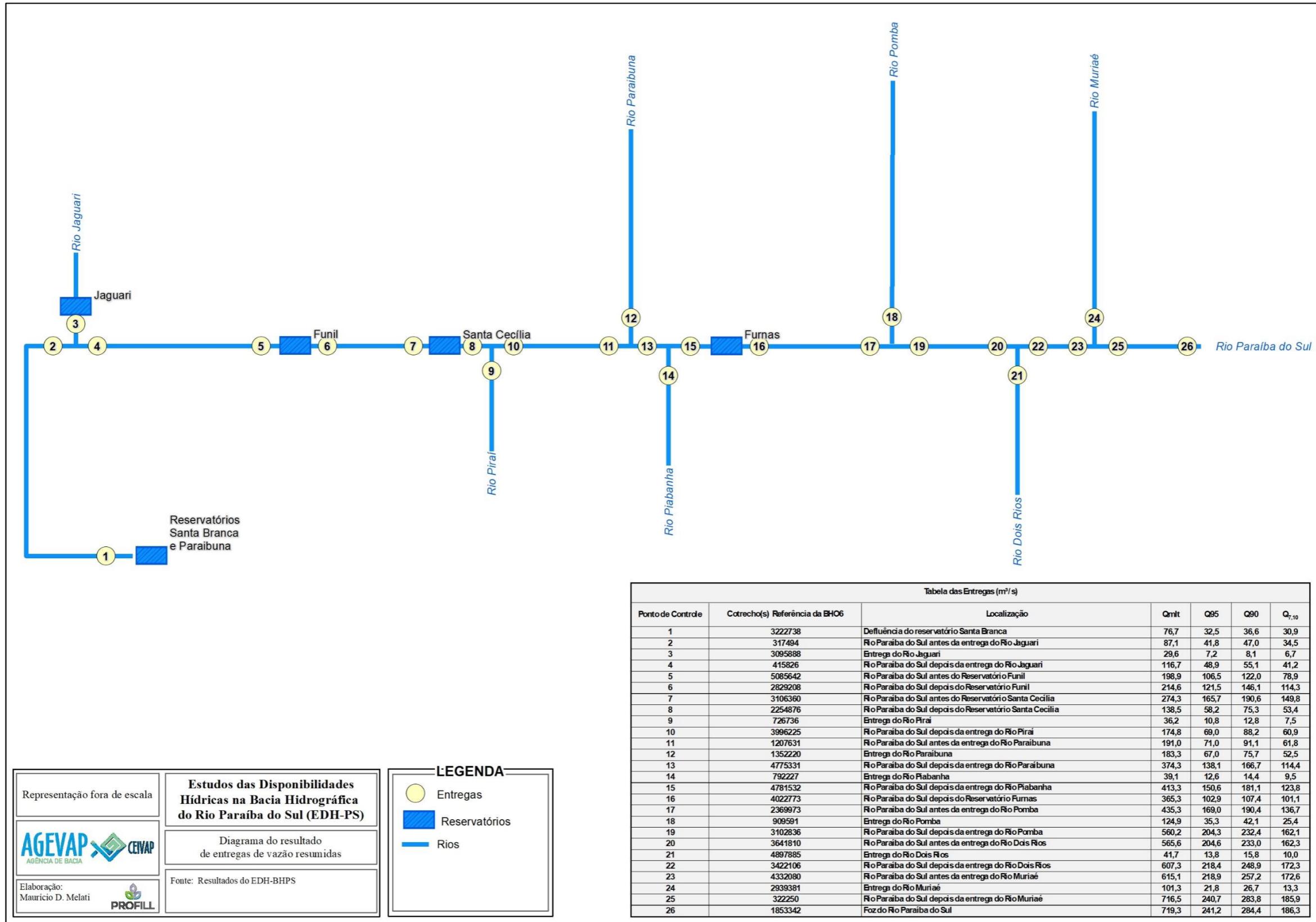


Figura 4.13 – Diagrama indicando os locais com os resultados de entregas (m³/s) entre os principais rios da BHPS

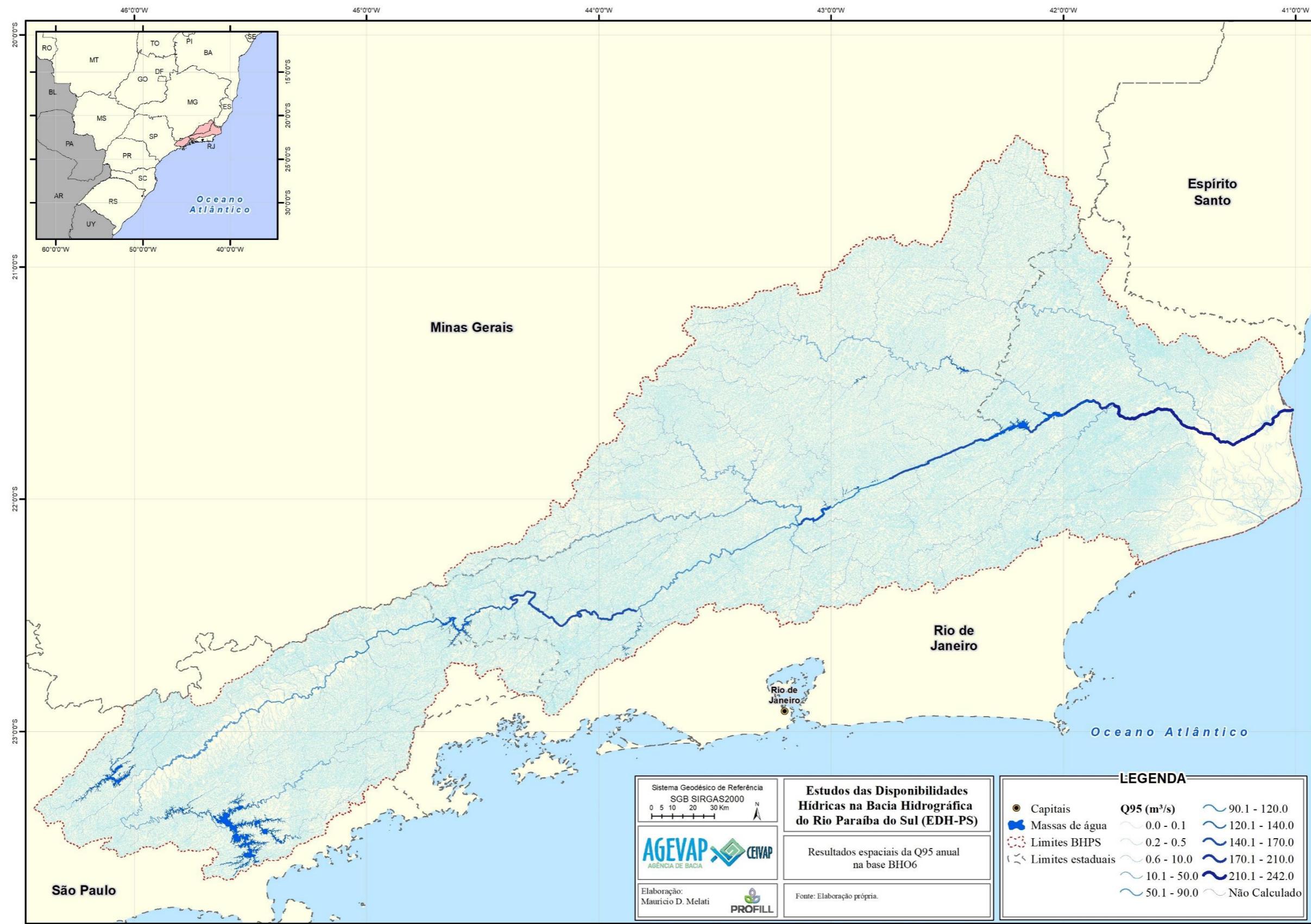


Figura 4.14 – Resultados espaciais da Q95 anual na base BHO6

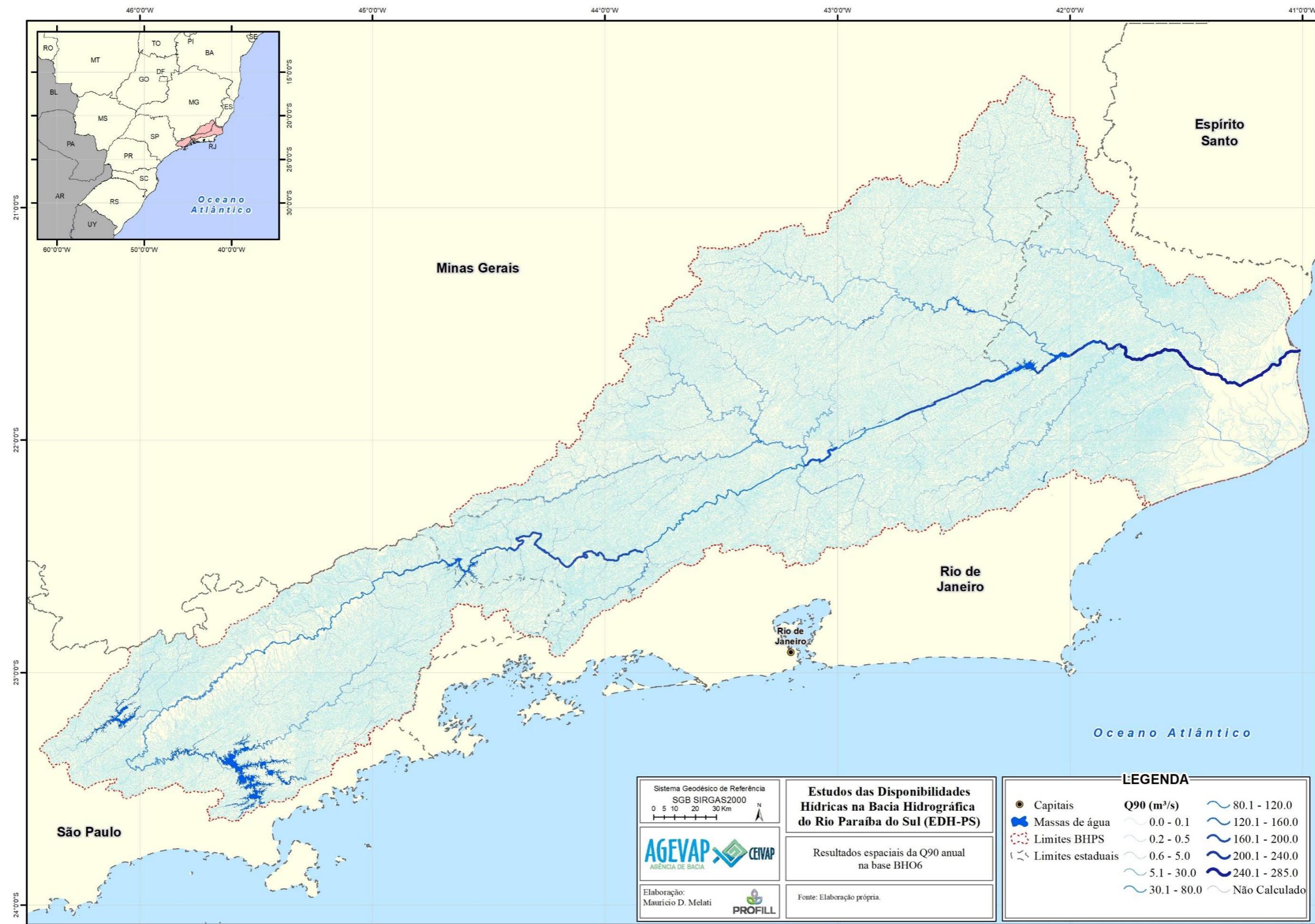
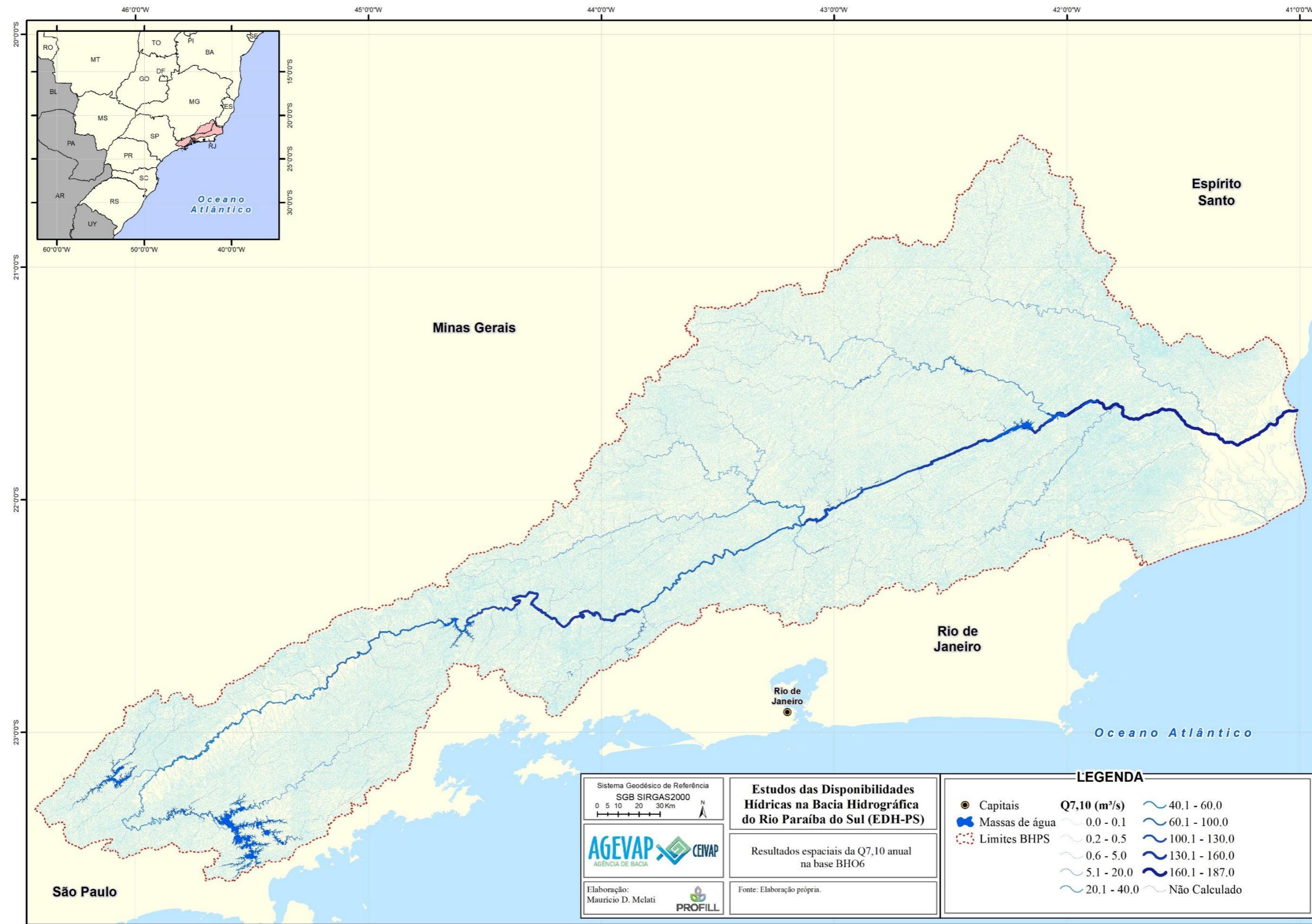


Figura 4.15 – Resultados espaciais da Q90 anual na base BHO6


Figura 4.16 – Resultados espaciais da Q_{7,10} anual na base BHO6

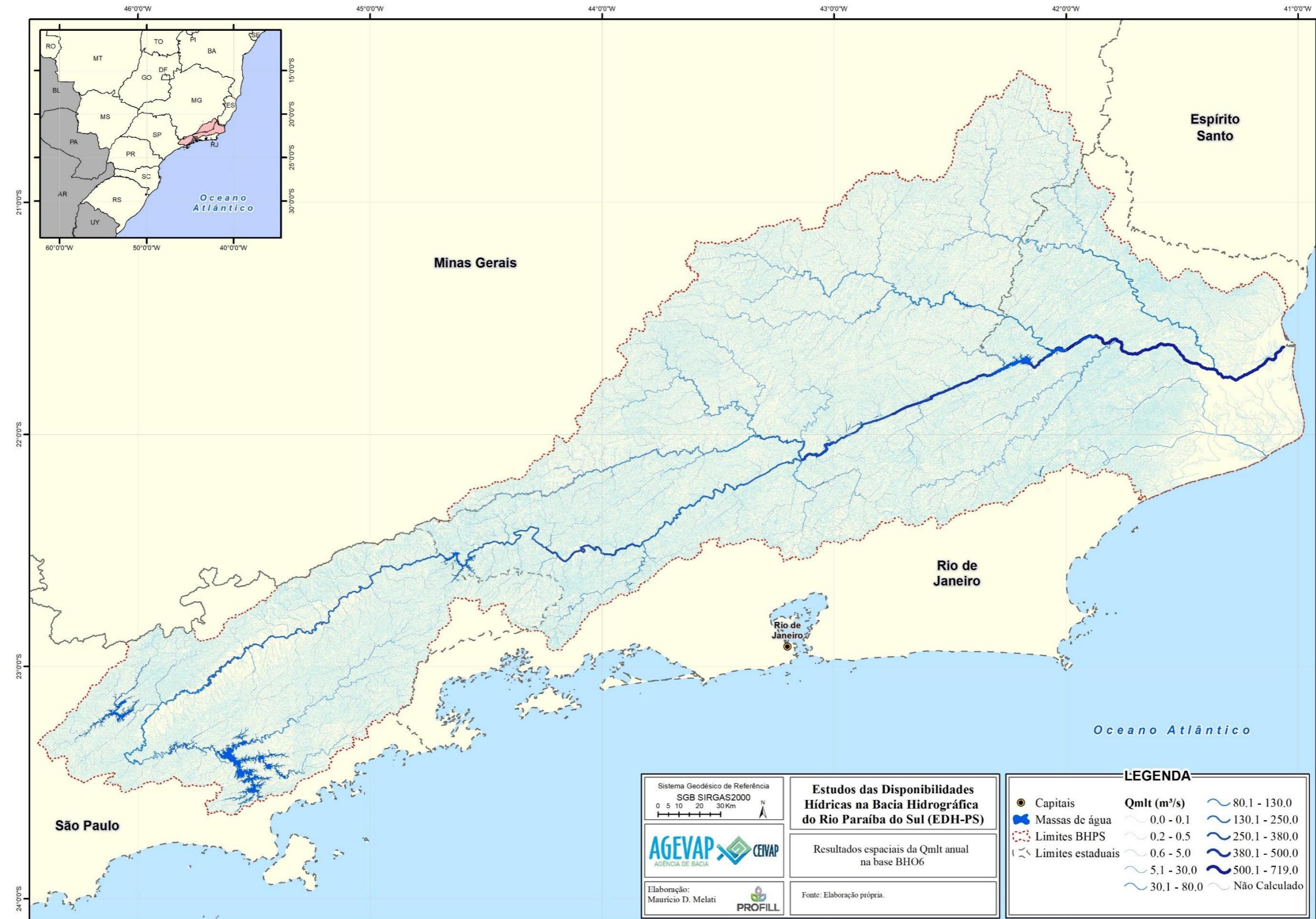


Figura 4.17 – Resultados espaciais da Qm³/s anual na base BHO6

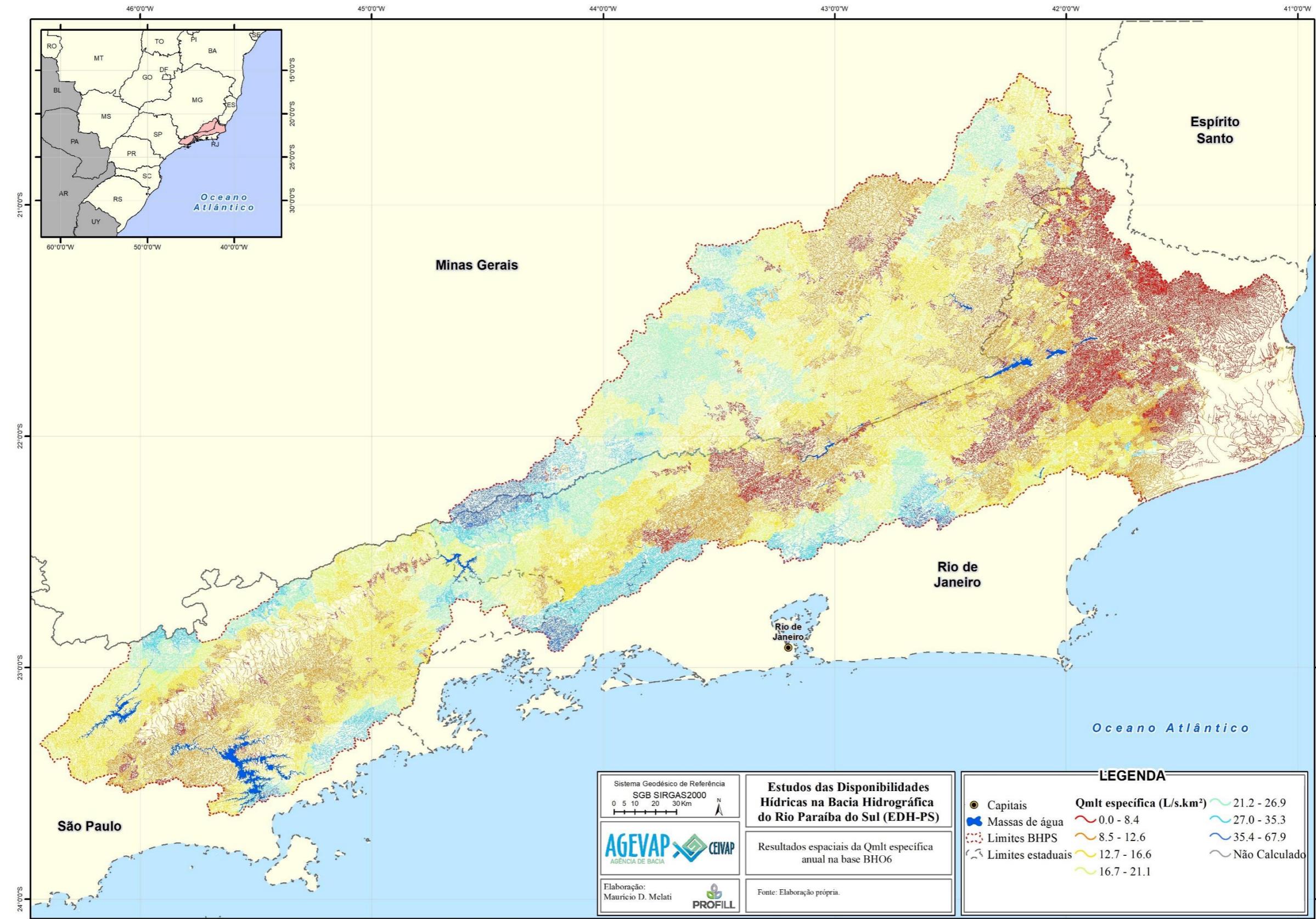


Figura 4.18 – Resultados espaciais da $Q_{m³/s.km²}$ anual na base BHO6

 AGEVAP AGÊNCIA DE ÁGUA	P4_Disponibilidade_R03	Tipo de Documento: Relatório Técnico
	CONTRATAÇÃO DE EMPRESA ESPECIALIZADA PARA REALIZAÇÃO DO ESTUDO DAS DISPONIBILIDADES HÍDRICAS NA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO PARAÍBA DO SUL (EDH-PS)	

Cód. do Documento:
AGVP_PARAIBA_EHID_Produto4_Disponibilidade_R03



4.3.3 Comparação com o período crítico entre 2015 e 2021 nas estações fluviométricas

O presente capítulo busca trazer dados associados a resposta das vazões de referência para períodos críticos na bacia hidrográfica. Com base na análise das anomalias médias anuais de vazão da bacia hidrográfica (Figura 4.20), é possível observar que o período entre 2014 e 2021 está submetido à anomalia negativa mais intensa na região desde 1960 (período máximo avaliado). Ainda, o estresse hídrico atual do período também foi detectado por satélites que monitoram desde 2002 a variação do armazenamento hídrico terrestre, como o satélite GRACE (Figura 4.19), maiores detalhes sobre os dados do satélite e a análise da anomalia podem ser encontrados no Produto 3. Sendo assim, o período entre os anos hidrológicos de 2014 e 2020 foi inicialmente avaliado comparativamente usando as vazões de referência Qm1t, Q_{7,10}, Q95 e Q90 anuais.

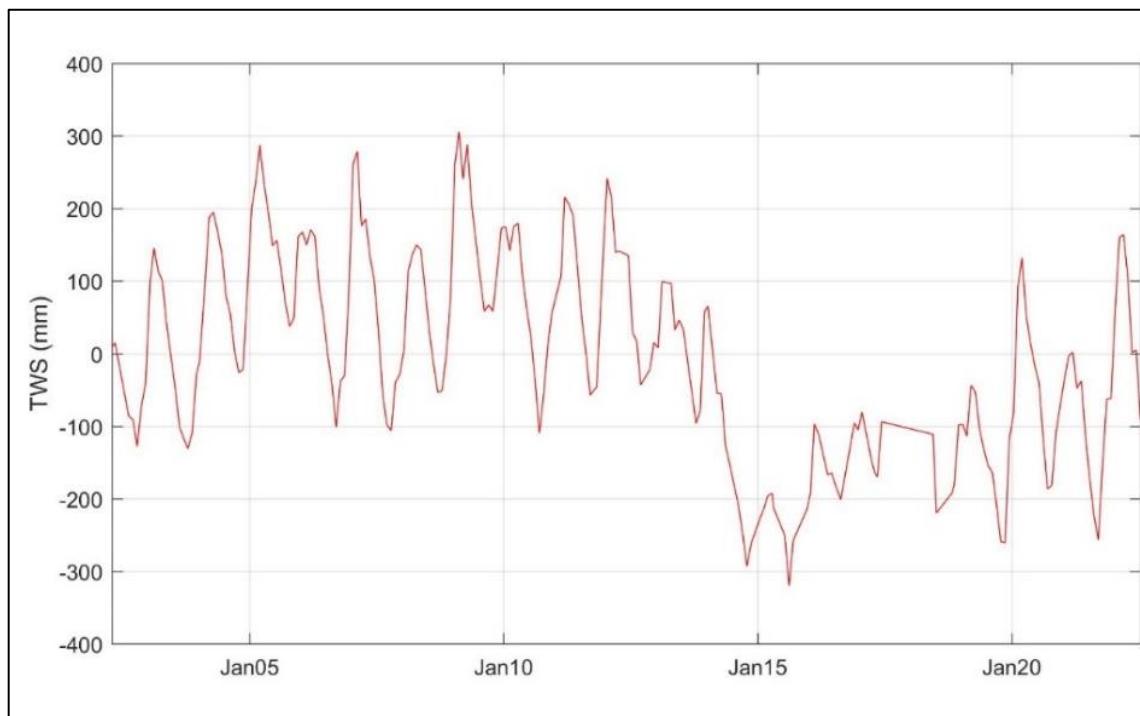


Figura 4.19 – Anomalia do armazenamento total terrestre (TWS) na BHPS entre 2002 e 2021.

Os resultados foram avaliados com base nos resultados do modelo, considerando um total de 6040 trechos de rio (Rio Paraíba do Sul, Canal Flecha e Guaxindiba). As alterações verificadas no período crítico considerando as diferenças entre os anos hidrológicos 1978-2020 e 2014-2020 podem ser acessadas no banco de dados geoespacial em PostGIS para todas as vazões de referência nas escalas temporais avaliadas (anual, mensal, bimestral e trimestral), maiores informações para acessar os dados podem ser encontradas no Anexo I.

 AGEVAP AGÊNCIA DE BÁSICA	P4_Disponibilidade_R03 CONTRATAÇÃO DE EMPRESA ESPECIALIZADA PARA REALIZAÇÃO DO ESTUDO DAS DISPONIBILIDADES HÍDRICAS NA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO PARAÍBA DO SUL (EDH-PS)	Tipo de Documento: Relatório Técnico	 CEIVAP
		Cód. do Documento: AGVP_PARAIBA_EHID_Produto4_Disponibilidade_R03	

Entre a Figura 4.21 e a Figura 4.24 é possível observar os resultados de alteração de vazão (m^3/s) anual das vazões de referência avaliadas em toda a BHPS. Os mapas apresentados a seguir mostram as reduções de vazão (m^3/s) em uma escala de cores que varia de verde a marrom. Os trechos em tons de verde mostram os trechos de rio onde ocorreu o aumento na alteração de vazão. Os trechos em cinza mostram locais com variações muito pequenas de vazão, que foram agrupadas em uma classe, com o objetivo de representar espacialmente os trechos sem alterações significativas de vazão. Já os trechos em cores que passam por amarelo, laranja, vermelho e marrom representam, respectivamente, locais onde ocorreram a redução de vazão. Ou seja, quanto maior o valor nos mapas, maior é a quantidade em m^3/s de redução da vazão de referência na bacia.

Optou-se por não apresentar as alterações em percentual devido aos valores muito elevados em vazões baixas, a apresentação em termos de vazão (m^3/s) traz mais clareza para a análise. Além disso, também se optou por não apresentar os resultados na vazão $Q_{7,10}$ neste item. Esse problema está associado ao tamanho curto da série usada para cálculo no período crítico (2014-2020), muito abaixo do recomendável e que prejudica a aplicação dos métodos. Um período de ao menos 20 a 30 anos de dados de vazão é considerado uma referência aceitável para calcular $Q_{7,10}$ com um bom nível de confiabilidade.

Contudo, devido as particularidades da $Q_{7,10}$ optou-se por apresentar os resultados de $Q7$ mínimas no período para auxiliar no entendimento do impacto do período crítico na disponibilidade dessa vazão de referência. Ou seja, o resultado apresenta a alteração de $Q7$ mínima entre 2014-2020 em relação a $Q_{7,10}$ calculada entre os anos de 1978-2020.

Para apresentar os resultados anuais obtidos no presente estudo de vazões críticas de forma simplificada em pontos importantes, para cada vazão de referência anual, cada bacia de contribuição e trechos específicos do Rio Paraíba do Sul tiveram seus resultados resumidos na Tabela 4.11, esses resultados permitem compreender as alterações em períodos críticos em pontos importantes de entregas de vazões.

Os resultados obtidos (Tabela 4.11) mostram diferentes situações ao longo da bacia. Onde as maiores alterações em volumes hídricos ocorrem no trecho final do Rio Paraíba do Sul após o reservatório de Furnas, com valores acima de $200m^3/s$ de redução da disponibilidade hídrica Q_{m1t} , com valor máximo sendo observado após a entrega do Rio Muriaé, possivelmente por esta ser uma bacia mais vulnerável a eventos de estiagem, situação também observada nos mapas apresentados. Já em termos de vazões mínimas, é possível observar que o trecho logo a jusante do reservatório de Furnas não apresenta grandes alterações, possivelmente pelo papel regularizador do reservatório, mas que com o aumento

 AGEVAP AGÊNCIA DE ÁGUA	P4_Disponibilidade_R03	Tipo de Documento: Relatório Técnico Cód. do Documento: AGVP_PARAIBA_EHID_Produto4_Disponibilidade_R03	 CEIVAP
	CONTRATAÇÃO DE EMPRESA ESPECIALIZADA PARA REALIZAÇÃO DO ESTUDO DAS DISPONIBILIDADES HÍDRICAS NA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO PARAÍBA DO SUL (EDH-PS)		

da área de drenagem do Rio Paraíba do Sul, os valores de alteração da vazão mínima passam a aumentar significativamente, atingindo elevados valores após a entrega do Rio Dois Rios até a foz do Rio Paraíba do Sul.

Tabela 4.11 – Resultados de vazão de alteração de vazão de referência anual (m^3/s) do período crítico para diferentes pontos dentro da BHPS.

Local	Vazão Qmín	Vazão Q95	Vazão Q90	Vazão Q7,10
Defluência do reservatório Santa Branca	16,3	7,0	7,2	9,3
Rio Paraíba do Sul antes da entrega do Rio Jaguari	16,8	10,2	11,2	10,6
Entrega do Rio Jaguari	6,7	0,4	2,0	0,4
Rio Paraíba do Sul depois da entrega do Rio Jaguari	21,0	10,2	18,9	15,5
Rio Paraíba do Sul antes do Reservatório Funil	31,7	16,1	22,8	13,4
Rio Paraíba do Sul depois do Reservatório Funil	51,1	28,3	43,6	31,2
Rio Paraíba do Sul antes do Reservatório Santa Cecília	54,7	34,7	49,0	42,4
Entrega do Rio Piraí	4,8	0,6	1,2	0,1
Rio Paraíba do Sul depois da entrega do Rio Piraí	42,5	19,2	35,6	14,9
Rio Paraíba do Sul antes da entrega do Rio Paraibuna	44,6	21,8	33,6	17,4
Entrega do Rio Paraibuna	35,1	10,7	14,1	3,8
Entrega do Rio Piabanga	8,2	2,7	3,8	0,9
Rio Paraíba do Sul depois da entrega do Rio Piabanga	76,6	26,5	25,0	34,0
Rio Paraíba do Sul depois do Reservatório Furnas	214,2	2,5	6,2	7,3
Rio Paraíba do Sul antes da entrega do Rio Pomba	153,4	42,0	45,4	33,8
Entrega do Rio Pomba	28,3	7,1	9,8	4,0
Rio Paraíba do Sul depois da entrega do Rio Pomba	189,6	49,2	56,5	29,0
Rio Paraíba do Sul antes da entrega do Rio Dois Rios	201,3	63,2	74,4	30,5
Entrega do Rio Dois Rios	6,8	2,9	2,6	2,0
Rio Paraíba do Sul depois da entrega do Rio Dois Rios	213,6	66,4	79,7	28,6
Rio Paraíba do Sul antes da entrega do Rio Muriaé	211,0	45,3	74,3	18,4
Entrega do Rio Muriaé	19,9	4,7	6,6	3,5
Rio Paraíba do Sul depois da entrega do Rio Muriaé	243,2	50,4	81,5	7,7
Foz do Rio Paraíba do Sul	202,6	61,4	77,1	38,2

Fonte: Elaboração própria

Outro resultado interessante a se observar é o impacto da transposição para o Rio Guandu no regime de vazões de referência em períodos críticos. Apesar da grande diminuição de volumes que ocorre a jusante do reservatório Santa Cecília, e que foi tratado no item 4.3.2, o local acaba sendo menos impactado pelo período crítico à jusante do que a montante devido a operação do complexo de lajes no local.

De uma maneira geral, foi possível observar para todas as vazões de referência que a ocorrência de um período prolongado crítico reduz consideravelmente a disponibilidade hídrica na BHPS, e em situações de escassez os resultados apresentados aqui deverão ser usados em conjunto com os obtidos para a disponibilidade hídrica na BHO6 completa para definir novos valores de referência para gestão do uso da água.

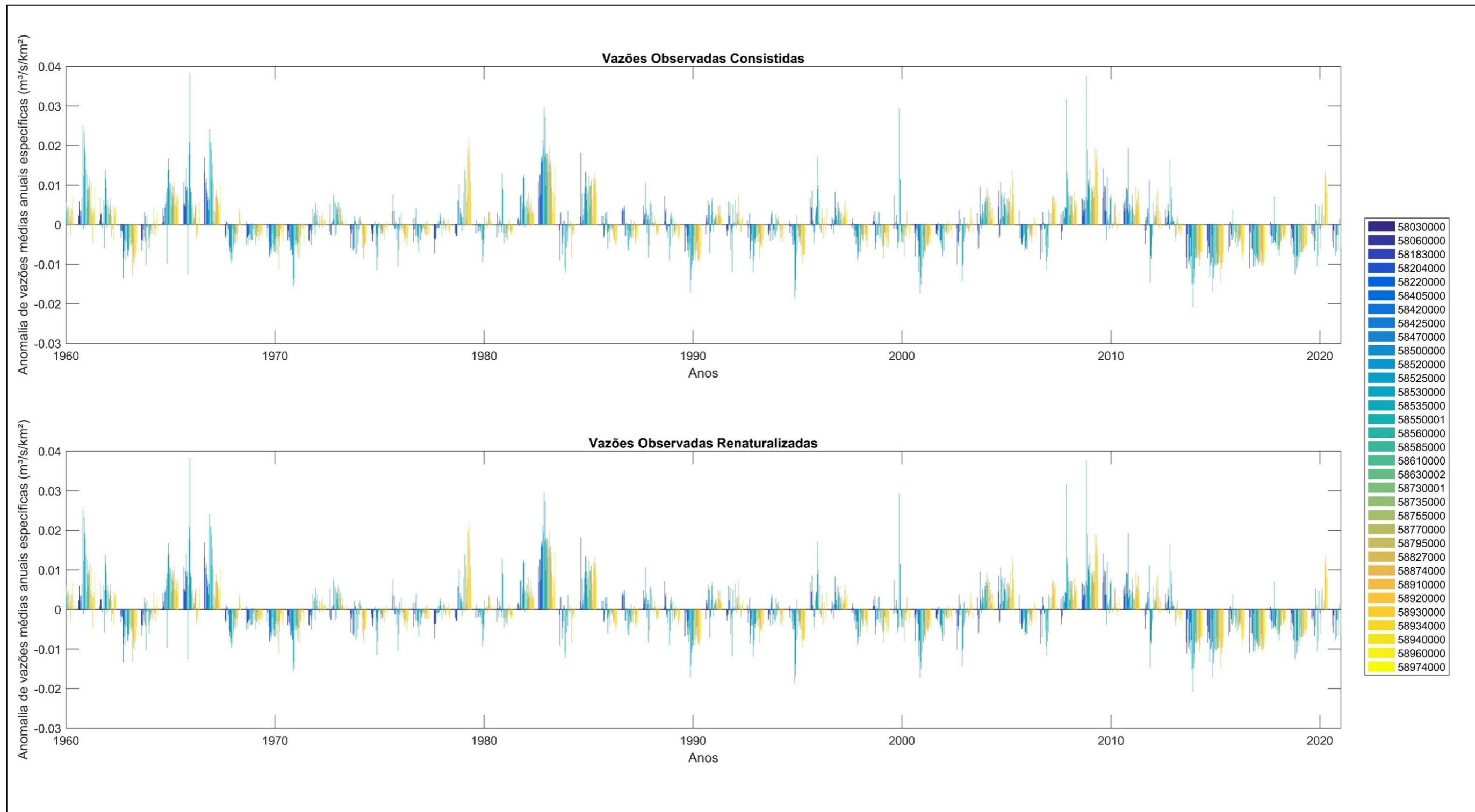


Figura 4.20 – Anomalia das vazões médias anuais específicas ($m^3/s/km^2$) para as estações com dados completos entre 1960 e 2021.

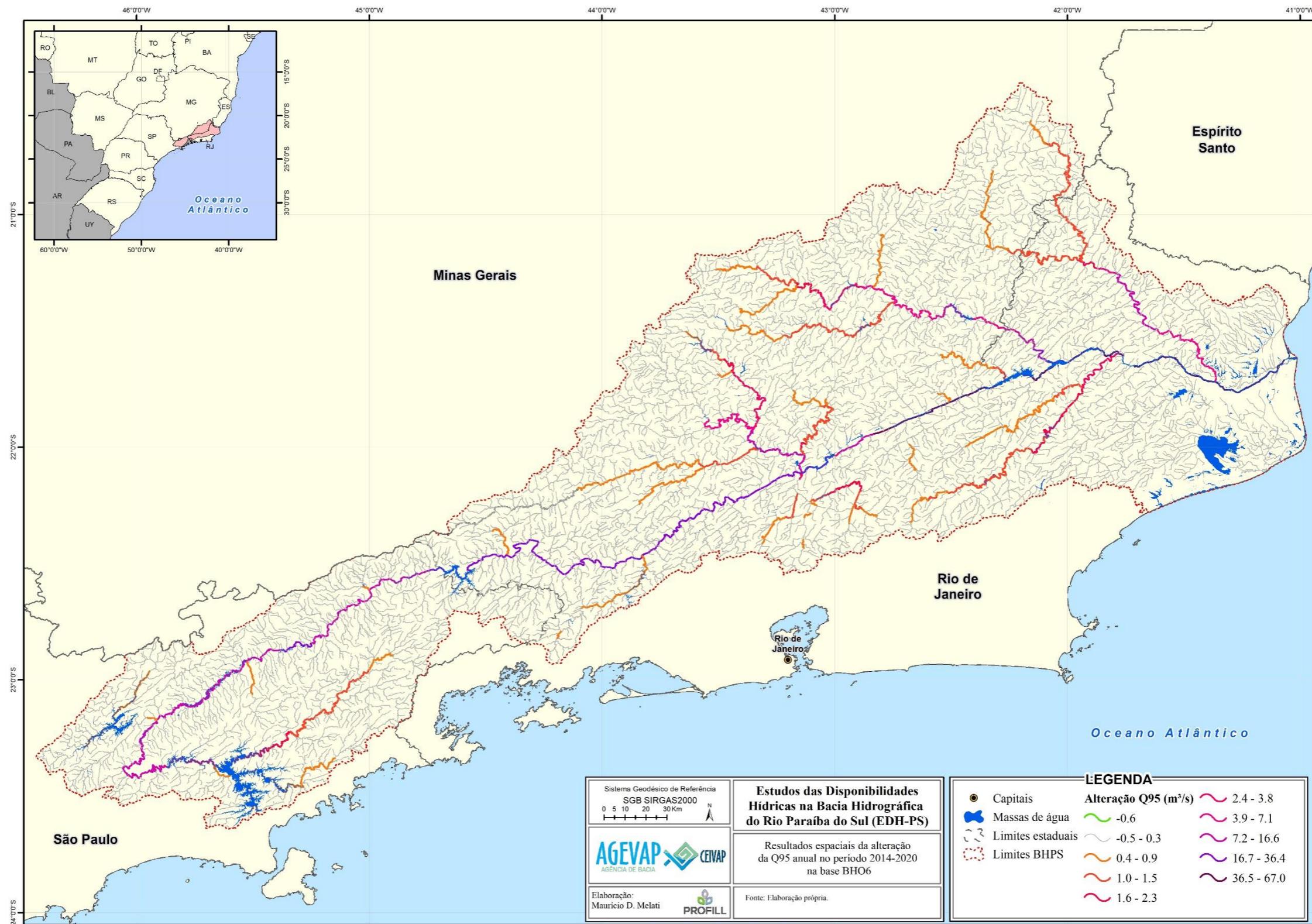


Figura 4.21 – Resultados espaciais da redução da Q95 anual no período 2014-2020 na base BHO6

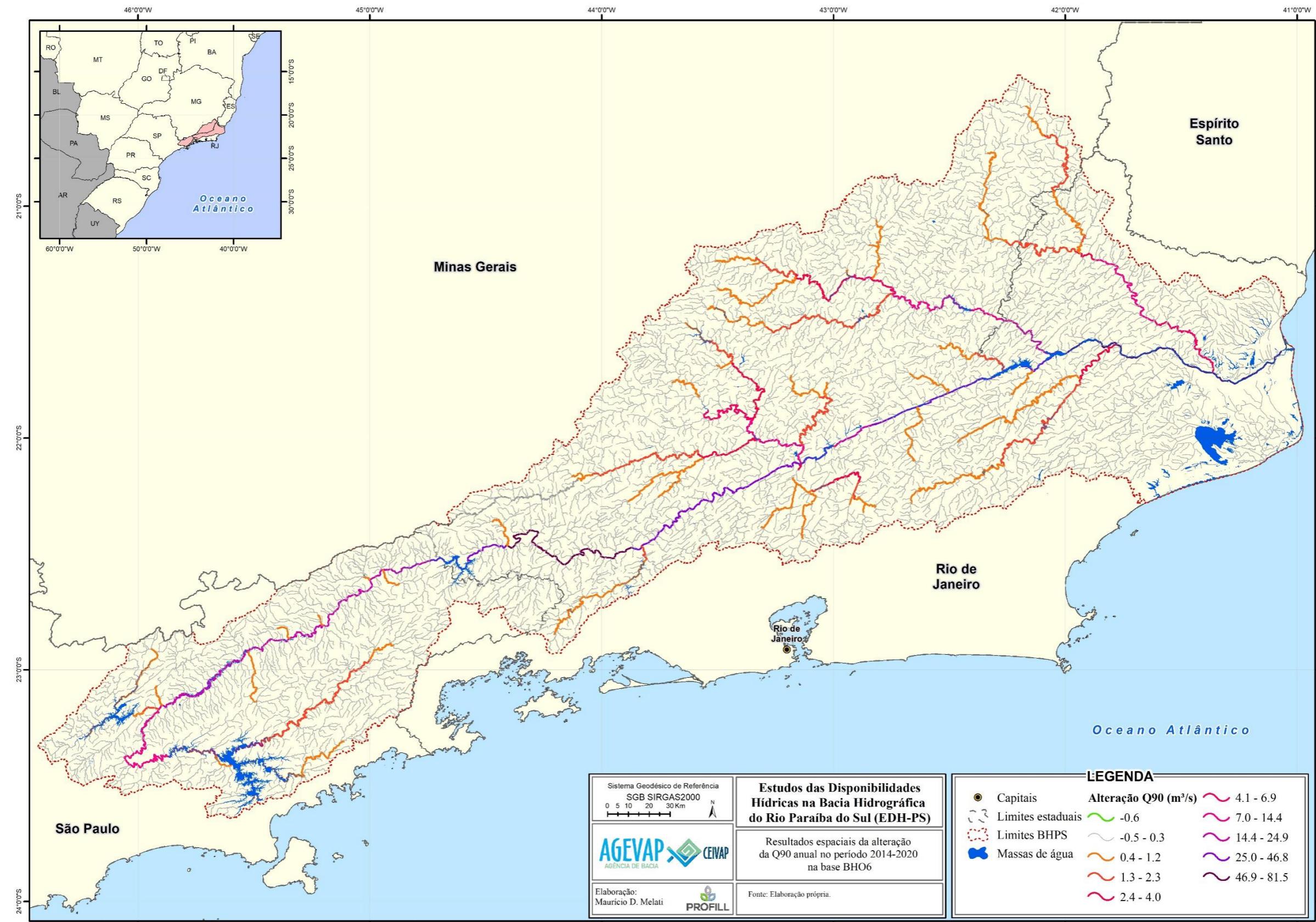


Figura 4.22 – Resultados espaciais da redução da Q90 anual no período 2014-2020 na base BHO6

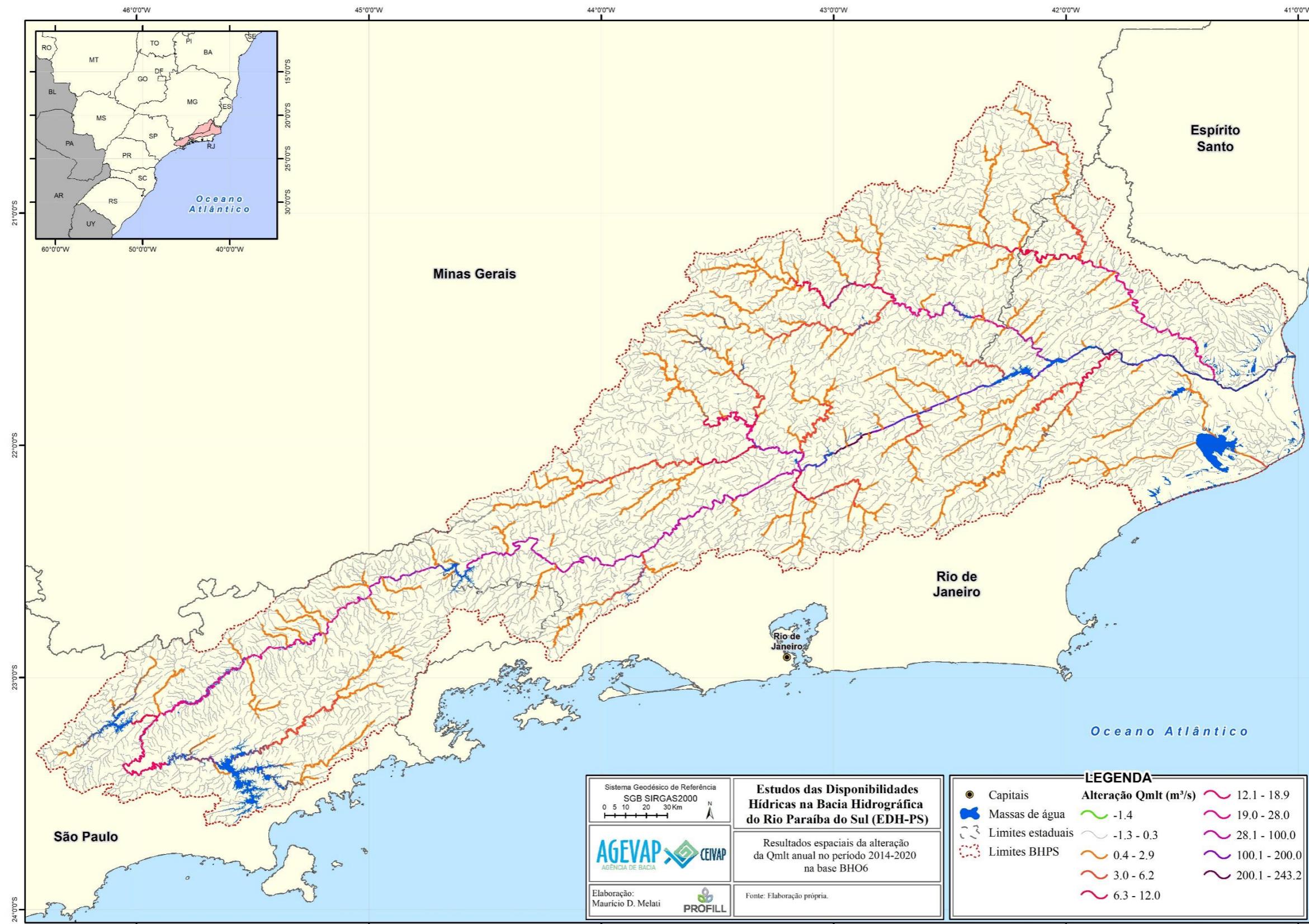


Figura 4.23 – Resultados espaciais da redução da Q_{mlt} anual no período 2014-2020 na base BHO6

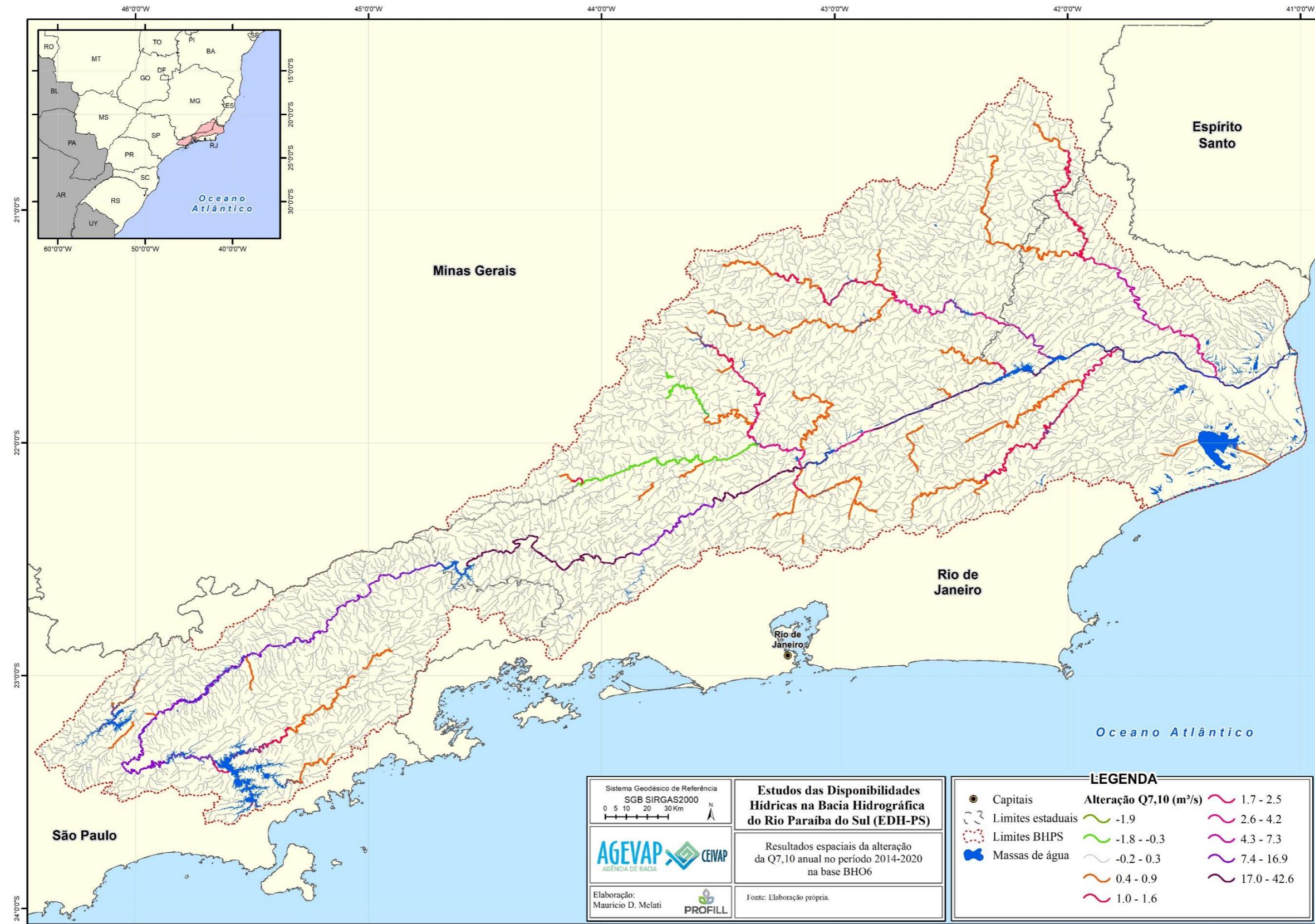


Figura 4.24 – Resultados espaciais da redução considerando a $Q_{7,10}$ em relação a Q_7 mínima no período 2014-2020 na base BHO6

	P4_Disponibilidade_R03	Tipo de Documento: Relatório Técnico	
		Contratação de Empresa Especializada para Realização do Estudo das Disponibilidades Hídricas na Bacia Hidrográfica do Rio Paraíba do Sul (EDH-PS)	Cód. do Documento: AGVP_PARAIBA_EHID_Produto4_Disponibilidade_R03

4.3.4 Disponibilidade hídrica considerando os volumes transpostos

Com o intuito de avaliar de maneira hipotética o impacto que as transposições para fora da BHPS acarretam no Rio Paraíba do Sul, o modelo hidrológico foi simulado considerando os volumes totais transpostos como propagados para jusante dos principais reservatórios onde ocorrem as transposições. Ou seja, a simulação considera um cenário onde as estruturas hidráulicas trabalham para regularizar o Rio Paraíba do Sul mantendo as vazões na bacia ao invés de retirar os volumes pelas adutoras. Maiores detalhes sobre como o cenário foi simulado estão apresentados no Item 3.1.5. Ressalta-se que o cenário apresentado aqui não está considerando a não existência dos barramentos, mas sim a existência deles e o impacto de como a água transposta afetaria as vazões de referência se fossem mantidas na BHPS.

Entre a Figura 4.26 e a Figura 4.29 é possível observar as alterações percentuais (aumentos) nas vazões de referência anuais no presente cenário simulado. As alterações verificadas podem ser acessadas no banco de dados geoespacial em PostGIS para todas as vazões de referência nas escalas temporais avaliadas (anual, mensal, bimestral e trimestral) nos seguintes shapefiles. Maiores informações podem ser encontradas no Anexo I.

- edh_05_bhps_disponibilidade_q710_alteração_transposição_lin
- edh_05_bhps_disponibilidade_Qm1t_alteração_transposição_lin
- edh_05_bhps_disponibilidade_Q90_alteração_transposição_lin
- edh_05_bhps_disponibilidade_Q95_alteração_transposição_lin

A Tabela 4.12 a seguir apresenta os valores médios de aumento percentual das vazões de referência entre os reservatórios ao longo do Rio Paraíba do Sul. Ou seja, todos volumes que deixavam a BHPS pelas transposições foram devolvidos ao Rio Paraíba do Sul nos barramentos, implicando no aumento geral das vazões de referência nos locais.

Tabela 4.12. Resultados de aumento percentual médio (%) dos trechos dos principais reservatórios após a propagação das vazões transpostas para jusante do Rio Paraíba do Sul.

Vazão de referência	Jaguari - Funil	Funil - Santa Cecília	Santa Cecília - Furnas	Furnas - Foz
Q90	13,0	10,0	143,4	61,1
Q95	15,2	12,5	178,5	67,8
Q7,10	16,6	13,7	193,9	82,7
Qm1t	5,1	5,9	74,7	25,9

Fonte: Elaboração Própria.

 AGEVAP AGÊNCIA DE ÁGUA	P4_Disponibilidade_R03	Tipo de Documento: Relatório Técnico
	CONTRATAÇÃO DE EMPRESA ESPECIALIZADA PARA REALIZAÇÃO DO ESTUDO DAS DISPONIBILIDADES HÍDRICAS NA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO PARAÍBA DO SUL (EDH-PS)	

Cód. do Documento:
 AGVP_PARAIBA_EHID_Produto4_Disponibilidade_R03



Observa-se entre a Figura 4.26 e a Figura 4.29 as variações espaciais percentuais de vazão para diferentes vazões de referência caso os volumes transpostos fossem mantidos na BHPS. Ou seja, a escala de cores varia entre verde representando variações percentuais baixas na vazão de referência, e indo até o vermelho, que indica os locais que mais são impactados com a existência das transposições.

O trecho com maior variação percentual de vazão para as vazões de referência está localizado entre os reservatórios de Santa Cecília e Furnas, representada pelas cores em tons de laranja escuro e vermelho, isso ocorre devido à grande transferência de volumes hídricos pelo sistema Complexo de Lajes que foram mantidos na BHPS, onde vazões médias de 119m³/s foram propagadas para jusante do reservatório Santa Cecília. O trecho Santa Cecília – Furnas indica que para as vazões de referência Q95 e Q90 os percentuais de aumento médios foram de 179 e 143% da vazão, respectivamente. Chama a atenção o grande impacto da Q7,10 nesse trecho, com alteração média de 194%. Ou seja, a transposição reduz em aproximadamente 3 vezes a disponibilidade hídrica no trecho. Para melhor ilustrar o impacto, na Figura 4.25 é possível observar a Q95 no trecho do Rio Paraíba do Sul entre os municípios de Barra do Piraí e Três Rios.

A montante do reservatório Funil observa-se que para todas as vazões de referência as variações percentuais de volume são mais baixas, representadas pelas cores em tons de verde e amarelo. Isso se deve ao fato de que os volumes transpostos pelo sistema Jaguari-Atibainha apresentam menor representatividade frente aos volumes escoados pelo Rio Paraíba do Sul no trecho.

Os resultados obtidos mostram que quando mais o ponto avaliado do Rio Paraíba do Sul se afasta da transposição do Complexo de Lages e se aproxima da foz junto ao oceano, menor é o impacto na disponibilidade hídrica. Isso se deve ao fato de que grandes contribuintes do Rio Paraíba do Sul como os rios Preto, Paraibuna, Pomba e Muriaé, por exemplo, contribuem para o aumento da disponibilidade hídrica.

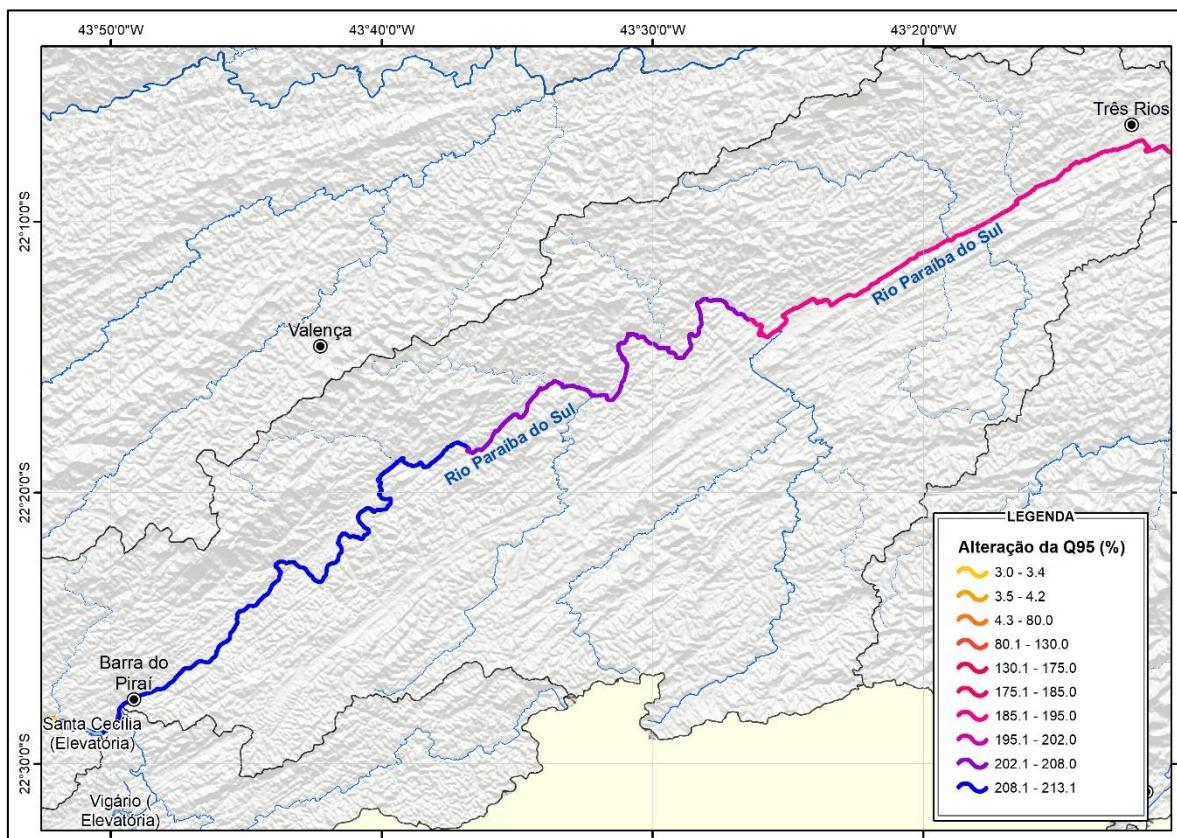


Figura 4.25 – Aumento da disponibilidade da Q95 sem a retirada da água pelas transposições da BHPS no trecho a jusante do reservatório Santa Cecília.

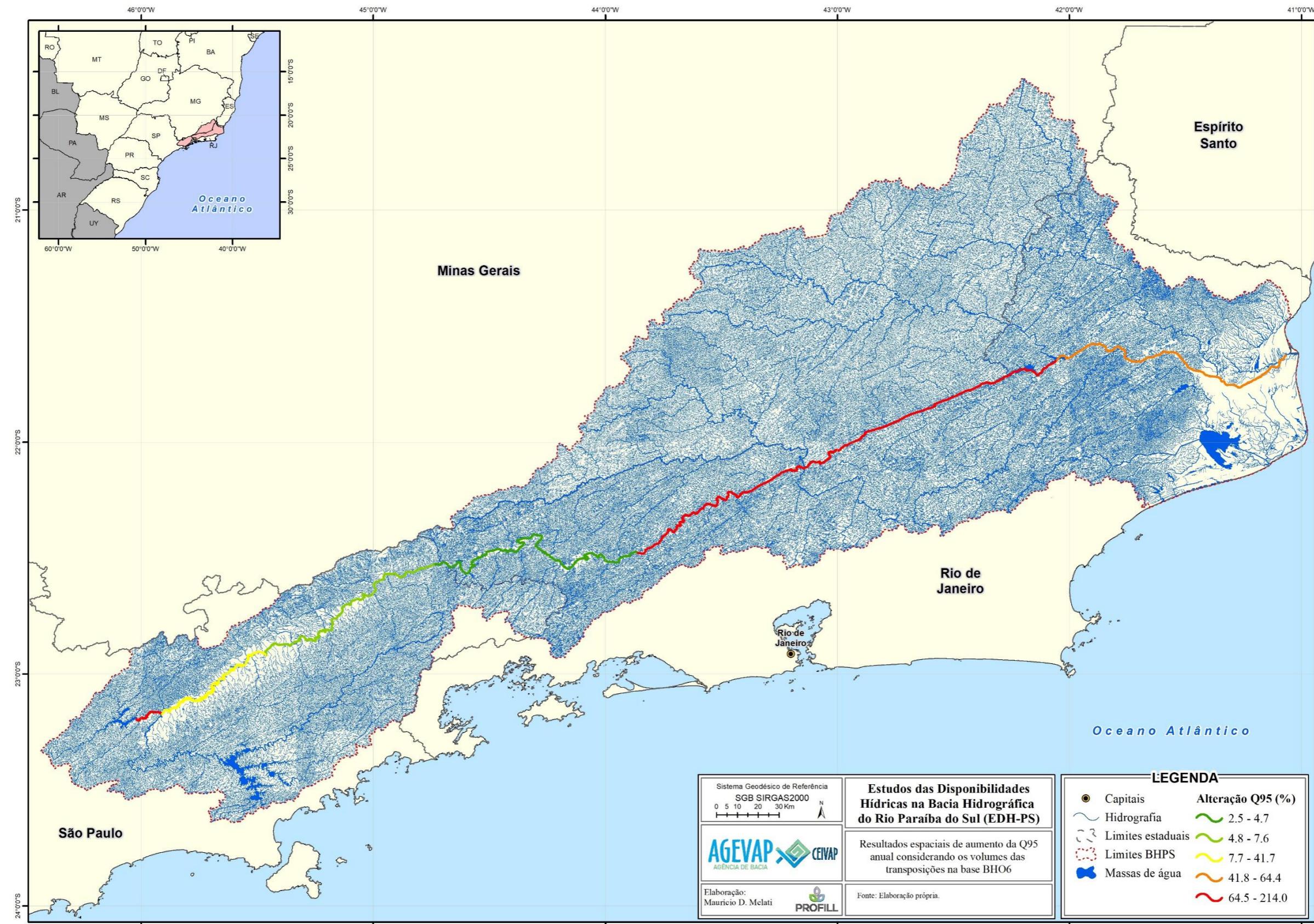


Figura 4.26 – Resultados espaciais de alteração da vazão Q95 anual considerando os volumes das transposições na base BHO6

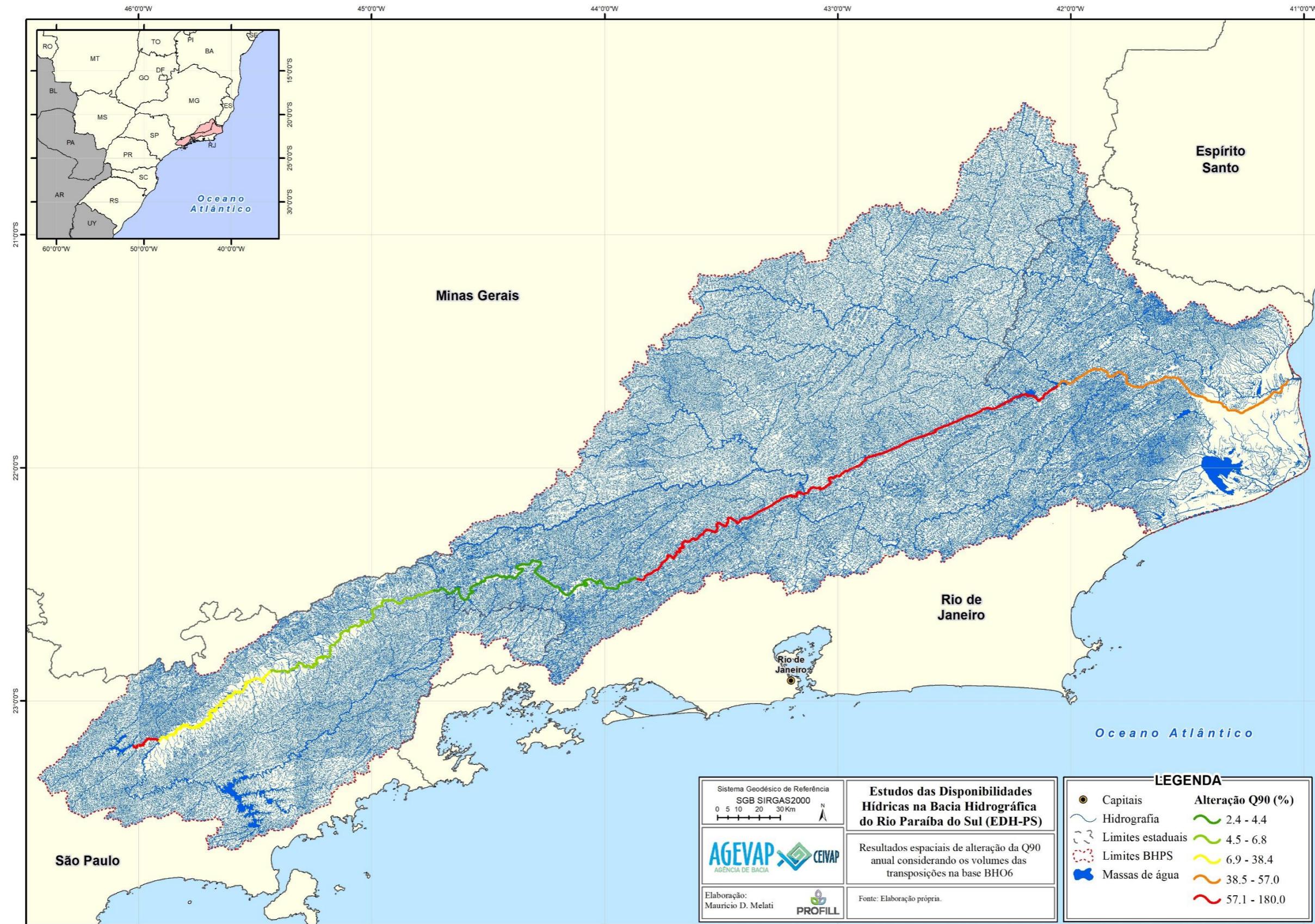
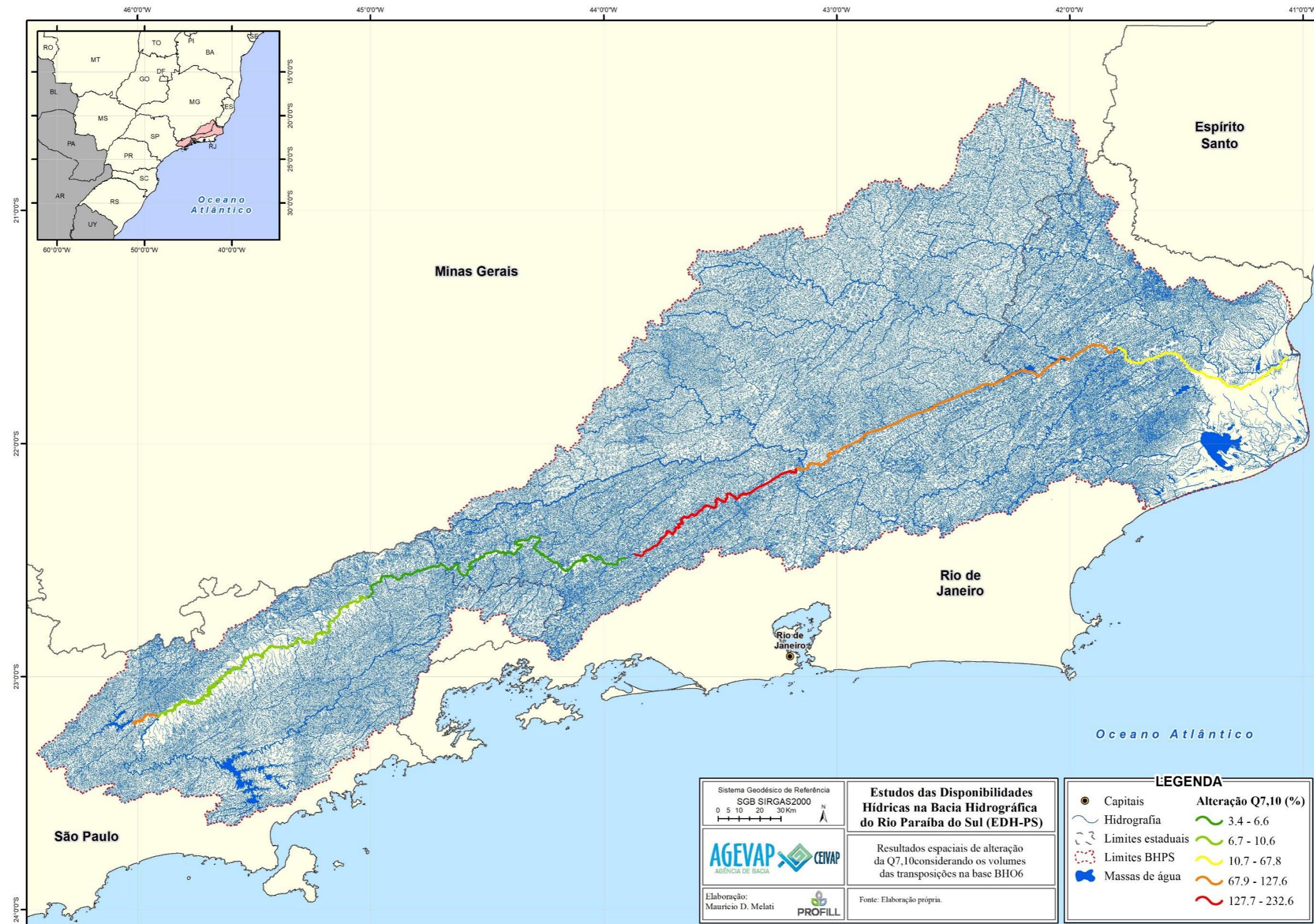


Figura 4.27 – Resultados espaciais da alteração da vazão Q90 anual considerando os volumes transpostos na base BHO6



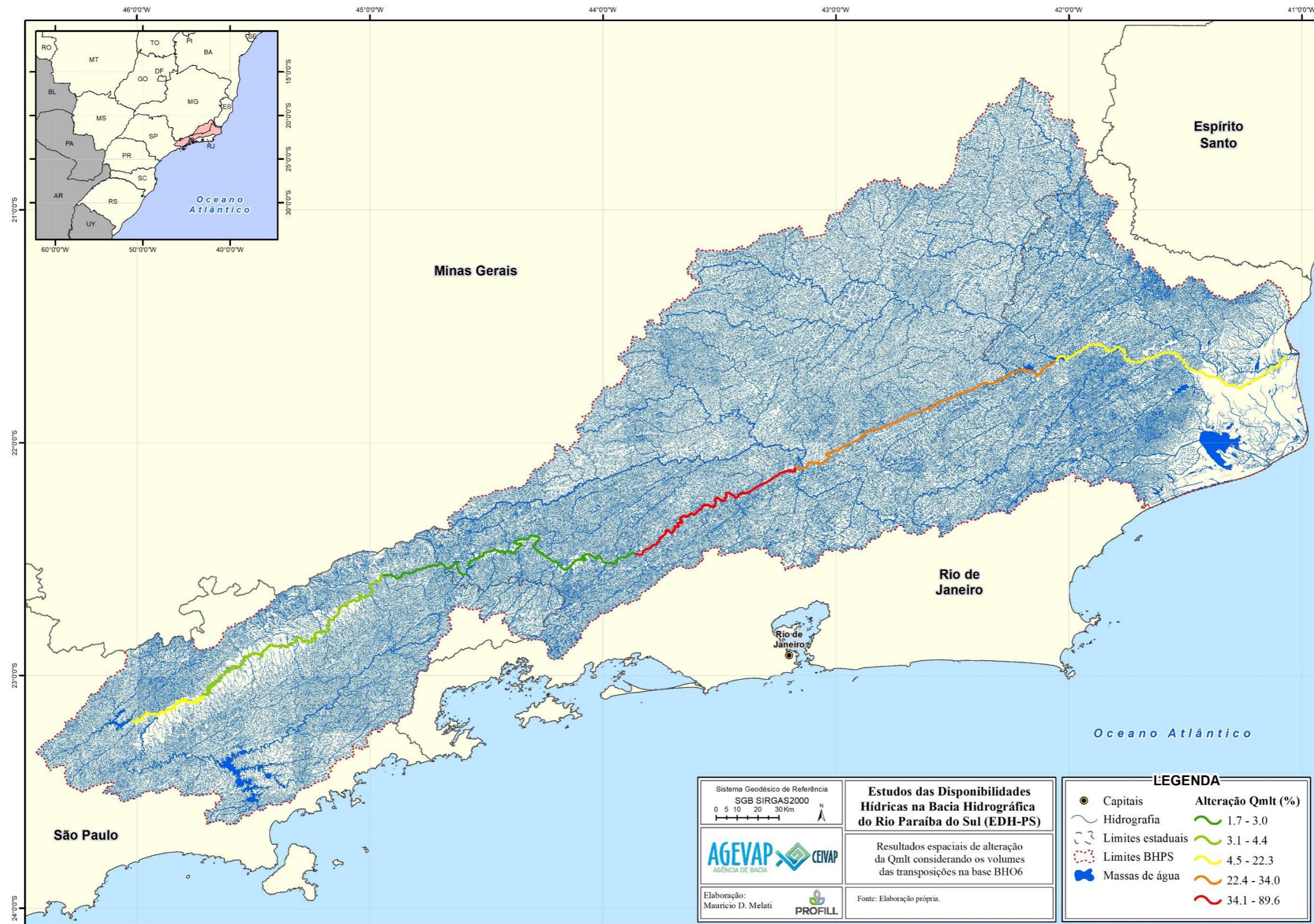


Figura 4.29 – Resultados espaciais da alteração da $Q_{m\dot{l}t}$ considerando os volumes transpostos na base BHO6

 AGEVAP AGÊNCIA DE ÁGUA	P4_Disponibilidade_R03 CONTRATAÇÃO DE EMPRESA ESPECIALIZADA PARA REALIZAÇÃO DO ESTUDO DAS DISPONIBILIDADES HÍDRICAS NA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO PARAÍBA DO SUL (EDH-PS)	Tipo de Documento: Relatório Técnico Cód. do Documento: AGVP_PARAIBA_EHID_Produto4_Disponibilidade_R03	 CEIVAP
--	---	---	---

4.4 Bases Hidrográficas dos Órgãos

Para este estudo foi utilizado como referência o banco de dados georreferenciado “Base Hidrográfica Ottocodificada Multiescalas 6 (BHO 6)”. É importante destacar que esse produto ainda não foi publicado e disponibilizado ao público, podendo sofrer alterações ou ser disponibilizado com outro nome diferente do usado neste projeto. O novo banco de dados apresenta cursos d’água bastante similares ao produto anterior com exceção de pequenos trechos de rio em cabeceiras da BHPS e na região da foz, onde o novo produto apresentou detalhamento superior dos cursos d’água em relação à BHO 2017. Esta base forneceu os trechos de drenagem e as áreas de contribuição das bacias, importante para a definição dos limites hidrográficos e processamentos que foram desenvolvidos até aqui. Contudo, os resultados de disponibilidade gerados para o presente estudo também serão compatibilizados com as bases hidrográficas dos órgãos gestores atuantes na bacia (IGAM, INEA e DAEE) e pelo SIGA-CEIVAP, conforme apresentado quadro a seguir.

4.4.1 Transferência dos resultados entre as Bases Hidrográficas

As bases do INEA-RJ e DAEE-SP são espacialmente idênticas à BHO6, com exceção de trechos extras como drenagem urbana e meandros. Como nessas exceções não é possível obter dados de vazão de referência, os resultados para esses órgãos é o mesmo obtido para a BHO6. Já em relação a base do IGAM-MG, a metodologia é a mesma apresentada para a BHO6 e será mais bem apresentada a seguir.

4.4.2 São Paulo - DAEE

A base do estado de São Paulo foi solicitada ao DAEE que disponibilizou um link para o site “<https://datageo.ambiente.sp.gov.br/>”, indicando que as bases oficiais do estado estavam disponíveis para download no endereço citado. Dentro do site foi baixada a base hidrográfica “DAEE_UGRHI_2.shp” referente a BHPS. Na avaliação foi observado que a base apresenta trechos de rio idênticos à base BHO 6, com exceção das áreas urbanas, onde a base de SP apresenta trechos de drenagem e ao longo da calha principal do Rio Paraíba do Sul, que é representado por meandros e diversas linhas, enquanto a BHO 6 apresenta uma linha de drenagem única (Figura 4.30). Outra alteração relevante foi observada nos barramentos, onde a base do DAEE não apresenta continuidade da drenagem, ou seja, não existe drenagem nas áreas inundadas. Enquanto a BHO 6 apresenta trechos de drenagem conectados, importante para o estudo que está sendo desenvolvido.

Sendo assim, devido à similaridade espacial e compatibilidade das bases, foi mantido o resultado da BHO6 como base de resultado para o órgão. Sem a apresentação das informações de drenagem urbana e meandros, e com

continuidade entre os trechos de rio nos reservatórios. Os resultados recortados para o Estado de São Paulo estão apresentados no banco de dados geoespacial para as quatro vazões de referência adotadas, conforme listado a seguir:

- Qmlt: “*edh_05_bbps_DAEQ_Qmlt_lin*”;
- Q95: “*edh_05_bbps_DAEQ_Q95_lin*”;
- Q90: “*edh_05_bbps_DAEQ_Q90_lin*”;
- Q_{7,10}: “*edh_05_bbps_DAEQ_Q710_lin*”.

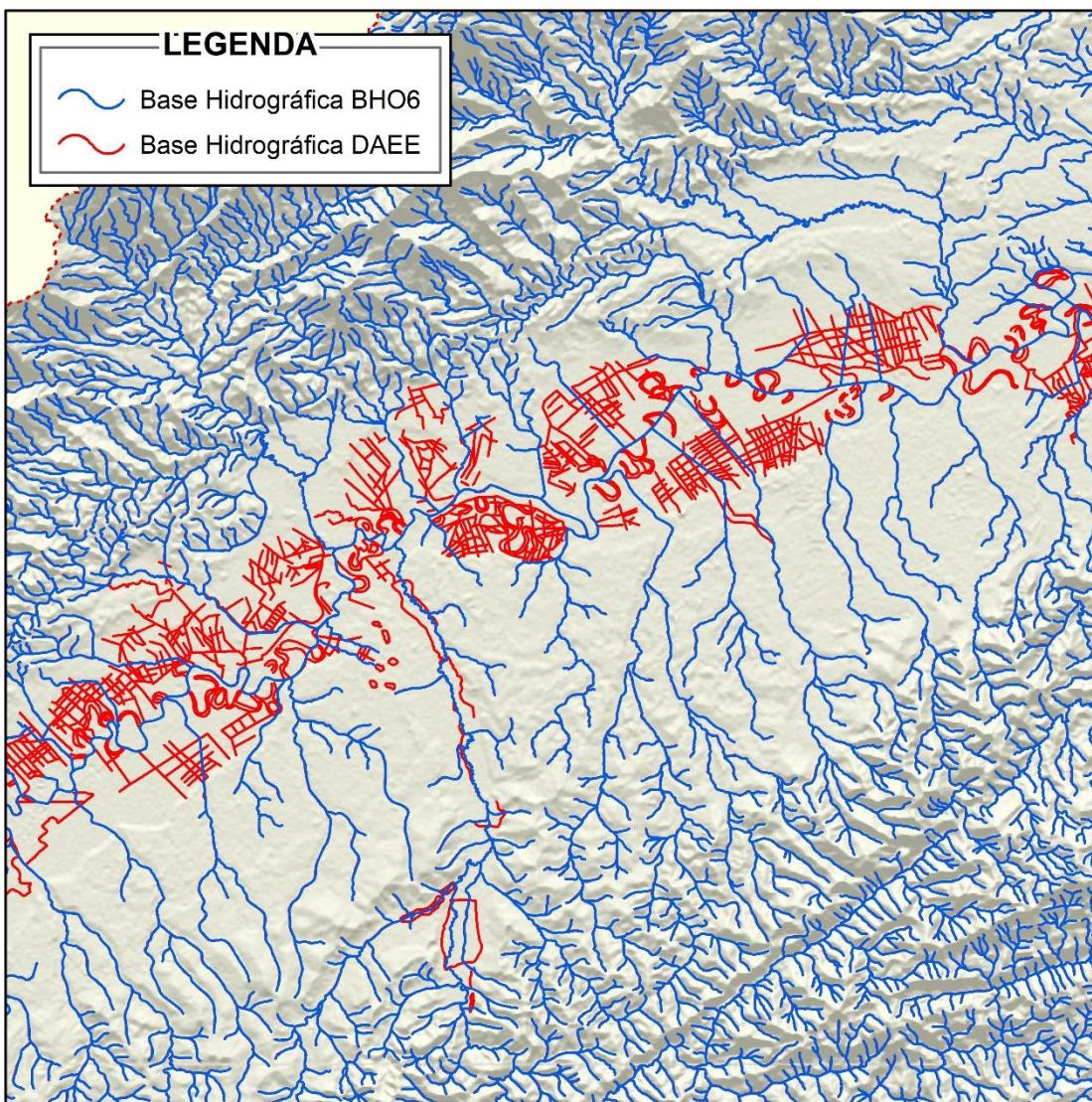


Figura 4.30 – Diferenças entre a base do Estado de SP para a BHO 6, a camada da BHO 6 está sobreposta. Fonte: BHO 6 e DAEE

4.4.3 Rio de Janeiro - INEA

A base de dados do estado do Rio de Janeiro foi solicitada ao INEA e disponibilizada pelo órgão por meio do site dos metadados do IBGE no site <https://metadadosgeo.ibge.gov.br>. A Base cartográfica foi elaborada no âmbito do

 AGEVAP AGÊNCIA DE BÁSICA	P4_Disponibilidade_R03	Tipo de Documento: Relatório Técnico	 CEIVAP
	CONTRATAÇÃO DE EMPRESA ESPECIALIZADA PARA REALIZAÇÃO DO ESTUDO DAS DISPONIBILIDADES HÍDRICAS NA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO PARAÍBA DO SUL (EDH-PS)	Cód. do Documento: AGVP_PARAIBA_EHID_Produ to4_Disponibilidade_R03	

Projeto RJ25, um projeto do IBGE em parceria com a SEAS, e consistiu na obtenção das camadas que compõem o referido projeto com base nas ortofotos na escala 1:25000, ano de referência 2005/2006. Em análise foi observado que a base apresenta rio idênticos à base BHO 6 no que se refere às drenagens. Algumas diferenças foram observadas nos rios principais, onde a base do RJ apresenta maior detalhamento da calha dos rios, representando diversos meandros. Além disso, a base do RJ apresenta detalhamento da drenagem urbana de municípios ao longo da BHPS, situação não observada na BHO 6 (Figura 4.31). Outro local com grandes diferenças entre as bases está na foz do Rio Paraíba do Sul, onde a base do Estado apresenta maior detalhamento, representando às áreas urbanas do local com bastante detalhe, já a BHO apresenta somente os trechos principais dos rios da foz.

Para a base do órgão gestor foi adotado o uso da BHO6 devido a melhor interpretação, conexão e identificação da continuidade dos rios. A semelhança entre as drenagens das bases indica possível origem semelhante da informação. Os resultados recortados para o Estado do Rio de Janeiro estão apresentados no banco de dados geoespacial para as quatro vazões de referência adotadas, conforme listado a seguir:

- Qm1t: “*edh_05_bhps_INEA_Qm1t_lin*”;
- Q95: “*edh_05_bhps_INEA_Q95_lin*”;
- Q90: “*edh_05_bhps_INEA_Q90_lin*”;
- Q_{7,10}: “*edh_05_bhps_INEA_Q710_lin*”.

 AGEVAP AGÊNCIA DE ÁGUAS	P4_Disponibilidade_R03 CONTRATAÇÃO DE EMPRESA ESPECIALIZADA PARA REALIZAÇÃO DO ESTUDO DAS DISPONIBILIDADES HÍDRICAS NA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO PARAÍBA DO SUL (EDH-PS)	Tipo de Documento: Relatório Técnico Cód. do Documento: AGVP_PARAIBA_EHID_Produ to4_Disponibilidade_R03
---	---	---

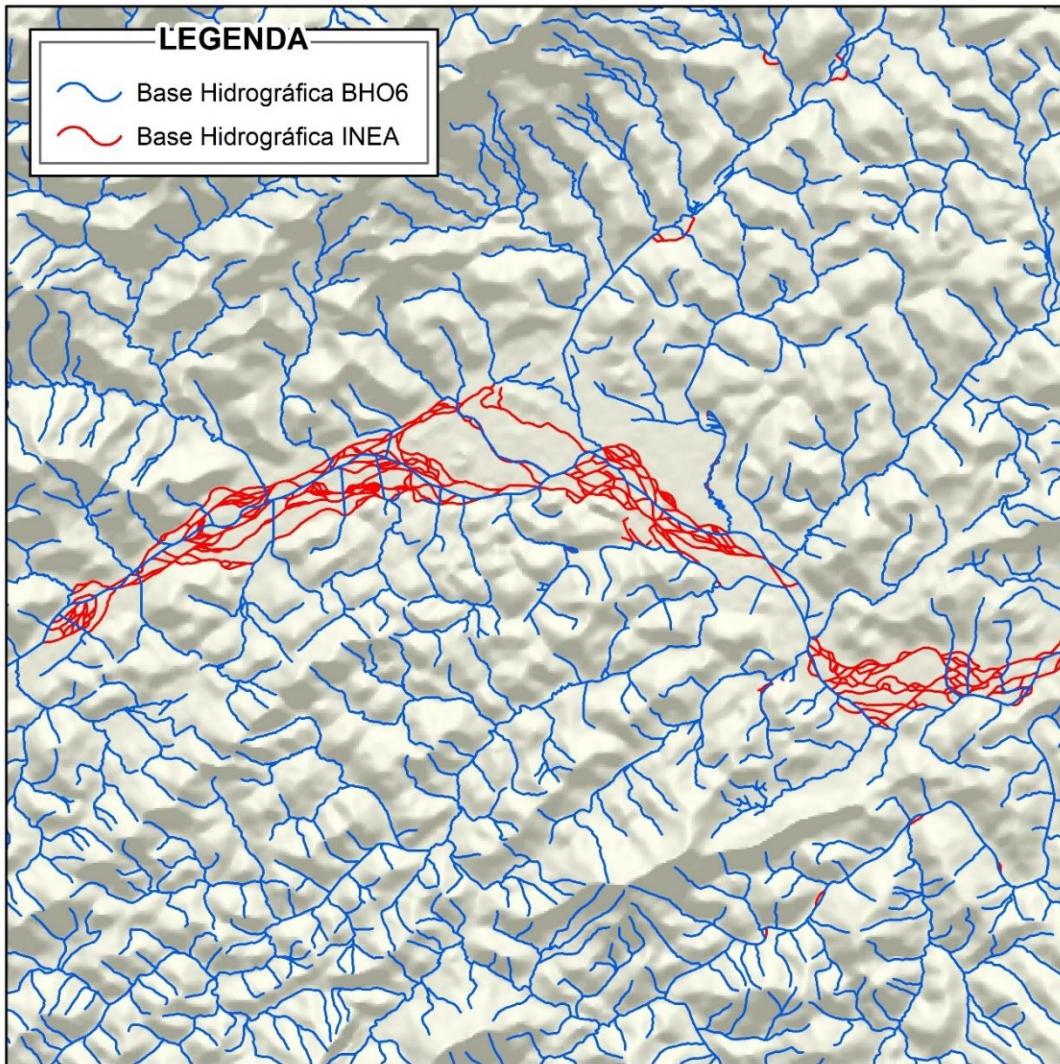


Figura 4.31 – Diferenças entre a base do Estado do RJ para a BHO 6 em relação à representação das áreas urbanas. A base BHO 6 está sobreposta. Fonte: BHO 6 e INEA

4.4.4 Minas Gerais - IGAM

A base de dados do estado de Minas Gerais foi solicitada ao IGAM, o qual informou que a base utilizada pelo órgão é a Base Hidrográfica Ottocodificada Multiescalas 2017 (BHO 2017). Os trechos de drenagem da base foram baixados por meio dos metadados do SNIRH, em análise inicial da base, é possível observar que é quase idêntica com a BHO 6 nos limites do Estado de Minas Gerais. A Figura 4.32 apresenta algumas pequenas diferenças verificadas em trechos de rios entre as duas diferentes bases hidrográficas. O processamento de conversão entre as bases foi feito por meio dos centroides dos cotrechos da BHO6, transferidos espacialmente para os traçados dos cotrechos da base do órgão. Ainda, locais com trechos diferentes tiveram seu dado preenchido usando o trecho logo a jusante com dado disponível e corrigido com base na área de drenagem.

Os resultados adaptadosos para o Estado de Minas Gerais estão apresentados no banco de dados geoespacial para as quatro vazões de referência adotadas, conforme listado a seguir:

- Qmlt: “*edh_05_bbps_IGAM_Qmlt_lin*”;
- Q95: “*edh_05_bbps_IGAM_Q95_lin*”;
- Q90: “*edh_05_bbps_IGAM_Q90_lin*”;
- Q_{7,10}: “*edh_05_bbps_IGAM_Q710_lin*”.

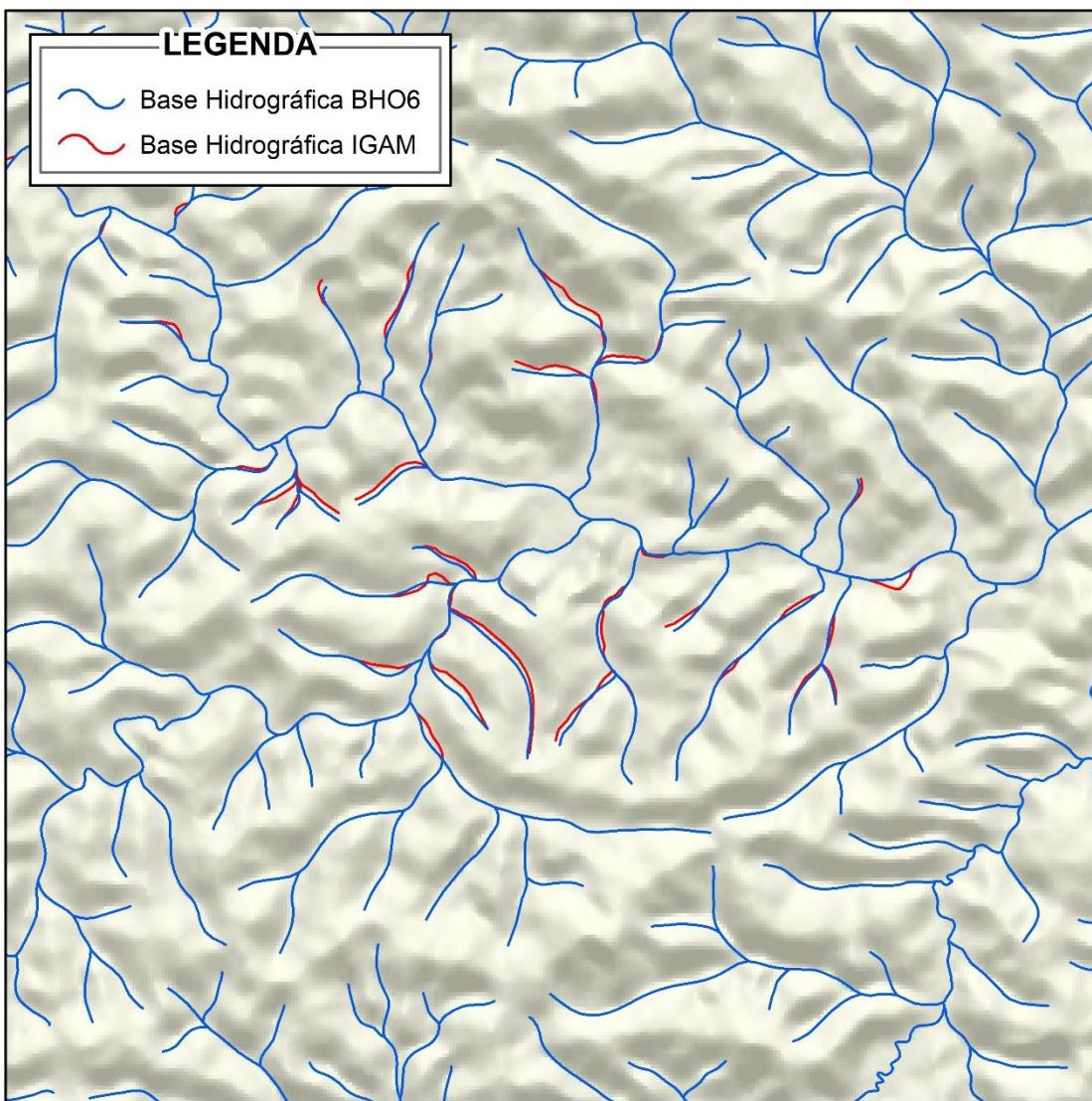


Figura 4.32 – Diferenças entre a base do Estado de MG para a BHO 6 em relação à representação de trechos de rios. A base BHO 6 está sobreposta. Fonte: BHO 6 e IGAM

 AGEVAP AGÊNCIA DE ÁGUAS	P4_Disponibilidade_R03 CONTRATAÇÃO DE EMPRESA ESPECIALIZADA PARA REALIZAÇÃO DO ESTUDO DAS DISPONIBILIDADES HÍDRICAS NA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO PARAÍBA DO SUL (EDH-PS)	Tipo de Documento: Relatório Técnico Cód. do Documento: AGVP_PARAIBA_EHID_Produto4_Disponibilidade_R03	 CEIVAP
---	---	---	---

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O presente relatório (Produto 4) traz os resultados da disponibilidade hídrica (vazões de referência) para toda a BHPS, o resultado numérico apresentado na base hidrográfica completa da BHO6 é o resultado do trabalho desenvolvido desde o Produto 1. Os resultados permitem que qualquer usuário possa acessar a disponibilidade hídrica da bacia espacialmente para diferentes vazões específicas em diferentes resultados temporais (anual, mensal, bimestral e trimestral). Ainda o relatório permite avaliar a disponibilidade em outros cenários, como em condição de estiagem crítica e abordando o impacto das transposições existentes na bacia.

O corpo do relatório foi dividido em 2 tópicos principais: a construção do modelo hidrológico chuva-vazão MGB e a obtenção de resultados de disponibilidade hídrica a partir do modelo.

Na construção do modelo, o relatório iniciou apresentando o funcionamento do modelo MGB, seguindo para como foi realizada a sua discretização para a bacia hidrográfica do Rio Paraíba do Sul, através da definição de sub-bacias e minibacias. O MGB utilizou dados de entrada como classes de resposta hidrológica, características geomorfológicas, precipitação, vazão e clima. Os dados de precipitação, vazão e clima utilizados são oriundos de estações hidrometeorológicas, cujas localizações e informações importantes foram apresentadas no relatório. O uso de diversas características físicas e climáticas permitiu representar de forma espacial a variação das contribuições dos rios pequenos para os rios maiores.

Em seguida foram exploradas as metodologias de representação de alguns elementos importantes na simulação hidrológica, como barramentos e representação das transposições e, por fim, a definição do período de simulação. O período de simulação acarretou em uma série de 43 anos para todos os trechos de rio existentes na bacia, isso garante a representação adequada das variações hidrológicas de longo prazo na bacia (secas e períodos úmidos), fazendo com que, em alguns casos, os resultados em determinados pontos fossem diferentes dos observados em estações fluviométricas.

Após a montagem do modelo, o relatório apresentou a metodologia de como foram realizadas a calibração e a assimilação de dados. Os resultados da calibração com e sem a utilização de assimilação são apresentados detalhadamente para cada uma das sub-bacias que compõem a BHPS, com os valores das métricas de avaliação de desempenho para cada estação e às vazões que deram origem às métricas. Também foram apresentadas as justificativas para a não utilização da totalidade das estações disponíveis. A calibração utilizou os dados de vazão oriundos do Produto 3, onde as séries observadas foram renaturalizadas com a

 AGEVAP AGÊNCIA DE BÁSICA	P4_Disponibilidade_R03 CONTRATAÇÃO DE EMPRESA ESPECIALIZADA PARA REALIZAÇÃO DO ESTUDO DAS DISPONIBILIDADES HÍDRICAS NA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO PARAÍBA DO SUL (EDH-PS)	Tipo de Documento: Relatório Técnico	 CEIVAP
Cód. do Documento: AGVP_PARAIBA_EHID_Produto4_Disponibilidade_R03			

incorporação dos usos consuntivos, dando origem a valores de vazão superiores aos registrados nas estações fluviométricas. Sendo assim, o resultado do modelo apresenta a disponibilidade hídrica já renaturalizada. O resultado renaturalizado das vazões permite a melhor gestão das outorgas de uso da água, uma vez que apresenta a disponibilidade total de um determinado trecho de rio.

A segunda parte do relatório trata dos procedimentos de obtenção da disponibilidade hídrica da bacia hidrográfica, iniciando com a apresentação dos métodos de obtenção de vazão de referência, sendo elas: vazão com permanência em 90% e 95%, seguidas da vazão média de longo termo e da vazão com permanência de 7 dias com um período de retorno de 10 anos. Em seguida é abordada a definição do ano hidrológico, os procedimentos de remoção de vazões incrementais negativas dos resultados e o procedimento de conversão dos resultados do MGB para a BHO6 Completa. O tratamento final dos resultados garante a remoção de trechos com vazão incremental negativa que prejudicam a gestão das águas.

Sendo assim, são apresentados os resultados da disponibilidade hídrica na forma de vazões de referência (Qm1t, Q95, Q90 e Q_{7,10}) em diferentes variações temporais (anual, mensal, bimestral e trimestral). Ou seja, cada um dos 272.188 trechos de rio da BHO6 apresenta 4 diferentes vazões de referência com 23 diferentes variações temporais de resultado. Dando origem a 92 valores diferentes de vazão de referência para cada pequeno trecho de rio. O que implica em 25.041.296 valores de vazão de referência gerados para toda a BHPS. Facilitando o acesso aos dados hidrológicos em qualquer ponto da BHPS por qualquer usuário do banco de dados.

Ainda, os resultados de disponibilidade foram comparados com os resultados obtidos no período crítico de seca entre os anos de 2015 e 2021, essa avaliação permite que os gestores tenham subsídios para a tomada de decisão em situações críticas na BHPS, ampliando as possibilidades de decisão no uso da água na bacia. Os resultados também foram avaliados em relação ao impacto da retirada de água da bacia por transposições na disponibilidade. Onde é possível compreender de forma aproximada qual seria a disponibilidade em situações consideradas naturais no Rio Paraíba do Sul.

Por fim, os resultados foram tratados para serem apresentados nas bases dos órgãos gestores dos estados: DAEE (São Paulo), INEA (Rio de Janeiro), IGAM (Minas Gerais). A hidrografia apresentada é recortada para a área de atuação desses órgãos. A Figura 5.1 apresenta o fluxograma resumido das etapas das atividades apresentadas acima e descritas nesse relatório.

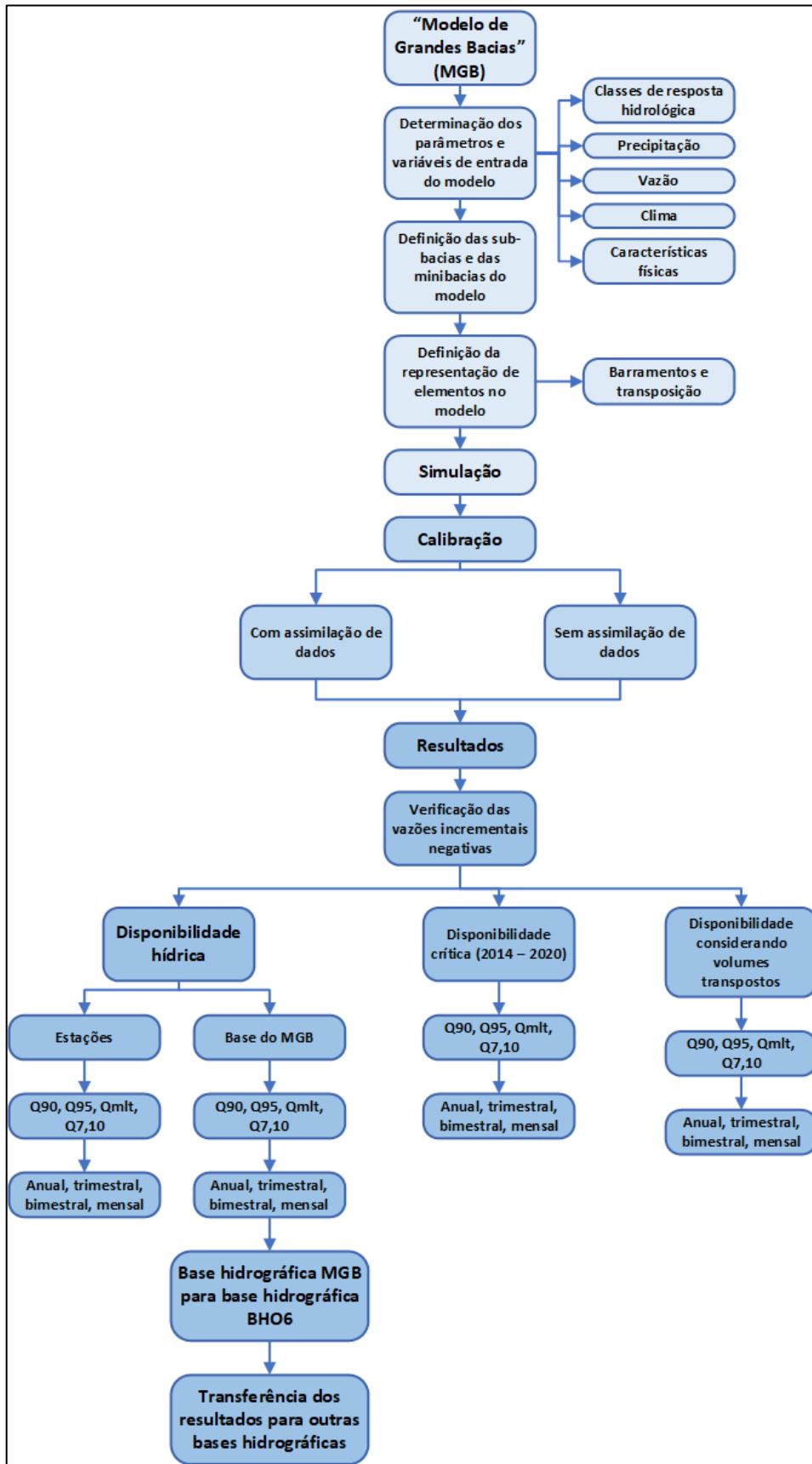


Figura 5.1 – Fluxograma das atividades desenvolvidas no Produto 4.

 AGEVAP AGÊNCIA DE ÁGUA	P4_Disponibilidade_R03 CONTRATAÇÃO DE EMPRESA ESPECIALIZADA PARA REALIZAÇÃO DO ESTUDO DAS DISPONIBILIDADES HÍDRICAS NA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO PARAÍBA DO SUL (EDH-PS)	Tipo de Documento: Relatório Técnico
		Cód. do Documento: AGVP_PARAIBA_EHID_Produ to4_Disponibilidade_R03



6 ANDAMENTO DAS ATIVIDADES

Até o presente momento foram elaborados e aprovados pela consultoria cinco produtos, o P0 – Plano de Trabalho (aprovado), o P1 - Levantamento de dados e definição de metodologia (aprovado), o P2 - Análise de consistência das séries (presente documento em revisão) e o P3 - Seleção do conjunto de estações a serem utilizadas na regionalização das vazões. O Produto 4 - Estimativas das disponibilidades hídricas na bacia hidrográfica do rio Paraíba do Sul, encontra-se em revisão R03 no presente momento. O Quadro 6.1 apresenta a situação de todos os produtos previstos neste estudo.

Quadro 6.1 - Lista dos produtos e respectivos andamentos

Produto	Nome	Andamento
Produto 0	Plano de Trabalho Consolidado	Aprovado
Produto 1	Levantamento de dados e definição de metodologia	Aprovado
Produto 2	Análise de consistência das séries de vazões e precipitações e base de dados das séries consistidas	Aprovado
Produto 3	Seleção do conjunto de estações a serem utilizadas na regionalização das vazões	Aprovado
Produto 4	Estimativas das disponibilidades hídricas na bacia hidrográfica do rio Paraíba do Sul	Em revisão R03
Produto 5	Avaliação do impacto das mudanças climáticas na disponibilidade hídrica	Em revisão R00
Produto 6	Relatório Final	Em elaboração
Produto 7	Banco de dados consolidado, manual de utilização e capacitação	Em elaboração

Fonte: Termo de Referência – Ato Convocatório AGEVAP nº09/2022

 AGEVAP AGÊNCIA DE ÁGUA	P4_Disponibilidade_R03	Tipo de Documento: Relatório Técnico	 CEIVAP
	CONTRATAÇÃO DE EMPRESA ESPECIALIZADA PARA REALIZAÇÃO DO ESTUDO DAS DISPONIBILIDADES HÍDRICAS NA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO PARAÍBA DO SUL (EDH-PS)	Cód. do Documento: AGVP_PARAIBA_EHID_Produto4_Disponibilidade_R03	

7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANA. Manual de Procedimentos Técnicos e Administrativos de Outorga de Direito de Uso de Recursos Hídricos da Agência Nacional de Águas. [s.l: s.n.].

ANA. Resolução ANA nº 1938. , 2017.

ARSENAULT, R.; BRISSETTE, F.; MARTEL, J.-L. The hazards of split-sample validation in hydrological model calibration. **Journal of Hydrology**, v. 566, p. 346–362, nov. 2018.

BARBEDO, R. et al. Water storage variability across Brazil. **Brazilian Journal of Water Resources**, 2022a.

BARBEDO, R. et al. **Manual de Aplicação - BHO2MGB**. Porto Alegre: [s.n.].

BRÊDA, J. P. L. F. et al. Climate change impacts on South American water balance from a continental-scale hydrological model driven by CMIP5 projections. **Climatic Change**, v. 159, n. 4, p. 503–522, 30 abr. 2020.

CEIVAP. Comitê de Integração da Bacia Hidrográfica do Rio Paraíba do Sul. RF01 - PIRH-PS Consolidado. Plano Integrado de Recursos Hídricos da Bacia Hidrográfica do Rio Paraíba do Sul 2021. [s.l: s.n.]. Disponível em: <<http://sigaceivap.org.br/siga-ceivap/publicacoes>>.

CEIVAP; AGEVAP; COHIDRO. 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 E TOMO III. [s.l: s.n.].

CLARK, MP. et al. Hydrological data assimilation with the ensemble Kalman filter: use of streamflow observations to update states in a distributed hydrological model. **Adv Water Res**, v. 31, p. 1309–1324, 2008.

CNRH. Resolução nº 129. , 2011.

COLLISCHONN, W. et al. The MGB-IPH model for large-scale rainfall-runoff modelling. **Hydrological Sciences Journal**, v. 52, n. 5, p. 878–895, 2007.

 AGEVAP AGÊNCIA DE BÁSICA	P4_Disponibilidade_R03 CONTRATAÇÃO DE EMPRESA ESPECIALIZADA PARA REALIZAÇÃO DO ESTUDO DAS DISPONIBILIDADES HÍDRICAS NA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO PARAÍBA DO SUL (EDH-PS)	Tipo de Documento: Relatório Técnico	 CEIVAP
Cód. do Documento: AGVP_PARAIBA_EHID_Produto4_Disponibilidade_R03			

COLLISCHONN, W.; DORNELLES, F. Hidrologia para engenharia e ciências ambientais. Porto Alegre: ABRH, 2013.

CPRM. Regionalização de Vazões nas Bacias Hidrográficas Brasileiras: Estudo da vazão de 95% de permanência da sub-bacia 58 - Bacia do Paraíba do Sul. [s.l: s.n.].

CRUZ, J. C.; TUCCI, C. M. E. DISPONIBILIDADE HÍDRICA PARA OUTORGA: AVALIAÇÃO DE ASPECTOS TÉCNICOS E CONCEITUAIS. [s.l: s.n.].

DA PAZ, A. R. et al. Data assimilation in a large-scale distributed hydrological model for medium-range flow forecasts. **IAHS-AISH Publication**, n. 313, p. 471–478, 2007.

DAEE. Instrução Técnica DPO nº 12. 2017.

FAN, F.; COLLISCHONN, W. Integração do Modelo MGB-IPH com Sistema de Informação Geográfica. **Revista Brasileira de Recursos Hídricos**, v. 19, n. 1, p. 243–254, 2014.

FAN, F. M. SIMULAÇÃO DOS IMPACTOS DE LANÇAMENTOS DE POLUENTES SOBRE A QUALIDADE DA ÁGUA DE BACIAS HIDROGRÁFICAS INTEGRADA COM SISTEMA DE INFORMAÇÃO GEOGRÁFICA FERNANDO. [s.l.] UFRGS, 2013.

FAN, F.; MELLER, A.; COLLISCHONN, W. Incorporação de filtro numérico de separação de escoamento na assimilação de dados para previsão de vazões utilizando modelagem hidrológica. **Revista Brasileira de Recursos Hídricos**, v. 20, n. 2, p. 472–483, 2015.

FEITOSA, F. A. C. et al. **Hidrogeologia - Conceitos e Aplicações**. Rio de Janeiro: CPRM, 2008.

FREEZE, R. A.; CHERRY, J. A. **Groundwater**. Englewood Cliffs: Inc., Prentice-Hall., 1979.

GAO, H.; FENICIA, F.; SAVENIJE, H. H. G. HESS Opinions : Are soils overrated in hydrology ? **Hydrol. Earth Syst. Sci.**, n. February, p. 1–24, 2023.

	P4_Disponibilidade_R03 CONTRATAÇÃO DE EMPRESA ESPECIALIZADA PARA REALIZAÇÃO DO ESTUDO DAS DISPONIBILIDADES HÍDRICAS NA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO PARAÍBA DO SUL (EDH-PS)	Tipo de Documento: Relatório Técnico Cód. do Documento: AGVP_PARAIBA_EHID_Produ to4_Disponibilidade_R03
---	---	---

GUO, D.; JOHNSON, F.; MARSHALL, L. Assessing the Potential Robustness of Conceptual Rainfall-Runoff Models Under a Changing Climate. **Water Resources Research**, v. 54, n. 7, p. 5030–5049, 2018.

HGE. **plugin BHO2MGB**. Disponível em: <<https://www.ufrgs.br/hge/modelos-e-outros-produtos/bho2mgb/>>.

IGAM. **Portaria IGAM 48**. , 2019.

INEA. **Resolução INEA nº 162**. , 2018.

JARDIM, P. F. et al. **Manual de Exemplo de Aplicação do Modelo MGB-IPH Utilizando o IPH -Hydro Tools**. , 2015.

LIU, Y. et al. Advancing data assimilation in operational hydrologic forecasting: Progresses, challenges, and emerging opportunities. **Hydrology and Earth System Sciences**, v. 16, n. 10, p. 3863–3887, 2012.

MCCULLY, P. A new order for river and society: the world commission on dams, and beyond. Em: BOOKS, Z. (Ed.). **Silenced rivers: The ecology and politics of large dams**. Zed books ed. [s.l: s.n.].

MELLER, A.; BRAVO, J. M.; COLLISCHONN, W. Assimilação de Dados de Vazão na Previsão de Cheias em Tempo-Real com o Modelo Hidrológico MGB-IPH. **Revista Brasileira de Recursos Hídricos**, v. 17, n. 3, p. 209–224, 2012.

MORIASI, D. N. et al. HYDROLOGIC AND WATER QUALITY MODELS: PERFORMANCE MEASURES AND EVALUATION CRITERIA. **American Society of Agricultural and Biological Engineers**, v. 58, n. 6, p. 1763–1785, 2015.

NAGHETTINI, M. & PINTO, E. J. A. **Hidrologia Estatística**. [s.l: s.n.].

PESSOA, M. M. E. P. **OBTENÇÃO DE VAZÕES EM LOCAIS SEM MONITORAMENTO ATRAVÉS DE UM MODELO HIDROLÓGICO COM ASSIMILAÇÃO DE DADOS**. [s.l.] UFRGS, 2017.

PINTO, E. J. DE A. et al. **Atlas pluviométrico do Brasil: isoietas mensais, isoietas trimestrais, isoietas anuais, meses mais secos, meses mais chuvosos, trimestres mais secos, trimestres mais chuvosos**. Brasília, 2014.



 AGEVAP AGÊNCIA DE ÁGUA	P4_Disponibilidade_R03 CONTRATAÇÃO DE EMPRESA ESPECIALIZADA PARA REALIZAÇÃO DO ESTUDO DAS DISPONIBILIDADES HÍDRICAS NA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO PARAÍBA DO SUL (EDH-PS)	Tipo de Documento: Relatório Técnico	 CEIVAP
--	---	---	---

PONTES, P. R. M. Modelagem Hidrológica e Hidrodinâmica Integrada da Bacia do Rio da Prata. [s.l.] UFRGS, 2016.

PONTES, P. R. M. et al. MGB-IPH model for hydrological and hydraulic simulation of large floodplain river systems coupled with open source GIS. **Environmental Modelling and Software**, v. 94, p. 1–20, 2017.

REIS, P. A. G. DOS. **AVALIAÇÃO DAS VAZÕES DE CONTRIBUIÇÃO DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO GRANDE À CALHA DO RIO SÃO FRANCISCO PARA ATENDIMENTO DOS USOS MÚLTIPLOS.** [s.l: s.n.].

SERBAN, P.; ASKEW, A. J. Hydrological Forecasting and Updating Procedures. Em: **Hydrology for the Water Management of Large River Basins**. IAHS Publ ed. [s.l: s.n.]. p. 57–369.

SHEN, H.; TOLSON, B. A.; MAI, J. Time to Update the Split-Sample Approach in Hydrological Model Calibration. **Water Resources Research**, v. 58, n. 3, p. 1–26, 2022.

SINGH, S. K.; BÁRDOSSY, A. Calibration of hydrological models on hydrologically unusual events. **Advances in Water Resources**, v. 38, p. 81–91, mar. 2012.

SIQUEIRA, V. A. et al. IPH-Hydro Tools: a GIS coupled tool for watershed topology acquisition in an open-source environment. **Revista Brasileira de Recursos Hídricos**, v. 21, n. 1, p. 274–287, 2016.

SIQUEIRA, V. A. et al. Toward continental hydrologic – hydrodynamic modeling in South America. **Hydrol. Earth Syst. Sci.**, v. 22, p. 4815–4842, 2018.

SOUZA, C. M. et al. Reconstructing three decades of land use and land cover changes in brazilian biomes with landsat archive and earth engine. **Remote Sensing**, v. 12, n. 17, 2020.

SRIKANTHAN, R.; ELLIOTT, J. F.; ADAMS, G. A. **A Review of Real-Time Flood Forecasting Methods. A report as part of Project D4: Development of a real-time flood forecasting model.** [s.l.] Cooperative Research Centre for Catchment Hydrology-CRC, 1994.

 AGEVAP AGENCIA DE BACIA	P4_Disponibilidade_R03	Tipo de Documento: Relatório Técnico	 CEIVAP
	CONTRATAÇÃO DE EMPRESA ESPECIALIZADA PARA REALIZAÇÃO DO ESTUDO DAS DISPONIBILIDADES HÍDRICAS NA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO PARAÍBA DO SUL (EDH-PS)	Cód. do Documento: AGVP_PARAIBA_EHID_Produ to4_Disponibilidade_R03	

TERRIER, M. et al. Streamflow naturalization methods : a review. **Hydrological Sciences Journal**, v. 00, n. 00, p. 1–25, 2020.

TUCCI, C.; COLLISCHONN, W. Simulação Hidrológica de grandes Bacias. **Revista Brasileira de Recursos Hídricos**, v. 6, n. 1, p. 95–118, 2001.

ZHENG, F. et al. On Lack of Robustness in Hydrological Model Development Due to Absence of Guidelines for Selecting Calibration and Evaluation Data: Demonstration for Data-Driven Models. **Water Resources Research**, v. 54, n. 2, p. 1013–1030, 2018.