

PROGRAMA DE REGULARIZAÇÃO DO USO DA ÁGUA DA REGIÃO HIDROGRÁFICA VIII
(RH VIII)

CONTRATO CILSJ Nº 18/2023

PRODUTO 08

ESTUDO DE IMPACTO DOS VALORES PRATICADOS NA COBRANÇA SOBRE OS
DIFERENTES SEGMENTOS DE USUÁRIO

REALIZAÇÃO:

FUNDRHI inea instituto estadual do ambiente **AMBIENTE E SUSTENTABILIDADE** GOV RJ

Comitê de Bacia Hidrográfica
MACAÉ OSTRAS
CONSÓRCIO INTERMUNICIPAL
LAGOS SÃO JOÃO
ENTIDADE DELEGATÁRIA

EXECUÇÃO:

RHA ENGENHARIA E CONSULTORIA SS LTDA

RHA
RECURSOS HÍDRICOS E AMBIENTAIS
ENGENHARIA

CURITIBA - PR
AGOSTO/2024

PROGRAMA DE REGULARIZAÇÃO DO USO DA ÁGUA DA REGIÃO HIDROGRÁFICA VIII
(RH VIII)

CONTRATO CILSJ Nº 18/2023

Emissão						
Rev.	Data	Elaborado por	Verificado por	Autorizado por	CREA Responsável Técnico	CE
5	30/08/2024	JB, MMS	JB, MMM	CSG	67059/D	AE
4	07/08/2024	JB, MMS	JB, MMM	CSG	67059/D	AE
3	28/06/2024	JB, LCP, MMS	JB, MMM	CSG	67059/D	AE
2	30/04/2024	ADS, JB, LCP, MMS	JB, MMM	CSG	67059/D	AE
1	27/02/2024	ADS, JB, JECA, JMM, LCP, LJV, MMM, MMS	JB, MMM	CSG	67059/D	AE

CE - Códigos de emissão

AE Aprovado para emissão AF Aprovação final VS Versão preliminar CD Cancelado

COMITÊ DE BACIA HIDROGRÁFICA DOS RIOS MACAÉ E DAS OSTRAS

Diretora-Presidente

Maria Inês Paes Ferreira

Diretor Vice-presidente

Affonso Henrique de Albuquerque Junior

Diretora Secretária

Virgínia Villas Boas Sá Rego

Diretores

Fernando Jakitsch Medina
Jolnnye Rodrigues Abrahão
José Eduardo Carramenha

Câmara Técnica de Instrumento de Gestão (CTIG)

Coordenador

Eduardo Bini da Silva

Coordenador Adjunto

Mauro Sergio Adiala Calixto

Membros

Adriana Sant Ana T. de Matos
Andressa da Silva Rodrigues
Gleudson Mendes da S. Magalhães
Juliana Gomes Paula
Maria Aparecida Borges P. Vargas
Maria Inês Paes Ferreira
Otávio José Costa Martins
Raphaela Moreira Ferreira
Virgínia Villas Boas Sá Rego

Grupo de Trabalho de Cobrança (GT Cobrança)

Coordenador

Valbert Schott da Silva

Coordenador Adjunto

Mauro Sergio Adiala Calixto

Membros

Ana Paula Guimarães de Araújo
Andressa da Silva Rodrigues
José Eduardo Carramenha
Leonardo Silva Fernandes
Otávio José Costa Martins
Thayná Fernandes Ribeiro Toledo

CONSÓRCIO INTERMUNICIPAL LAGOS SÃO JOÃO

Rod. Amaral Peixoto, Km 106, Horto Escola Artesanal, Balneário
São Pedro da Aldeia, RJ – CEP 28948-834

EQUIPE DO CONSÓRCIO INTERMUNICIPAL LAGOS SÃO JOÃO

Secretária Executiva

Adriana Saad

Coordenadora Técnica-Administrativa

Cláudia Magalhães

Analistas Técnicos

Alice Azevedo
Daniele Pereira
Ednilson Gomes
Fernanda Hissa

Estagiários

Camila Carvalho
Karoliny Barreto
Luiza Lima
Rafael Duarte

Assistentes Administrativos

Juliana Luz
Robson Souza
Thiago Cardoso

Jovem Aprendiz

Kaio Amado

ELABORAÇÃO E EXECUÇÃO

RHA ENGENHARIA E CONSULTORIA

Rua Voluntários da Pátria, 400 – 14º andar
CEP 80020-942 – Centro – Curitiba/PR – Brasil
Tel./Fax +55 41 3232 0732 – www.rhaengenharia.com.br

REPRESENTANTE LEGAL

Candice Schauffert Garcia
Engenheira Civil
Mestre em Engenharia de Recursos Hídricos e Ambiental
csgarcia@rhaengenharia.com.br

COORDENAÇÃO RHA ENGENHARIA E CONSULTORIA

Coordenador Geral

Eng^a Civil Candice Schauffert Garcia, M.Sc

Coordenador Técnico

Eng.^a Civil Maíra Martim de Moura, D.Sc

Coordenador Executivo

Eng^a Ambiental Julia Bianek, M.Sc.

EQUIPE TÉCNICA

Engenheira Ambiental Julia Bianek, M.Sc
Engenheiro Civil Jhonny Matheus Marinho Silva
Consultor José Eduardo W. de A. Cavalcanti
Auxiliar Técnico

EQUIPE DE APOIO

Geógrafa Julia Abrami Rangel
Engenheira Civil Marisa Morita dos Santos
Engenheira Ambiental Luiza de Castro de Toledo Piza
Engenheiro Ambiental Alexandre Sokoloski de Azevedo Delduque de Macedo
Graduando em Engenharia Ambiental Leonardo José Viginheski

DADOS CONTRATUAIS

CONTRATO CILSJ N° 18/2023, período de vigência: 12 meses.

Partes: Consórcio Intermunicipal Lagos de São João (CILSJ), CNPJ 03.612.270/0001-41 e RHA Engenharia e Consultoria SS Ltda, CNPJ n° 03.983.776.0001-67.

Objeto: Implementação do Programa de regularização do uso da água da Região Hidrográfica VIII (RH VIII), vinculado às especificações do Ato Convocatório N° 05/2023.

Prazo para prestação dos serviços: 12 meses.

APRESENTAÇÃO

A partir do Ato Convocatório nº 05/2023, o Consórcio Intermunicipal Lagos São João (CILSJ), enquanto entidade delegatária do Comitê de Bacia Hidrográfica dos rios Macaé e das Ostras (CBH Macaé Ostras), realizou a escolha de uma empresa especializada para conduzir os serviços referentes ao "**Programa de Regularização do Uso da Água da Região Hidrográfica VIII (RH VIII)**". Este programa é respaldado pelo Plano Plurianual de Investimentos da Região Hidrográfica VIII, abrangendo subsídios para iniciativas como o "Cadastro de Outorgas de Água e Outorga de Direitos de Uso" (Programa 5), "Outorga de Lançamento de Poluentes no Meio Hídrico" (Produto 6), "Ampliação da Cobrança pelo Uso da Água" (Programa 7) e "Controle de Extração de Água Subterrânea" (Produto 17).

O programa de regularização delineado pelo projeto visa adquirir conhecimento e sistematizar dados para respaldar os programas de ação delineados no Plano de Recursos Hídricos da Região Hidrográfica Macaé e das Ostras. Isso inclui a Ação C, que engloba o estímulo ao reúso, a redução do consumo e o controle de perdas, integrada ao Programa C – Cadastro de Outorgas de Água e Outorga de Direitos de Uso, vinculado ao progressivo alcance de índices de eficiência no uso e na fiscalização. Ademais, o programa subsidiará conhecimento para a implementação da Ação F – Facilitação e para o acompanhamento do Plano de Recursos Hídricos e do respectivo Programa F4 – Ampliação da Cobrança pelo Uso da Água.

O presente documento refere-se ao **Produto 08**, Estudo de Impacto dos valores praticados na cobrança sobre os diferentes segmentos de usuários, que faz parte da Meta 04 do projeto. Este estudo consiste em uma análise dos impactos nos setores de usuários, com base nos valores de cobrança praticados. Adicionalmente, realiza uma avaliação dos Preços Públicos Unitários (PPUs) atualmente em vigor.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Localização da RH-VIII.	25
Figura 2 – Valores cobrados e arrecadados com a cobrança pelo uso de recursos hídricos na RH-VIII – Captação.	87
Figura 3 – Comparação entre as captações superficiais e subterrâneas – Abastecimento Público.	100
Figura 4 – Comparação entre as captações superficiais e subterrâneas – Indústria.	106
Figura 5 – Comparação entre as captações superficiais e subterrâneas – irrigação.	110
Figura 6 – População atendida com abastecimento de água e população total urbana do município de Carapebus.	123
Figura 7 – População atendida com abastecimento de água e população total urbana do município de Casimiro de Abreu.	123
Figura 8 – População atendida com abastecimento de água e população total urbana do município de Conceição de Macabu.	123
Figura 9 – População atendida com abastecimento de água e população total urbana do município de Macaé.	123
Figura 10 – População atendida com abastecimento de água e população total urbana do município de Nova Friburgo.	124
Figura 11 – População atendida com abastecimento de água e população total urbana do município de Rio das Ostras.	124
Figura 12 – Prestadores de serviços de saneamento nos municípios da RH-VIII.	127
Figura 13 – Índice de perdas na distribuição e de consumo de água no município de Carapebus.	129
Figura 14 - Índice de perdas na distribuição e de consumo de água no município de Casimiro de Abreu.	129
Figura 15 – Índice de perdas na distribuição e de consumo de água no município de Conceição de Macabu.	129
Figura 16 – Índice de perdas na distribuição e de consumo de água no município de Macaé.	129
Figura 17 – Índice de perdas na distribuição e de consumo de água no município de Nova Friburgo.	130
Figura 18 – Índice de perdas na distribuição e de consumo de água no município de Rio das Ostras.	130
Figura 19 – Valor de Produção da Aquicultura nos municípios da RH-VIII de 2017 a 2023.	135
Figura 20 – Localização dos pontos de controle definidos no PRH MACaé/Ostras 2014.	147
Figura 21 – Disponibilidade hídrica para os trechos dos rios E pontos de controle definidos no PRH MACaé/Ostras 2014.	149
Figura 22 – Localização das estações fluviométricas na bacia dos rios Macaé e das Ostras.	151
Figura 23 – Curvas-chave apresentadas no PRH Macaé/Ostras e medições de descarga líquida realizadas entre 2016 e 2021.	152
Figura 24 – Curvas de permanência para as estações macaé de Cima (59120000) e Galdinópolis (59125000).	153
Figura 25 – Curva de permanência para a estação Piller (59135000).	153
Figura 26 – Ottobacias RH-VIII.	155

Figura 27 – Climograma com dados médios de precipitação e temperatura para a RH VIII. 157

Figura 28 – Hidrogramas das vazões mensais médias anuais para as estações Macaé de Cima (59120000), Galdinópolis (59125000) e Piller (59135000). 158

Figura 29 – Despesas componentes do plano de aplicação plurianual. 251

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Municípios que compõe a RH-VIII (área total e área inserida).....	24
Tabela 2 – Populações presentes nos municípios que compõem a RH-VIII, para os anos de 2010 e 2022, e a proporção do município incluída na RH-VIII	26
Tabela 3 – Disponibilidade hídrica na RH-VIII ($Q_{95\%}$)	27
Tabela 4 – Disponibilidade hídrica nas sub-bacias afetadas pela transposição ($Q_{95\%}$).....	28
Tabela 5 – Valores limites do PPU para captação estabelecidos pelo código ambiental francês.....	31
Tabela 6 – Parâmetros constitutivos da cobrança pelo lançamento de efluentes industriais na França	33
Tabela 7 – Preços unitários por categoria das substâncias presentes nos produtos fitofarmacêuticos.....	35
Tabela 8 – Preços unitários aplicados em <i>Baden-Württemberg</i> (Alemanha).....	37
Tabela 9 – Escala da unidade de toxicidade equivalente e valores limites de poluentes sujeitos a cobrança na Alemanha	38
Tabela 10 – Valores do fator B (temporada) para cálculo da cobrança pelo uso da água na Inglaterra e País de Gales	42
Tabela 11 – Valores do fator C (perda) para cálculo da cobrança pelo uso da água na Inglaterra e País de Gales	42
Tabela 12 – Valores dos fatores SUC E EIUC para cálculo da cobrança pelo uso da água na Inglaterra e País de Gales	42
Tabela 13 – Fator de volume (A) para lançamento de efluentes no País de Gales	44
Tabela 14 – Tipos de corpo hídrico levados em conta pelo fator de corpo receptor (C) para o lançamento de efluentes no País de Gales.....	45
Tabela 15 – Valor de base da componente “A” para cálculo da cobrança pelo uso da água em Portugal	48
Tabela 16 – Coeficientes de escassez aplicáveis a diferentes bacias hidrográficas em Portugal	48
Tabela 17 – Valor de base da componente “E” para cálculo da cobrança pelo uso da água em Portugal	49
Tabela 18 – Valor de base da componente “O” para cálculo da cobrança pelo uso da água em Portugal	51
Tabela 19 – Valor de base da componente “U” para cálculo da cobrança pelo uso da água em Portugal	52
Tabela 20 – Valores de tarifas praticadas no estado do Ceará para os diferentes usos de recursos hídricos	67
Tabela 21 – Valores de coeficientes de classe ($K_{capclasse}$) adotados na bacia do rio Paraíba do Sul	71
Tabela 22 – Valores de coeficientes para o setor de saneamento (K_{pd}) adotados na bacia do rio Paraíba do Sul	71
Tabela 23 – Valores de PPU por tipo de uso para a bacia do rio Paraíba do Sul	72
Tabela 24 – Valores de coeficientes de boas práticas conforme as tecnologias de irrigação ($K_{Agropec}$) para a bacia do rio Paraíba do Sul.....	73
Tabela 25 – Valores de coeficientes de classe ($K_{capclasse}$) adotados na bacia dos rios PCJ..	76
Tabela 26 – Valores de $K_{consumo}$ para diferentes sistemas de irrigação, na bacia dos rios PCJ	76
Tabela 27 – Valores de k_i para diferentes sistemas de irrigação, na bacia dos rios PCJ	77
Tabela 28 – Cobrança pelo uso dos recursos hídricos de domínio da união – Cobrança Federal	78

Tabela 29 – Cobrança pelo uso dos recursos hídricos de domínio de Minas Gerais – Cobrança estadual mineira	78
Tabela 30 – Cobrança pelo uso dos recursos hídricos na bacia hidrográfica do rio Doce....	81
Tabela 31 – Valores de coeficientes e PPU's, por setor de uso, no estado do Rio de Janeiro	83
Tabela 32 – Demanda hídrica da finalidade Abastecimento Público	99
Tabela 33 – Comparação do percentuais de vazões outorgados e em análise, para as captações superficiais e subterrâneas - Abastecimento Público	100
Tabela 34 – Índice de Perdas na Distribuição e Índice de Consumo de Água para 2022...	101
Tabela 35 – Demanda hídrica da finalidade Aquicultura	103
Tabela 36 – Demanda Hídrica da finalidade Indústria.....	105
Tabela 37 – Comparação dos percentuais de vazões outorgadas e em análise, para as captações superficiais e subterrâneas - Indústria	107
Tabela 38 – Demanda Hídrica da finalidade Irrigação.....	108
Tabela 39 – Produção colhida e principais culturas nos municípios da RH-VIII	109
Tabela 40 – Demandas hídricas da irrigação apresentadas no Plano Estadual de Recursos Hídricos do Rio de Janeiro.....	109
Tabela 42 – Demanda Hídrica da finalidade Termoelétrica.....	111
Tabela 44 – Síntese das Vazões de retirada superficiais da RH-VIII (2023).	112
Tabela 45 – Análise dos usos insignificantes (m ³ /s).....	113
Tabela 46 – Carga de DBO lançada – esgoto tratado.....	116
Tabela 47 – Comparação dos percentuais de carga de DBO outorgados e em análise, para os lançamentos de efluentes –esgotamento sanitário.....	116
Tabela 48 – Carga de DBO lançada pela indústria	118
Tabela 49 – Comparação dos percentuais de carga de DBO OUTORGADOS E EM ANÁLISE, para os lançamentos de efluentes – Indústria	118
Tabela 50 – Carga de DBO lançada por termoelétricas	120
Tabela 52 – Municípios da RH-VIII, com seus respectivos PMSB e anos	131
Tabela 53 – Comparação entre as estimativas populacionais e da demanda hídrica, proveniente dos PMSBs e do PRH Macaé/Ostras	132
Tabela 54 – Vazões outorgadas nos municípios da RH-VIII de 2017 a 2023, para abastecimento público	133
Tabela 55 – Vazões outorgadas nos municípios da RH-VIII de 2017 a 2023, para aquicultura	134
Tabela 56 – Instrumentos de gestão ambiental e territorial no ERJ	137
Tabela 57 – Instrumentos de gestão ambiental e territorial dos municípios da RH-VIII	138
Tabela 58 – Vazões outorgadas nos municípios da RH-VIII de 2017 a 2023, para Indústria	140
Tabela 59 – Vazões outorgadas nos municípios da RH-VIII de 2017 a 2023, para Irrigação	140
Tabela 60 – Demanda Hídrica projetada para 2032, da RH-VIII	142
Tabela 61 – Usinas termoelétricas identificadas na RH-VIII.....	143
Tabela 62 – Vazões outorgadas nos municípios da RH-VIII de 2017 a 2023, para termoelétrica.....	144
Tabela 63 – Disponibilidade hídrica para os pontos de controle definidos no PRH MAcaé/Ostras 2014	146
Tabela 64 – Disponibilidade hídrica para os pontos de controle na bacia dos rios Macaé e das Ostras	148
Tabela 65 – Disponibilidade de dados para a rede de monitoramento fluviométrico da bacia dos rios Macaé e das Ostras	150

Tabela 66 – Vazões de referência Q_{90} e Q_{95} acumuladas para as ottobacias, obtidas a partir das equações de regionalização.....	155
Tabela 67– Cenário futuros de redução da disponibilidade hídrica da RH-VIII.....	160
Tabela 68 – Cenário Futuros de Aumento de Aumento da Disponibilidade Hídrica da RH-VIII	160
Tabela 69 – Indicadores híbridos: VAB e participação nas despesas com água de distribuição e serviços de esgoto (Brasil – 2018 a 2020)	165
Tabela 70 – Indicadores híbridos: eficiência intensidade do consumo de água (Brasil – 2018 a 2020)	167
Tabela 71 – Indicadores híbridos: eficiência e intensidade do uso da água (Brasil – 2018 a 2020)	168
Tabela 72 – Indicadores híbridos: custo com água de distribuição e serviços de esgoto (Brasil – 2018 a 2020).....	168
Tabela 73 – Indicadores híbridos: VAB e participação nas despesas com água de distribuição e serviços de esgoto (Grandes Regiões* – 2020)	169
Tabela 74 – Indicadores híbridos: eficiência e intensidade do consumo de água (Grandes Regiões* – 2018 a 2020)	171
Tabela 75 – Indicadores híbridos: eficiência e intensidade do consumo de água (Grandes Regiões* – 2018 a 2020)	172
Tabela 76 – Indicadores híbridos: custo com água de distribuição e serviços de esgoto (Grandes Regiões – 2018 a 2020).....	172
Tabela 77 – Indicadores de estoques (Região Sudeste – 2020).....	173
Tabela 78 – Indicadores físicos: retirada, uso, retorno e consumo de água (Região Sudeste – 2020)	174
Tabela 79 – Indicadores físicos: famílias (Região Sudeste – 2020).....	175
Tabela 80 – Produto interno bruto (PIB), a preços correntes (mil reais), para o período entre 2017 e 2021.....	179
Tabela 81 – Valor adicionado bruto (VAB): participação setorial por peso regional	181
Tabela 82 – Produto interno bruto (PIB) e valor adicionado bruto (VAB), em mil reais e percentual, por município (2021).....	184
Tabela 83 – Valor das receitas ou rendas obtidas pelos estabelecimentos agropecuários, em mil reais (2017).....	187
Tabela 84 – Pecuária: número de cabeças (2017).....	189
Tabela 85 – Valor da venda de cabeças nos estabelecimentos agropecuários, em mil reais (2017).....	190
Tabela 86 – Valor da produção das lavouras temporárias, em mil reais (2017)	193
Tabela 87 – Valor da venda da aquicultura e rãs e frangos, em mil reais (2017)	195
Tabela 88 – Valor da produção e venda na silvicultura, em mil reais (2017).....	197
Tabela 89 – Valor da produção na extração vegetal, em mil reais (2017)	199
Tabela 90 – Valor da venda de produtos da extração vegetal, em mil reais (2017)	199
Tabela 91 – Valor da produção da horticultura, em mil reais (2017)	201
Tabela 92 – Valor da produção das lavouras permanentes nos estabelecimentos agropecuários com 50 pés e mais existentes, em mil reais (2017)	206
Tabela 93 – Valor da produção da agroindústria rural, em mil reais (2017)	208
Tabela 94 – Valor da venda de produtos de floricultura e/ou plantas ornamentais, em mil reais (2017)	209
Tabela 95 – Valor da venda de produtos da apicultura, ovinocultura, caprinocultura e leite, em mil reais (2017)	211
Tabela 96 – Venda e produção de equinos, bubalinos, bovinos e asininos, em mil reais (2017).....	213

Tabela 97 – Indicadores agregados econômicos-financeiros e administrativos, por município	216
Tabela 98 – Vazões de captação da Situação 1 de Demandas Hídricas	221
Tabela 99 – Vazões de captação da Situação 2 de Demandas Hídricas	221
Tabela 100 – Vazões de captação da Situação 3 de Demandas Hídricas	221
Tabela 101 – Renda gerada em cada setor usuário, valor bruto (2017-2022).....	225
Tabela 102 – índice de inflação corrigido para 2023 – deflator IPCA	225
Tabela 103 – Renda dos setores usuários corrigida pela inflação, a preços de 2023	226
Tabela 104 – Arrecadação por finalidade, pelo Mecanismo de Cobrança A	228
Tabela 105 – Impacto por finalidade, pelo Mecanismo de Cobrança A.....	229
Tabela 106 – Arrecadação por finalidade, pelo Mecanismo de Cobrança B	230
Tabela 107 – Impacto por finalidade, pelo Mecanismo de Cobrança b	231
Tabela 108 – Projeção do impacto por finalidade, pelo mecanismo de cobrança A (situação de demandas 1).....	238
Tabela 109– Projeção do impacto por finalidade, pelo mecanismo de cobrança A (situação de demandas 2).....	240
Tabela 110 – Projeção do impacto por finalidade, pelo mecanismo de cobrança A (situação de demandas 3).....	242
Tabela 111 – Projeção do impacto por finalidade, pelo mecanismo de cobrança B (situação de demandas 1).....	244
Tabela 112 – Projeção do impacto por finalidade, pelo mecanismo de cobrança B (situação de demandas 2).....	246
Tabela 113 – Projeção do impacto por finalidade, pelo mecanismo de cobrança B (situação de demandas 3).....	248
Tabela 114 – Síntese da arrecadação na cobrança pelo uso dos recursos hídricos na RH-VIII (cenário de referência)	253
Tabela 115 – Síntese dos Custos fixos da gestão de recursos hídricos na RH-VIII	253
Tabela 116 – Síntese: Arrecadação e Custos Fixos	254

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Substâncias levadas em conta pelo fator de componente (B) para o lançamento de efluentes no País de Gales	44
Quadro 2 – Matriz comparativa das experiências internacionais na cobrança pelo uso de recursos hídricos (captação)	55
Quadro 3 – Matriz comparativa das experiências internacionais na cobrança pelo uso de recursos hídricos (lançamento)	56
Quadro 4 – Aspectos legais e institucionais relevantes para a cobrança pelo usos de recursos hídricos no Brasil	58
Quadro 5 – Ordem cronológica da implementação da cobrança pelo uso de recursos hídricos em rios estaduais e interestaduais	59
Quadro 6 – Início de implementação da cobrança em bacias hidrográficas interestaduais ..	60
Quadro 7 – Aspectos a serem considerados na cobrança, considerando o tipo de utilização do recurso hídrico	62
Quadro 8 – aspectos gerais da cobrança pelo uso de recursos hídricos nas bacias hidrográficas e estados brasileiros	65
Quadro 9 – Histórico da implementação de cobrança no estado do Rio de Janeiro	81
Quadro 10 – Síntese da cobrança pela transposição da água em bacias hidrográficas	88
Quadro 11 – Histórico síntese das principais legislações da cobrança no âmbito da transposição de bacias hidrográficas, a nível Estadual	88
Quadro 12 – Síntese da cobrança pela captação da água em bacias hidrográficas e estados brasileiros	93
Quadro 13 – Síntese da cobrança pelo consumo da água em bacias hidrográficas e estados brasileiros	93
Quadro 14 – Síntese da cobrança pelo lançamento da água em bacias hidrográficas e estados brasileiros	94
Quadro 15 – A importância da Indústria nas regiões de desenvolvimento fluminenses	136
Quadro 16 – Projeções das áreas irrigadas para RH-VIII	141
Quadro 17 – Síntese das situações de demanda consideradas no estudo de impacto da cobrança	220
Quadro 18 – Cenários de arreação da cobrança pelo uso dos recursos hídricos na RH-VIII	223
Quadro 19 – Síntese metodológica da projeção dos setores usuários para 2028, 2033 e 2043	236
Quadro 20 – Empresas Prestadoras de Serviço de Abastecimento e Saneamento	249
Quadro 21 – Tarifa média praticada de água e esgoto	250

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	22
2	CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO.....	24
3	PANORAMA DA COBRANÇA.....	29
3.1	Experiências internacionais.....	29
3.1.1	França.....	30
3.1.2	Alemanha (Baden-Württemberg).....	36
3.1.3	Inglaterra e País de Gales.....	40
3.1.4	Dinamarca.....	45
3.1.5	Portugal.....	47
3.1.6	Matriz comparativa das experiências internacionais na cobrança pelo uso de recursos hídricos.....	53
3.2	A Cobrança pelo uso de Recursos Hídricos no Brasil.....	58
3.3	Experiências nacionais.....	62
3.3.1	Estado do Ceará.....	67
3.3.2	Bacia Hidrográfica do rio Paraíba do Sul.....	69
3.3.3	Bacia Hidrográfica dos rios Piracicaba, Capivari e Jundiá (PCJ).....	74
3.3.4	Bacia Hidrográfica do rio Doce.....	79
3.3.5	Estado do Rio de Janeiro.....	81
3.3.6	Bacia hidrográfica do rio Macaé e rio das Ostras.....	85
3.3.7	Considerações sobre a cobrança na transposição de bacias.....	88
3.3.8	Matriz comparativa na cobrança pelos usos da água, no âmbito nacional (captação, consumo e lançamento).....	92
4	CARACTERIZAÇÃO DAS DEMANDAS DE CAPTAÇÃO.....	97
4.1	Abastecimento Público.....	98
4.1.1	Quantificação das demandas.....	98
4.1.2	Análise das demandas.....	101
4.2	Aquicultura.....	102
4.2.1	Quantificação das demandas.....	102
4.2.2	Análise das demandas.....	104
4.3	Indústria.....	105
4.3.1	Quantificação das demandas.....	105
4.3.2	Análise das demandas.....	107
4.4	Irrigação.....	107
4.4.1	Quantificação das demandas.....	108
4.4.2	Análise das demandas.....	110
4.5	Termoelétrica.....	111
4.5.1	Quantificação das demandas.....	111
4.5.2	Análise das demandas.....	111
4.6	Síntese dos resultados.....	112
5	CARACTERIZAÇÃO DAS DEMANDAS DE LANÇAMENTO.....	114
5.1	Esgotamento Sanitário.....	115
5.1.1	Quantificação das cargas orgânicas.....	115
5.1.2	Análise das demandas.....	116

5.2	Indústria	117
5.2.1	Quantificação das cargas orgânicas.....	117
5.2.2	Análise das demandas.....	118
5.3	Termoelétrica.....	119
5.3.1	Quantificação das cargas orgânicas.....	119
5.3.2	Análise das demandas.....	120
6	EVOLUÇÃO E PERSPECTIVAS DAS DEMANDAS	121
6.1	Abastecimento Público	121
6.2	Aquicultura	133
6.3	Indústria	135
6.4	Irrigação.....	140
6.5	Termoelétrica.....	142
7	DISPONIBILIDADE HÍDRICA.....	145
7.1	Fontes de informações.....	145
7.1.1	PRH Macaé/Ostras (CBH Macaé Ostras, 2014)	145
7.1.2	Estudo de disponibilidade hídrica superficial (ANA, 2020a)	147
7.1.3	Rede de monitoramento	149
7.2	Análise da sazonalidade.....	156
7.3	Impactos das mudanças climáticas.....	158
8	CARACTERIZAÇÃO GERAL DA ATIVIDADE ECONÔMICA	162
8.1	Contas Econômicas Ambientais da Água(CEAA).....	162
8.2	Produto Interno Bruto (PIB) e Valor Adicionado Bruto (VAB).....	179
8.3	Receitas do Estabelecimento Agropecuário e Outras Rendas do Produtor Agropecuário.....	185
8.4	Setor Agropecuário – Pecuária	188
8.5	Agropecuária: Lavouras Temporárias	191
8.6	Aquicultura	194
8.7	Silvicultura	196
8.8	Produção e Venda na Extração vegetal.....	198
8.9	Horticultura	199
8.10	Lavouras Permanentes	204
8.11	Agroindústria	207
8.12	Floricultura e Plantas Ornamentais	209
8.13	Apicultura, Ovinocultura, Caprinocultura, Leite e Ovos	210
8.14	Equinos, Bubalinos, Bovinos, Asininos e Leite	212
8.15	Indicadores Agregados econômico-financeiros e administrativos do Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento	214
8.16	Termoelétrica.....	217
9	ESTUDO DE IMPACTO DO VALOR COBRADO PELO USO DOS RECURSOS HÍDRICOS	220
9.1	Estruturação dos cenários de arrecadação.....	220
9.1.1	Mecanismos de cobrança.....	220
9.1.2	Demandas hídricas	220
9.1.3	Preço Público Unitário.....	222

9.1.4	Cenários de arrecadação	222
9.2	Renda dos Setores Usuários	223
9.3	Impacto dos valores praticados na cobrança sobre os diferentes Segmentos de Usuários.....	227
9.4	Considerações sobre o Impacto nos Setores Usuários.....	232
9.5	Perspectivas de Impactos futuros	233
9.5.1	Projeção da Arrecadação da Cobrança pelo uso dos Recursos Hídricos na RH-VIII	234
9.5.2	Projeção da Renda dos Setores	235
9.5.3	Impactos futuros.....	236
9.5.4	Impactos: Abastecimento Público.....	249
10	CUSTOS FIXOS PREVISTOS.....	251
10.1	Entidade Delegatária.....	251
10.2	Plano de Recursos Hídricos	252
10.3	Transposição do Rio Macabu	252
10.4	Análise de arrecadação mínima	253
11	CONSIDERAÇÕES FINAIS E RECOMENDAÇÕES	256
11.1	Aprimoramento da cobrança pelo lançamento de poluentes	256
11.2	Abatimento na cobrança relacionado a boas práticas	257
11.3	Escalonamento do PPU	257
11.4	Mudança de metodologia	258
11.5	Revisão dos Usos Insignificantes	258
11.6	Análise da Renda dos Setores	259
	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	260
	APÊNDICE A: METODOLOGIAS DE CÁLCULO DA DEMANDA HÍDRICA	274
	Cadastro de Outorgas	274
	Manual de Usos Consuntivos da Água no Brasil	277
	Atlas Águas – Segurança Hídrica do Abastecimento Urbano	284
	Atlas Esgotos: Despoluição de Bacias Hidrográficas	285
	Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento	287
	Estimativa da carga pela tipologia industrial.....	289
	Plano Estadual de Recursos Hídricos do Rio de Janeiro.....	291
	APÊNDICE B: MEMÓRIAS DE CÁLCULO DAS SIMULAÇÕES DE ARRECADAÇÃO.....	293
	APÊNDICE C: MEMÓRIAS DE CÁLCULO DAS SIMULAÇÕES DE ARRECADAÇÃO FUTURA	294

LISTA DE SIGLAS

- ABHA – Associação Multissetorial de Usuários de Bacias Hidrográficas
- AbwAG – *Abwasserabgabengesetz* (Lei de águas residuais)
- ACC – Aerocondensador
- AD-RIO Agência de Desenvolvimento do estado do Rio de Janeiro
- Agenera – Agência Reguladora de Energia e Saneamento Básico do Estado do Rio de Janeiro
- 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
- AOX – Compostos orgânicos halógenos
- APA – Agência Portuguesa do Ambiente
- ARH – Administração de Região Hidrográfica
- BD-RIO – Banco de Desenvolvimento do estado do Rio de Janeiro
- BHE – Bacias Hidrográficas Estaduais
- BHO5k – Base Hidrográfica Ottocodificada 2017 5k
- CBH – Comitê de Bacia Hidrográfica
- CBH Macaé Ostras – Comitê de Bacia Hidrográfica dos rios Macaé e das Ostras
- CBHBPSI – Comitê de Bacia Hidrográfica do Baixo Paraíba do Sul e Itabapoana
- CBH-BPSI – Comitê de Bacia Hidrográfica do Baixo Paraíba do Sul e Itabapoana
- CBH-Doce – Comitê da Bacia Hidrográfica do Rio Doce
- CBH-MPS – Comitê de Bacias Médio Paraíba do Sul
- CBH-R2R – Comitê da Bacia Hidrográfica rio Dois Rios
- CBHS-PS – Comitês Afluentes da Bacia Hidrográfica do rio Paraíba do Sul
- CECA – Comissão Estadual de Controle Ambiental
- Cedae – Companhia Estadual de Águas e Esgotos
- Ceivap – Comitê da Bacia Hidrográfica Interestadual do Rio Paraíba do Sul
- CEMPRE – Cadastro Central de Empresas
- CERHI-RJ – Conselho Estadual de Recursos Hídricos do Rio de Janeiro
- CILSJ – Consórcio Intermunicipal Lagos São João
- CNAE – Classificação Nacional de Atividades Econômicas
- CNRH – Conselho Nacional de Recursos Hídricos

Cogerh – Companhia de Gestão de Recursos Hídricos
Conama – Conselho Nacional de Meio Ambiente
Conema – Conselho Estadual de Meio Ambiente
CONERH/CE – Conselho Estadual de Recursos Hídricos do Ceará
CTIG – Câmara Técnica de Instrumentos de Gestão
DBO – Demanda Bioquímica de Oxigênio
DCP – Declaração de Carga Poluidora
Defra – Departamento do Ambiente, Alimentação e Assuntos Rurais
Dirlam – Diretoria de Licenciamento Ambiental
DQA – Diretiva Quadro da Água
DQO – Demanda Química de Oxigênio
EA – *Environmental Agency* (Agência Ambiental)
EIUC – *Environmental Improvement Unit Charge* (Taxa Unitária de Melhoria Ambiental)
Emas – *Eco-Management and Audit Scheme* (Esquema de Ecogestão e Auditoria)
EPMS – Empresa Municipal de Saneamento
EQ – Equivalente Populacional
ERA – Acompanhamento de Efluentes Líquidos
ERJ – Estado do Rio de Janeiro
ETE – Estação de Tratamento de Esgoto
Fiperj – Fundação Instituto de Pesca do Estado do Rio de Janeiro
Firjan – Federação das Indústrias do Estado do Rio de Janeiro
FUNDES – Fundo de Desenvolvimento do estado do Rio de Janeiro
Fundrhi – Fundo Estadual de Recursos Hídricos do Estado do Rio de Janeiro
GT – Grupo de Trabalho
Ibama - Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis
IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
ICMS – Imposto sobre Circulação de Mercadorias
Iema – Instituto de Energia e Meio Ambiente
Igam – Instituto Mineiro de Gestão das Águas
Inea – Instituto Estadual do Ambiente
Ipd – Índice de Perdas na Distribuição

Ipea - Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada
LAT - Licenças Ambientais Temporárias
Lema - *Loi sur l'eau et les milieux aquatiques* (Lei das águas e ambientes aquáticos)
NRW - *Natural Resources Wales* (Recursos Naturais de Wales)
OECD - Organization for Economic Co-operation and Development
PAP - Plano de Aplicação Plurianual
PCH - Pequena Central Hidrelétrica
PCIP - Prevenção e controle integrados de poluição
PCJ - Piracicaba, Capivari e Jundiá
Perhi - Plano Estadual de Recursos Hídricos
PERHI/RJ - Plano de Estadual de Recursos Hídricos do Rio de Janeiro
pH - Potencial hidrogeniônico
Pisf - Projeto de Integração do São Francisco
PL - Projeto de Lei
PMCM - Prefeitura Municipal de Conceição de Macabu
PMRO - Prefeitura Municipal de Conceição de Macabu
PNRH - Política Nacional de Recursos Hídricos
POA - Plano de Execução Orçamentária Anual
PPU - Preço Público Unitário
PRH - Plano de Recursos Hídricos
PRH Macaé/Ostras - Plano de Recursos Hídricos da Região Hidrográfica Macaé/Ostras
PSA - Pagamento por Serviços Ambientais
PUB - Preço Unitário Básico
RH - Região Hidrográfica
SAAE-RO - Sistema Autônomo de Água e Esgoto de Rio das Ostras
Sage - *Schéma d'Aménagement et de Gestion des Eaux* (Esquema de Ordenamento e Gestão das Águas)
SDAGE - *Schéma Directeur D'aménagement et de Gestion des Eaux* (Plano Diretor de Ordenamento e Gestão das Águas)
Seas - Secretaria de Estado do Ambiente e Sustentabilidade
SERLA - Superintendência Estadual de Rios e Lagoas

Silicam – Sistema de Licenciamento e demais procedimentos de Controle Ambiental

SISLAM – Sistema de Licenciamento Ambiental Municipal

SNIRH – Sistema Nacional de Informações sobre Recursos Hídricos

SNIS – Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento

SUC – *Standard Unit Charge* (Taxa unitária padrão)

TAR – Tarifa Atualizada de Referência

TRH – Taxa de Recursos Hídricos

UC – Unidade de Conservação

UGB – *Unité de Gros Bétail* (Unidade de Grande Pecuária)

UHE – Usina hidrelétrica

ZRE – *Zones de Répartition des Eaux* (Zonas de distribuição de água)

1 INTRODUÇÃO

A escassez de água, tanto em quantidade quanto em qualidade, resultou em sua valorização econômica, levando à adoção de uma nova abordagem em sua gestão. Esse novo paradigma inclui a introdução de instrumentos regulatórios e econômicos, como a cobrança pelo uso de recursos hídricos.

A Cobrança pelo uso de recursos hídricos, um instrumento da Política Nacional de Recursos Hídricos estabelecido pela Lei Federal nº 9.433/1997, visa proporcionar aos usuários uma avaliação do valor real da água, fomentar o uso responsável deste recurso e arrecadar recursos financeiros para a recuperação das bacias hidrográficas. Não se tratando de um imposto, mas sim de uma contraprestação pelo uso de um bem público, seu valor é determinado com a participação dos usuários, da sociedade civil e das autoridades públicas nos Comitês de Bacias Hidrográficas (CBHs).

No Estado do Rio de Janeiro (ERJ) e, conseqüentemente, na RH-VIII, a cobrança pelo uso de recursos hídricos foi implementada em 2004 por meio da Lei Estadual nº 4.247/2003. A operacionalização é realizada pelo Instituto Estadual do Ambiente (Inea), responsável pela gestão dos recursos do Fundo Estadual de Recursos Hídricos (Fundrhi). Os recursos arrecadados são repassados à entidade delegatária, o Consórcio Intermunicipal Lagos de São João (CILSJ), que é responsável pelo gerenciamento financeiro destes recursos, realizando o desembolso dos recursos nas ações previstas no Plano de Recursos Hídricos da Região Hidrográfica Macaé/Ostras (PRH Macaé/Ostras) e conforme as diretrizes estabelecidas no plano de aplicação, aprovados pelo CBH Macaé Ostras.

Os usos outorgáveis, como captações superficiais e subterrâneas, lançamento de efluentes, aproveitamentos hidrelétricos, e quaisquer outros que possam afetar tanto a quantidade quanto a qualidade da água de um corpo hídrico, estão sujeitos à cobrança.

A Lei Estadual nº 4.247/2003 estabelece, em seus artigos 19 e 20, os mecanismos de cobrança para o Estado. No entanto, tais mecanismos possuem um caráter transitório, sendo aplicados enquanto os comitês não definem critérios específicos para sua área de atuação. Na Região Hidrográfica VIII (RH-VIII), a cobrança foi implementada em 2007 e atualmente são cobradas as finalidades de uso: abastecimento¹, aquicultura, criação animal, indústria, irrigação e outros.

¹ No TR está sendo utilizado a nomenclatura de abastecimento, porém nesse estudo, conforme determinado pela ANA será utilizado abastecimento público. Informação disponível em: <https://www.gov.br/ana/pt-br/assuntos/gestao-das-aguas/usos-da-agua> Acesso: mar. de 2024.

O *Estudo de Impacto dos valores praticados na Cobrança sobre os diferentes segmentos de usuário* tem como objetivo analisar os impactos que a cobrança pode causar aos usuários de água na RH-VIII. A partir das lições aprendidas tanto em âmbito internacional quanto nacional no que diz respeito à gestão dos recursos hídricos e à implementação de mecanismos de cobrança, espera-se subsidiar a discussão do Comitê de Bacia Hidrográfica dos rios Macaé e das Ostras (CBH Macaé Ostras), sobre os mecanismos adotados e valores cobrados.

2 CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

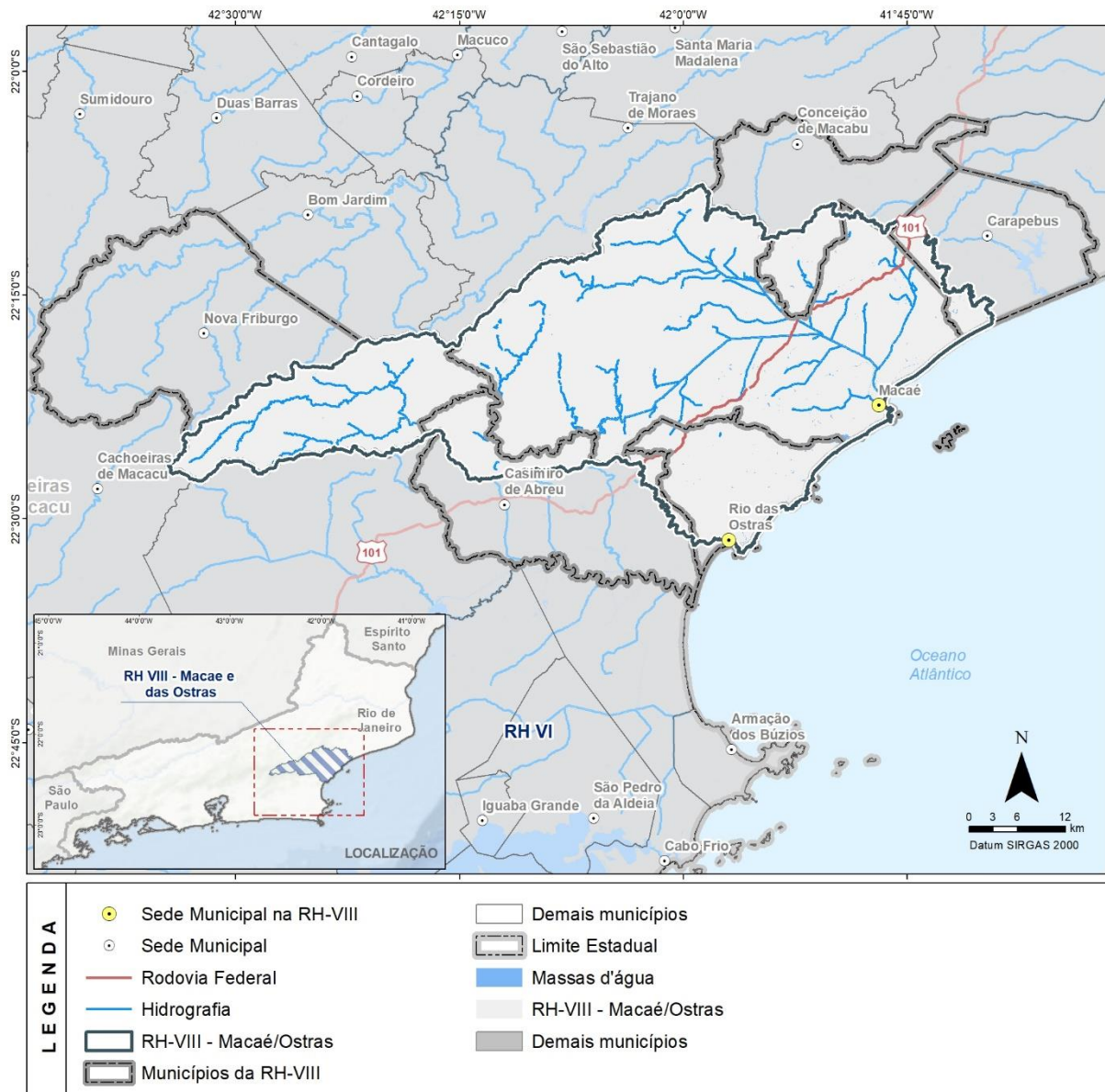
De acordo com a Resolução CERHI-RJ nº 107/2013, o Estado do Rio de Janeiro é dividido em nove Regiões Hidrográficas (RH) visando aprimorar a gestão dos recursos hídricos. A Bacia Hidrográfica dos rios Macaé e das Ostras está situada na porção costeira central do ERJ, sendo identificada como RH-VIII. Esta região compreende uma área total de 1.978 km², o que representa 5% do território estadual, e inclui os municípios parcialmente abrangidos de Carapebus, Casimiro de Abreu, Conceição de Macabu, Macaé, Nova Friburgo e Rio das Ostras (Figura 1). O Detalhamento das áreas dos municípios dentro da RH-VIII é fornecido na Tabela 1, na qual consta a área total de cada município, a área específica inserida na RH e o respectivo percentual correspondente.

TABELA 1 - MUNICÍPIOS QUE COMPÕE A RH-VIII (ÁREA TOTAL E ÁREA INSERIDA)

Municípios	Área total do município	Área do município inserido na RH	Percentual do município inserido na RH
	(km ²)		(%)
Carapebus	304,93	45,62	14,96
Casimiro de Abreu	462,86	110,25	23,82
Conceição de Macabu	954,62	73,51	7,70
Macaé	1.216,79	1.212,40	99,64
Nova Friburgo	935,39	336,04	35,93
Rio das Ostras	228,07	219,12	96,07

Fonte: Adaptado IBGE (2010) e Seas (2018).

FIGURA 1 - LOCALIZAÇÃO DA RH-VIII.



Fonte: Adaptado IBGE e Seas (2018).

A RH-VIII corresponde às bacias hidrográficas dos rios Macaé (1.765 km²), das Ostras (157 km²), da Lagoa de Imboassica (56 km²) e de pequenos córregos e lagoas litorâneas, como as lagoas Iriri (0,12 km²), Salgada (0,14 km²) e Itapebussus (0,10 km²), e córregos que desaguam direto no litoral (CBH Macaé Ostras, s.d.). Ela é limitada ao Sul com a bacia do rio São João, ao Norte com a bacia do Rio Macabu, a oeste com as bacias dos rios Macacu e Bengala, e a Leste com o Oceano atlântico (CBH Macaé Ostras, s.d.)

No tocante a distribuição das populações presentes na região da RH-VIII, conforme apresentado na Tabela 2, nota-se que o município de Macaé é o mais representativo na RH, seguido por Rio das Ostras. No total, a população contabilizada na RH-VIII ultrapassou 280 mil

habitantes em 2010, de acordo com o censo realizado pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2010). Além disso, as projeções demográficas indicam que, em 2022, a população presente na RH-XVIII atingiu aproximadamente 364 mil habitantes, conforme indicado na Tabela 2.

TABELA 2 – POPULAÇÕES PRESENTES NOS MUNICÍPIOS QUE COMPÕEM A RH-VIII, PARA OS ANOS DE 2010 E 2022, E A PROPORÇÃO DO MUNICÍPIO INCLUÍDA NA RH-VIII

Município	População na RH-VIII (IBGE, 2010) *	Estimativa da População na RH-VIII (IBGE, 2022) **	Percentual do Município inserido na RH
Carapebus	373	387	15%
Casimiro de Abreu	889	1.159	24%
Conceição de Macabu	361	360	22%
Macaé	205.855	245.327	100%
Nova Friburgo	7.070	7.377	36%
Rio das Ostras	74.002	109.502	96%
Total	288.550	364.112	-

Notas: *Recorte populacional considerando os setores censitários.

** População total informada no censo 2022, considerando o percentual do município inserido na RH-VIII para recorte, uma vez que o censo de 2022 ainda não publicou a população por setor censitário.

Fonte: IBGE (2010, 2022).

Segundo o relatório sobre as atividades turísticas dos municípios do Mapa do Turismo Brasileiro (MTur, 2023) e o Atlas Geográfico Municipal de Conceição de Macabu (Conceição; Kuperman, 2018), as principais atividades econômicas da região incluem agropecuária, comércio, serviços, indústria de base e turismo. Dentro da indústria de base, a atividade petrolífera se destaca na região, representando uma distribuição de *royalties* do petróleo que corresponde, em média, a 57,3% do orçamento dos municípios da RH-VIII, sendo que Nova Friburgo e Conceição de Macabu fazem parte de um grupo de municípios que recebem uma porção menor desses pagamentos (Ipea, 2015). Esse destaque na produção de petróleo rendeu ao município de Macaé o título de Capital do Petróleo no estado do Rio de Janeiro, conforme estabelecido pela Lei Estadual nº 6.081/2011.

Durante os anos de 2014 a 2018, a região enfrentou sua mais severa crise econômica em quatro décadas desde o início da produção local. A queda no preço do barril de petróleo e a consequente redução na arrecadação de *royalties* a partir de meados de 2014 foram fatores determinantes para a desaceleração das atividades petrolíferas na área. Adicionalmente, a crise política e econômica nacional, os desdobramentos da operação Lava Jato e os problemas enfrentados pela Petrobras contribuíram para a crise econômica que exigiu uma reestruturação das atividades locais (Macaé, s.d.).

Na busca por uma recuperação econômica, a região, reconhecida como a Capital do Petróleo, em 2023 emergiu como um polo nacional de produção de energia a partir do gás processado. Conforme destacado pelo Instituto Internacional Arayara de Educação para a Sustentabilidade (2022), Macaé atualmente abriga duas Usinas Termoelétricas em operação e uma em fase de pré-operação, com a previsão de construção de mais 10 na região.

O arranjo das atividades econômicas na RH-VIII tem um impacto direto na demanda por água na região. A demanda por águas superficiais é predominantemente requerida pelas termoelétricas e pelo abastecimento público, sendo estas finalidades também responsáveis pelos maiores volumes de lançamento de efluentes, sendo termoelétrica e esgotamento sanitário responsáveis por 82% dos volumes lançados. Já os recursos hídricos subterrâneos são essenciais principalmente para o consumo humano², além de outros usos e para a indústria (Inea, 2024).

Em relação à disponibilidade hídrica na RH-VIII, avaliada pela vazão mínima de referência adotada no ERJ, a Q_{95} ³ (Tabela 3), observa-se que a bacia do rio Macaé apresenta uma maior disponibilidade hídrica em comparação com as bacias dos rios Imboassica e das Ostras.

TABELA 3 – DISPONIBILIDADE HÍDRICA NA RH-VIII ($Q_{95\%}$)

Bacia	Sub-bacia	Área (km ²)	Q_{95} (m ³ /s)
Rio Macaé	Alto Macaé	208,80	3,40
	Rio Sana	110,60	0,62
	Rio São Pedro	477,68	2,32
	Médio Macaé - total	577,87	5,87
	Médio Macaé - incremental	259,00	1,85
	Baixo Macaé - total	1.713,56	11,39
	Baixo Macaé - incremental	658,01	3,20
Rio Imboassica	Rio Imboassica	58,12	0,11
Rio das Ostras	Rio das Ostras	1.71,17	0,96
Total		4.063,64	29,72

Fonte: Adaptado de CBH Macaé Ostras (2014).

A disponibilidade hídrica na RH é diretamente afetada pela transposição da bacia hidrográfica do rio Macabu para o rio Macaé. Conforme destacado por Prado et al. (2004), essa transposição resulta em uma significativa redução da vazão do rio Macabu próximo à sua foz,

² A finalidade de consumo humano refere-se apenas as captações individuais para fins domésticos. Enquanto o "abastecimento público" são os usos outorgados pelas concessionárias de saneamento básico que fornecem água à população.

³ Vazão igualada ou superada em 95% do tempo.

uma vez que, em determinados períodos do ano, não há água suficiente no reservatório para verter pela tomada d'água. A barragem do rio Macabu foi construída entre 1939 e 1952 com o propósito de transpor as águas para a geração de energia elétrica na região serrana de Macaé. Com cerca de 100 metros de extensão e 40 metros de altura, forma um grande espelho d'água artificial (Freitas, 2014).

Nesse contexto, o Plano de Recursos Hídricos da Região Hidrográfica Macaé e das Ostras (PRH-Macaé/Ostras) (CBH Macaé Ostras, 2014) avaliou a disponibilidade considerando a transposição (Tabela 4).

TABELA 4 - DISPONIBILIDADE HÍDRICA NAS SUB-BACIAS AFETADAS PELA TRANSPOSIÇÃO (Q₉₅%)

Bacia	Sub-bacia	Área (km ²)	Q ₉₅ (m ³ /s)
Rio Macaé	Rio São Pedro	477,68	7,68
	Baixo Macaé - total	1.713,56	16,80
	Baixo Macaé - incremental	658,01	3,20

Fonte: Adaptado de CBH Macaé Ostras (2014).

A obra de transposição promoveu um aumento na vazão Q₉₅ na bacia do rio Macaé. No entanto, como mencionado anteriormente, essa intervenção acarretou consequências negativas para a disponibilidade hídrica na região do entorno do rio Macabu, a jusante do barramento. Uma dessas consequências é a falta de água suficiente no reservatório para verter pela tomada d'água durante grande parte do ano. Além disso, o rio só volta a fluir naturalmente cerca de 5km após a represa, o que prejudica a disponibilidade hídrica para a população a jusante (Oliveira *et al.*, 2014).

Conforme o levantamento realizado por Oliveira *et al.* (2014), esses são indicativos de que a transposição teve mais impactos ambientais e econômicos negativos do que positivos na Bacia Hidrográfica do Rio Macabu.

Ademais, merecem destaque algumas situações relacionadas ao balanço hídrico. O PRH Macaé/Ostras identificou o comprometimento da disponibilidade nas áreas próximas aos distritos de São Pedro da Serra e Lumiar, no afluente da margem direita do rio Macaé (localizado no Município de Casimiro de Abreu), no trecho do rio Macaé anterior à confluência com o rio São Pedro (Severina), no afluente da margem esquerda do rio das Ostras e no rio Imboassica. Menciona-se também outros trechos sujeitos a alerta, os quais podem ser resolvidos por meio de um gerenciamento mais eficiente.

3 PANORAMA DA COBRANÇA

O panorama da Cobrança descreve experiências na aplicação de mecanismos de cobrança pelo uso de recursos hídricos, tanto em âmbito internacional quanto nacional. Esta análise abordou os arranjos institucionais adotados, a modalidade de cobrança, estrutura dos valores e indexadores, subsídios setoriais e metodologias definidas para a cobrança. Além disso, aborda a temática quanto à cobrança em águas transpostas entre bacias, incluindo as metodologias aplicadas e outros procedimentos implementados. Uma análise síntese e comparativa é apresentada para as experiências internacionais e nacionais, de modo a atuar como um sumário dos temas pormenorizados nas seções, e facilitar a comparação de como cada metodologia aborda os aspectos avaliados.

Para isso, iniciou-se com a análise dos documentos oficiais (leis, decretos, resoluções e deliberações) que instituíram a cobrança em diferentes instâncias - internacionalmente, em termos de estados ou países, e nacionalmente, em termos de estados, bacias hidrográficas interestaduais e bacias hidrográficas estaduais. Além da legislação, foram avaliados estudos realizados por instituições envolvidas no gerenciamento de recursos hídricos, como ANA, entidades delegatárias, agências de bacias e entidades estaduais, como Inea e Agevap, e entidades internacionais como o estado alemão de *Baden-Württemberg*, a *Environmental Agency* (EA) da Inglaterra, e as divisões das bacias francesas, além de dados históricos e de arrecadação. Adicionalmente, artigos científicos relacionados ao tema complementaram as análises.

Ademais, conduziu-se uma breve retrospectiva da implementação da cobrança pelo uso da água na RH-VIII, descrevendo a funcionalidade do mecanismo atual, de modo a identificar pontos que possam auxiliar no progresso da implementação. Os dados utilizados para essa análise incluíram os relatórios de cobrança e arrecadação disponíveis no site do CBH Macaé Ostras, iniciados em 2019, assim como dados de prestação de contas do Fundrhi, que detalham a arrecadação por região hidrográfica do estado.

O estado da arte, no que diz respeito ao instrumento de cobrança, apresentado neste capítulo, oferece subsídios para as análises subsequentes e o aprimoramento da cobrança pelo uso dos recursos hídricos na RH-VIII.

3.1 EXPERIÊNCIAS INTERNACIONAIS

Neste tópico são apresentadas as experiências internacionais na cobrança pelo uso da água, especificamente sobre a França, Alemanha (o caso do estado de Baden-Württemberg), Inglaterra e País de Gales, na Dinamarca e Portugal. O estudo identificou aspectos relevantes à comparação das experiências internacionais com a implementação do instrumento de Cobrança

no Brasil, sendo avaliados: usos e finalidades cobradas, existência de subsídios setoriais, entidades envolvidas no gerenciamento financeiro dos recursos, fontes de aplicação dos recursos arrecadados.

Uma vez que a Política Nacional de Recursos Hídricos foi baseada na legislação francesa, denominada “Grande Lei das Águas”, implementada em 1964 e, conseqüentemente, os modelos de gestão apresentam grande similaridade, a experiência francesa foi abordada com um detalhamento mais aprofundado. Em relação aos mecanismos da cobrança pelo uso da água na Dinamarca, a pesquisa bibliográfica limitou-se aos artigos e demais publicações existentes na língua inglesa. Para fins de comparação, buscou-se sintetizar as informações descritas nessa seção em matrizes, as quais são apresentadas ao fim da seção.

3.1.1 França

Na França, a Lei sobre água e ambientes aquáticos, *Loi sur l'eau et les milieux aquatiques* (Lema), de 2006, alterou e adaptou diversas leis e códigos ambientais do país para atender os objetivos da Diretiva Quadro da Água (DQA) lançada pela União Europeia. A cobrança pelo uso da água, em francês “*redevances*”, também foi diretamente afetada por essa lei, que estabeleceu seis tipos de cobrança: pela captação de água, pelo lançamento de efluentes (doméstico e não doméstico), para a modernização das redes de coleta de esgoto, pela poluição difusa, pelo armazenamento de água em períodos de estiagem e para a proteção dos ecossistemas aquáticos. A lei L213-10-11, que instituía as cobranças por obstáculos dos cursos d'água, foi extinta em 2019, devido à complexidade do sistema, aos métodos de cobrança e ao baixíssimo rendimento da referida taxa, conforme afirmado pelo relator do orçamento geral, Joël Giraud (Giraud, 2018). As agências de bacia francesas, que totalizam seis, possuem independência para estabelecer os preços públicos unitários a serem praticados, conforme a realidade de cada localidade (bacia hidrográfica).

A principal ferramenta de gestão da quantidade de água é a cobrança pela captação, na qual o valor cobrado é proporcional ao volume captado. Essa quantia é influenciada pela finalidade de uso da água e pela localização geográfica do ponto de captação (OIEAU, 2018). Cada uma das seis agências de bacia define as Zonas de Distribuição de Água, *Zones de répartition des eaux* (ZRE), na bacia hidrográfica. As ZREs são compostas por bacias, sub-bacias, sistemas aquíferos ou frações destes, caracterizadas por uma escassez de recursos em comparação com as demandas. Dentro dessas zonas, os limites de autorização e declaração para a captação de águas superficiais e subterrâneas são reduzidos (França, 2018). Nas ZREs, os preços unitários (categoria 2) são mais elevados do que nas demais regiões (categoria 1) devido à maior sensibilidade hídrica da área, conforme estipulado pelo artigo R211-71 do

Código Ambiental, publicado em 23 de março de 2007. O ponto de captação pode estar dentro das ZREs, resultando na aplicação dos preços unitários da categoria 2. Caso contrário, os preços unitários da categoria 1 são aplicados.

De acordo com o Artigo L213-10-9 do Código Ambiental, cuja última atualização foi em 2016, a determinação dos preços unitários leva em consideração os objetivos delineados pelo Plano Diretor de Região Hidrográfica, *Schéma Directeur D'aménagement et de Gestion des Eaux* (SDAGE), e o Plano de Bacia, *Schéma d'Aménagement et de Gestion des Eaux* (SAGE). Estes planos definem o programa de intervenção e as ajudas financeiras a serem aplicadas na bacia, utilizando os recursos provenientes da cobrança pelo uso da água.

Como mencionado anteriormente, cada agência de bacia tem autonomia para definir os preços públicos considerados apropriados para cada finalidade da água captada. No entanto, o Artigo L213-10-9 do Código Ambiental estabelece limites para os Preços Públicos Unitários (PPUs) em centavos de euro por metro cúbico (c€/m³), conforme detalhado na Tabela 5.

TABELA 5 - VALORES LIMITES DO PPU PARA CAPTAÇÃO ESTABELECIDOS PELO CÓDIGO AMBIENTAL FRANCÊS

Usos	Categoria 1 (c€/m ³)	Categoria 2 (c€/m ³)
Irrigação (exceto irrigação por gravidade)	3,6	7,2
Irrigação por gravidade	0,5	1
Abastecimento de água potável	7,2	14,4
Resfriamento industrial levando a restituição superior a 99%	0,5	1
Fonte de alimentação de canais	0,03	0,06
Outros usos econômicos	5,4	10,8

Fonte: *Code de l'environnement (Article L213-10-9)*.

As agências de água estabelecem os limites de volume para isenção da taxa. Esses valores não podem ultrapassar 10.000 m³/ano para retiradas de recursos da categoria 1, e 7.000 m³/ano para retiradas de recursos da categoria 2, conforme estipulado na Lei L213-10-9.

O valor a ser cobrado é determinado pelo volume anual de água captado e pelo preço público estabelecido para o setor de uso, sem a utilização de coeficientes ($k = 1$). Todavia, em alguns usos, a base de cálculo difere, como na captação para fins hidrelétricos, cujo cálculo é especificado no Artigo L213-10-9 do Código Ambiental, e pode ser expresso pela seguinte equação:

$$\text{Valor cobrado} = V \cdot H \cdot \text{PPU} \cdot k \quad (1)$$

Em que: V – Volume de água turbinada por ano; H – Altura total de queda bruta de instalação; PPU – Preço público unitário praticado pelo setor; k – coeficiente de multiplicação, que para usinas hidrelétricas que não operam a fio d'água deve ser 1,5.

Conforme o Artigo L213-10-9 e OIEAU (2018), o volume considerado no cálculo da cobrança deve ser acompanhado por um sistema de medição. Na ausência desse sistema, serão aplicados coeficientes padrão específicos para cada atividade, determinados com base em campanhas gerais de medição ou em estudos fundamentados em amostras representativas. Esses valores tendem a ser desfavoráveis ao usuário, com o objetivo de incentivar a instalação de um sistema de medição.

Até 2007, a cobrança pela captação de água incluía um parâmetro relacionado ao consumo, calculado a partir de coeficientes padronizados para as finalidades de uso. Por exemplo, para abastecimento público, considerava-se que o consumo correspondia a 35% do volume captado. Entretanto, a Lema, em 2006, retirou esse parâmetro, e desde então, não há uma metodologia estabelecida em lei para a estimativa de consumo (Almeida, 2018; OIEAU, 2018).

A cobrança pelo lançamento de efluentes é especialmente direcionada aos usuários industriais que realizam o despejo de efluentes contendo pelo menos um dos elementos poluentes mencionados no Artigo L213-10-2 do Código Ambiental Francês, atualizado pela última vez em 2021.

No período de 1969 a 2007, a cobrança era baseada na quantidade de poluição gerada durante um dia comum no mês de descarga máxima (OIEAU, 2018). Contudo, após as alterações estabelecidas pela Lema, passou a ser proporcional à quantidade anual de poluição lançada nos corpos d'água. Isso equivale a doze vezes a média mensal da poluição média e da poluição mensal máxima lançada, conforme expresso na seguinte fórmula, que leva em consideração a sazonalidade dos lançamentos.

$$\text{Valor cobrado} = PPU \cdot \frac{12 \cdot (k' + k_{max})}{2} \quad (2)$$

na qual:

$$k' = \sum_{i=jan}^{dez} \frac{k_i}{12}$$

Em que: k' – média anual da carga média mensal lançada; k_i – carga média mensal lançada; k_{max} – valor máximo das cargas médias mensais lançadas do ano; PPU – preço público unitário praticado para determinada carga.

A determinação da poluição utilizada no cálculo da cobrança resulta do monitoramento das emissões, exceto em situações em que o nível teórico de poluição proveniente da atividade é insignificante ou quando a monitorização é tecnicamente inviável. Nestes cenários, a cobrança é estabelecida com base na diferença entre o nível teórico de poluição gerado pelo setor industrial e o nível teórico de poluição tratado pelos sistemas de tratamento existentes. Os parâmetros relevantes estão especificados na Tabela 6, incluindo os preços unitários e a quantidade limite que torna obrigatória a medição da poluição lançada.

TABELA 6 – PARÂMETROS CONSTITUTIVOS DA COBRANÇA PELO LANÇAMENTO DE EFLUENTES INDUSTRIAIS NA FRANÇA

Poluente	Tarifa (€/unidade)	Limite inferior de carga para aplicação da cobrança
Sólidos suspensos (por kg)	0,3	5.200kg
Demanda química de oxigênio (por kg)	0,2	9.900kg
Demanda bioquímica de oxigênio em cinco dias (por kg)	0,4	4.400kg
Nitrogênio reduzido (por kg)	0,7	880kg
Nitrogênio oxidado, nitritos e nitratos (por kg)	0,3	880kg
Fósforo total, orgânico ou mineral (por kg)	2	220kg
Metox (por kg)	3,6	200kg
Metox liberado em corpos d'água subterrâneos (por kg)	6	200kg
Produtos fortemente tóxicos (por kiloequitox*)	18	50 kiloequitox
Produtos fortemente tóxicos em águas subterrâneas (por kiloequitox)	30	50 kiloequitox
Compostos halogenados adsorvíveis em carvão ativado (por kg)	13	50kg
Compostos halogenados adsorvíveis em carvão ativado lançados em água subterrânea (por kg)	20	50kg
Substâncias perigosas para o ambiente libertadas em massas de água superficiais (por kg)	10	9kg
Substâncias perigosas para o ambiente libertadas em massas de água subterrâneas (por kg)	16,6	9kg
Sais dissolvidos (m ³ [siemens/centímetro])	0,15	2.000 m ³ *S/cm
Calor lançado no mar, exceto no inverno (por energia megatérmica)	8,5	100 meses
Calor lançado no rio, exceto no inverno (por energia megatérmica)	85	10 meses

Nota: 1 thermie ≈ 4,1868 megajoules.

*Kiloequitox é a medida de poluentes da água, mineral ou orgânico, com toxicidade suficiente para inibir o desenvolvimento e/ou atividade de organismos aquáticos

Fonte: Code de l'environnement – Article L213-10-2 (2021).

O valor cobrado anualmente pelo lançamento de cargas sofre um aumento considerável devido ao valor médio máximo mensal de poluição, incentivando os usuários a reduzirem seus lançamentos. Além disso, o cálculo do valor cobrado é feito de maneira isolada para cada poluente no efluente, sem levar em conta a vazão de diluição do corpo d'água receptor. Isso significa que não é considerado o volume real de água utilizado para diluir o efluente lançado.

Assim, um usuário pode liberar uma quantidade insignificante de Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO) sem sofrer tarifação, mas ainda pode ser tarifado pelo lançamento de efluentes com temperaturas elevadas, por exemplo, uma vez que um parâmetro não influencia o outro.

O código ambiental também estabelece a cobrança para usuários envolvidos em atividades pecuárias. A taxa para essas atividades é determinada com base no número de animais criados, utilizando a unidade UGB (*Unité de Gros Bétail*), que atribui valores equivalentes a diferentes espécies com base em suas necessidades nutricionais. Por exemplo, vacas leiteiras têm UGB = 1, enquanto animais caprinos têm UGB = 0,1. A cobrança se aplica a usuários com o equivalente a UGB = 90 animais ou mais, ou que possuam mais de 1,4 UGB por hectare de terra. O valor estipulado pelo Artigo L213-10-2 do código ambiental é de 3€ / UGB.

A cobrança pelo lançamento de origem doméstico, que constitui cerca de metade das receitas na França, é também a mais complexa em sua aplicação e enfrentou um considerável número de críticas ao longo da história das Agências de Água (OIEAU, 2018). Inicialmente, a cobrança pelo despejo de efluentes domésticos era proporcional à população de cada município, cabendo aos próprios municípios a responsabilidade pelo pagamento e repasse dos valores à população. A partir de 1975, essa responsabilidade foi transferida diretamente aos usuários.

A Lema de 2006 trouxe uma mudança significativa, substituindo o sistema anterior, considerado complexo, para uma cobrança proporcional ao volume de água faturado à população, incluindo volumes retirados de fontes diferentes da rede de abastecimento, se aplicável. Esta cobrança pela poluição de origem doméstica é aplicada a todos os usuários conectados à rede de distribuição de água potável e coleta de esgoto. O cálculo é feito sobre o volume de água faturado na conta de água potável dos usuários, multiplicado por um valor unitário. Similar a outras cobranças na França, o valor da tarifa varia geograficamente conforme a qualidade da água nos corpos hídricos.

A agência de águas determina uma taxa, com um limite de 0,5 €/m³, preço máximo permitido pela Lema. Essa taxa é estabelecida levando em consideração vários fatores, como o estado das massas de água, os riscos de infiltração ou fluxo de poluentes nas massas de água subterrâneas, as prescrições vinculadas à política da água ou relacionadas a outras políticas, bem como os objetivos delineados pelo plano diretor de desenvolvimento e gestão dos recursos hídricos.

A cobrança pela modernização das redes de coleta de esgoto é direcionada aos usuários conectados à rede de esgoto e abastecimento público de água, sendo o montante proporcional ao volume de água registrado na conta do usuário. Seu objetivo é financeiro, justificada pelos

elevados custos associados à criação e manutenção das redes de coleta e esgoto (OIEAU, 2018). Essa taxa é baseada no volume de águas despejadas na rede de saneamento, caso esse volume seja utilizado para calcular a contribuição nos custos do serviço de saneamento, conforme acordado entre o sujeito passivo e o gestor do serviço de saneamento. A agência de águas estabelece a taxa considerando as prioridades e necessidades de financiamento do programa de intervenção mencionado no artigo L213-9-1, com um limite de 0,30 €/m³. Essa taxa pode variar, sendo decrescente ou parcelada, dependendo dos volumes rejeitados.

A cobrança pela poluição difusa é aplicada a pessoas que adquirem produtos fitofarmacêuticos ou sementes tratadas, estando sujeitas a uma taxa baseada na massa de substâncias contidas nesses produtos. A taxa varia de acordo com a toxicidade das substâncias, categorizadas conforme regulamentação europeia. Um decreto conjunto dos ministros do ambiente e agricultura estabelece a lista de substâncias e as taxas correspondentes. As taxas são expressas em euros por quilograma e estão apresentadas na Tabela 7.

TABELA 7 - PREÇOS UNITÁRIOS POR CATEGORIA DAS SUBSTÂNCIAS PRESENTES NOS PRODUTOS FITOFARMACÊUTICOS

Substâncias	Taxa (€/kg)
Pertencentes a uma classe de perigo prevista no Regulamento (CE) n.º 1272/2008, devido à carcinogenicidade, mutagenicidade nas células germinativas ou toxicidade para a reprodução;	9
Pertencentes a uma classe de perigo prevista no Regulamento (CE) n.º 1272/2008, devido à toxicidade aguda da categoria 1, 2 ou 3, ou toxicidade específica para determinados órgãos-alvo, categoria 1, após exposição única ou repetida, ou devido a efeitos na amamentação;	5,1
Pertencentes a uma classe de perigo prevista no Regulamento (CE) n.º 1272/2008, devido à toxicidade aguda para o ambiente aquático categoria 1 ou toxicidade crónica para o ambiente aquático categoria 1 ou 2;	3
Pertencentes a uma classe de perigo prevista no Regulamento (CE) n.º 1272/2008, devido à toxicidade crónica para o meio aquático, categoria 3 ou 4;	0,9
Que não cumpram os critérios dos pontos 3.6 e 3.7 do Anexo II do Regulamento (CE) n.º 1107/2009;	5
Cuja substituição está sendo considerada na aceção do artigo 24.º do Regulamento (CE) n.º 1107/2009;	2,5

Fonte: Adaptado do Artigo L213-10-8 (*Code de l'environnement*, 2023).

Quando uma substância se enquadra em várias categorias, aplica-se a taxa mais elevada. A alíquota total é a soma das alíquotas calculadas para cada categoria.

Na França, desde a promulgação da Lema (2006), é aplicada uma taxa pelo armazenamento de água durante a época de estiagem a indivíduos ou entidades que possuem uma instalação de armazenamento com capacidade superior a 1.000.000 m³. Essa taxa incide sobre a quantidade de água armazenada durante o período de estiagem, calculada como a diferença entre o volume armazenado no final e no início desse período.

Os volumes armazenados durante cheias que ultrapassam a frequência de cheia quinquenal e são retirados do armazenamento nos trinta dias subsequentes ao atingimento do

pico da cheia não são considerados no cálculo da base tarifária. A agência de águas estabelece, em cada bacia, o período de vazante com base no regime de vazão dos cursos da água. A taxa de *royalties* é definida pela agência, sendo limitada a 0,01 €/m³.

A cobrança para a preservação dos ecossistemas aquáticos deve ser paga por qualquer pessoa envolvida em atividades de pesca, incluindo o lazer. Essa taxa é gerenciada pelas federações departamentais ou interdepartamentais de associações aprovadas para pesca e proteção do ambiente aquático, associações aprovadas de pescadores amadores que utilizam artes e redes, a Comissão Sindical Grande *Brière Mottière* e associações profissionais aprovadas para pesca de água doce. Anualmente, a agência de águas determina o valor da cobrança, respeitando os limites máximos estabelecidos da seguinte forma:

- 10 € por pessoa adulta que exerça a pesca, durante um ano;
- 4 € por pessoa que exerça a pesca, durante sete dias consecutivos;
- 1 € por pessoa que exerça a pesca, por dia;
- 20 € por pessoa que pesque alevinos, salmão e truta marinha.

3.1.2 Alemanha (Baden-Württemberg)

O marco regulatório que orienta o sistema é a Lei Federal de Recursos Hídricos de 1957, revista em 1986 (Castro, 2012). Na Alemanha, diferente da França – que possui como unidade gerencial as bacias hidrográficas –, a estrutura de cobrança para o uso da água é diversificada entre os estados (*Länder*), com alguns estabelecendo preços distintos para águas superficiais e subterrâneas (Fontes, 2003; Magalhães Filho, 2013). Portanto, o governo federal alemão define a legislação nacional mínima, que pode ser ampliada pelos estados, que são responsáveis pela execução das regulamentações (Castro, 2012).

A cobrança na Alemanha é determinada com base na vazão outorgada, promovendo uma alocação mais eficiente, uma vez que os usuários têm incentivo para solicitar outorga apenas para as quantidades realmente necessárias. Essa abordagem elimina a necessidade de uma fiscalização rigorosa (Magalhães Filho, 2013). Os usos que estão sujeitos a cobrança na Alemanha incluem a captação de águas superficiais e subterrâneas, que é praticada em alguns estados; a taxa pela poluição, estipulada pela Lei Fiscal das Águas Residuais, *Abwasserabgabengesetz* (AbwAG); e a cobrança pelo tratamento de água pluvial (Magalhães Filho, 2013).

Na maioria dos estados, o custo da água varia conforme a finalidade de uso, abrangendo categorias como abastecimento público, centrais elétricas, resfriamento, irrigação, entre outros (Magalhães Filho, 2013). Essa variação de acordo com o tipo de uso reflete os distintos volumes de consumo associados a cada atividade. Todavia, qualquer usuário é isento da cobrança,

quando o volume de captação ou extração for inferior a 2.000 m³/ano (Lanna, 1999; Magalhães, 2002).

Os usuários são responsáveis pela medição de suas captações e pela declaração dos volumes captados ao órgão ambiental, para o cálculo do valor a ser cobrado. Em caso de omissão dessa declaração, o órgão ambiental reserva-se o direito de estimar o valor a ser pago. O cálculo é efetuado multiplicando-se o preço unitário da categoria pelo volume de água captado no ano pelo usuário, e a receita proveniente da cobrança pela captação de água deve ser direcionada para a gestão hídrica.

No estado alemão de *Baden-Württemberg*, a retirada de água das fontes superficial e subterrânea é taxada desde 1º de janeiro de 1988 (Freire, 2002). Em 2011, houve a publicação da lei que modificou os regulamentos sobre taxas de extração de água, resultando em alterações substanciais nos procedimentos de cobrança (*Baden-Württemberg*, 2011). Essas mudanças buscaram aprimorar o efeito orientador da Lei, eliminando as incertezas jurídicas e simplificando as tarefas administrativas demoradas. Os valores cobrados atualizados encontram-se na Tabela 8.

TABELA 8 - PREÇOS UNITÁRIOS APLICADOS EM BADEN-WÜRTTEMBERG (ALEMANHA)

Tipo de Manancial	Usos	Valor de Base (€/m ³)
Superficial e Subterrâneo	Abastecimento Público	0,081
Subterrâneo	-	0,051
Superficial	-	0,01

Fonte: Wassergesetz für Baden-Württemberg (2022).

No estado de *Baden-Württemberg*, as captações destinadas ao abastecimento público com valores de até 4.000 m³/ano têm isenção. Esse valor passa para 20.000 m³/ano ao considerar as demais captações (*Baden-Württemberg*, 2010).

As tarifas indicadas na Tabela 8 foram ajustadas por meio da Lei de Acompanhamento do Orçamento 2015/2016, objetivando o planejamento da gestão hídrica do estado e destinando-se, em particular, à proteção contra inundações.

Na Alemanha, em geral, observa-se que as tarifas mais elevadas são aplicadas às águas subterrâneas. Essa política de cobrança mais alta para as águas captadas deste tipo de manancial está alinhada ao princípio da escassez relativa e visa incentivar o uso de água superficial, que possui uma capacidade de renovação mais significativa (Fontes, 2003).

O sistema Alemão é regido pelo princípio do "poluidor-pagador", que estipula que os usuários dos recursos ambientais devem assumir os custos dos danos causados pela utilização

desses recursos naturais (Castro, 2012). Na Alemanha, existe a AbwAG, que é responsável por definir as diretrizes relativas à cobrança pelo lançamento de efluentes.

A AbwAG teve sua primeira versão publicada em setembro de 1976 e implementada inicialmente em 1981, instituindo a primeira taxa cobrada a nível federal. Esta lei estipula os métodos, diretrizes de cobrança e os valores a serem aplicados. No entanto, é importante ressaltar que a legislação concede autonomia a cada estado federado para estabelecer regras específicas em determinadas questões relacionadas à cobrança. Todos os usuários urbanos e industriais que lançam efluentes líquidos nos corpos hídricos (tratados ou não) são obrigados a pagar essa taxa, a qual é recolhida pelos estados (Castro, 2012; Magalhães Filho, 2013).

A cobrança pelo lançamento de efluentes leva em consideração diversos elementos poluentes, os quais são normalizados com base em uma carga de toxicidade atribuída a cada elemento. Por exemplo, uma elevada quantidade de Demanda Química de Oxigênio (DQO) lançada é equivalente ao mesmo número de "unidades de toxicidade" (*Schadeinheit*) resultantes do lançamento de uma pequena quantidade de Cádmio. Um *Schadeinheit* corresponde aproximadamente à nocividade das águas residuais não tratadas por habitante e por ano (equivalente habitante). A quantidade de poluentes que equivalem a uma unidade de toxicidade, bem como as concentrações e quantidades anuais mínimas a partir das quais a cobrança é aplicada são apresentadas na Tabela 9.

TABELA 9 - ESCALA DA UNIDADE DE TOXICIDADE EQUIVALENTE E VALORES LIMITES DE POLUENTES SUJEITOS A COBRANÇA NA ALEMANHA

Poluente	Quantidade correspondente a uma unidade de toxicidade equivalente	Valores mínimos (limites) de concentração e quantidade anual
Demanda Química de Oxigênio (DQO)	50 kg de Oxigênio	20 mg/L e 250 kg/ano
Fósforo Total	3 kg	0,1 mg/L e 15 kg/ano
Nitrogênio Total	25 kg	5 mg/L e 125 kg/ano
Compostos Orgânicos halógenos (AOX)	2 kg	100 µg/L e 10 kg/ano
Mercúrio	20 g	1 µg/L e 100 g/ano
Cádmio	100 g	5 µg/L e 500 g/ano
Cromo	500 g	50 µg/L e 2,5 kg/ano
Níquel	500 g	50 µg/L e 2,5 kg/ano
Chumbo	500 g	50 µg/L e 2,5 kg/ano
Cobre	1 kg	100 µg/L e 5 kg/ano
Toxicidade para peixes	6000 m ³ /GEI	GEI = 2

Nota: * GEI é o fator de diluição quando os efluentes não contêm mais toxicidade para os peixes, obtido por meio do ensaio *Fish Embryo Toxicity*;

Fonte: *Abwasserabgabengesetz* (2018).

Os usuários que causam poluição devem monitorar a carga de cada poluente emitido, a fim de fornecer ao órgão ambiental informações sobre a quantidade de unidades de toxicidade lançadas para efeitos de cobrança. Se o usuário deixar de realizar as medições necessárias, a autoridade ambiental competente pode efetuar a cobrança com base em estimativas próprias. Além disso, os usuários devem aderir aos limites de lançamento estipulados durante o processo de licenciamento ambiental da empresa, estando sujeitos a penalidades em caso de infração (*Abwasserabgabengesetz*, 2018). O valor unitário é determinado por unidade de toxicidade e é estabelecido em nível nacional. Essa abordagem difere da adotada no Brasil e na França, onde os comitês de bacia desfrutam de certa autonomia na definição desses valores.

O valor de 35,79 € é cobrado por unidade de toxicidade, sendo estabelecido a nível nacional pela AbwAG, e esse valor permanece inalterado desde 2002 (*Abwasserabgabengesetz*, 2018). Contudo, é possível que o valor cobrado sofra reduções caso sistemas de tratamento de efluentes sejam instalados ou se essas instalações forem aprimoradas. Foi incorporado nessa taxa esquema elaborado explicitamente para incentivar os usuários a melhorarem a qualidade dos seus efluentes.

Não estão sujeitos a impostos as seguintes situações (*Abwasserabgabengesetz*, 2018):

- i) efluentes retirados de um corpo de água antes do uso, que não apresentam qualquer nocividade adicional, conforme definido por esta lei, além da nocividade presente no momento da retirada;
- ii) efluentes direcionados a um corpo de água acima do solo formado durante a mineração de matérias-primas minerais, contanto que os efluentes sejam utilizados exclusivamente para lavar os produtos obtidos no local, não contenham outras substâncias nocivas além das extraídas e seja assegurado que tais substâncias não prejudicarão outros corpos d'água;
- iii) efluentes provenientes de acumulação em embarcações;
- iv) efluentes pluviais originários de áreas comerciais pavimentadas de até 3 (três) hectares e de vias férreas, desde que não sejam drenados por meio de rede pública de esgoto.

As receitas provenientes da cobrança sobre águas residuais são alocadas para a implementação de medidas voltadas para a preservação ou aprimoramento da qualidade da água. Essas medidas incluem (*Abwasserabgabengesetz*, 2018):

- Construção de estações de tratamento de águas residuais;
- Construção de bacias de retenção de chuva e sistemas de tratamento de águas pluviais;
- Construção de canais circulares e coletores em barragens, margens lacustres e marítimas, assim como coletores principais de ligação que viabilizam a construção de estações comunitárias de tratamento de esgoto;
- Construção de usinas para tratamento e disposição de lodo de esgoto;

- Implementação de medidas dentro e sobre massas de água para monitoramento e melhoria da qualidade da água, como elevação dos níveis de água ou enriquecimento de oxigênio, bem como a proteção de corpos hídricos;
- Pesquisa e desenvolvimento de sistemas ou processos para melhoria da qualidade da água;
- Treinamento e educação adicional da equipe operacional de estações de tratamento de águas residuais e de outros sistemas.

3.1.3 Inglaterra e País de Gales

Na Inglaterra e no País de Gales, a retirada de água de corpos hídricos é regulamentada por meio da emissão de outorgas (*permits*). Essas outorgas são concedidas pela Agência Ambiental, EA. Conforme disposto no *Scheme of Abstraction Charges* para o período 2018/2019, os usuários são obrigados a pagar uma taxa para solicitar a outorga, conhecida como *Application Charge*, além de uma taxa anual cobrada enquanto a outorga estiver em vigor. Essa taxa anual incide sobre a captação de água bruta e sobre o lançamento de efluentes líquidos em corpos hídricos (Pessoa, 2002). O *Scheme of Abstraction Charges* também estabelece o volume mínimo de captação diário para que o uso demande a obtenção de outorga, fixado em 20 m³/dia. No entanto, há uma isenção de outorga para captações voltadas para a geração de energia elétrica em empreendimentos com capacidade instalada inferior a cinco megawatts.

Na Inglaterra e no País de Gales, o sistema de cobrança pela captação de água bruta está estabelecido desde 1965. Por meio de legislação, as cobranças foram submetidas a um controle estruturado, permitindo à EA⁴ e aos Recursos Naturais de Gales, *Natural Resources Wales* (NRW), impor a cobrança pela captação. Essa medida tem como objetivo recuperar os custos operacionais associados ao planejamento e gestão dos recursos hídricos, abrangendo ainda uma ampla gama de atividades, como a administração de outorgas de captação (regulação e aplicação), o monitoramento hidrométrico, a avaliação hidrológica, o monitoramento e avaliação hidroecológica, a operação das principais estruturas para o aumento de vazões de rios e a operação de reservatórios de uso múltiplo (OECD, 2017a).

A EA é a única entidade responsável pela gestão operacional, administração dos recursos hídricos e regulamentação do uso da água na Inglaterra. A cobrança é autorizada pelo ministro do governo no Departamento do Ambiente, Alimentação e Assuntos Rurais (Defra). Posteriormente, a EA estabelece e opera o sistema de cobrança, sendo também responsável

⁴ A EA é um órgão público, com responsabilidades relacionadas à proteção e melhoria do meio ambiente na Inglaterra, dentre suas responsabilidades estão: gestão de inundações, regulação da poluição aquática e terrestre e conservação.

pela arrecadação. Todas as licenças são continuamente monitoradas para garantir conformidade. A fiscalização ocorre com base no nível de risco, sendo mais frequente para captações significativas ou usuários com histórico de irregularidades. Os inadimplentes estão sujeitos a cobranças, e em casos de reincidência, as licenças podem ser revogadas.

O Valor cobrado pela captação de água nesses países é baseado nas equações abaixo, em que são cobradas duas parcelas sobre a captação, e, portanto, são aplicados dois valores unitários, a parcela *Standard Charge* (Padrão) e a *Compensation Charge* (Compensação). Através da primeira parcela, a agência recupera os custos inerentes ao custeio das atividades relacionadas aos recursos hídricos já citados. O montante provindo da *Compensation Charge* é utilizado para compensar financeiramente os usuários de captação que possuem suas outorgas modificadas compulsoriamente pelo órgão, em decorrência de restrições ambientais. As equações abaixo demonstram a composição dos valores.

$$\text{Valor cobrado anualmente} = \text{Standard Charge} + \text{Compensation Charge} \quad (3)$$

$$\text{Valor cobradador cobrado anualmente} = (V \cdot A \cdot B \cdot C \cdot SUC) + (V \cdot B \cdot C \cdot EIUC) \quad (4)$$

Em que: *V* – Volume outorgado pela licença (m³); *A* – Tipo de fonte: lagos sem suporte de outras fontes e águas subterrâneas, estuários, fontes suportadas por outras (onde a vazão dos rios aumentam devido a liberação de reservatórios ou bombeamento de águas subterrâneas); *B* – Temporada: Verão, Inverno ou todo o ano; *C* – Fator de perda: considera o setor usuário da água captada. *SUC* – Preço unitário para *Standard Charges*, em £/1000 m³; e *EIUC* – Preço unitário para *Compensation Charges*. Pode-se observar, na equação (4), que a parcela de Compensação não apresenta dependência da fonte da captação, diferentemente da parcela Padrão.

O fator *A* (fonte) categoriza as fontes de abastecimento em três tipos: Não Suportada, Suportada e Maré. Fontes Não Suportadas incluem todas as fontes não classificadas em outras categorias, como águas subterrâneas. Fontes Suportadas são especificadas no Anexo 1 do *Water Abstraction Charges Scheme 2023/2024 (2023)*, sujeitas a alterações pela NRW, com a aprovação dos Ministros Galeses. A Fonte Suportada também se aplica a captações diretas de reservatórios sob acordo com a NRW. Fontes de Maré referem-se a partes de águas interiores a jusante do limite normal da maré, como estuários. O fator associado a cada tipo de fonte é: Não Suportada (1,0), Suportada (3,0) e Maré (0,2), e sua atribuição se aplica quando a água é transferida de uma fonte original para a captação licenciada.

O fator B (temporada) têm três categorias, que se baseiam no período do ano em que a água é captada. Essas categorias são: i) verão; ii) inverno; e, iii) ano todo, ou períodos não contemplados pelas outras categorias. Na Tabela 10, estão os fatores de sazonalidade aplicados em função do período do ano em que a captação é realizada. É interessante observar que, no inverno, o valor incentiva os usuários a realizarem a captação, sendo o valor 10 vezes menor que no verão, devido à maior disponibilidade hídrica neste período (Weatherspark, 2024).

TABELA 10 - VALORES DO FATOR B (TEMPORADA) PARA CÁLCULO DA COBRANÇA PELO USO DA ÁGUA NA INGLATERRA E PAÍS DE GALES

Categoria	Valor base
Captação realizada no verão	1,6
Captação realizada no inverno	0,16
Captação realizada no ano todo, ou períodos não contemplados pelas outras categorias	1

Fonte: *Water Abstraction Charges Scheme 2023/2024* (NRW, 2023).

O fator C (perda) categoriza os usos conforme a quantidade de água perdida no processo, que não retorna aos corpos da água. Ele é dividido em quatro categorias: Perda alta (Irrigação, resfriamento evaporativo, supressão de poeira etc.); Perda Média (abastecimento público de água, a maioria dos usos industriais e comerciais etc.); Perda baixa (lavagem mineral, refrigeração não evaporativa etc.); Perda muito baixa (energia hidrelétrica, piscicultura, transferência de água etc.). Seus respectivos valores são apresentados na Tabela 11.

TABELA 11 - VALORES DO FATOR C (PERDA) PARA CÁLCULO DA COBRANÇA PELO USO DA ÁGUA NA INGLATERRA E PAÍS DE GALES

Categoria	Valor base
Perda alta	1
Perda média	0,6
Perda baixa	0,03
Perda muito baixa	0,003

Fonte: *Water Abstraction Charges Scheme 2023/2024* (NRW, 2023).

Os valores de SUC e EIUC variam conforme a região que é realizada a captação. Para o ano de 2020/2021 foram utilizados os valores indicados na Tabela 12.

TABELA 12 - VALORES DOS FATORES SUC E EIUC PARA CÁLCULO DA COBRANÇA PELO USO DA ÁGUA NA INGLATERRA E PAÍS DE GALES

Região	Standard Unit Charge (£/1000m ³)	Non-Water Undertaker Environmental Improvement Unit Charge (EIUC) (£/1000m ³)
Anglian	27,51	0
Midlands	14,95	0

Região	Standard Unit Charge (£/1000m ³)	Non-Water Undertaker Environmental Improvement Unit Charge (EIUC) (£/1000m ³)
Northumbria	16,66	0
North West	12,57	3,86
Southern	19,23	0
South West (incl, Wessex)	19,71	12,91
Thames	13,84	5,69
Yorkshire	11,63	0
Dee	15,54	0
Wye	15,54	0

Fonte: *Scheme of Abstraction Charges 2020/21* (EA, 2020).

Conforme destacado por Pessoa (2002), a cobrança anual equação (4), que considera o volume outorgado e não o real valor de vazão consumido, incentiva o uso dispendioso do recurso hídrico, mesmo que o usuário não necessite. Além disso, o autor ressalta que essa cobrança com base no valor outorgado desencoraja a adoção de tecnologias ambientalmente adequadas, mais eficientes e, conseqüentemente, sustentáveis, como a irrigação por gotejamento, o reúso e processos de industriais mais eficientes.

A cobrança pelo lançamento de efluentes em águas subterrâneas e superficiais é detalhada no *Environmental Permitting Charging Scheme 2023/2024* (NRW, 2023), elaborado pela EA na Inglaterra e pelo NRW no País de Gales. De forma muito semelhante à realizada para a captação de água, os lançamentos de efluentes em corpos hídricos são controlados por meio de *permits*. Os usuários devem pagar uma taxa referente à solicitação da licença e uma taxa anual enquanto a permissão é válida, chamada *Subsistence charge*.

Nos *Environmental Permitting Charging Schemes*, encontram-se os valores anuais resultantes das *Subsistence charges* em formato tabular. Esses valores são determinados para cada categoria de usuário poluente, levando em conta os distintos limites de volumes lançados e a presença de substâncias⁵.

Para lançamentos específicos que não se enquadram em nenhuma das categorias definidas nas tabelas, os procedimentos adotados na Inglaterra e no País de Gales apresentam diferenças significativas. Na Inglaterra, são empregados valores de referência previamente estabelecidos para usos específicos não categorizados, enquanto no País de Gales, o montante cobrado é derivado da combinação de quatro fatores, expressos na equação:

$$\text{Cobrança anual} = A \cdot B \cdot C \cdot D \quad (5)$$

⁵ Optou-se por não incluir as tabelas originais do documento devido à sua extensão e à complexidade de comparação dos valores cobrados com a realidade no Brasil.

Em que: A – Fator de volume; B – Fator de componente; C – Fator de corpo receptor; D – Fator financeiro.

O fator de volume (A) relaciona o volume máximo diário autorizado pela outorga, sendo atribuídos os valores indicados na Tabela 13.

TABELA 13 – FATOR DE VOLUME (A) PARA LANÇAMENTO DE EFLUENTES NO PAÍS DE GALES

Volume lançado (m ³)	Fator
$V \leq 5$	0,3
$5 < V \leq 20$	0,5
$20 < V \leq 100$	1
$100 < V \leq 1.000$	2
$1.000 < V \leq 10.000$	3
$10.000 < V \leq 50.000$	5
$50.000 < V \leq 150.000$	9
$V > 150.000$	14

Fonte: *Permitting Charging Scheme 2023/2024 (NRW, 2023)*.

O fator de componente (B), depende do tipo de efluente que está sendo lançado, ou seja, de sua composição (e não concentração do parâmetro poluente). A sua atuação é semelhante ao fator de volume, variando entre 0,3 e 0,4, penalizando mais aqueles que lançam compostos de maior degradação ou tratamento mais difícil, que podem comprometer, por mais tempo ou permanentemente, a qualidade do corpo hídrico (Pessoa, 2002). No Quadro 1 as substâncias levadas em conta pelo fator de componente.

QUADRO 1 – SUBSTÂNCIAS LEVADAS EM CONTA PELO FATOR DE COMPONENTE (B) PARA O LANÇAMENTO DE EFLUENTES NO PAÍS DE GALES

Substâncias	
Pesticidas, incluindo organoestênicos	Álcoois, com exceção de metanol, etanol, butanol e propanol, glicóis (incluindo totais e polímeros)
Fungicidas	Compostos nitrogenados aromáticos
Herbicidas	Compostos fenólicos (com exceção de fenóis totais e monofenóis)
Bifenilos polihalogenados	Hidrocarbonetos heterocíclicos
Hidrocarbonetos policíclicos aromáticos	Ésteres
Hidrocarbonetos alifáticos	Éteres
Hidrocarbonetos aromáticos	Cetonas
Hidrocarbonetos halogenados, incluindo haloformas	Aldeídos (com exceção de formaldeído)

Fonte: *Permitting Charging Scheme 2023/2024 (NRW, 2023)*.

Com relação ao fator de corpo receptor (C) (Tabela 14), observa-se que há um incentivo ao lançamento nos corpos hídricos subterrâneos, sendo aplicado um fator menor em relação

aos demais corpos receptores. Esse aspecto revela-se contraditório ao que se poderia imaginar como uso sustentável, pois devido à baixa capacidade de renovação, as águas subterrâneas são mais vulneráveis à poluição (Pessoa, 2002).

TABELA 14 – TIPOS DE CORPO HÍDRICO LEVADOS EM CONTA PELO FATOR DE CORPO RECEPTOR (C) PARA O LANÇAMENTO DE EFLUENTES NO PAÍS DE GALES

Corpo Hídrico	Fator
Águas subterrâneas	0,5
Águas costeiras	0,8
Águas superficiais	1
Águas estuarinas	1,5

Fonte: *Permitting Charging Scheme 2023/2024 (NRW, 2023)*.

O fator financeiro (D) é ajustado anualmente e equivale ao valor em libras esterlinas a ser multiplicado pelos demais fatores que compõem a cobrança. O seu valor para o ano de 2023/2024 foi fixado em £747 (NRW, 2023) e é uniforme para todas as regiões.

3.1.4 Dinamarca

Na Dinamarca, o uso de recursos hídricos é regulamentado por meio de um sistema de outorgas, no qual todos os usuários, tanto de recursos hídricos superficiais quanto subterrâneos, devem submeter um pedido de permissão de uso aos municípios, procedendo à renovação periodicamente. A quantidade captada deve ser medida e comunicada às autoridades anualmente (OECD, 2017b).

Segundo a OECD (2019), o tributo não incide diretamente na captação de água, mas sim sobre o seu consumo, com uma taxa de 0,9 € por metro cúbico. A maioria das indústrias encontra-se isenta do imposto sobre a água, o que implica que o setor industrial é, de certa forma, subsidiado pelos usuários domésticos, que enfrentam preços bastante elevados. As estações de abastecimento de água são obrigadas a pagar o imposto sobre, no mínimo, 90% da água bombeada. Portanto, se a estação tiver perdas superiores a 10%, ainda será aplicado o tributo sobre o saldo de água perdida. Essa norma, denominada "imposto sobre perdas de água", cria um incentivo para que as empresas de água reduzam as perdas na tubulação (OECD, 2019).

Desde 1992, no país, é obrigatória a cobrança integral dos custos de coleta e tratamento de águas residuais, essa exigência se estendeu também ao abastecimento de água (Speck et al., 2006).

O valor da taxa cobrada é incluído na fatura anual de água para os usuários domésticos urbanos, enquanto a receita proveniente da captação direta de poços individuais é recolhida pelos municípios e repassada às agências fiscais (Agevap, 2018).

A Dinamarca é um dos três únicos países europeus, ao lado da França e do Reino Unido, que impõe uma taxa de captação para a utilização de águas subterrâneas (OECD, 2017b). Essa taxa foi estabelecida pela Reforma Tributária Verde de 1994. Embora os agricultores possam deduzir a taxa de suas receitas de imposto sobre o valor acrescentado, ela ainda é considerada como tendo um impacto no consumo de água subterrânea pelos irrigantes (OECD, 2017b).

As taxas sobre águas residuais/efluentes, se aplicam a todos os usuários de água que realizem despejos diretos provenientes de fontes, incluindo indústrias, estações de tratamento de esgoto municipais e residências individuais no campo. Este imposto foi introduzido pela primeira vez em 1997, entretanto, no primeiro ano de sua aplicação elas foram cobradas apenas parcialmente, e a taxa foi aumentada em 50% em 2014 (OECD, 2023, Agevap, 2018). O imposto é proporcional à carga de poluição e incide sobre o nitrogênio (30 DKK/kg), fósforo (165 DKK/kg) e matéria orgânica (DBO) (16,50 DKK/kg), conforme a Lei do Imposto sobre Águas Residuais (LBK n° 478/2020).

As concessionárias repassam o custo para as residências, já os despejos diretos pagam diretamente às autoridades. Alguns setores industriais, incluindo o processamento de peixes, se beneficiam de reduções entre 70% e 80% nessa obrigação tributária. Uma pequena parte (menos de 5%) da receita arrecadada é destinada ao mapeamento governamental das águas subterrâneas e ao planejamento de ações municipais (OECD, 2019).

O cálculo do valor da taxa é baseado em dados de monitoramento das descargas, que são fornecidos pelos usuários e verificados pelo órgão ambiental local, ou em valores padrão tabelados. Uma parte do montante arrecadado é direcionada para um fundo de águas, utilizado para financiar projetos voltados à proteção das fontes de água subterrânea, enquanto o restante é destinado ao tesouro do Estado (Agevap, 2018).

A introdução de taxas sobre águas residuais, em conjunto com o avanço das instalações de tratamento mais avançadas, resultou em uma melhoria nos níveis de poluição das águas subterrâneas.

A introdução de taxas sobre águas residuais, juntamente com o avanço das instalações de tratamento mais avançadas, resultou em uma melhoria nos níveis de poluição das águas subterrâneas (OECD, 2023). Nos primeiros quatro anos de implementação das taxas sobre águas residuais (1997 a 2001), houve uma redução significativa nos níveis de fósforo (17% ao ano), nitrogênio (5% ao ano) e material orgânico (3% ao ano) nas águas residuais (Speck et al., 2006). No entanto, apesar dessa melhoria, os níveis de poluição nas águas subterrâneas diminuíram apenas ligeiramente desde então (OECD, 2017b).

O aumento das taxas de águas residuais em 2014 teve como objetivo incentivar aprimoramentos no tratamento das águas residuais, visando garantir uma redução na propagação de poluentes no ambiente aquático. No entanto, é necessário mais tempo para avaliar completamente o impacto desse aumento (OECD, 2017b).

Outras medidas vêm sendo implantadas, como a regulação fiscal e normativa sobre pesticidas e fertilizantes nitrogenados, proteção direcionada por meio de planos de ação municipais para o abastecimento público de água, além de uma extensa rede de monitoramento das águas subterrâneas, com vistas a auxiliar na promoção da qualidade das águas subterrâneas. A taxa cobrada sobre os pesticidas⁶, por exemplo, levou a reduções substanciais de carga devido a uma substituição abrangente por produtos menos nocivos (EC, 2021).

3.1.5 Portugal

Em Portugal, aplica-se a Taxa de Recursos Hídricos (TRH) aos utilizadores de recursos hídricos. Essa taxa, paga anualmente pelo usuário de recurso hídrico, pode ser compreendida como um instrumento econômico e financeiro cujo propósito é compensar os benefícios resultantes da utilização privativa de um bem de domínio público, abrangendo o custo ambiental associado às atividades suscetíveis de causar um impacto significativo nos recursos hídricos, bem como os custos administrativos relacionados ao planejamento, gestão, fiscalização e garantia da quantidade e qualidade das águas (APA, 2021).

A cobrança desta taxa é respaldada pela Lei da Água de Portugal (Lei nº 58/2005) e encontra-se prevista no regime econômico e financeiro dos recursos hídricos, aprovado pelo Decreto-Lei nº 97/2008, o qual foi recentemente alterado e republicado pelo Decreto-Lei nº 46/2017.

Conforme o Artigo 4º do Decreto-Lei nº 46/2017, a taxa de recursos hídricos incide sobre as seguintes utilizações de recursos hídricos:

- a) A utilização privativa de águas do domínio público do Estado;
- b) A descarga, direta ou indireta, de efluentes sobre os recursos hídricos, suscetível de causar impacto significativo;
- c) A extração de materiais inertes do domínio público hídrico do Estado;
- d) A ocupação de áreas aquáticas de domínio público do Estado;
- e) A utilização de águas, qualquer que seja a sua natureza ou regime legal, sujeitas a planejamento e gestão públicos, suscetível de causar impacto significativo.

A base tributável da taxa de recursos hídricos é composta por seis componentes calculados separadamente, cada um com suas isenções e especificações. No cálculo da TRH,

⁶ Que busca influenciar o agricultor a reduzir o consumo desses produtos, é calculada com base no valor de mercado do produto, e não em seu potencial poluidor/tóxico ao meio ambiente (ACTEON, 2010).

podem ser considerados os volumes de água e poluentes presentes nos efluentes, os quais são medidos pelos usuários. Os usuários informam esses valores por meio do portal da APA. Em caso contrário, são considerados os valores máximos permitidos nos dados de outorga. A taxa é expressa pela seguinte equação:

$$Taxa = A + E + I + O + U + S \quad (5)$$

Sendo: *A* – Componente de utilização de águas do domínio público do Estado; *E* – Componente de descarga de efluentes; *I* – Componente de extração de inertes do domínio público do Estado; *O* – Ocupação do domínio público do Estado; *U* – Utilização de águas sujeitas ao planejamento e gestão públicos; e *S* – Sustentabilidade dos serviços urbanos de águas.

A componente "A" corresponde à utilização privativa de águas do domínio público do Estado, sendo calculada pela aplicação de um valor de base ao volume de água captado, desviado ou utilizado, expresso em metros cúbicos. Os valores estabelecidos para a componente "A" em diversos setores de usuários estão apresentados na Tabela 15.

TABELA 15 – VALOR DE BASE DA COMPONENTE "A" PARA CÁLCULO DA COBRANÇA PELO USO DA ÁGUA EM PORTUGAL

Usos	Valor base (€/m³)
Agricultura, piscicultura, aquacultura, marinhas e culturas biogenéticas	0,0038
Produção de energia hidroelétrica	0,000022
Produção de energia termelétrica	0,0032
Sistemas de água de abastecimento público	0,018
Demais casos	0,016

Fonte: Taxas ambientais (APA, 2023).

O valor da componente "A" pode ser multiplicado por um fator que leva em consideração a situação de escassez hídrica encontrada em cada bacia do país. Os coeficientes correspondentes a cada bacia estão apresentados na Tabela 16. Na legislação portuguesa, esse coeficiente é referido como "escassez" hídrica, embora se assemelhe a coeficientes relacionados à disponibilidade hídrica da região. Nesse contexto, o valor cobrado é aumentado em regiões com menor disponibilidade, de maneira semelhante aos mecanismos adotados na França.

TABELA 16 – COEFICIENTES DE ESCASSEZ APLICÁVEIS A DIFERENTES BACIAS HIDROGRÁFICAS EM PORTUGAL

Bacias Hidrográficas	Coeficiente
Minho, Lima, Cávado, Ave, Leça e Douro	1
Vouga, Mondego, Lis, Ribeiros do Oeste e Tejo	1,1

Bacias Hidrográficas	Coefficiente
Sado, Mira, Guadiana e Ribeiras do Algarve	1,2

Fonte: Decreto-Lei nº 46/2017.

A componente “A” é sujeita a reduções específicas, sendo estas as seguintes:

- 50% para a utilização de águas na produção de energia hidroelétrica em aproveitamentos com queda bruta máxima de até 10m;
- 80% para água sujeita a bombeamento em aproveitamentos de produção de energia hidroelétrica com grupos reversíveis;
- 90% para o uso de águas marinhas em circuitos de refrigeração para produção de energia termoelétrica e regulação térmica, como a refrigeração industrial e regaseificação de gás natural liquefeito;
- 90% para a utilização de águas na regulação térmica de culturas agrícolas; e
- 5% para detentores de certificação *Eco-Management and Audit Scheme* (EMAS), normas ISO 14000 ou certificações equivalentes, desde que incluam explicitamente processos e instalações com impacto na gestão da água.

Estão isentas da componente “A” as seguintes situações: i) A utilização de águas por equipamentos de extração com potência total até 5 cavalo-vapor (cv), exceto se a Administração de Região Hidrográfica (ARH) considerar impacto adverso significativo nos recursos hídricos; ii) A utilização de águas por motivos de segurança de abastecimento ou razões estratégicas nacionais, mediante despacho do membro do Governo responsável pelo ambiente e pelo setor afetado.

A componente “E” da TRH refere-se à descarga, direta ou indireta, de efluentes sobre os recursos hídricos, suscetível de causar impacto significativo. É arrecadado pela administração da bacia hidrográfica, e seu cálculo envolve a aplicação de um valor de base à quantidade de poluentes contida na descarga, expressa em quilograma. Os valores de base para a componente “E” estão detalhados na Tabela 17.

TABELA 17 – VALOR DE BASE DA COMPONENTE “E” PARA CÁLCULO DA COBRANÇA PELO USO DA ÁGUA EM PORTUGAL

Poluente	Valor base (€/kg)
Matéria oxidável	0,44
Nitrogênio Total	0,21
Fósforo Total	0,25

Fonte: Taxas ambientais (APA, 2023).

A parcela da matéria oxidável é função da Demanda Química de Oxigênio (DQO) e Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO₅⁷), obtida pela aplicação da seguinte formulação:

$$\text{Matéria oxidável} = \frac{(DQO + 2 \cdot DBO_5)}{3} \quad (6)$$

O valor da componente "E" pode ser reduzido nos seguintes casos:

- Para instalações industriais abrangidas pelo regime de prevenção e controlo integrados de poluição (PCIP) que, em seus processos, adotem as melhores práticas e técnicas disponíveis, conforme documentos setoriais de referência;
- Para descargas de efluentes no mar por meio de emissário submarino, desde que devidamente tratados;
- Para descargas de efluentes provenientes de sistemas de saneamento de águas residuais urbanas;
- Em casos de reutilização de águas residuais tratadas, desde que existam instrumentos para medir o volume de água reutilizado;
- Detentores de certificação EMAS, normas ISO 14000 ou certificações equivalentes, contanto que essa certificação inclua explicitamente processos e instalações com impacto na gestão da água.

Estão isentas da componente "E" as descargas de efluentes provenientes de habitações isoladas com sistemas próprios de tratamento de águas residuais e de aglomerados urbanos com até 200 habitantes equivalentes, desde que as águas residuais desses aglomerados não contenham efluentes industriais não tratados. Além disso, a componente "E" sofre um acréscimo de 20% para descargas de efluentes em zonas hídricas vulneráveis ou sensíveis, conforme a classificação estabelecida no plano de gestão da região hidrográfica aplicável à massa de água em questão.

A componente "I" da taxa de recursos hídricos corresponde à extração de inertes do domínio público do Estado. Seu cálculo envolve a aplicação de um valor de base de 3 €/m³ para os inertes extraídos (APA, 2023). O valor de base é considerado o preço mínimo de referência quando a licença de extração de inertes é atribuída por meio de procedimento concursal ou quando a extração é realizada por iniciativa das Administrações de Região Hidrográfica e executada por sua conta. Para a aplicação da componente "I", o fator de conversão volume/massa de areia seca é estabelecido em 1,6 t/m³.

A componente "O" da taxa de recursos hídricos refere-se à ocupação de terrenos do domínio público do Estado e à criação de planos de água, sendo calculada pela aplicação de um

⁷ DBO medida durante um período de 5 dias a uma temperatura de 20°C.

valor de base à área ocupada, expressa em metros quadrados. Os valores anuais de base para a componente "O" são especificados na Tabela 18.

TABELA 18 – VALOR DE BASE DA COMPONENTE “O” PARA CÁLCULO DA COBRANÇA PELO USO DA ÁGUA EM PORTUGAL

Usos	Valor base (€/m ³)
Para a produção de energia elétrica e piscicultura com equipamentos localizados no mar e criação de planos de água.	0,0024
Para a agricultura, piscicultura, aquacultura, marinhas, culturas biogenéticas, infraestruturas e equipamentos de apoio à pesca tradicional, saneamento, abastecimento público de água e produção de energia elétrica.	0,063
Para a indústria.	0,0024
Para a produção de energia elétrica e piscicultura com equipamentos localizados no mar e criação de planos de água.	entre 1,80 e 2,40
Para edificações destinadas a habitação posteriores a 2008.	entre 4,50 e 6,01
Para edificações destinadas a habitação anteriores a 2008.	4,5
Para apoios temporários de praia e ocupações ocasionais de natureza comercial, turística ou recreativa com finalidade lucrativa	entre 5,99 e 8,99
Para apoios temporários de praia, quando localizados em águas interiores ou em praias não urbanas cuja época balnear se inicie após 15 de junho e que não se prolongue para além de 15 de setembro, bem como outras ocupações ocasionais de natureza comercial, turística ou recreativa com finalidade lucrativa, quando localizadas nas águas interiores.	5,99
Para os apoios não temporários de praia e ocupações duradouras de natureza comercial, turística ou recreativa com finalidade lucrativa.	entre 8,99 e 11,99
Para apoios não temporários de praia, quando localizados em águas interiores ou em praias não urbanas cuja época balnear se inicie após 15 de junho e que não se prolongue para além de 15 de setembro, bem como outras ocupações duradouras de natureza comercial, turística ou recreativa com finalidade lucrativa, quando localizadas nas águas interiores.	8,99
Para os demais casos.	1,19
Condutas, cabos, moirões e demais equipamentos expressos em metro linear, quanto à superfície.	1,19
Condutas, cabos, moirões e demais equipamentos expressos em metro linear, quanto ao subsolo.	0,119

Fonte: Taxas ambientais (APA, 2023).

A ocupação do domínio público hídrico do Estado por cabos, condutos e outros equipamentos que podem ser quantificados por metro linear ocupado está sujeita à taxa de 1 €/m se a ocupação ocorrer na superfície, ou de 0,1 €/m se a ocupação for realizada no subsolo.

Estão isentas da componente "O" as seguintes situações:

- A ocupação de terrenos ou planos de água com infraestruturas para atividades piscatórias tradicionais existentes à data de entrada em vigor do decreto-lei, desde que permaneçam para esses fins;
- A ocupação de terrenos por habitações próprias e permanentes de sujeitos passivos com rendimento familiar até o dobro do valor anual da retribuição mínima mensal, existente à data de entrada em vigor do decreto-lei, desde que mantida para habitação;

- A ocupação por projetos-piloto para pesquisa e experimentação de tecnologias de produção de energia a partir das ondas do mar, reconhecidos pelos responsáveis pelo meio ambiente e energia;
- A ocupação por infraestruturas para sinalização marítima, salvamento, segurança pública e prevenção da poluição marítima;
- A ocupação por estradas, caminhos-de-ferro e outras vias públicas;
- A ocupação por planos de água de aproveitamentos hidroelétricos, hidroagrícolas ou para abastecimento, quando a água é usada para fins de utilidade pública ou interesse geral.

A componente “U” corresponde à utilização privativa de águas, qualquer que seja a sua natureza ou regime legal, sujeita ao planeamento e gestão públicos, suscetível de causar impacto significativo. Seu cálculo é realizado pela aplicação de um valor de base ao volume de água captado, desviado ou utilizado, incluindo na produção de energia hidroelétrica ou termoelétrica, expresso em metro cúbico. Os valores bases da componente “U” são indicados na Tabela 19.

TABELA 19 - VALOR DE BASE DA COMPONENTE “U” PARA CÁLCULO DA COBRANÇA PELO USO DA ÁGUA EM PORTUGAL

Tipos de usos	Valor base (€/m ³)
Agricultura, piscicultura, aquacultura, marinhas e culturas biogenéticas	0,000774
Produção de energia hidroelétrica	0,000005
Produção de energia termoelétrica	0,00064
Sistemas de água de abastecimento público	0,0037
Demais casos	0,0034

Fonte: Taxas ambientais (APA, 2023).

A componente “U” é reduzida nos seguintes termos:

- Na utilização de águas para produção de energia hidroelétrica em aproveitamentos com queda bruta máxima de até 10 m;
- Na água objeto de bombeamento em aproveitamentos de produção de energia hidroelétrica com grupos reversíveis;
- Na utilização de águas marinhas em circuitos de refrigeração para produção de energia termoelétrica e outras formas de regulação térmica, como a refrigeração industrial e regaseificação de gás natural liquefeito;
- Na utilização de águas para regulação térmica de culturas agrícolas;
- Redução para sujeitos passivos detentores de certificação EMAS, família 14.000 das normas ISO 14.000 ou esquema de certificação reconhecido pela APA;

- Na utilização de águas objeto de bombeamento através de meios mecânicos nas atividades de aquicultura.

Além disso, isentam-se da componente "U": i) A utilização de águas realizada por meio de equipamentos de extração cuja potência total não ultrapasse 5 cv; ii) A utilização de águas fundamentada em razões de segurança de abastecimento ou outras razões estratégicas nacionais, determinada por despacho do membro do Governo responsável pela área do ambiente e do membro do Governo responsável pelo setor afetado.

A componente "S" corresponde à utilização privativa de águas, qualquer que seja a sua natureza ou regime legal, calculando-se pela aplicação de um valor de base ao volume de água captado ou utilizado para os sistemas de água de abastecimento público, expresso em metro cúbico. O valor de base da componente S para os sistemas de água de abastecimento público é de 0,004 €/m³ de água captada ou utilizada (Decreto-Lei nº 46/2017).

Conforme o Artigo 18.º do Decreto-Lei nº 46/2017, 50% da receita resultante da aplicação das componentes A, E, I, O e U da taxa de recursos hídricos, são destinadas para o Fundo Ambiental, e 50% para APA.

O valor obtido por meio da componente "S", adicionado recentemente na conta da TRH (OCDE, 2017), é totalmente destinado à agência ambiental. Tais receitas são empregadas no suporte financeiro das iniciativas respaldadas pelo Fundo Ambiental e na cobertura dos gastos associados à administração dos recursos hídricos. Portanto, essa parcela visa promover a sustentabilidade dos serviços de água no interior e em áreas montanhosas onde o custo dos serviços de água é muito maior do que nas áreas costeiras mais planas e mais afluentes (OCDE, 2017). 9

Quando a Agência Portuguesa de Ambiente (APA) atribui a entidades públicas ou privadas as responsabilidades de licenciamento e fiscalização do uso dos recursos hídricos, a receita proveniente da aplicação da componente U da TRH será direcionada a essas entidades.

3.1.6 Matriz comparativa das experiências internacionais na cobrança pelo uso de recursos hídricos

A formulação das matrizes comparativas sintetiza as informações das experiências internacionais avaliadas na aplicação da cobrança pelo uso dos recursos hídricos, fornecendo um panorama geral acerca dos tipos de usos cobrados, a metodologia utilizada, da instituição proponente e das legislações que subsidiam os mecanismos de cobrança. Além disso, aborda os valores cobrados, os casos isentos e a aplicação do valor arrecadado. Essa abordagem permite a comparação das diretrizes aplicadas em cada país e ressaltando semelhanças e disparidades entre os mecanismos adotados.

Ressalta-se que as matrizes são ferramentas que facilitam a análise das informações apresentadas. No entanto, devido à sua natureza sintética, é necessário que a leitura das especificações e do contexto de cada caso seja realizada em paralelo, utilizando as demais informações fornecidas neste documento.

No Quadro 2, estão resumidas as informações referentes à cobrança sobre a captação de água, enquanto o Quadro 3 contém as informações sobre o lançamento de efluentes. Optou-se por não incluir a cobrança pelo uso da água na Dinamarca nas matrizes devido à barreira linguística encontrada para a leitura das leis dinamarquesas e à ausência de estudos recentes sobre a aplicação desse mecanismo no país.

QUADRO 2 – MATRIZ COMPARATIVA DAS EXPERIÊNCIAS INTERNACIONAIS NA COBRANÇA PELO USO DE RECURSOS HÍDRICOS (CAPTAÇÃO)

	França	Estado de Baden-Württemberg	Inglaterra	Portugal
Ano de implementação	2006	1988	2016	2005
Tipos de usos cobrados	Irrigação, abastecimento de água potável, resfriamento industrial, alimentação de canais e demais usos econômicos.	Captação de água superficial e subterrânea, para fins de abastecimento público e hidrelétrica.	Sem distinção entre as categorias.	Utilização privativa de águas de domínio público; extração de materiais inertes; ocupação de áreas aquáticas do domínio público do Estado; utilização de águas sujeitas a planejamento e gestão públicos.
Forma/Metodologia de cobrança	Considera-se o volume captado, exceto para o setor hidrelétrico. O valor cobrado é o produto do PPU de cada tipo de uso pela base de cálculo. O valor do PPU é majorado em zonas mais sensíveis hidricamente.	O cálculo é efetuado multiplicando-se o preço unitário da categoria pelo volume de água captado no ano pelo usuário.	Considera-se o volume captado, sendo aplicados alguns fatores que consideram a fonte de captação, o período do ano e o setor usuário da água. Os valores dos preços unitários variam para cada região.	Considera-se o volume captado ou a quantidade de materiais inertes extraídos. É aplicado um coeficiente que aumenta o valor cobrado sobre a captação em bacias com maior sensibilidade hídrica (escassez).
Legislação que subsidia	<i>Code de L'environnement</i> Artigos L213-10 a L213-10-12.	<i>Wassergesetz für Baden-Württemberg</i>	<i>Scheme of Abstraction Charges</i> 2023/2024	Lei nº 58/2005 e Decreto-Lei nº 46/2017
Valores Cobrados	<ul style="list-style-type: none"> Irrigação: 7,2 c€/m³; Irrigação por gravidade: 1,0 c€/m³; Abastecimento público: 14,40 c€/m³; Resfriamento industrial: 1 c€/m³; Fonte de alimentação de canais: 0,06 c€/m³; Outros usos: 10,80 c€/m³. 	<ul style="list-style-type: none"> Abastecimento público: 0,081 €/m³; Manancial superficial: 0,01 €/m³; Manancial subterrâneo: 0,051 €/m³. 	Varia por região. O SUC varia de 11,63 £/1000m ³ (em Yorkshire) à 27,51 SUC £/1000m ³ (em Anglian).	<ul style="list-style-type: none"> Agricultura e aquicultura: 0,0038 €/m³; Produção de energia hidrelétrica: 0,00022 €/m³; Produção de energia termoelétrica: 0,0032 €/m³; Abastecimento público: 0,018 €/m³; Demais casos: 0,016 €/m³.
Uso insignificante	Captações inferiores a 10.00 m ³ no ano para a categoria 1 e inferiores a 7.000 m ³ no ano para a categoria 2.	4.000 m ³ /ano para abastecimento público e 20.000 m ³ /ano para demais usos;	Captações com volume inferior a 20 m ³ /dia e captações destinadas a geração de energia elétrica, para empreendimento com capacidade instalada menor que 5 megawatts.	Usos cujo valor total da taxa a ser cobrada sejam inferiores a 25€. Captações realizadas por equipamentos com potência inferior a 5cv.
Responsável pela cobrança	Agências de Bacias	O próprio estado (<i>Lander</i>)	<i>Environmental Agency</i> (Órgão Ambiental)	Empresas designadas pela APA (Lisboa, por exemplo: Epal)
Rateio de recursos	Administração das agências e aplicações em projetos de interesse comum.	A arrecadação é destinada integralmente ao fundo orçamentário do <i>Lander</i> .	Destinada integralmente à <i>Environmental Agency</i>	50% dos recursos são destinados ao Fundo Ambiental, e 50% à APA

QUADRO 3 – MATRIZ COMPARATIVA DAS EXPERIÊNCIAS INTERNACIONAIS NA COBRANÇA PELO USO DE RECURSOS HÍDRICOS (LANÇAMENTO)

	França	Estado de Baden-Württemberg	Inglaterra	Portugal
Ano de implementação	2008	1981	2016	2005
Tipos de usos cobrados	Poluição de origem não doméstica, doméstica, modernização das redes de coleta de esgoto e poluição difusa.	Todos os usuários urbanos e industriais que lançam efluentes líquidos nos corpos hídricos.	Distinção entre inúmeras categorias, em tabelas anuais dispostas no site da EA.	Lançamentos de efluentes, exceto as restituições ao meio hídrico das águas utilizadas na produção de energia ou na refrigeração industrial.
Forma/Metodologia de cobrança	<ul style="list-style-type: none"> • Não doméstica: considera-se a quantidade de poluentes presentes no efluente; • Pecuária: valor cobrado é proporcional à quantidade de animais criados; • Doméstica: valor é proporcional ao volume de água faturado nas contas de água; • Modernização: valor é proporcional ao volume de água registrado na conta do usuário, despejado na rede; • Difusa: é aplicada a pessoas que adquirem produtos fitofarmacêuticos ou sementes tratadas, sujeitas a uma taxa baseada na massa de substâncias contidas nesses produtos. 	Os usuários devem monitorar as respectivas cargas de cada poluente presente no efluente. Considera-se a quantidade de unidades de toxicidade lançadas anualmente. Cada poluente possui uma carga e concentração mínima para estarem sujeitos a cobrança.	O valor cobrado anualmente é tabelado levando em conta: características do efluente, o setor usuário e o volume lançado. Para usos específicos, o valor é calculado aplicando-se coeficientes que consideram o volume lançado, as características do efluente e o corpo receptor do efluente.	Considera-se a quantidade de poluentes presente nos efluentes. Os parâmetros de cálculo utilizados são matéria oxidável (DBO e DQO), nitrogênio total e fósforo total. Pode haver aumento de 20% para descargas de efluentes em zonas hídricas vulneráveis ou sensíveis.
Legislação que subsidia	Code de L'environnement Artigos L213-10 a L213-10-12	Abwasserabgabengesetz (AbwAG) – Lei Fiscal de Águas Residuais	Environmental Permitting Charging Scheme 2023/2024	Lei nº 58/2005 e Decreto-Lei nº 46/2017
Valores Cobrados	<ul style="list-style-type: none"> • Esgoto doméstico: 0,50 €/m³; • Lançamento de DBOs: 0,4 €/kg; • Pecuária: 3 €/UGB; • Modernização das redes: 0,3 €/m³. 	35,79 € por unidade de toxicidade. Porém, é possível reduzir caso sistemas de tratamento sejam instalados ou aprimorados.	O valor base para usos específicos não tabelados, sobre o qual são aplicados os demais coeficientes é de £747.	0,44 €/kg de matéria oxidável; 0,21 €/kg de nitrogênio total; 0,25 €/kg de fósforo total.

	França	Estado de Baden-Württemberg	Inglaterra	Portugal
Uso insignificante	Usos cujo valor a ser cobrado calculado é inferior a 100 €, e A quantidade de poluentes presentes nos efluentes inferiores aos limites determinados.	<ul style="list-style-type: none"> • Para DQO: 20 mg/L (concentração) e 250 kg/ano (carga anual); • Fósforo total: 0,1 mg/L e 15 kg/ano; • Nitrogênio total: 5 mg/L e 125 kg/ano. 	Não encontrado.	Lançamentos provenientes de aglomerados urbanos com dimensão de até 200 habitantes equivalente.
Responsável pela cobrança	Agências de Bacias	O próprio estado (<i>Lander</i>)	<i>Environmental Agency</i> (Órgão Ambiental)	Administração de Região Hidrográfica (bacias).
Rateio de recursos	Administração das agências e aplicações em projetos de interesse comum.	A arrecadação é destinada integralmente ao fundo orçamentário do <i>Lander</i> .	Destinada integralmente à <i>Environmental Agency</i>	50% dos recursos são destinados ao Fundo Ambiental e 50% à APA.

3.2 A COBRANÇA PELO USO DE RECURSOS HÍDRICOS NO BRASIL

A Lei Federal nº 9.433, de 8 de janeiro de 1997, que institui a Política Nacional de Recursos Hídricos, reconhece a água como um bem de domínio público, atribuindo-lhe valor econômico e estabelecendo a cobrança pelo uso de recursos hídricos como um de seus instrumentos. Desde a promulgação da lei, houve uma intensificação da implementação, regulação e normatização da cobrança pelo uso dos recursos hídricos no Brasil. No Quadro 4, encontra-se um breve histórico dos aspectos institucionais e legais relacionados à cobrança pelo uso de recursos hídricos a nível nacional.

QUADRO 4 – ASPECTOS LEGAIS E INSTITUCIONAIS RELEVANTES PARA A COBRANÇA PELO USOS DE RECURSOS HÍDRICOS NO BRASIL

Ano	Elementos legais	Conteúdo
1916	Lei nº 3.071/1916 – Código Civil	Possibilidade de cobrar pelo uso de um bem público, de acordo com as leis federais, estaduais e municipais (art. 68).
1934	Decreto nº 24.643/1934 – Código da Água	Possibilidade de cobrar pelo uso de recursos hídricos (art. 36). Considerou a água como propriedade privada quando situada em terras privadas.
1981	Lei nº 6.938/1981 – Política Nacional do Meio Ambiente	Obrigação dos poluidores de compensar os danos ambientais e pagar pela exploração de recursos ambientais com fins econômicos.
1988	Constituição Federal	Exclusão da água como propriedade privada e consolidou o duplo domínio.
1989	Lei nº 7.990/1989	Institui a compensação financeira pelo resultado da exploração de recursos hídricos para fins de geração de energia elétrica.
1997	Lei nº 9.433/1997 – Política Nacional de Recursos Hídricos	Estabelecimento da cobrança pelo uso de recursos hídricos.
1997	Legislações estaduais	Replicação dos objetivos estabelecidos pelo uso de recursos hídricos (da Política Nacional de Recursos Hídricos).
2000	Lei nº 9.984/2000	Criação da Agência Nacional de Águas (ANA) e definição dos seus papéis, incluindo a implementação, juntamente com os comitês de bacias hidrográficas, das cobranças pelo uso dos recursos hídricos de domínio da União.
2004	Lei nº 10.881/2004	Regulamentação dos contratos de gestão entre a ANA e as entidades delegatárias de funções de agência de água.
2005	CNRH nº 48/2005	Critérios gerais para a cobrança pelo uso dos recursos hídricos.
2007	Resolução ANA nº 308/2007	Dispõe sobre os procedimentos para arrecadação das receitas oriundas da cobrança pelo uso de recursos hídricos em corpos d'água de domínio da União.
2019	Resolução ANA nº 124/2019	Dispõe sobre os procedimentos operacionais para a cobrança pelo uso de recursos hídricos de domínio da União.

Fonte: OECD (2017) e ANA (2023).

O modelo de gestão dos recursos hídricos, estabelecido pela Política Nacional (Lei Federal nº 9.433/1997) tem as suas raízes no modelo francês. Nesse modelo, o comitê de bacia hidrográfica e a agência de águas, desempenham um papel central, com o CBH atuando como fórum para discussões e tomadas de decisões, enquanto a agência atua como órgão executivo

e de suporte técnico (Thomas, 2002). Em 2004, pela Lei Federal nº 10.881, foi regulamentada a relação institucional entre a ANA e as entidades delegatárias, instituições que desempenham o papel das agências de águas.

Atualmente, os critérios gerais para a cobrança dos recursos hídricos são estabelecidos por meio da Resolução nº 48/2005, do Conselho Nacional de Recursos Hídricos (CNRH) enquanto a Resolução da ANA nº 124/2019 fornece orientações acerca dos procedimentos para arrecadação das receitas provenientes da cobrança pelo uso de recursos hídricos em corpos d'água de domínio da União, além de estipular os procedimentos operacionais para a cobrança de recursos hídricos em corpos hídricos de domínio da União.

Além da legislação que trata da cobrança em rios de domínio da União, os estados, também estabelecem diretrizes específicas para a cobrança nos rios de sua dominialidade, por meio de suas políticas estaduais de recursos hídricos. De maneira semelhante às normativas estabelecidas pelo CNRH para os rios federais, os Conselhos Estaduais de Recursos Hídricos também têm atribuição para definir mecanismos e especificações para a cobrança nos rios estaduais, dentro sua área de atuação. Essas diretrizes podem ser propostas pelos CBHs aos Conselhos e contemplar diretrizes específicas para suas áreas de atuação.

Conforme consta no portal de metadados da ANA, que em (março) de 2022, a cobrança está implementada em 64 rios estaduais. Destes, 12 estão localizados no Ceará, 12 em Minas Gerais, um no estado do Paraná, 9 na Paraíba, 10 no Rio de Janeiro e 20 em São Paulo. Além disso, a cobrança está implementada em 6 rios da União. O histórico de implementação da cobrança nesses corpos hídricos é apresentado no Quadro 5.

QUADRO 5 – ORDEM CRONOLÓGICA DA IMPLEMENTAÇÃO DA COBRANÇA PELO USO DE RECURSOS HÍDRICOS EM RIOS ESTADUAIS E INTERESTADUAIS

Ano	Número de bacias	Domínio	Bacia Hidrográfica Estadual (BHE) ou Agência
1996	12	Ceará	BHE
2003	1	União (interestadual)	AGEVAP
2004	12	Rio de Janeiro	BHE
2006	1	União (interestadual)	Agência das Bacias PCJ
2007	3	São Paulo	BHE
2010	3	Minas Gerais	BHE
2010	1	São Paulo	BHE
2010	1	União (interestadual)	Agência Peixe Vivo
2011	1	União (interestadual)	AGEVAP
2012	6	Minas Gerais	BHE

Ano	Número de bacias	Domínio	Bacia Hidrográfica Estadual (BHE) ou Agência
2012	1	Minas Gerais	BHE
2013	1	São Paulo	BHE
2013	1	Paraná	BHE
2014	2	Minas Gerais	BHE
2014	1	São Paulo	BHE
2015	9	Paraíba	BHE
2016	2	São Paulo	BHE
2017	1	União (interestadual)	Agência Peixe Vivo
2017	1	União (interestadual)	ABHA Gestão de Águas
2017	4	São Paulo	BHE
2017	1	Minas Gerais	BHE
2018	5	São Paulo	BHE

Fonte: Portal de Dados Abertos da ANA (2022).

Complementarmente, as datas de implementação da cobrança nas bacias hidrográficas interestaduais são apresentadas no Quadro 6.

QUADRO 6 – INÍCIO DE IMPLEMENTAÇÃO DA COBRANÇA EM BACIAS HIDROGRÁFICAS INTERESTADUAIS

Bacia Hidrográficas Interestaduais	Data da implementação
Paraíba do Sul	mar/03
Piracicaba, Capivari, Jundiá	jan/06
São Francisco	jul/10
Doce	nov/11
Paranaíba	mar/17
Verde Grande	abr/17

Fonte: ANA (2023).

Já o crescimento na arrecadação da cobrança e na destinação dos recursos reflete a melhoria constante do papel exercido pela parceria entre comitês de bacia e agências nos últimos anos. Em 2022, a arrecadação nas bacias interestaduais aumentou cerca de 21% em relação ao ano anterior, alcançando mais de R\$ 124 milhões nas seis bacias onde a cobrança está em vigor (ANA, 2023a). Os recursos arrecadados nestas bacias desde sua implementação até 2023 já ultrapassam o montante de R\$ 1,03 bilhão (ANA, 2023b).

A cobrança é aplicada aos usuários passivos da outorga de direito de recursos hídricos, e não é aplicada aos usos poucos expressivos ou considerados insignificantes. A associação

entre a cobrança e a outorga é fundamental para garantir que o usuário demande apenas o uso correspondente às suas necessidades reais.

De acordo com a Associação Pró-Gestão das Águas da Bacia Hidrográfica do Rio Paraíba do Sul (AGEVAP) (2018), as disparidades entre os valores cobrados e arrecadados refletem a eficácia, integração e validade do sistema de gestão em torno da cobrança, podendo ser atribuídas a:

- Estratégias de racionalização e sensibilização no uso dos recursos hídricos e na compreensão dos mecanismos de cobrança;
- Falta de adesão, articulação, aprovação ou validação dos valores cobrados pelos usuários;
- Dificuldade na compreensão dos mecanismos e coeficientes da fórmula de cobrança;
- Conflitos relacionados às características e identidade de cada bacia hidrográfica;
- Disputas entre os diferentes setores de usuários em relação aos valores cobrados;
- Inadimplência ou falta de competitividade dos usuários diante dos valores cobrados;
- Ineficiência ou falta de credibilidade do instrumento de cobrança;
- Montantes acumulados e gastos nas bacias hidrográficas;
- Baixo desempenho na eficácia da aplicação dos recursos arrecadados, o que mina a credibilidade dos instrumentos de cobrança.

De acordo com a Lei nº 9.433/1997, os valores arrecadados com a cobrança pelo uso de recursos hídricos devem ser aplicados prioritariamente na bacia hidrográfica em que foram gerados. Esses recursos podem ser destinados ao financiamento de estudos, programas, projetos e obras incluídos nos Planos de Recursos Hídricos, bem como ao pagamento de despesas de implantação e custeio administrativo dos órgãos e entidades integrantes do Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos. No caso das bacias Interfederativas, os valores arrecadados na cobrança direcionados à realização de ações nas bacias ultrapassaram os R\$ 147 milhões em 2022.

Em 2023, o Brasil registrou avanços significativos na agenda de recursos hídricos, especialmente na implementação do instrumento de cobrança pelo uso de recursos hídricos. Esses progressos foram impulsionados pela colaboração entre os órgãos gestores estaduais, os comitês de bacia e os usuários de recursos hídricos, resultando na aprovação desse instrumento

em diversas regiões. Destaca-se a antecipação da meta estabelecida no Plano Nacional de Recursos Hídricos 2022-2040 (PNRH 2022-2040), com a aprovação da cobrança na Bacia Hidrográfica do Rio Grande em setembro de 2023 (ANA, 2023b).

Com relação às águas sob domínio estadual, a ANA (2023b) relata que, ao longo de 2023, vários estados avançaram na implementação da cobrança pelo uso de recursos hídricos. Em março, o estado do Tocantins aprovou a cobrança, seguido pelo estado do Piauí em maio, que regulamentou os procedimentos gerais para a operacionalização desse instrumento. O mês de junho marcou a instituição da prática em Goiás, seguido por Alagoas em setembro. Em novembro, foram emitidas resoluções para a implementação da cobrança nos Conselhos Estaduais de Recursos Hídricos do Rio Grande do Norte e de Sergipe. Esses avanços refletem a aceitação e adoção do instrumento (Magalhães Júnior, 2009) como parte integrante da gestão hídrica em diferentes estados brasileiros, representando um progresso na sensibilização e regulamentação dos recursos hídricos em âmbito regional.

3.3 EXPERIÊNCIAS NACIONAIS

Dentre as bacias brasileiras onde há a instituição do instrumento de cobrança pelo uso de recursos hídricos, é possível observar a adoção de mecanismos de cobrança distintos. Esses mecanismos, embora apresentem semelhanças, também exibem singularidades que buscam se adaptar as particularidades e necessidade de cada região. Neste contexto, nesta seção, serão abordados os arranjos institucionais adotados, a modalidade de cobrança, a estrutura dos valores e indexadores, os subsídios setoriais e as metodologias definidas para a cobrança ordinária, instituídos em algumas bacias no país.

A Resolução CNRH nº 48/2005, em seu artigo 7º, menciona que a fixação dos valores a serem cobrados devem ser considerados, quando pertinentes, alguns aspectos a depender do tipo de utilização dos recursos hídricos, conforme sintetizado no Quadro 8.

QUADRO 7 – ASPECTOS A SEREM CONSIDERADOS NA COBRANÇA, CONSIDERANDO O TIPO DE UTILIZAÇÃO DO RECURSO HÍDRICO

Aspectos a serem observado	Derivação, captação e extração	Lançamento*	Demais tipos de usos ou interferências**
Natureza do corpo de água (superficial ou subterrâneo)	X	X	
Classe de enquadramento	X	X	X
Disponibilidade hídrica	X	X	X
Grau de regularização assegurado por obras hidráulicas	X	X	X
Vazão reservada, captada, extraída ou derivada e seu regime de variação	X		X

Aspectos a serem observado	Derivação, captação e extração	Lançamento*	Demais tipos de usos ou interferências**
Vazão consumida, ou seja, a diferença entre a vazão captada e a devolvida ao corpo de água	X		
Finalidade a que se destinam	X		
Sazonalidade	X	X	X
Características e a vulnerabilidade dos aquíferos	X		X
Características físicas, químicas e biológicas da água	X		X
Localização do usuário na bacia	X	X	X
Práticas de racionalização, conservação, recuperação e manejo do solo e da água	X	X	
Condições técnicas, econômicas, sociais e ambientais existentes	X		
Sustentabilidade econômica da cobrança por parte dos segmentos usuários	X	X	X
Práticas de reuso hídrico.	X		
Carga de lançamento e seu regime de variação, ponderando-se os parâmetros biológicos, físico-químicos e de toxicidade dos efluentes		X	
Natureza da atividade		X	X
Características e a vulnerabilidade das águas de superfície e dos aquíferos;		X	
Características físicas, químicas e biológicas do corpo receptor;		X	
Grau de comprometimento que as características físicas e os constituintes químicos e biológicos dos efluentes podem causar ao corpo receptor		X	
Vazões consideradas indisponíveis em função da diluição dos constituintes químicos e biológicos e da equalização das características físicas dos efluentes		X	
Redução da emissão de efluentes em função de investimentos em despoluição;		X	
Atendimento das metas de despoluição programadas nos Planos de Recursos Hídricos pelos CBH;		X	
Redução efetiva da contaminação hídrica		X	
Sustentabilidade econômica da cobrança por parte dos segmentos usuários		X	

* Com o fim de diluição, assimilação, transporte ou disposição final de efluentes.

** Demais usos ou interferências que alterem o regime, a quantidade ou a qualidade da água de um corpo hídrico.

Fonte: Resolução CNRH nº 48/2005.

Os Comitês de Bacia Hidrográfica possuem a prerrogativa de propor diferenciação nos valores a serem cobrados pelo uso de recursos hídricos, considerando as características específicas de cada unidade hidrográfica. Além disso, têm a possibilidade de estabelecer mecanismos de incentivo e redução do valor da cobrança, em decorrência de investimentos voluntários destinados a melhorar a qualidade e quantidade de água, bem como o regime fluvial,

visando à sustentabilidade ambiental da bacia, desde que tais investimentos sejam aprovados pelo respectivo Comitê (CNRH, 2005).

Os critérios técnicos e operacionais para a definição do valor e do limite a serem cobrados devem ser estabelecidos em conjunto pelos comitês de bacia hidrográfica e órgãos gestores, e devem ser submetidos à aprovação pelo Conselho de Recursos Hídricos correspondente.

Conforme indicado na seção anterior, a implementação da cobrança no Brasil ocorreu de forma gradual. Os pioneiros foram o estado do Ceará, a bacia hidrográfica do rio Paraíba do Sul, a bacia hidrográfica dos rios Piracicaba, Capivari e Jundiá (PCJ) e o estado do Rio de Janeiro. O estado do Ceará implementou a cobrança antes mesmo da promulgação da Política Nacional de Recursos Hídricos. A bacia do Paraíba do Sul foi a primeira bacia interestadual a implementar cobrança no território brasileiro, experiência que ajudou a preencher lacunas legislativas e operacionais (OECD, 2017a). Uma síntese dos aspectos gerais da cobrança nessas bacias e estados é fornecida no Quadro 8.

A seguir, serão analisadas as experiências nacionais referentes à implementação da cobrança, levando em consideração o histórico de sua aplicação e os aspectos metodológicos adotados. A análise contemplará o estado do Ceará, as bacias hidrográficas interestaduais do Paraíba do Sul, os rios PCJ, o rio Doce e o rio Paranaíba. Além disso, serão detalhados os mecanismos adotados no estado do Rio de Janeiro, seguido de uma análise específica sobre a cobrança nas bacias dos rios Macaé e das Ostras.

QUADRO 8 – ASPECTOS GERAIS DA COBRANÇA PELO USO DE RECURSOS HÍDRICOS NAS BACIAS HIDROGRÁFICAS E ESTADOS BRASILEIROS

	Bacia do rio Paraíba do Sul	Bacia dos rios PCJ	Estado do Rio de Janeiro	Estado do Ceará	Bacia do rio Doce	Bacia do rio Paranaíba	Bacia do rio São Francisco
Tipos de usos cobrados	Captação, consumo e lançamento de efluentes	Captação, consumo, lançamento de efluentes e transposição de bacias	Captação, consumo, lançamento de efluentes, aproveitamentos hidrelétricos, outros usos que alterem o regime da água	Captação para uso industrial, abastecimento público, piscicultura, carcinicultura, irrigação, geração de energia, entre outros.	Captação, lançamento e transposição	Captação e lançamento	Captação, consumo e lançamento de efluentes
Valor mínimo cobrado	Não se aplica	O valor mínimo cobrado anualmente é de R\$20,00	Não se aplica	Usuários que tenham variação em seus volumes consumidos (devido a sazonalidade) devem pagar mensalmente um percentual mínimo de 25% sobre o volume outorgado	Não se aplica	Não se aplica	Não se aplica
Valor máximo cobrado	0,5 % dos custos de produção dos setores de agropecuária, aquicultura e mineração em leito de rio	Não se aplica	0,5% dos custos de produção (agropecuária e aquicultura)	Não se aplica	Não se aplica	Não se aplica	Não se aplica
Legislação competente	Deliberações CEIVAP n° 218/2014, n° 233/2016 e Resolução ANA n° 172/2023	Deliberações PCJ n° 52/2005, e n° 78/2007 e n° 298/2018	Lei Estadual n° 4.247/03 e n° 5.234/2008	Decreto estadual n° 35.501/2023 e Resolução CONERH n° 09/2022.	Deliberações CBH Doce n° 26/2011 e n° 69/2018 e 93/2021	Deliberação CBH Paranaíba n° 61/2016, Resolução ANA n° 1.175/2013 e CERH-MG n° 09/2004	Deliberações CBHSF n° 40/2010, n° 50/2010 e n° 94/2017

**PRODUTO 08:
ESTUDO DE IMPACTO DOS VALORES
DA COBRANÇA**



	Bacia do rio Paraíba do Sul	Bacia dos rios PCJ	Estado do Rio de Janeiro	Estado do Ceará	Bacia do rio Doce	Bacia do rio Paranaíba	Bacia do rio São Francisco
Uso insignificante	1,0 L/s	0,5 L/s	0,4 L/s e Pequenas Centrais Hidrelétricas (PCHs) com potência de até 1 MW (um megawatt) e extrações de água subterrânea inferiores ao volume de 5.000 L/dia.	Recursos destinados à pequenos núcleos populacionais, no meio rural; e, captações consideradas insignificantes e/ou em estado de calamidade pública.	0,5 L/s	1,0 L/s	4,0 L/s
Quem propôs a metodologia	Comitê de Integração da Bacia Hidrográfica do Rio Paraíba do Sul (CEIVAP)	Comitê de Bacia Hidrográfica dos Rios Piracicaba, Capivari e Jundiá (CBH PCJ)	Instituto Estadual do Ambiente (Inea)	Companhia de Gestão dos Recursos Hídricos do Estado do Ceará (COGERH)	Comitê de Bacia Hidrográfica do Rio Doce (CBH Doce)	Comitê de Bacia Hidrográfica do Rio Paranaíba (CBH Paranaíba)	Comitê de Bacia Hidrográfica do Rio São Francisco (CBHSF)

3.3.1 Estado do Ceará

O estado do Ceará foi pioneiro na implementação do instrumento de cobrança de recursos hídricos em 1996, conforme indicado no Quadro 5. Sendo o primeiro estado a implementar esse instrumento, antes mesmo de estar previsto na Lei nº 9.433/1997. Neste estado, não há diferenciação na cobrança entre os volumes captados, consumidos e lançamento de efluentes, nem são aplicados coeficientes multiplicadores/redutores do valor cobrado. A cobrança é calculada com base na quantidade de água efetivamente utilizada pelo usuário autorizado, aferida por meio de hidrômetros ou de medições regulares (CEIVAP, 2019).

Segundo os Decretos Estaduais nº 31.195/2013 e nº 32.422/2017, a cobrança pelo uso de recursos hídricos no Ceará é aplicada para os usos outorgados, pela Secretaria dos Recursos Hídricos, e cobrada pela Companhia de Gestão dos Recursos Hídricos (Cogerh), incluindo abastecimento público, indústria, piscicultura, carcinicultura, água mineral e potável de mesa, irrigação, serviço e comércio e demais usos. A tarifa a ser cobrada pelo uso dos recursos hídricos é calculada por meio de:

$$T(u) = T \times V_{ef} \quad (7)$$

Em que: $T(u)$ é a Tarifa do usuário; T é a Tarifa padrão sobre volume consumido; V_{ef} é o Volume mensal consumido pelo usuário (CEARÁ, 2023). Os valores praticados para a tarifa padrão, para as finalidades de usos cobradas, pela Resolução CONERH nº 09/2022, são apresentados na Tabela 20.

TABELA 20 – VALORES DE TARIFAS PRATICADAS NO ESTADO DO CEARÁ PARA OS DIFERENTES USOS DE RECURSOS HÍDRICOS

Tipo de Uso	Critério	Tarifa (R\$/1.000 m ³)
Abastecimento Público	Captação de águas em mananciais da Região Metropolitana de Fortaleza ou Fornecimento através de estruturas de adução gravitárias	277,11
	Fornecimento de água nas demais regiões do Estado (captações em açudes, rios, lagoas e aquíferos sem adução da Cogerh)	76,71
Indústria	Fornecimento de águas com captação e adução por parte da Cogerh, através de tubulação de múltiplos usos, pressurizada por bombeamento	702,33
	Fornecimento de água com captação e adução completa por parte da Cogerh	3.486,72
	Fornecimento de água com captação e adução completa ou parcial, por parte do usuário a partir de mananciais	1.013,56
Piscicultura	Em tanques escavados com captação em mananciais sem adução da Cogerh	7,05
	Em tanques escavados com captação em estrutura hídrica com adução da Cogerh	29,44
	Em tanques redes	84,05
Carcinicultura	Com captação em mananciais sem adução da Cogerh	10,57
	Com captação em estrutura hídrica com adução da Cogerh	219,65

Tipo de Uso	Critério	Tarifa (R\$/1.000 m ³)	
Água mineral e Potável de mesa	-	R\$692,78/1.000m ³	
Irrigação	Em perímetros públicos ou irrigação privada com captações em mananciais sem adução da Cogeh	Consumo de 1.440 a 18.999 m ³ /mês:	2,28
		Consumo a partir de 19.900 m ³ /mês:	6,85
	Em perímetros públicos ou irrigação privada com captações em estrutura hídrica com adução da Cogeh	Consumo de 1.440 a 46.999 m ³ /mês:	19,72
		Consumo a partir de 47.000 m ³ /mês:	33,73
Serviço e Comércio	Fornecimento de água com captação e adução completa ou parcial, por parte do usuário a partir de manancial tipo: açudes, rios, lagoas, aquíferos ou canais	397,38	
	Fornecimento de água com captação e adução por parte da Cogeh, através de tubulação de múltiplos usos, pressurizada por bombeamento	794,77	
Demais Categorias de uso ⁸	Adução Própria	233,06	
	Adução por parte da Cogeh	704,57	

Fonte: Decreto Estadual nº 35.501/2023 e Resolução CONERH nº 09/2022.

A empresa estatal Cogeh, criada em 1993, é encarregada pelo estudo tarifário, implementação e arrecadação da cobrança (Cogeh, 2023), além do abastecimento de água, e é a empresa com função de Agência de bacia. Os Comitês de Bacias Hidrográficas desempenham funções deliberativas menos abrangentes em comparação com outros estados, sendo os valores das tarifas determinados pelo governo, e não pelos comitês. Os valores de cobrança são definidos por meio de uma análise técnica realizada pela Cogeh e pelo Conselho Estadual de Recursos Hídricos (Conerh), que possui sete gerências regionais (OECD, 2017).

Conforme a Lei Estadual nº 12.664/1996, no que diz respeito à destinação dos recursos, pelo Fundo Estadual dos Recursos Hídricos (Fundorh), parte da receita arrecada é destinada a cobrir os custos administrativos da Cogeh, assim como a operacionalização e manutenção das infraestruturas de água (OECD, 2017), e outra parte é destinada a projetos voltados para a Política Estadual de Recursos Hídricos, para que sejam asseguradas as condições de desenvolvimento de Recursos Hídricos, e melhoria da qualidade de vida da população do Estado em equilíbrio com o meio ambiente (Ceará, 1996).

⁸ Além dos demais usos apresentados, tem-se o uso de Painéis fotovoltaicos em espelhos d'água, com uma tarifa de 141,90 (R\$/1000m³), e transferência de água de reúso, com tarifa de 704,57 (R\$/1000m³), segundo a Resolução CONERH nº 09/2022.

Embora o modelo de cobrança do Ceará siga uma metodologia mais simples, o fato de o cálculo ser baseado no volume de água efetivamente utilizado pelo usuário outorgado, pode ser considerado positivo, incentivando os usuários a reduzirem o uso quando necessário e aproximando-os do real valor pago pela água utilizada (CEIVAP, 2018). No entanto, a determinação dos valores unitários pelo órgão responsável torna-se uma tarefa mais complexa, pois é necessário considerar as variações das características de cada usuário, as quais normalmente seriam absorvidas pelos coeficientes, para alcançar um valor ótimo que garanta a arrecadação necessária para realizar as intervenções de responsabilidade do CBH previstas nos planos de bacia (CEIVAP, 2018). Observa-se que essa metodologia é semelhante à aplicada nas bacias hidrográficas da França, com valores tabelados para cada categoria de uso, e baseados no volume consumido.

3.3.2 Bacia Hidrográfica do rio Paraíba do Sul

A bacia hidrográfica do rio Paraíba do Sul destaca-se como um caso relevante no contexto da implementação da cobrança pelo uso de recursos hídricos no Brasil, sendo a primeira entre as bacias interestaduais a instituir esse instrumento em 2003. Sua experiência não apenas contribuiu para aprimorar a arquitetura jurídica e institucional do sistema de cobrança, mas também serviu de modelo para outras bacias hidrográficas (federais e estaduais), que empregaram metodologias e valores semelhantes (Abers; Keck, 2013).

É importante ressaltar que essa bacia apresenta características socioeconômicas únicas que exigem atenção especial durante a implementação da cobrança, visando modificar os padrões de uso dos recursos hídricos para garantir uma melhoria na segurança hídrica. Isso se deve ao fato de ser uma área altamente urbanizada e industrializada, com tendência a conflitos relacionados aos diversos usos da água (OECD, 2017).

Além disso, a gestão dos recursos hídricos na bacia do rio Paraíba do Sul é complexa, uma vez que abrange aproximadamente dois terços do território do ERJ e é compartilhada com os estados de São Paulo e Minas Gerais. Destaca-se ainda o papel estratégico dessa bacia, sendo a principal fonte de abastecimento de água para a população fluminense. Adicionalmente, a transposição realizada no curso médio do rio Paraíba do Sul para o rio Guandu, sob jurisdição do ERJ, assegura cerca de 80% da demanda para o abastecimento da Região Metropolitana do Rio de Janeiro (Acselrad; Azevedo; Formiga-Johnsson, 2015).

O Comitê da Bacia Hidrográfica Interestadual do Rio Paraíba do Sul (Ceivap), criado em 1996, tem como objetivo promover a viabilidade técnica e econômico-financeira de programas de investimento na gestão de recursos hídricos, bem como a consolidação de políticas de estruturação urbana e regional, e facilitar a articulação interestadual (Ceivap, s.d.).

Dentre as atribuições do Ceivap, está a responsabilidade de aprovar e acompanhar a execução da cobrança pelo uso da água, discutindo e deliberando, em sua instância, os critérios e valores a serem cobrados. Posteriormente, cabe ao CNRH a aprovação dos critérios da cobrança apresentados pelo colegiado, enquanto à ANA compete a arrecadação das receitas. Essas receitas são transferidas para a Agência de Águas, neste caso, a Agevap, uma entidade delegatária sem fins lucrativos, que gerencia os recursos para toda a bacia hidrográfica e os desembolsa conforme as ações previstas no plano da bacia hidrográfica (OECD, 2017).

Em 2007 ocorreu uma revisão acerca do mecanismo adotado e a bacia hidrográfica do rio Paraíba do Sul passou a utilizar mecanismos e preços similares aos aplicados na bacia hidrográfica dos rios PCJ (OECD, 2017), demonstrando que o aprimoramento o instrumento no país e as trocas de experiências entre bacias, na primeira década de instituição da Política Nacional de Recursos Hídricos.

A cobrança está vinculada à emissão de outorgas, seguindo as disposições da Deliberação Ceivap nº 218/2014, sendo aplicada para: captação, consumo, lançamento, PCHs, transposição. O valor a ser cobrado do usuário é computado conforme a equação:

$$Valor_{total} = (Valor_{captação} + Valor_{consumo} + Valor_{DBO}) \times K_{gestão} \quad (8)$$

Em que: $Valor_{total}$ – representa o pagamento anual pelo uso da água; $Valor_{captação}$ – representa o valor anual de cobrança pela captação de água (R\$/ano); $Valor_{consumo}$ – representa o valor anual de cobrança pelo consumo de água (R\$/ano); $Valor_{DBO}$ – representa o valor anual de cobrança pelo lançamento de carga orgânica (R\$/ano); $K_{gestão}$ – coeficiente que leva em conta o efetivo retorno à bacia hidrográfica do rio Paraíba do Sul dos recursos arrecadados pela cobrança do uso da água nos rios de domínio da União (igual à 1,0).

Com relação à parcela de captação, tem-se que, quando não há medição do volume captado, o valor é estimado pela equação:

$$Valor_{captação} = Q_{cap\ out} \times PPU_{cap} \times K_{cap\ classe} \times K_{pd} \quad (9)$$

Em que: $Q_{cap\ out}$ – representa o volume anual captado, segundo valores da outorga ou verificados pelo organismo outorgante, em processo de regularização, em m³/ano; PPU_{cap} – o Preço Público Unitário para captação superficial, em R\$/m³; $K_{cap\ classe}$ – coeficiente que leva em conta a classe de enquadramento do corpo d'água no qual se faz a captação, seus valores estão descritos na Tabela 21; K_{pd} – coeficiente aplicado somente ao setor de saneamento que leva em conta o índice de perdas de água na distribuição do prestador de serviço, também adimensional. O valor de K_{pd} podem ser consultados na Tabela 22.

TABELA 21 – VALORES DE COEFICIENTES DE CLASSE ($K_{CAPCLASSE}$) ADOTADOS NA BACIA DO RIO PARAÍBA DO SUL

Classe de Uso do Corpo d'Água	$K_{capclasse}$
1	1
2	0,9
3	0,8
4	0,7

Fonte: Deliberação Ceivap nº 218/2014.

TABELA 22 – VALORES DE COEFICIENTES PARA O SETOR DE SANEAMENTO (K_{PD}) ADOTADOS NA BACIA DO RIO PARAÍBA DO SUL

Índice de Perdas na Distribuição (Ipd)	K_{pd} (A partir de 2018)
$Ipd \leq 20\%$	0,85
$20\% < Ipd \leq 25\%$	0,9
$25\% < Ipd \leq 30\%$	0,95
$30\% < Ipd \leq 35\%$	1
$35\% < Ipd \leq 40\%$	1,05
$Ipd > 40\%$	1,1
Não informado ou não consistente	1,1

Fonte: Deliberação Ceivap nº 218/2014.

Quando há medição do volume captado, acrescentam-se coeficientes adimensionais para ponderar a medição, sendo o valor atribuído à parcela de captação, calculado pela equação:

$$Valor_{captação} = [(Q_{cap\ out} \times K_{out} + Q_{cap\ med} \times K_{med}) + K_{medextra} \times (0,7 \times Q_{cap\ out} - Q_{capmed})] \times PPU_{cap} \times K_{capclasse} \times K_{pd} \quad (10)$$

Na qual: K_{out} – peso atribuído ao volume anual de captação outorgado; K_{med} – peso atribuído ao volume anual de água captada e medida; $K_{medextra}$ – peso atribuído ao volume anual outorgado e não utilizado; e, Q_{capmed} – volume anual de água captado, segundo dados de medição, em m³/ano.

No caso em que há medição do volume captado, é realizada uma penalização quando o usuário utiliza um volume de água 30% menor que o outorgado, sendo aplicado o fator 1,0 ao $K_{medextra}$, caso contrário, a esse coeficiente é atribuído o valor zero. Caso a vazão consumida supere a vazão outorgada, é atribuído o valor 0 ao K_{out} e 1,0 ao K_{med} (Santos, 2018).

Tratando do valor cobrado pelo consumo de água por dominialidade, o cálculo é feito por meio da equação:

$$Valor_{consumo} = (Q_{capT} - Q_{lançT}) \times PPU_{cons} \times \left(\frac{Q_{cap}}{Q_{capT}} \right) \quad (11)$$

Em que: Q_{capT} – volume anual de água captado total, igual ao Q_{capmed} ou igual ao Q_{capout} , se não existir medição, em corpos d'água de domínio da União e dos estados, mais aqueles captados diretamente em redes de concessionárias dos sistemas de distribuição de água, em m^3/ano ; $Q_{lançT}$ – volume anual de água lançado total, em corpos d'água de domínio dos estados, da União, em redes públicas de coleta de esgotos ou em sistemas de disposição em solo, em m^3/ano ; Q_{cap} – volume captado de água, igual ao Q_{capmed} ou igual ao Q_{out} , se não existir medição, por dominialidade, em m^3/ano ; e PPU_{cons} – Preço Público Unitário para o consumo de água, em $R\$/m^3$ (Santos, 2018).

A parcela do lançamento de efluentes é obtida por meio da equação:

$$Valor_{DBO} = CO_{DBO} \times PPU_{DBO} \quad (12)$$

Sendo: CO_{DBO} – carga anual de $DBO_{5,20}$ lançadas, em kg/ano ; e PPU_{DBO} – Preço Público Unitário pelo lançamento de carga orgânica, em $R\$/kg$.

A carga anual é calculada pela equação:

$$CO_{DBO} = C_{DBO} \times Q_{lanç} \quad (13)$$

Em que: C_{DBO} – concentração média de $DBO_{5,20}$ anual lançada, em kg/m^3 ; e, $Q_{lanç}$ – representa o volume anual de água lançado, em m^3/ano pelo usuário outorgado.

Os valores de PPU aplicados à cada tipo de uso de recurso hídrico são apresentados na Tabela 23.

TABELA 23 – VALORES DE PPUS POR TIPO DE USO PARA A BACIA DO RIO PARAÍBA DO SUL

Tipos de uso	Unidade	Valor (R\$)
Captação de água bruta	$R\$/m^3$	0,0308
Consumo de água bruta	$R\$/m^3$	0,0616
Lançamento de efluentes	$R\$/kg$ de DBO	0,2157

Fonte: Resolução ANA nº 172/2023 (ANA, 2023).

Algumas finalidades de uso possuem metodologias de cálculo específicas, tais como o setor de agropecuária e aquicultura, o setor de geração hidrelétrica em PCHs e transposição de água.

Para usuários do setor de agropecuária e aquicultura, o valor cobrado é calculado por meio da equação:

$$Valor_{Agropec} = (Valor_{captção} + Valor_{consumo}) \times K_{Agropec} \quad (14)$$

Sendo: $Valor_{Agropec}$ – pagamento anual pela captação e pelo consumo de água para usuários do setor de agropecuária e aquicultura, em $R\$/ano$; $K_{Agropec}$ – coeficiente que leva

em conta as boas práticas de uso e conservação da água na propriedade rural onde se dá o uso de recursos hídricos (adimensional); $K_{Agropec}$ – coeficiente de boas práticas conforme as tecnologias de irrigação, com exceção da cultura de arroz para a qual se aplicará um $K_{Agropec} = 0,05$. Os valores do coeficiente atribuídos às tecnologias de irrigação são indicados na Tabela 24.

TABELA 24 – VALORES DE COEFICIENTES DE BOAS PRÁTICAS CONFORME AS TECNOLOGIAS DE IRRIGAÇÃO ($K_{AGROPEC}$) PARA A BACIA DO RIO PARAÍBA DO SUL

Tecnologia de Irrigação	$K_{agropec}$
Gotejamento	0,05
Micro aspersão	0,1
Pivô central	0,15
Tubos perfurados	0,15
Aspersão convencional	0,25
Sulcos	0,4
Inundação	0,5
Não informado	0,5
Não irrigante	0,1

Fonte: Deliberação Ceivap nº 218/2014.

Para os usuários do setor de geração hidrelétrica em PCHs, tem-se o valor total da cobrança obtido por meio da equação:

$$Valor_{total} = Valor_{PCH} \times K_{gest\tilde{a}o} \quad (15)$$

Em que: $Valor_{PCH}$ – pagamento anual pelo uso da água para geração hidrelétrica em PCHs, em R\$/ano.

Para as águas captadas na bacia do rio Paraíba do Sul e transpostas para a bacia do rio Guandu, é aplicada uma taxa obrigatória, estabelecida pela Lei Estadual do Rio de Janeiro nº 5.234/2008. Em seu artigo 11, inciso IV, dispõe sobre a cobrança pelo uso dos recursos hídricos no estado e determina que 15% dos recursos arrecadados pela cobrança do uso de água bruta na bacia hidrográfica do rio Guandu sejam destinados à bacia hidrográfica do rio Paraíba do Sul. Esse percentual também foi firmado na Deliberação Ceivap nº 52/2005, que definiu a metodologia e os critérios para a cobrança das águas captadas, derivadas e transpostas da bacia do rio Paraíba do Sul para a bacia do rio Guandu. A taxa é cobrada conforme equação:

$$Valor_{total} = Valor_{trans} \times K_{gest\tilde{a}o} \quad (16)$$

Em que: $Valor_{trans}$ – pagamento anual pelo uso das águas captadas e transpostas da Bacia do rio Paraíba do Sul para a Bacia do rio Guandu, em R\$/ano. O $Valor_{trans}$ corresponde a 15% dos recursos oriundos da cobrança pelo uso de água bruta na bacia hidrográfica do rio Guandu.

Segundo o relatório de Análise Crítica da Cobrança do Inea (Ceivap, 2019), no ano de 2016, os Comitês Afluentes da Bacia Hidrográfica do rio Paraíba do Sul (CBHS-PS)⁹ aprovaram suas respectivas Resoluções (CBH-MPS nº 59/2016, CBH-PIA nº 37/2016, CBH-R2R nº 47/2016, CBH-BPSI nº 22/2016) para reajuste do valor do PPU em suas regiões hidrográficas em 100% do pré-estabelecido na Lei Estadual do Rio de Janeiro nº 4.247/2003 para todos os setores usuários. Os reajustes previstos entraram em vigor a partir de janeiro de 2017.

Em 2018, em resposta às demandas do Ceivap, a Agevap contratou a realização dos "Estudos para a melhoria da cobrança pelo uso de recursos hídricos na bacia hidrográfica do Rio Paraíba do Sul". As recomendações desses estudos foram desenvolvidas de maneira simplificada, visando facilitar a compreensão dos mecanismos de cobrança pelos usuários. Elas abrangeram diferentes níveis de ônus ou bônus relacionados às ações dos usuários da água, levando em consideração a situação hidrológica da bacia e potenciais conflitos futuros em situações desfavoráveis. Isso foi realizado por meio de coeficientes técnicos, conferindo maior flexibilidade à gestão do uso da água (Ceivap, 2018). Por fim, cabe ao Ceivap analisar e deliberar sobre as formulações e coeficientes propostos, buscando aprimorar este instrumento fundamental.

3.3.3 Bacia Hidrográfica dos rios Piracicaba, Capivari e Jundiá (PCJ)

A bacia hidrográfica interestadual dos rios PCJ, que abrange os estados de São Paulo e Minas Gerais, é um exemplo interessante de cooperação intermunicipal. O Consórcio Intermunicipal das Bacias dos Rios Piracicaba, Capivari e Jundiá, foi um grande precursor das discussões relacionadas à gestão e preservação dos recursos hídricos (Consórcio PCJ, s.d.). O Consórcio PCJ é uma entidade de natureza privada e sem fins lucrativos, formada por municípios e empresas, com o propósito de promover a recuperação dos mananciais em sua região de atuação. Atualmente, o consórcio engloba 42 municípios e conta com a participação de 30 empresas do setor de saneamento e indústrias de grande porte (OECD, 2017).

Em 2005, o Comitê das bacias hidrográficas PCJ nomeou o Consórcio PCJ para desempenhar a função de agência de água para os rios de domínio da União. Em 2011 a

⁹ Comitê da Bacia Hidrográfica do Médio Paraíba do Sul (CBH-MPS); Comitê da bacia hidrográfica do Rio Piabanha e das sub-bacias hidrográficas dos rios Paquequer e Preto (CBH-PIA); Comitê Rio Dois Rios (CBH-R2R); Comitê Baixo Paraíba do Sul e Itabapoana (CBH-BPSI).

Fundação Agência das Bacias dos rios Piracicaba, Capivari e Jundiá (Agência das Bacias PCJ) substituiu o consórcio, como entidade delegatária.

Por abranger dois estados, a gestão de corpos hídricos nas Bacias PCJ possui mais de uma jurisdição. Os rios que cruzam ambos os estados são de competência federal, enquanto os demais são de responsabilidade do estado ao qual pertencem. Dessa forma, a cobrança pelo uso de recursos hídricos é subdividida em três categorias: Estadual Paulista, Estadual Mineira e Federal. A cobrança estadual em São Paulo é conduzida pela Agência das Bacias PCJ, ao passo que em Minas Gerais, essas funções são atribuídas ao Instituto Mineiro de Gestão das Águas (Igam). Quanto à cobrança federal, esta é administrada pela ANA e a Agência das Bacias PCJ é responsável pelo gerenciamento financeiro dos recursos arrecadados, realizando o desembolso dos recursos nas ações previstas no Plano de Recursos Hídricos da bacia e conforme as diretrizes estabelecidas no plano de aplicação, ambos aprovados pelos Comitês PCJ (ANA, s.d.; Agência das Bacias PCJ, s.d.; OECD, 2017).

Os mecanismos de cobrança nas bacias PCJ para os rios sob domínio da União são estabelecidos pela Deliberação Conjunta dos Comitês PCJ nº 78/2007, com alterações introduzidas pela Deliberação Conjunta dos Comitês PCJ nº 84/2007, aprovada pela Resolução CNRH nº 78/2007.

Com relação ao cálculo dos valores de cobrança, a metodologia desenvolvida para a bacia hidrográfica dos rios PCJ serviu de base para a cobrança aplicada na bacia do rio Paraíba do Sul; portanto, há muitas similaridades. Conforme os mecanismos aprovados pela Resolução CNRH nº 78/2007, o valor total para a cobrança nas bacias PCJ, segue a seguinte formulação:

$$Valor_{total} = (Valor_{cap} + Valor_{cons} + Valor_{CO} + Valor_{PCH} + Valor_{rural} + Valor_{transp}) \times K_{gest\tilde{a}o} \quad (18)$$

Na qual: $Valor_{total}$ – pagamento anual pelo uso da água (R\$/ano); $Valor_{cap}$ – pagamento anual pela captação de água (R\$/ano); $Valor_{cons}$ – valor anual pago pelo consumo de água (R\$/ano); $Valor_{CO}$ – valor pago anualmente pelo lançamento de carga orgânica (R\$/ano); $Valor_{PCH}$ – pagamento anual relativo a geração de energia em PCHs (R\$/ano); $Valor_{rural}$ – pagamento anual relativo ao setor de agropecuária (R\$/ano); $Valor_{transp}$ – corresponde ao pagamento anual relativo à águas transpostas (R\$/ano); $K_{gest\tilde{a}o}$ – coeficiente que leva em conta o efetivo retorno dos recursos às Bacias (adimensional), que é 1,0.

Para captação, quando não houver medição de vazões, o valor é calculado da seguinte:

$$Valor_{capta\tilde{c}\tilde{a}o} = Q_{cap\ out} \times PPU_{cap} \times K_{cap\ classe} \quad (17)$$

Sendo as mesmas variáveis utilizadas na metodologia apresentada para a bacia do rio Paraíba do Sul. Os valores de são apresentados na $K_{cap\ classe}$ Tabela 25. Quando houver medições de vazões:

$$Valor_{captação} = [(Q_{cap\ out} \times K_{out} + Q_{cap\ med} \times K_{med}) + K_{med\ extra} \times (0,7 \times Q_{cap\ out} - Q_{cap\ med})] \times PPU_{cap} \times K_{cap\ classe} \quad (18)$$

Em que: também se utiliza das mesmas variáveis constadas na bacia do rio Paraíba do Sul; A parcela $K_{med\ extra} \times (0,7 \times Q_{cap\ out} - Q_{cap\ med})$ é acrescentada na cobrança apenas quando a relação entre $Q_{cap\ med} / Q_{cap\ out}$ for menor que 0,7.

TABELA 25 - VALORES DE COEFICIENTES DE CLASSE ($K_{CAPCLASSE}$) ADOTADOS NA BACIA DOS RIOS PCJ

Classe de Uso do Corpo d'Água	$K_{cap\ classe}$
1	1
2	0,9
3	0,9
4	0,7

Fonte: Deliberação. Conjunta dos Comitês PCJ n° 78/2007.

Para o consumo ($Valor_{cons}$), a metodologia empregada para o Paraíba do Sul é exatamente a mesma. A cobrança especificamente para consumo de irrigação é feita conforme:

$$Valor_{cons} = Q_{cap} \times PPU_{cons} \times K_{consumo} \quad (19)$$

Em que: $K_{consumo}$ - coeficiente que visa, no caso de irrigação, quantificar o volume de água consumido; e, PPU_{cons} - PPU para o consumo. Os valores de $K_{consumo}$ são apresentados na Tabela 26.

TABELA 26 - VALORES DE $K_{CONSUMO}$ PARA DIFERENTES SISTEMAS DE IRRIGAÇÃO, NA BACIA DOS RIOS PCJ

Sistemas de Irrigação	$K_{agropec}$
Gotejamento	0,95
Micro aspersão	0,90
Pivô central	0,85
Tubos perfurados	0,85
Aspersão convencional	0,75
Sulcos	0,60
Inundação	0,50

Fonte: Deliberação. Conjunta dos Comitês PCJ n° 78/2007.

A parcela de lançamento ($Valor_{CO}$) é calculada por meio de:

$$Valor_{CO} = CO_{DBO} \times PPU_{DBO} \times K_{lan\ ç\ classe} \times K_{PR} \quad (20)$$

Em que: CO_{DBO} - carga anual de DBO lançada (kg/m^3); PPU_{DBO} - o Preço Unitário Básico da carga de $DBO_{5,20}$ lançada ($R\$/kg$); $K_{lan\ ç\ classe}$ - o coeficiente que leva em conta a classe de enquadramento do corpo de água recepto (adimensional); K_{PR} , - coeficiente que leva em consideração a percentagem de remoção de carga orgânica (adimensional).

Para geração de energia elétrica por meio de PCHs, o valor será calculado de acordo com o que dispuser a legislação federal e atos normativos das autoridades competentes, conforme o Art. nº 07 da Deliberação Conjunta dos Comitês PCJ nº 78/2007.

Com relação às águas transpostas, o cálculo do valor cobrado é obtido por meio de:

$$Valor_{transp} = (K_{out} \times Q_{transp\ out} + K_{med} \times Q_{transp\ med}) \times PPU_{transp} \times K_{cap\ classe} \quad (21)$$

Em que: K_{out} - o peso atribuído ao volume anual de captação outorgado (adimensional); $Q_{transp\ out}$ - volume anual captado (m^3/ano), em corpos d'água de domínio da União, nas Bacias PCJ, para transposição para outras bacias, segundo valores da outorga, ou verificados pela ANA no processo de regularização; K_{med} - o peso atribuído ao volume anual captado medido (adimensional); $Q_{transp\ med}$ - representa o volume anual captado, segundo os dados de medição (m^3/ano), em corpos d'água de domínio da União, nas Bacias PCJ, para transposição para outras bacias; PPU_{transp} - representa o PPU para transposição de bacia ($R\$/ano$); $K_{cap\ classe}$ - coeficiente que leva em conta a classe de enquadramento do corpo d'água no qual se faz a captação (adimensional).

O mecanismo de cobrança para o setor rural é apresentado conforme a equação:

$$Valor_{rural} = (Valor_{cap} + Valor_{cons}) \times K_t \quad (22)$$

Em que: K_t - coeficiente que leva em conta as boas práticas de uso e conservação da água no imóvel rural onde se dá o uso de recursos hídricos. Para os usuários de recursos hídricos que não se enquadram dentre os irrigantes, o valor do coeficiente será igual a 0,1. Já para os usuários de irrigação, os coeficientes deverão levar em conta a tecnologia da irrigação adotada, conforme indicado na Tabela 27.

TABELA 27 - VALORES DE K_T PARA DIFERENTES SISTEMAS DE IRRIGAÇÃO, NA BACIA DOS RIOS PCJ

Sistemas de Irrigação	$K_{agropec}$
Gotejamento	0,05

Sistemas de Irrigação	K_{agropec}
Micro aspersão	0,10
Pivô central	0,15
Tubos perfurados	0,15
Aspersão convencional	0,25
Sulcos	0,40
Inundação	0,50

Fonte: Deliberação. Conjunta dos Comitês PCJ nº 078/2007.

A transposição apresenta um aspecto importante, visto que além do uso interno nas Bacias PCJ, uma vazão máxima média mensal de até 33 mil litros por segundo de água pode ser transposta da Bacia do Rio Piracicaba para a Bacia do Alto Tietê, através do Sistema Cantareira, um complexo sistema que abrange seis reservatórios, ligados por túneis e canais, sendo Jaguari-Jacaré, Cachoeira, Atibainha, Paiva Castro e Águas Claras. Os quatro primeiros estão localizados em afluentes do rio Piracicaba, e os dois últimos reservatórios, localizados na bacia hidrográfica do Alto Tietê. O Sistema abastece cerca de 8,8 milhões de pessoas na Região Metropolitana de São Paulo, o que mostra a grande dependência dessa região das águas das Bacias PCJ (Agência de bacias PCJ, 2019).

Os Valores dos PPU's, para o ano de 2024, que são aplicados em São Paulo, são apresentados na Tabela 28.

TABELA 28 – COBRANÇA PELO USO DOS RECURSOS HÍDRICOS DE DOMÍNIO DA UNIÃO – COBRANÇA FEDERAL

Tipos de uso	Unidade	Valor (R\$)
Captação de água bruta	R\$/m ³	0,0179
Consumo de água bruta	R\$/m ³	0,036
Lançamento de efluentes	R\$/kg de DBO	0,1801
Transposição de bacia	R\$/kg de DBO	0,027

Fonte: Resolução ANA nº 172/2023 (ANA, 2023).

Para Minas Gerais, como mencionado, a cobrança é operacionalizada no âmbito estadual, pelo Igam, e seus respectivos valores dos Preços Unitários Básicos (PUBs) são apresentados na Tabela 29.

TABELA 29 – COBRANÇA PELO USO DOS RECURSOS HÍDRICOS DE DOMÍNIO DE MINAS GERAIS – COBRANÇA ESTADUAL MINEIRA

Tipos de uso	Unidade	Valor (R\$)
Captação de água bruta superficial	R\$/m ³	0,0123
Captação de água bruta subterrânea	R\$/m ³	0,0146

Tipos de uso	Unidade	Valor (R\$)
Consumo de água bruta	R\$/m ³	0,0243
Lançamento de carga orgânica (DBO5,20)	R\$/kg	0,1217

Fonte: Portaria IGAM nº 53/2023 (Igam, 2023).

3.3.4 Bacia Hidrográfica do rio Doce

A cobrança foi implementada na Bacia do Rio Doce em 2011, conforme indicado no Quadro 5, abrangendo os rios sob domínio da União. Essa iniciativa foi impulsionada pelo crescimento dos usos da água na bacia, que está diretamente ligado ao aumento da urbanização e do desenvolvimento econômico na região (Miranda, 2021).

Os mecanismos de cobrança, assim como os PPU's adotados, foram sugeridos pelo Comitê da Bacia Hidrográfica do Rio Doce (CBH-Doce), conforme as Deliberações CBH-Doce nº 69/2018 e nº 93/2021. A última atualização dos PPU's consta na Resolução ANA nº 172/2023. O valor total cobrado na Bacia do Rio Doce é determinado pelo equacionamento apresentado na Equação 23.

$$Valor_{total} = (Valor_{cap} + Valor_{lanç} + Valor_{transp} + Valor_{PCH}) \times K_{gestão} \quad (23)$$

Em que: $Valor_{cap}$ - refere-se à parcela de valor anual de cobrança pela captação (R\$/ano); $Valor_{lanç}$ - refere-se à parcela do valor anual cobrado pelo lançamento de efluentes (R\$/ano); $Valor_{transp}$ - a parcela de valor anual cobrado pela transposição de água (R\$/ano); $Valor_{PCH}$ - à parcela de PCHs; $K_{gestão}$ - coeficiente que leva em conta o efetivo retorno à Bacia do rio Doce dos recursos arrecadados com a cobrança pelo uso de recursos hídricos (adimensional), que é igual à 1,0.

Diferente da maioria das bacias hidrográficas, na bacia do rio Doce a parcela referente ao consumo, ou seja, a porcentagem do volume de água captado pelo usuário que não retorna à bacia, não cobrada de maneira isolada, sendo esse valor contabilizado juntamente com a parcela de água captada.

A cobrança pela captação de água será feita de acordo com a equação básica:

$$Valor_{cap} = Valor_{cap} = Q_{cap} \times PPU_{cap} \times K_{cap} \quad (24)$$

Em que: Q_{cap} - volume anual de água captado (m³/ano); PPU_{cap} - PPU para captação (R\$/m³); K_{cap} - coeficiente que considera objetivos específicos a serem atingidos mediante a cobrança pela captação de água (adimensional).

Para a parcela da captação, no caso em que o usuário tiver medição de vazão, será feita de acordo com a seguinte equação:

$$Valor_{cap} = (Q_{out} \times K_{out} + Q_{med} \times K_{med}) \times PPU_{cap} \times K_{cap} \quad (25)$$

Em que: K_{out} – peso atribuído ao volume anual de captação outorgado; K_{med} – peso atribuído ao volume anual efetivamente captado e medido (adimensional); Q_{out} – volume anual de água captado, segundo valores de outorga (m^3/ano); Q_{med} – volume anual de água captado, segundo dados de medição (m^3/ano); K_{cap} – coeficiente que considera objetivos específicos a serem atingidos mediante a cobrança pela captação de água.

Os valores de K_{out} e K_{med} serão definidos conforme segue: quando (Q_{med}/Q_{out}) for maior ou igual à 0,7 será adotado $K_{out} = 0,2$ e $K_{med} = 0,8$; quando (Q_{med}/Q_{out}) for menor que 0,7 será acrescida a parcela de volume a ser cobrado correspondente à diferença entre $0,7 \times Q_{out}$ e Q_{med} .

A cobrança pelo lançamento de carga poluidora será feita de acordo com a equação:

$$Valor_{lanç} = EPL \times PPU_{EP} \quad (26)$$

Sendo: EPL – Equivalente Populacional Limitante¹⁰ (habitantes); PPU_{EP} – PPU referente a um Equivalente Populacional (EP) (R\$/hab.). O EPL será equivalente ao EP que apresentar o maior valor. O EP será calculado para cada variável – DBO, Sólidos Suspensos Totais (SST) e Fósforo Total (PT) – conforme segue:

$$EP = CP_{(DBO,SST \text{ OU } PT)} / CPC \quad (27)$$

Em que: $CP_{(DBO,SST \text{ OU } PT)}$ – Carga Poluidora, para cada variável (kg/ano); CPC – Carga Per Capita, sendo 18,25 (kg/hab./ano) para DBO, 21,9 (kg/hab./ano) para SST e 0,365 (kg/hab./ano) para PT.

O PPU_{EP} será definido multiplicando-se a CPC da variável DBO pelo PPU de lançamento, conforme segue:

$$PPU_{EP} = CPP_{DBO} \times PPU_{lanç} \quad (28)$$

Em que: $PPU_{lanç}$ – PPU para lançamento de carga poluidora (R\$/kg).

¹⁰ Conforme a Deliberação CBH-Doce nº 69/2018, o EPL demonstra a equivalência entre uma fonte poluidora e certo número de pessoas.

Para geração de energia elétrica por meio de PCHs, o valor é calculado obtido por meio da equação:

$$Valor_{PCH} = EH \times TAR \times K \quad (29)$$

Em que: EH – energia anual de origem hidráulica efetivamente verificada (MWh); TAR – Tarifa Autorizada de Referência, relativa à compensação financeira pela utilização dos recursos hídricos, fixada anualmente, por resolução da Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL) (R\$/MWh); e K é fixado em 0,75.

Para águas transpostas, os valores são obtidos da seguinte forma:

$$Valor_{transp} = Q_{transp} \times PPU_{transp} \times K_{classe} \quad (30)$$

Em que: Q_{transp} – volume anual de água transposto da Bacia Hidrográfica do rio Doce para outras Bacias (m³/ano); PPU_{transp} – Preço Público Unitário para transposição de Bacia (R\$/m³); K_{classe} – coeficiente que leva em conta a classe de enquadramento do corpo d’água no qual se faz a transposição.

Os valores de PPU para a bacia hidrográfica do rio Doce são apresentados na Tabela 30.

TABELA 30 – COBRANÇA PELO USO DOS RECURSOS HÍDRICOS NA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO DOCE

Tipos de uso	Unidades	Valor (R\$)
Captação de água bruta	R\$/m ³	0,0627
Lançamento de efluentes	R\$/kg	0,3342
Transposição de bacia	R\$/m ³	0,0836

Fonte: Resolução nº 172/2023 (ANA, 2023).

3.3.5 Estado do Rio de Janeiro

No estado do Rio de Janeiro, a cobrança foi estabelecida no ano de 2003, por meio da Lei Estadual nº 4.247/2003, conforme detalhado no Quadro 9. Atualmente, essa cobrança é aplicada em 100% do território estadual (OECD, 2017).

QUADRO 9 – HISTÓRICO DA IMPLEMENTAÇÃO DE COBRANÇA NO ESTADO DO RIO DE JANEIRO

Data	Ação
Maio de 2003	Aprovação da Resolução CERHI-RJ nº 06/2003, que dispõe sobre a cobrança pelo uso da água dos corpos hídricos no Rio de Janeiro e integrantes da Bacia do rio Paraíba do Sul.
Dezembro de 2003	Lei Estadual nº 4.247/2003, que dispõe sobre a cobrança pela utilização dos recursos hídricos de domínio do estado do Rio de Janeiro.

Data	Ação
Janeiro de 2004	Início da cobrança pela utilização dos recursos hídricos de domínio do estado do Rio de Janeiro na porção fluminense do Paraíba do Sul.
Março de 2004	Início da cobrança nas demais bacias do estado do Rio de Janeiro.
Março de 2005	Aprovação da Resolução CERHI-RJ nº 13/2005, que aprova os critérios de cobrança pelo uso de recursos hídricos no âmbito do Comitê Guandu, por meio da Resolução nº 05/2004.
Maio de 2007	Aprovação da Resolução CERHI-RJ nº 15/2007, que aprova critérios de cobrança pelo uso de recursos hídricos no âmbito da área de atuação do Comitê das Bacias Hidrográficas das Lagoas de Araruama e Saquarema e dos Rios São João e Una, aprovada pelo Comitê em sua Resolução nº 10/2006.
Maio de 2008	Lei Estadual nº 5.234/2008, que altera a Lei Estadual nº 4.247/2003, que dispõe sobre a cobrança pela utilização dos recursos hídricos de domínio do estado do Rio de Janeiro.
Agosto de 2008	Deliberações da Agência Reguladora de Energia e Saneamento Básico do Estado do Rio de Janeiro (AGENERSA) nº 285/2008 e nº 286/2008: homologam revisão tarifária das concessionárias com concessão estadual relativa aos valores pagos à Superintendência Estadual de Rios e Lagoas (SERLA).
Agosto de 2009	Decreto Estadual nº 41.974/2009, que regulamenta o artigo 24 da Lei Estadual nº 4.247/2003.
Janeiro de 2010	Lei Estadual nº 5.639/2010, que dispõe sobre os contratos de gestão entre o gestor e executor da PERH e entidades delegatárias de funções de agência de águas relativos à gestão de recursos hídricos de domínio do estado.
Dezembro de 2010	Resolução Inea nº 27/2010, que define regras e procedimentos para arrecadação, aplicação e apropriação de receitas e despesas nas subcontas das regiões hidrográficas e do Inea de recursos financeiros do fundo estadual de recursos hídricos (Fundrhi).
Agosto de 2018	Resolução CERHI-RJ Nº 197, DE 15 de agosto de 2018. Dispõe sobre o procedimento para atualização dos preços públicos unitários cobrados pelo uso de recursos hídricos de domínio do Estado do Rio de Janeiro, de que trata a Lei Estadual Nº 4.247, de 16 de dezembro de 2003.

Fonte: Acselrad Azevedo e Formiga-Johnsson, (2015).

A implementação da cobrança ocorreu mesmo quando os Comitês de Bacias Hidrográficas ainda não estavam estabelecidos, diferenciando-se bastante das demais experiências em curso no Brasil (Acselrad; Azevedo; Formiga-Johnsson, 2015).

A Lei Estadual nº 4.247/2003 determina que 90% do montante arrecadado pela cobrança sobre o uso dos recursos hídricos de domínio estadual sejam na bacia hidrográfica onde ocorreu a arrecadação, enquanto os outros 10% se destinem ao órgão gestor de recursos hídricos do ERJ. Com essa medida, o Inea, que antes não dispunha de recursos orçamentários para exercer as suas funções adequadamente, teve garantida uma fonte de receita a partir da cobrança pelo uso de recursos hídricos (Acselrad; Azevedo; Formiga-Johnsson, 2015).

Conforme OECD (2017), o quadro institucional para a cobrança é definido da seguinte forma: a Secretaria de Estado do Ambiente e Sustentabilidade (Seas) propõe e orienta políticas públicas relacionadas com a implementação da cobrança; o Inea é responsável pela arrecadação, assim como monitoramento e fiscalização; os comitês da bacia têm a prerrogativa legal de definir a metodologia, critérios e valores de cobrança, para uma posterior aprovação

pelo CERHI-RJ. E as receitas arrecadadas são gerenciadas pelas Entidades Delegatárias com funções de agência, e vinculadas ao Fundrhi.

Os comitês de bacia, quando estabelecidos, têm a responsabilidade de deliberar sobre a aplicação dos recursos financeiros do Fundrhi, correspondentes a 90% do montante arrecadado em sua área de atuação, com a aprovação do CERHI-RJ. Esses comitês também têm a função de determinar como as receitas serão aplicadas, em consonância com as prioridades identificadas no Plano de Bacia Hidrográfica.

A Lei Estadual nº 4.247/2003 estabelece a seguinte fórmula a ser utilizada enquanto não houver alterações na metodologia por parte dos comitês:

$$\text{Cobrança mensal total} = Q_{cap} \times [K0 + K1 + (1 - K1) \times (1 - K2 \cdot K3)] \times PPU \quad (31)$$

Em que: Q_{cap} - volume de água captada durante um mês ($m^3/mês$); $K0$ - multiplicador de preço unitário para captação (inferior a um, definido pelo Inea); $K1$ - relação entre o volume consumido e o volume captado pelo usuário (ou o índice correspondente à parte do volume captado que não retorna ao manancial); $K2$ - relação entre a vazão efluente tratada e a vazão efluente bruta; $K3$ - expressa o nível de eficiência de redução de DBO na Estação de Tratamento de Efluentes; PPU - Preço Público Unitário por m^3 de água captada ($R\$/m^3$). Estes valores são definidos em cada Comitê de Bacia e podem variar de acordo com os diferentes usos.

Ou seja, a primeira parte da fórmula ($Q_{cap} \times K0$) representa a captação, a segunda parcela ($Q_{cap} \times K1$) representa o consumo, e a última parcela ($Q_{cap} \times (1 - K1) \times (1 - K2 \cdot K3)$) carrega a parcela da diluição de efluentes. Os valores dos coeficientes e PPUs estabelecidos pela Lei Estadual, nº 4.247/2003, para cada tipo de uso são apresentados na Tabela 31.

TABELA 31 - VALORES DE COEFICIENTES E PPUS, POR SETOR DE USO, NO ESTADO DO RIO DE JANEIRO

Coeficientes	Setor agropecuário	Atividades de aquicultura	Demais atividades
K0	0,4	0,4	0,4
K1	Informado por usuário, sujeito a fiscalização	0	Informado por usuário, sujeito a fiscalização
K2 e K3*	1 (Exceto suinocultura, que deverão ser informados pelo usuário)	1	Relação entre a vazão efluente tratada e a vazão efluente bruta (K2), e K3 é a eficiência de redução de DBO na ETE.
PPU	0,0005 ($R\$/m^3$)	0,0004 ($R\$/m^3$)	0,02 ($R\$/m^3$)

Nota: * Quando K2 e K3 são iguais à 1, a parcela de diluição de efluentes é consequentemente desconsiderada.

Fonte: Lei Estadual nº4.247/2003 (Rio de Janeiro, 2003).

A legislação ainda estabelece que aplicada a fórmula de cálculo, fica estabelecido que a cobrança das atividades de agropecuária e aquicultura não poderão exceder a 0,5% dos custos de produção, e os usuários que se considerem onerados acima deste limite deverão comprovar junto ao Inea, seus custos de produção, de modo a ter o valor da cobrança limitado.

Conforme o Art. 20 da mesma legislação, os usuários do setor de geração de energia elétrica em PCHs pagarão pelo uso de recursos hídricos com base na seguinte fórmula:

$$C = GH \times TAR \times P \quad (32)$$

Em que: C – cobrança mensal a ser paga por cada PCH (R\$); GH – total de energia gerada por uma PCH em um determinado mês, informado pela concessionária (MWh); TAR – Tarifa Atualizada de Referência¹¹, definida pela ANEEL; P – é o percentual definido a título de cobrança sobre a energia gerada, que é padronizado como 0,75% (Rio de Janeiro, 2003).

Conforme estabelecido pela Lei Federal nº 7.990/1989, os aproveitamentos de recursos hídricos, para fins de geração de energia elétrica, como PCHs, implicam na compensação financeira de 7% sobre o valor da energia elétrica produzida, a ser paga pelo titular da concessão ou autorização para exploração aos Estados, Distrito Federal e Municípios, segundo a Lei Federal nº 13.360/2016. Adicionalmente, 6,25% do valor da energia produzida será distribuído entre os Estados, Municípios e órgãos da administração direta da União (BRASIL, 1990). Além disso, quando a PCH atingir mais de um Estado ou Município, a distribuição dos percentuais será feita proporcionalmente, levando-se em consideração as áreas inundadas e outros parâmetros de interesse público regional ou local.

Conforme estabelecido pelas Leis Estaduais nº 4.247/2003 e nº 5.234/2008, são considerados usos insignificantes de recursos hídricos de domínio do ERJ, para fins de outorga e cobrança:

- I - as derivações e captações para usos de abastecimento público com vazões de até 0,4 (quatro décimos) litro por segundo, com seus efluentes correspondentes;
- II - as derivações e captações para usos industriais ou na mineração com características industriais, com vazões de até 0,4 (quatro décimos) litro por segundo, com seus efluentes correspondentes;
- III - as derivações e captações para usos agropecuários com vazões de até 0,4 (quatro décimos) litro por segundo, com seus efluentes correspondentes;
- IV - as derivações e captações para usos de aquicultura com vazões de até 0,4 (quatro décimos) litro por segundo, com seus efluentes correspondentes;

¹¹ A TAR, para o cálculo da Compensação Financeira pela Utilização de Recursos Hídricos é de R\$ 89,79/MWh, segundo a Resolução ANEEL nº 3.135/2022.

V - os usos de água para geração de energia elétrica em pequenas centrais hidrelétricas (PCHs), com potência instalada de até 1 MW (um megawatt).

VI - as extrações de água subterrânea inferiores ao volume diário equivalente a 5.000 (cinco mil) litros e respectivos efluentes, salvo se tratar de produtor rural, caso em que se mantém o parâmetro discriminado no inciso III deste mesmo artigo. (NR)

3.3.6 Bacia hidrográfica do rio Macaé e rio das Ostras

Embora a cobrança no estado do Rio de Janeiro tenha sido instituída em 2003 pela Lei Estadual nº 4.247/2003, e o comitê de bacia hidrográfica do Rio Macaé e rio das Ostras tenha sido estabelecido em 2003 pelo Decreto Estadual nº 34.243/2003 (posteriormente modificado pela Resolução CERHI-RJ nº 107/2013), a cobrança pelo uso de recursos hídricos na bacia hidrográfica do Rio Macaé e rio das Ostras teve início efetivamente em 2007.

Em 2022, a atuação da Entidade Delegatária foi renovada por meio do Contrato de Gestão nº 62/2022 entre o Inea e o Consórcio Intermunicipal Lagos São João (CILSJ), com a interveniência do CBH Macaé Ostras. Este contrato tem como objetivo a atribuição das funções de agência de bacia à Entidade Delegatária (CBH Macaé Ostras, 2023).

De acordo com a cláusula primeira do Contrato mencionado, é atribuído à entidade delegatária (CILSJ) a responsabilidade pela administração financeira dos valores repassados pelo Órgão Gestor à Entidade Delegatária, provenientes dos recursos do Fundo Estadual de Recursos Hídricos (Fundrhi), especialmente os provenientes da cobrança pelo uso da água. Além disso, no mesmo contrato, destaca-se que a entidade delegatária é encarregada de gerenciar e direcionar os recursos provenientes da cobrança pelo uso dos recursos hídricos, bem como outros recursos transferidos pelo Inea, para programas e ações conforme estabelecidos no Plano de Aplicação Plurianual (PAP) aprovado pelo CBH Macaé Ostras.

O regimento interno do CBH Macaé Ostras atribui ao comitê a responsabilidade de aprovar os critérios e os valores propostos para a cobrança pelo uso da água em sua área de atuação, submetendo-os à homologação do CERHI-RJ.

Os mecanismos de cobrança adotados na bacia hidrográfica do Rio Macaé e Rio das Ostras, conforme estabelecido pela Resolução CERHI-RJ nº 201/2018, são os mesmos estabelecidos nas especificações propostas na Lei Estadual nº 4.247/2003. O valor do PPU para o ano de 2024, estabelecido pela Resolução Inea nº 288/2023, foi fixado em 0,06595 R\$/m³ para todos os setores usuários (Abastecimento, Indústria, Irrigação, Criação Animal, Aquicultura e outros).

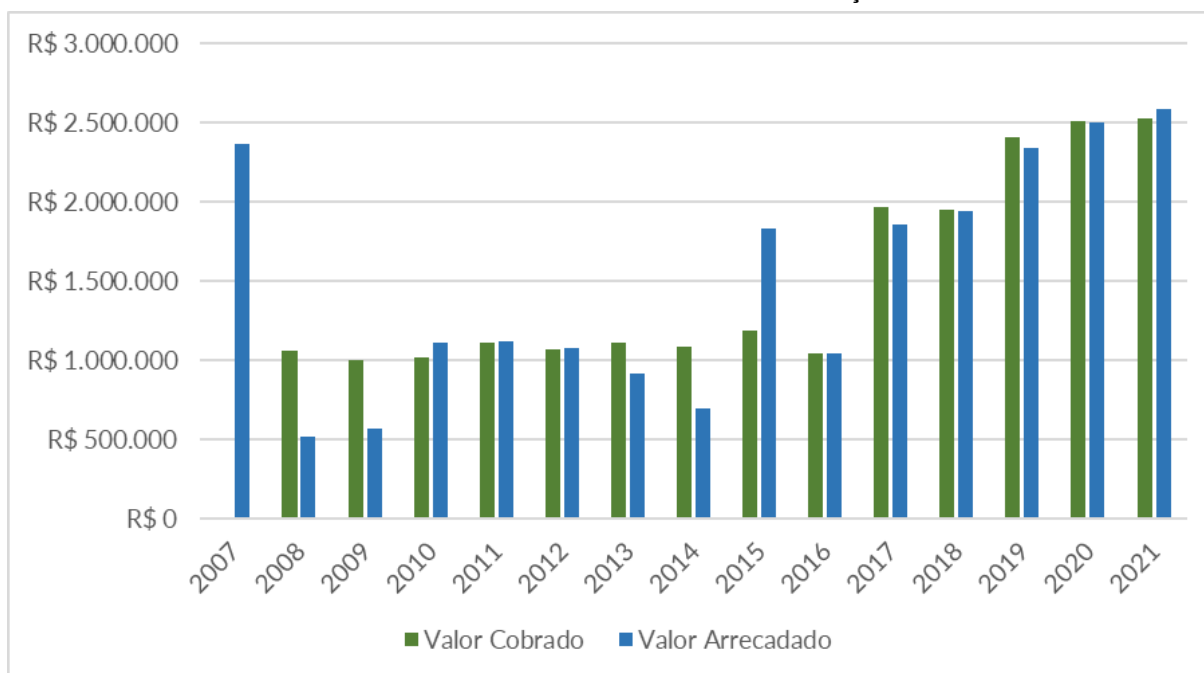
A metodologia considera, conforme descrito para o Rio de Janeiro, o valor da vazão captada diretamente, além de coeficientes que ponderam três diferentes parcelas no cálculo da cobrança (conforme Tabela 31): a primeira para a própria modalidade de captação, a segunda para o consumo e a terceira para o lançamento de efluentes.

Apesar da região da bacia hidrográfica do Rio Macaé e Rio das Ostras ainda não possuir uma metodologia de cobrança específica implementada, referente à transposição da bacia do Rio Macabu para a bacia do Rio Macaé (CBH Macaé Ostras, s.d.), já foi estabelecido um Grupo de Trabalho para estudar e debater questões referentes a essa transposição. A transposição das águas deriva da barragem da Hidrelétrica do Macabu, que depois de gerar energia ela flui ao córrego Duas Barras, que é um afluente do São Pedro, e então incorpora as águas do rio Macaé (CBH Macaé Ostras, s.d.).

Segundo o Relatório de Cobrança e Arrecadação de 2022 do CBH Macaé (CBH Macaé Ostras, 2022), nos anos de 2021 e 2022, os usuários dos recursos hídricos da RH-VIII permaneceram os mesmos, totalizando 63 outorgados e cobrados. A maior parte desses usuários, representando 70%, está concentrada no município de Macaé. Quando examinadas as finalidades do uso da água, nota-se que a categoria "Outras", que engloba finalidades que não se enquadram nas demais, como construção civil, distribuição particular de água e condomínios residenciais, entre outras, possui o maior número de usuários outorgados. Já em termos de volume consumido, destacam-se as finalidades: indústria, termoeletrica e saneamento básico (CBH Macaé Ostras, 2022).

Na Figura 2 é comparado o montante total arrecado e cobrado na RH-VIII, anualmente, para o período de 2007 a 2021. Com isso, é possível observar que a eficiência da cobrança pela captação, na região de estudo, geralmente é alta em relação ao valor cobrado. Até o ano de 2022, o montante cobrado foi de aproximadamente 21 milhões de reais, enquanto o total arrecadado foi de aproximadamente 22 milhões de reais, o que demonstra um saldo positivo na bacia hidrográfica (ANA, 2024).

FIGURA 2 – VALORES COBRADOS E ARRECADADOS COM A COBRANÇA PELO USO DE RECURSOS HÍDRICOS NA RH-VIII – CAPTAÇÃO.



Fonte: Adaptado de ANA (2024).

Além disso, de acordo com os relatórios informativos de Cobrança e Arrecadação divulgados pelo próprio CBH Macaé Ostras, as cobranças relativas ao lançamento de efluentes nos anos de 2019, 2021 e 2022 são, respectivamente: R\$ 3.410, referente a uma outorga; R\$ 1.205, referente a duas outorgas; e R\$ 1.205, referente a duas outorgas (CBH Macaé Ostras, 2019; CBH Macaé Ostras, 2021; CBH Macaé Ostras, 2022).

Ressalta-se que os Relatórios de Cobrança e Arrecadação (CBH Macaé Ostras, 2019; CBH Macaé Ostras, 2021; CBH Macaé Ostras, 2022) apresentam de forma mais detalhada os usos a que os recursos hídricos são destinados, explicitando suas finalidades. Por outro lado, a Resolução INEA nº 288/2023 e o Relatório da ANA (2024) abordam a cobrança e arrecadação por setores de usuários. Contudo, a Resolução INEA abrange mais setores usuários do que os Relatórios da ANA, o que dificulta a comparação de resultados.

A adoção de um valor único para todos os setores pode ser considerada uma simplificação no cálculo do valor final. Entretanto, essa abordagem desconsidera a diversidade de finalidades para as quais a água é outorgada. Destaca-se a oportunidade de atribuir valores diferenciados para finalidades distintas, conforme evidenciado nos relatórios de Arrecadação e Cobrança, que incluem categorias como consumo humano, criação animal, esgotamento sanitário, indústria, saneamento, termoeletrica, lançamento de efluentes e outros (CBH Macaé Ostras, 2019; CBH Macaé Ostras, 2021; CBH Macaé Ostras, 2022).

3.3.7 Considerações sobre a cobrança na transposição de bacias

A matriz comparativa, representada pelo Quadro 10, apresenta alguns dos aspectos gerais relevantes no âmbito da cobrança pela transposição da água, em algumas das principais bacias hidrográficas no território brasileiro.

QUADRO 10 – SÍNTESE DA COBRANÇA PELA TRANSPOSIÇÃO DA ÁGUA EM BACIAS HIDROGRÁFICAS

Itens	Bacia hidrográfica do rio Paraíba do Sul	Bacia hidrográfica dos rios PCJ	Bacia hidrográfica do rio Doce
Quem incide a cobrança	Comitê da Bacia Hidrográfica Guandu	Usuários que captam águas dos rios PCJ para usos externos à bacia	Usuários que captam águas dos rios PCJ para usos externos à bacia
Valores cobrados	20% do montante arrecadado pela cobrança na bacia do rio Guandu.	0,1801 R\$/m ³	0,0836 R\$/m ³
Definição da metodologia	CEIVAP e Comitê Guandu	Coeficiente que leva em conta a eficiência de remoção de carga orgânica no lançamento	CBH-Doce
Legislação	Lei Estadual 5.234 de 2008 e Deliberação CEIVAP n° 52 de 2005	Resolução n° 172/2023	Resolução n° 172/2023

Conforme o Quadro 10, nota-se que a cobrança na Bacia Hidrográfica do Rio Doce corresponde a menos da metade da empregada na Bacia Hidrográfica dos Rios PCJ. Um aspecto que pode indicar um potencial relação com a disponibilidade hídrica de cada região.

Ainda no âmbito da cobrança no uso da água em transposições de bacias hidrográficas, uma síntese do histórico das principais legislações no estado do Rio de Janeiro é apresentada no Quadro 11.

QUADRO 11 – HISTÓRICO SÍNTESE DAS PRINCIPAIS LEGISLAÇÕES DA COBRANÇA NO ÂMBITO DA TRANSPOSIÇÃO DE BACIAS HIDROGRÁFICAS, A NÍVEL ESTADUAL

Ano	Elementos legais	Conteúdo abordado
1999	Lei Estadual n° 3.239/1999	Estabelece que as diretrizes para as questões relativas às transposições de bacias deverão constar no PERHI.
2003	Lei Estadual n° 4.247/2003	Devido à transposição, serão aplicados na bacia hidrográfica do rio Paraíba do Sul, 15% dos recursos oriundos da cobrança pelo uso de água bruta na bacia hidrográfica do rio Guandu.
2005	Deliberação CEIVAP n° 52/2005	Estabelece como valor para a cobrança pelo uso das águas captadas e transpostas no rio Paraíba do Sul para a bacia do rio Guandu aquele correspondente a 15% dos recursos arrecadados pela cobrança pelo uso da água bruta na bacia hidrográfica do rio Guandu.
2008	Lei Estadual n° 5.234/2008	Devido à transposição das águas do rio Paraíba do Sul para a bacia do rio Guandu, serão aplicados na bacia hidrográfica do rio Paraíba do Sul, 15% dos recursos oriundos da cobrança pelo uso de água bruta na bacia hidrográfica do rio Guandu, até que novos valores sejam aprovados pelo Comitê para Integração da Bacia do Rio Paraíba do Sul – CEIVAP e Comitê Guandu, e referendado pelo CERHI.

Ano	Elementos legais	Conteúdo abordado
2013	Plano Estadual de Recursos Hídricos (Perhi)	Em virtude da transposição das águas do rio Paraíba do Sul, 15% dos valores arrecadados com a cobrança na bacia do rio Guandu devem ser aplicados na bacia hidrográfica do Paraíba do Sul.
2014	Deliberação CEIVAP nº 218/2014	Definido, transitoriamente, como valor para a cobrança pelo uso das águas captadas e transpostas da bacia do rio Paraíba do Sul para a bacia do rio Guandu o estabelecido na Deliberação CEIVAP nº 52/2005, até que seja aprovada pela plenária do CEIVAP deliberação específica com base na recomendação da Comissão Especial Permanente de Articulação do CEIVAP e do Comitê Guandu
2016	Deliberação CEIVAP nº 233/2016	A partir do ano de 2016 o valor para a cobrança pelo uso das águas captadas e transpostas da bacia do rio Paraíba do Sul para a bacia do rio Guandu corresponderá a 20 % (vinte por cento) dos recursos arrecadados pela cobrança pelo uso da água bruta na bacia hidrográfica do rio Guandu
2022	Resolução CBH Macaé nº 152/2022	Dispõe sobre a criação do Grupo de Trabalho da transposição do rio Macabu da Região Hidrográfica IX.

A Política Estadual de Recursos Hídricos, instituída pela Lei 3.239/1999, estabelece – conforme destaca o seu Art.º 9 – que “as diretrizes para as questões relativas às transposições de bacias” deverão constar no Plano Estadual de Recursos Hídricos (Perhi), conforme destacado no Quadro 11. Com relação à transposição do rio Paraíba do Sul, o Plano estabelece que 15% dos valores arrecadados com a cobrança na bacia do rio Guandu devem ser aplicados na bacia hidrográfica do Paraíba do Sul.

Em 2016, a Resolução Ceivap nº 233/2016 definiu que a partir daquele ano, o valor para a cobrança pelo uso das águas captadas e transpostas da bacia do rio Paraíba do Sul para a bacia do rio Guandu corresponderá a 20 % (vinte por cento) dos recursos arrecadados pela cobrança pelo uso da água bruta na bacia hidrográfica do rio Guandu, permanecendo assim estabelecido. A Resolução estabelece que os recursos financeiros arrecadados com a cobrança pelo uso dos recursos hídricos na Bacia Hidrográfica do Rio Paraíba do Sul serão aplicados de acordo com o PAP elaborado com base no Plano de Investimentos do Plano da Bacia Hidrográfica do Rio Paraíba do Sul e orientados, habilitados e hierarquizados pelas regras definidas pelo Ceivap.

Ainda referente à transposição do sistema Guandu, a Deliberação Ceivap nº 339/2023, que aprova o Plano de Execução Orçamentária Anual – POA da Bacia Hidrográfica do rio Paraíba do Sul para o exercício de 2024, delibera, em seu parágrafo único, que as ações constantes do POA Ceivap 2024 serão custeadas com recursos financeiros arrecadados com a cobrança pelo uso de recursos hídricos de domínio da União e com os recursos arrecadados pela cobrança do uso da água referente à transposição do sistema Guandu.

No âmbito do CBH Macaé Ostras – dentro do GT transposição –, nos últimos anos, vem sendo analisadas e discutidas as possibilidades para pagamento a RH-IX devido a transposição

de bacia do rio Macabu, a partir do repasse de recurso por meio das Resoluções CBH nº 61/2016 e 52/2014.

A Resolução CBH Macaé nº 61/2016 “Altera a redação da Resolução 52/2014 que aprova a aplicação de recursos financeiros da cobrança pelo uso da água da subconta do CBH Macaé, no montante anual de R\$ 40.000,00 (quarenta mil reais) para ser destinado a investimentos, de acordo com os programas constantes do PRH da RH VIII, na região localizada a montante da Barragem da Tapera, no alto curso do rio Macabu, no município de Trajano de Moraes, na RH IX, jurisdição do Comitê de Bacia Hidrográfica do Baixo Paraíba do Sul e Itabapoana”.

Nessa Resolução, fica estabelecido que os projetos propostos pelo CBH Macaé, com recursos objeto da presente Resolução, deverão estar de acordo com os programas constantes do PRH da RH IX e aprovados previamente pelo CBH Baixo Paraíba e Itabapoana. A execução desses projetos será acompanhada e avaliada pelo CBH Macaé, juntamente com o CBH Baixo Paraíba do Sul e Itabapoana (CBHBPSI), devendo iniciar-se pelo diagnóstico da região. Além disso, que os recursos financeiros serão provenientes dos Programas de Boas Práticas e PSA do CBH Macaé, com o propósito de aumentar a disponibilidade hídrica da sub-bacia do rio Macabu.

Durante a reunião do GT transposição RH IX (ofício CBH Macaé nº 51/2023), foram analisadas as resoluções CBH Macaé nº 52/2014 e 61/2016. O GT tem como perspectiva atrelar o Programa de Pagamento por Serviços Ambientais (PSA) como compensação pela transposição do rio Macabu para o rio São Pedro, com o recurso repassado CBHBPSI. Requisitou-se, ainda, que os “considerandos” da resolução CBH Macaé nº 61/2016 fossem atualizados de acordo com as considerações presentes na Resolução CBH Macaé nº 160/2022, do Programa de PSA e Boas Práticas da RH VIII.

Segundo o mesmo Ofício CBH Macaé nº 51/2023, houve a deliberação de incluir na Resolução CBH Macaé um artigo exigindo a aprovação do CERHI como condição para sua entrada em vigor, já que o beneficiário do pagamento está na RH IX, fora da competência do CBH Macaé. Além disso, tem-se proposta a ideia de que o CBH Macaé efetuasse pagamentos à RH IX ao se tornar um usuário da água dessa RH, assumindo assim a responsabilidade pelo valor devido por essa utilização.

Na reunião subsequente do GT transposição (Ofício CBH Macaé nº 95/2023), houve a discussão sobre a viabilidade de cobrar pelo uso da água da transposição como alternativa ao PSA da RH-VIII para a RH-IX. Destacou-se a necessidade de determinar como beneficiar a RH-XIII com a água da RH-IX via transposição, reiterando a proposta de pagamento ao CBH BPSI

pelo uso dos recursos hídricos transpostos pela PCH Macabu. Durante a reunião, Moema Versiani (Inea) explicou que o dispositivo legal do CERHI levantado como impedimento, na época da discussão inicial, a Lei Estadual nº 3.239/1999, não abordava especificamente a situação da transposição do rio Macabu para o rio Macaé. Ela argumentou que o propósito da lei não se opunha ao pagamento pelo uso dos recursos hídricos provenientes de uma transposição da bacia beneficiada para a contribuinte. Assim, ela se dispôs a desenvolver uma defesa técnica para ser executada por meio do contrato de gestão dos dois comitês e das duas entidades delegatárias, na forma de um projeto.

Na reunião ordinária do GT transposição, a pauta única foi a apresentação da possibilidade de cobrança pelo uso da água da transposição via PSA da RH-VIII para a RH-IX. O Sr. Frank (Inea) expressou apoio à proposta do Comitê, sugerindo a aprovação como contrato de gestão para evitar a burocracia do CERHI e conceder autonomia para aderir a projetos. Ele também mencionou que o montante disponível para implementação de projetos entre as RHs seria de 66 mil reais. Para fortalecer a proposta, o CILSJ e a AGEVAP deveriam criar ou usar um Grupo de Trabalho incluindo o Baixo Paraíba do Sul. A Sra. Maria Inês (CBH Macaé Ostras) sugeriu envolver a região mais afetada do rio Macabu na transposição. A proposta inicial do Comitê era fazer PSA aos proprietários e ocupantes da área rural afetada pelos impactos, sujeita a debates futuros. Por fim, foi sugerido um debate inicial entre as RHs para manter a liberdade de ação e exposição de problemas, seguido por uma reunião conjunta para apresentar a melhor proposta.

Observa-se que a discussão sobre a cobrança derivada do uso pela transposição, no contexto do CBH Macaé Ostras, está em torno dos instrumentos legais desse mecanismo, sua implementação e a viabilidade da aplicação do PSA em áreas prioritárias próximas ao reservatório Tapera, conforme tem sido discutido nas reuniões GT transposição. Deve-se, portanto, considerar, conforme discutido no próprio âmbito do comitê, o diálogo entre os comitês das regiões hidrográficas VIII e IX, bem como com o CBHBPS, utilizando de base as legislações existentes e pertinentes, como a Resolução CBH Macaé nº 160/2022.

Em suma, ao analisar a implementação da cobrança em outras bacias hidrográficas e as discussões já realizadas no âmbito do CBH Macaé Ostras, notam-se pontos de convergência e de divergência. Por exemplo, a cobrança na Bacia Hidrográfica do Rio Doce corresponde, proporcionalmente, a menos da metade da empregada na Bacia Hidrográfica dos Rios PCJ. Assim, entende-se que os procedimentos para a implementação deste instrumento são adaptados com vistas a respeitar as particularidades de cada bacia hidrográfica.

É um fato que a RH-VIII é beneficiada pela transposição de água, um serviço prestado pela RH-IX, o que impacta diretamente na disponibilidade hídrica de ambas as regiões, positivamente à primeira e negativamente à segunda. Portanto, é necessária a implementação de uma forma de compensação que leve em conta os impactos ambientais e financeiros nestas localidades.

É fundamental que a definição da metodologia de cobrança seja simulada, para garantir que a RH-VIII possa arcar financeiramente com o pagamento. Ainda, a regularização dos usuários e o aprimoramento do sistema de cobrança são fundamentais para aumentar a arrecadação e garantir a realização do pagamento destes serviços.

3.3.8 Matriz comparativa na cobrança pelos usos da água, no âmbito nacional (captação, consumo e lançamento)

De maneira geral, é possível observar que a maioria das metodologias empregadas para a cobrança do uso de recursos hídricos no país foi desenvolvida com base na abordagem utilizada pela Bacia Hidrográfica dos rios PCJ.

A seguir, no Quadro 12, Quadro 13 e Quadro 14 as matrizes comparativas sintetizam as metodologias empregadas nas bacias hidrográficas interestaduais e estaduais analisadas.

QUADRO 12 – SÍNTESE DA COBRANÇA PELA CAPTAÇÃO DA ÁGUA EM BACIAS HIDROGRÁFICAS E ESTADOS BRASILEIROS

Itens	Estado do Rio de Janeiro	Bacia hidrográfica do rio Paraíba do Sul	Bacia hidrográfica dos rios PCJ	Estado do Ceará	Bacia hidrográfica do rio Doce
Metodologia utilizada	O valor cobrado considera a vazão de água captada mensalmente e multiplica-se o preço unitário	O valor cobrado é considerado o volume outorgado e/ou medido, um valor de PPU e um coeficiente de enquadramento de corpo hídrico	O valor cobrado é considerado o volume outorgado e/ou medido, um valor de PPU e um coeficiente de enquadramento de corpo hídrico	A cobrança é realizada mensalmente pelo produto do volume mensal consumido e tarifa padrão sobre o volume. Esses valores de tarifa padrão são definidos pelo COGERH.	A cobrança é feita considerando volume outorgado e/ou medido, um valor de PPU, e um coeficiente considerando classe do corpo hídrico
Valores cobrados	0,02R\$/m ³	0,038 R\$/m ³	0,0179 R\$/m ³	0,159 R\$/m ³	0,0627 R\$/m ³
Coeficientes relacionados as boas práticas do uso das águas	Não se aplica	Na agropecuária e aquicultura, é aplicado um coeficiente no cálculo do valor cobrado, que considera a tecnologia de irrigação utilizada	Nos setores rural, é aplicado um coeficiente de boas práticas, quando há utilização de sistemas mais eficientes.	Não se aplica	Não se aplica
Setores com mecanismos diferenciados	Multiplica-se o coeficiente 0,4 para todos os setores, exceto PCHs, que possuem um mecanismo diferenciado	No setor de saneamento, aplicam-se coeficientes que consideram as perdas das redes	Não se aplica	Não se aplica	Não se aplica

QUADRO 13 – SÍNTESE DA COBRANÇA PELO CONSUMO DA ÁGUA EM BACIAS HIDROGRÁFICAS E ESTADOS BRASILEIROS

Itens	Estado do Rio de Janeiro	Bacia hidrográfica do rio Paraíba do Sul	Bacia hidrográfica dos rios PCJ	Estado do Ceará	Bacia hidrográfica do rio Doce
Metodologia utilizada	O valor cobrado é o produto da vazão mensal captada, o PPU para o consumo e uma relação entre o volume consumido e o volume captado pelo usuário	O valor cobrado é resultante da multiplicação de uma base de cálculo, sendo um valor de PPU e a diferença entre volume captado e lançado	O valor cobrado é resultante da multiplicação de uma base de cálculo, sendo um valor de PPU e a diferença entre volume captado e lançado	Não há distinção entre captação e consumo, as parcelas são cobradas em uma única tarifa	Não se aplica

Itens	Estado do Rio de Janeiro	Bacia hidrográfica do rio Paraíba do Sul	Bacia hidrográfica dos rios PCJ	Estado do Ceará	Bacia hidrográfica do rio Doce
Valores cobrados	0,02 R\$/m ³	0,0616 R\$/m ³	0,036 R\$/m ³	0,159 R\$/m ³	Não se aplica
Coefficientes relacionados as boas práticas do uso das águas	Não se aplica	Na agropecuária e aquicultura, é aplicado um coeficiente no cálculo do valor cobrado, que considera a tecnologia de irrigação utilizada	Nos setores rural, é aplicado um coeficiente de boas práticas, quando há utilização de sistemas mais eficientes.	Não se aplica	Não se aplica
Setores com mecanismos diferenciados	Não se aplica	Não se aplica	Usuários irrigantes	Os valores de PPU são específicos para cada categoria de uso, especificados na Lei Estadual	Não se aplica

QUADRO 14 – SÍNTESE DA COBRANÇA PELO LANÇAMENTO DA ÁGUA EM BACIAS HIDROGRÁFICAS E ESTADOS BRASILEIROS

Itens	Estado do Rio de Janeiro	Bacia hidrográfica do rio Paraíba do Sul	Bacia hidrográfica dos rios PCJ	Estado do Ceará	Bacia hidrográfica do rio Doce
Metodologia utilizada	O valor cobrado é o produto da vazão mensal captada, o PPU para o consumo e uma relação entre o volume consumido e o volume captado pelo usuário	O valor cobrado é resultante da multiplicação de uma base de cálculo, sendo um valor de PPU pela carga anual de DBO lançada pelo usuário	O valor cobrado é resultante de um produto da carga anual de DBO lançada, o PPU para carga de DBO, um coeficiente que considera a classe de enquadramento do corpo hídrico e um coeficiente que leva em conta a eficiência de remoção de carga orgânica	Não se aplica	O valor cobrado é resultante do produto da carga anual de DBO lançada e um PPU para lançamento de efluentes
Valores cobrados	0,02 R\$/m ³	0,2157 R\$/kg de DBO	0,1801 R\$/m ³	Não se aplica	0,3342 R\$/kg
Coefficientes relacionados as boas práticas do uso das águas	Não se aplica	Não se aplica	Coefficiente que leva em conta a eficiência de remoção de carga orgânica no lançamento	Não se aplica	Não se aplica

**PRODUTO 08:
ESTUDO DE IMPACTO DOS VALORES
DA COBRANÇA**



Itens	Estado do Rio de Janeiro	Bacia hidrográfica do rio Paraíba do Sul	Bacia hidrográfica dos rios PCJ	Estado do Ceará	Bacia hidrográfica do rio Doce
Setores com mecanismos diferenciados	Não se aplica	Não se aplica	Não se aplica	Não se aplica	Não se aplica

Observa-se que a metodologia e os critérios de cobrança aprovados pelo Comitê PCJ, fortemente influenciados pelo sistema francês, destacam-se pelo seu maior detalhamento em comparação com aqueles aprovados por outros comitês. Este modelo representa uma referência para o subsequente desenvolvimento dos instrumentos de cobrança adotados nas outras bacias.

Conforme observado por Finkler (2015), os valores cobrados pela água no Ceará são consideravelmente elevados em comparação com os aplicados na Bacia Hidrográfica do Paraíba do Sul, por exemplo, devido principalmente às características específicas da disponibilidade hídrica no estado e à natureza diversa da cobrança. Apesar do Ceará adotar uma metodologia relativamente mais simples para a cobrança de recursos hídricos, é o estado que mais arrecada no país, representando 35% da arrecadação nacional, com um montante de aproximadamente R\$ 1,55 bilhões já arrecadados (ANA, 2024).

Os critérios de lançamento adotados pela Bacia Hidrográfica dos Rios PCJ, ao preverem mecanismos de compensação para usuários que lancem efluentes com qualidade superior àquela do corpo hídrico ou que invistam em obras e ações contempladas no Plano da Bacia, levam a investimentos com recursos próprios dos usuários e em ações de melhoria da qualidade, quantidade de água e regime fluvial, resultando na sustentabilidade ambiental da Bacia Hidrográfica (Finkler, 2015). Essa mesma abordagem de compensação é adotada em outras partes do mundo, incluindo França, Alemanha, Inglaterra e País de Gales. Além de ser amplamente difundida globalmente, essa estratégia é particularmente interessante, pois não apenas estimula a adoção de melhores práticas ambientais, mas também estabelece uma relação direta entre a qualidade dos despejos e os custos associados, mostrando uma dinâmica de princípio do poluidor-pagador.

De maneira geral, os procedimentos para a implementação do instrumento de cobrança pelo uso de recursos hídricos são adaptados com vistas a respeitar as particularidades de cada bacia hidrográfica, uma vez que cada local possui finalidades e usos distintos para sua bacia.

4 CARACTERIZAÇÃO DAS DEMANDAS DE CAPTAÇÃO

A demanda hídrica corresponde à estimativa da vazão retirada dos corpos d'água destinada a atender aos diversos usos consuntivos. A demanda pode ser inferida por métodos diretos ou indiretos.

O método direto corresponde ao levantamento dos dados do cadastro de outorgas. A outorga do direito de uso de recursos hídricos é um instrumento de gestão estabelecido pela Política Nacional de Recursos Hídricos definido pela Lei Federal nº 9.433/1997. No ERJ, a Política Estadual de Recursos Hídricos (Lei Estadual nº 3.239/1999) é a legislação que orienta o controle do uso da água, buscando garantir a todos os usuários o acesso à água, visando os usos múltiplos e a preservação da biodiversidade. Ademais, o Inea é o órgão executor desse instrumento, sendo responsável pela emissão das outorgas de direito de uso de recursos hídricos para os corpos hídricos de domínio estadual.

Ambas as legislações definem que estão sujeitos a outorga os usos como: derivação ou captação de parcela da água existente em um corpo de água, para consumo; extração de água de aquíferos; o lançamento de efluentes em corpo de água, incluindo o esgotamento sanitário e demais resíduos líquidos ou gasosos, tratados ou não, com o fim de sua diluição, transporte ou disposição final; o aproveitamento dos potenciais hidrelétricos; e outros usos que alterem o regime, a quantidade ou a qualidade da água existente em um corpo hídrico.

No cadastro de outorgas dos recursos hídricos também são apontados os usos que independem de outorga, denominados usos insignificantes. No ERJ, tais casos são definidos pela Lei Estadual nº 4.247/2003, sendo:

- Derivações e captações com vazões de até 0,4 L/s, para as finalidades de abastecimento público, indústria, irrigação, aquicultura;
- Os usos de água para geração de energia elétrica em Pequenas Centrais Hidrelétricas (PCHs), com potência instalada de até 1 MW (um megawatt);
- Pequenos usos individuais, tanto em áreas urbanas quanto rurais, que não necessitam de outorga, desde que atendam às necessidades básicas da vida.

No entanto, esses usuários continuam sujeitos a outras regulamentações e exigências do Inea, órgão gestor dos recursos hídricos no estado.

No âmbito do estudo, considerando que na RH-VIII existem apenas corpos hídricos de domínio estadual, a obtenção da demanda hídrica pelo método direto foi baseada no Cadastro de Outorgas Estadual, fornecido pelo Inea e correspondente aos cadastros existentes até dezembro de 2023. O Cadastro abrange captações superficiais e subterrâneas, assim como os usos insignificantes. Vale mencionar que foi observada uma grande quantidade de processos de outorga ainda em análise pelo Inea. Como essas solicitações de outorga podem caracterizar

usos já consolidados na RH, optou-se pela consideração dessas vazões no cálculo da demanda hídrica.

A fim de se obter mais informações para estimar com maior precisão as vazões demandadas na região, existem métodos indiretos para estimativa da demanda hídrica. Estes métodos se fundamentam na aplicação de coeficientes técnicos associados a variáveis inventariadas. Para tal estimativa foram considerados os estudos consolidados que apresentaram dados para a RH-VIII, como o Manual de Usos Consuntivos da Água no Brasil (ANA, 2022)¹², o Atlas Águas – Segurança Hídrica do Abastecimento Urbano (ANA, 2021a), dados do Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (SNIS, 2023) e o Plano Estadual de Recursos Hídricos do Rio de Janeiro.

Na seção seguinte, são apresentadas as demandas hídricas relacionadas às finalidades: abastecimento público, aquicultura, indústria, irrigação e termoelétrica. Os resultados estão apresentados na escala municipal, considerando apenas a área territorial compreendida nos limites da RH-VIII. A consolidação das bases de dados, bem como os métodos de obtenção das vazões, citados anteriormente, encontram-se pormenorizados no Apêndice A.

4.1 ABASTECIMENTO PÚBLICO

A finalidade de uso denominada abastecimento público refere-se ao fornecimento de água potável pelas prefeituras e concessionárias de saneamento básico em áreas urbanas e rurais. Nesta seção, serão analisadas as vazões de retirada dentro dos limites da RH-VIII. Vale destacar a importância dessa demanda hídrica, considerada prioritária em situações de escassez, conforme definido pela Política Nacional de Recursos Hídricos, juntamente com a dessedentação de animais.

4.1.1 Quantificação das demandas

Para quantificar as vazões requeridas para a finalidade de abastecimento público nos municípios da RH-VIII, foram utilizadas as seguintes bases de dados: Manual de Usos Consuntivos da Água do Brasil (ANA, 2022); Cadastro Outorgas (Inea, 2024)¹³; Atlas Águas - Segurança Hídrica do Abastecimento Urbano (ANA, 2021a); Indicadores do SNIS (SNIS, 2023). O indicador IN022 (Consumo médio *per capita*) foi combinado com dados da população residente na área da Região Hidrográfica, obtidos por meio de análises dos setores censitários

¹² O Manual de Usos Consuntivos da Água do Brasil teve as suas quantificações especializadas por ottobacias atualizadas no ano de 2022 e são referentes ao ano de 2020.

¹³ A base de dados encaminhada possui dados de outorgas emitidas e das solicitações em análises, até dezembro de 2023.

do IBGE¹⁴. Os detalhes de cada uma dessas metodologias, bem como descrições dos cálculos realizados estão no Apêndice A.

A demanda hídrica do abastecimento público estimada por diferentes métodos, na escala municipal e para a área compreendida dentro dos limites da RH-VIII, com seus respectivos anos de referência, está indicada na Tabela 32.

TABELA 32 - DEMANDA HÍDRICA DA FINALIDADE ABASTECIMENTO PÚBLICO

Município	Cadastro de Outorgas	Manual de Usos Consuntivos	Atlas Águas	SNIS	PERHI-RJ
	Ref.: 2023	Ref.: 2020	Ref.: 2021	Ref. 2022	Ref. 2014
	(m ³ /s)				
Carapebus	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,000
Casimiro de Abreu	0,0027	0,0350	0,0740	0,0025	0,000
Conceição de Macabu	0,0000	0,0000	0,0000	0,0002	0,000
Macaé	2,8560	0,4030	0,7300	1,1142	0,7804
Nova Friburgo	0,0192	0,0220	0,0000	0,0127	0,000
Rio das Ostras	0,0647	0,5180	0,4200	0,4676	0,2243
Total	2,9426	0,9770	1,2240	1,5972	1,004

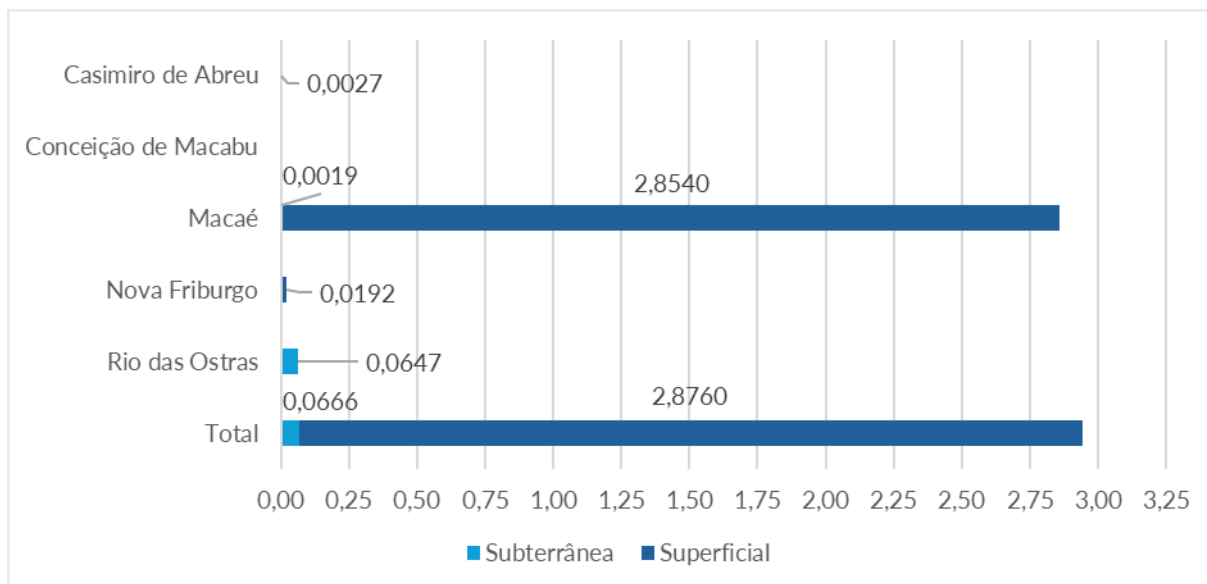
Fonte: Adaptado de ANA (2021a; 2022); Inea (2024) e SNIS (2023).

A demanda associada a essa finalidade pode estar vinculada a dois tipos de mananciais, superficiais e subterrâneos. Contudo, apenas o Cadastro de Outorgas e o Atlas Águas apresentam essas demandas separadamente, enquanto o Manual de Usos Consuntivos da Água do Brasil e o SNIS não fazem essa distinção.

No Cadastro de Outorgas (Inea, 2024) são apresentadas captações superficiais e subterrâneas na RH-VIII para a finalidade de abastecimento público, cuja comparação entre vazões pode ser observada na Figura 3. Nota-se, em termos gerais, uma predominância das captações superficiais, as quais são expressivas nos municípios de Macaé e Nova Friburgo, os mais populosos da região. Em contrapartida, em Rio das Ostras, os principais mananciais de abastecimento público são subterrâneos. Vale ressaltar ainda que, no Atlas Águas, foram apresentadas apenas captações superficiais para o setor de abastecimento público na RH-VIII.

¹⁴ Correspondem à menor proporção de área utilizada, para fins de controle cadastral, que formam áreas contínuas, localizadas em um único quadro urbano ou rural.

FIGURA 3 – COMPARAÇÃO ENTRE AS CAPTAÇÕES SUPERFICIAIS E SUBTERRÂNEAS - ABASTECIMENTO PÚBLICO.



Fonte: Adaptado de Inea (2024).

Considerando que o processo de regularização de uso e a análise dos processos junto ao Inea está em andamento, a avaliação das demandas pelo Cadastro de Outorgas foi realizada considerando não somente os processos outorgados, mas também aqueles que ainda estão em fase de análise. Essa abordagem visa assegurar a segurança hídrica, levando em conta que os usos atualmente em análise podem representar usos potenciais ou já consolidados.

A comparação do percentual das vazões, para ambos os tipos de captação, referentes as diferentes fases dos processos estão apresentadas na Tabela 33. Observa-se que todas as vazões das captações superficiais dos municípios de Casimiro de Abreu e Nova Friburgo são referentes a processos em análise, diferentemente de Macaé, em que 50% das vazões já estão outorgadas. Em relação às captações subterrâneas, estas correm exclusivamente nos municípios de Macaé e Rio das Ostras e os processos de outorga ainda estão em análise.

TABELA 33 – COMPARAÇÃO DO PERCENTUAIS DE VAZÕES OUTORGADOS E EM ANÁLISE, PARA AS CAPTAÇÕES SUPERFICIAIS E SUBTERRÂNEAS - ABASTECIMENTO PÚBLICO

Município	Captação Superficial		Captação Subterrânea	
	Em análise (%)	Outorgado (%)	Em análise (%)	Outorgado (%)
Carapebus	0	0	0	0
Casimiro de Abreu	100	0	0	0
Conceição de Macabu	0	0	0	0
Macaé	50	50	100	0
Nova Friburgo	100	0	0	0
Rio das Ostras	0	0	100	0

Fonte: Adaptado de Inea (2024).

O SNIS fornece informações adicionais, disponibilizadas pelas concessionárias de saneamento, que permitem analisar as demandas de abastecimento público sob a perspectiva da eficiência da distribuição dos recursos. O Índice de Perdas na Distribuição (IN049) e de Consumo de Água (IN052) são indicadores que traduzem o volume de água perdido na distribuição, que não chega a ser utilizado pelo usuário final, e, inversamente, o volume efetivamente utilizado pelos consumidores. Essa abordagem possibilita a avaliação da eficiência do processo de produção/distribuição de água, identificando áreas onde são necessárias melhorias no sistema, ou seja, redução das perdas na distribuição para aumentar a eficiência do uso desses recursos para tal finalidade.

Na Tabela 34, são apresentados os índices de perda e consumo dos municípios da RH-VIII. Destaca-se Conceição de Macabu, que registrou os índices de perdas mais baixos, enquanto Casimiro de Abreu apresentou o maior volume de perdas, com um índice de 50%.

TABELA 34 - ÍNDICE DE PERDAS NA DISTRIBUIÇÃO E ÍNDICE DE CONSUMO DE ÁGUA PARA 2022

Município	Demanda hídrica SNIS (m ³ /s)	Índice de Perdas na Distribuição (%)	Índice de Consumo de Água (%)
Carapebus*	0,004	43,805	56,195
Casimiro de Abreu*	0,028	50,040	49,960
Conceição de Macabu	0,015	4,970	95,02
Macaé*	0,362	27,640	72,360
Nova Friburgo	0,254	24,510	75,490
Rio das Ostras*	0,340	33,76	66,24

Notas: * Municípios que no ano de 2022 tiveram mais de uma concessionária de saneamento básico, para os quais foi considerada uma média dos indicadores informados.

Fonte: Adaptado de SNIS (2023).

De acordo com a atualização do Marco Legal do Saneamento Básico, Lei Federal nº 14.026, de 15 de julho de 2020 (Brasil, 2020), é estipulado que o Índice de Perdas na Distribuição deve ser reduzido para menos de 25% até o ano de 2034. Analisando os dados da Tabela 34, pode-se observar que os municípios de Conceição de Macabu e Nova Friburgo já alcançaram essas metas, conforme relatado pelas concessionárias responsáveis. No entanto, Carapebus e Casimiro de Abreu ainda apresentam índices elevados de perdas.

4.1.2 Análise das demandas

Neste contexto, a demanda hídrica indicada pelo Cadastro de outorgas surge como um ponto de referência no âmbito da cobrança. Ao apresentar uma perspectiva de usuários do abastecimento público consideravelmente alta, de acordo com os processos em análise,

delimita-se Macaé como um município com significativo potencial para o fornecimento de água na região.

É importante mencionar que as análises realizadas com base nos dados do Manual de Usos Consuntivos da Água do Brasil e do SNIS levam em consideração a população como elemento central na avaliação da demanda. Nesse contexto, tais análises abrangem não apenas a porção territorial dentro da respectiva RH, mas também a população correspondente a essa área.

Entretanto, é de suma importância compreender que as dinâmicas de abastecimento público transcendem os limites territoriais estabelecidos pela RH. Em outras palavras, a população residente dentro da Região Hidrográfica pode ou não ser suprida por mananciais situados exclusivamente dentro de seus limites territoriais. Além disso, os mananciais localizados dentro da área de estudo podem fornecer água para locais além dos limites das bacias hidrográficas. Destarte, o Cadastro de Outorgas, considerando os seus processos em análise, remete a uma perspectiva mais direcionada acerca dos pontos de captação para o abastecimento público.

4.2 AQUICULTURA

A categorização da aquicultura como uso consuntivo ou não consuntivo ainda é tema de debate, com diferentes abordagens em diversos estudos (Gomes, Salvador e Lorenzo, 2021; Farias et al., 2021). Existem dois modelos principais de aquicultura: em tanque-rede e em tanque escavado. Na aquicultura em tanque-rede, os viveiros são instalados diretamente no curso hídrico, eliminando a necessidade de captação adicional de água. Já na aquicultura em tanque escavado, é essencial o fornecimento contínuo de água para o viveiro, geralmente posicionado no lado oposto ao escoamento para garantir a renovação adequada da água. Assim, a prática em tanque escavado geralmente requer outorga e é considerada um uso consuntivo.

Para a atualização dessa demanda, no contexto da avaliação do potencial de arrecadação, avaliou-se exclusivamente o Cadastro de Outorgas (Inea, 2024), considerando os processos outorgados e em análise, uma vez que, a obtenção de dados gerais sobre a demanda para a aquicultura por meio de estimativas indiretas enfrenta grandes desafios¹⁵.

4.2.1 Quantificação das demandas

¹⁵ Para se aproximar dos volumes efetivamente utilizados nessa prática, é essencial contar com informações detalhadas, como o porte do empreendimento, o regime de operação, as datas de retirada dos peixes, as taxas de drenagem, o regime de fluxo, as perdas por infiltração e evaporação (Ituassu; Spera, 2016).

A determinação da demanda hídrica relacionada à aquicultura foi baseada no volume informado no Cadastro de Outorgas fornecido pelo Inea. Em 2023, apenas o município de Nova Friburgo apresentou uma vazão designada para essa finalidade, conforme indicado na Tabela 35, proveniente de processos em análise e captações superficiais.

TABELA 35 – DEMANDA HÍDRICA DA FINALIDADE AQUICULTURA

Município	Cadastro de Outorgas (m ³ /s)
	Ref. 2023
Carapebus	0,0000
Casimiro de Abreu	0,0000
Conceição de Macabu	0,0000
Macaé	0,0000
Nova Friburgo	0,3259
Rio das Ostras	0,000
Total	0,3259

Fonte: Adaptado de Inea (2024).

No ERJ, a prática da aquicultura em tanque escavado está sujeita à outorga para derivações e captações que excedam as vazões de 0,4 L/s (Lei Estadual nº 4.247/2003). Em 2012, na RH-VIII, a aquicultura em tanque escavado foi identificada como a segunda maior demanda hídrica, representando 16% do total da demanda hídrica da região, ficando apenas atrás da demanda para abastecimento público (PRH Macaé Ostras, 2014).

Nova Friburgo se destaca como grande produtora de trutas no ERJ, sendo o maior usuário de água para aquicultura. O município recebeu incentivos da Fundação Instituto de Pesca do Estado do Rio de Janeiro (Fiperj) em 2014¹⁶ para fortalecer os aquários de trutas e do Programa Rio Rural em 2015 para promover práticas de cultivo sustentável¹⁷.

Informações detalhadas e sistematizadas sobre a aquicultura na RH-VIII são ainda escassas, apesar dos diversos estudos realizados pela Fundação Instituto de Pesca do Estado do Rio de Janeiro (Fiperj) nos últimos anos. Silva (2019) destaca que, no norte do estado, o monitoramento da aquicultura e da pesca tem sido negligenciado, dificultando a implementação de políticas públicas e ressaltando a necessidade de pesquisas para apoiar uma gestão sustentável do setor.

O estudo de Silva (2019) coletou dados sobre a pesca artesanal em Rio das Ostras e a aquicultura em tanque de rede, monitorando cerca de 49% dos desembarques e 4,2% dos dias de pesca entre 2017 e 2018, com foco na piscicultura e carcinicultura. Em Macaé, até a década

¹⁶ Produtores de truta de Nova Friburgo recebem incentivo do estado: <https://youtu.be/clpcc1stcTs?si=-zhiówiXwCzlfK>.

¹⁷ Agricultores de Friburgo, RJ, recebem incentivo para práticas sustentáveis: <https://g1.globo.com/rj/regiao-serrana/noticia/2015/07/agricultores-de-friburgo-rj-recebem-incentivo-para-praticas-sustentaveis.html>.

de 1970, a pesca era a principal atividade socioeconômica, mudando com a instalação da sede regional da Petrobras para exploração de petróleo (Ferreira, Azevedo e Silva, 2012). Embora a pesca continue a ter importância econômica, a aquicultura em tanque de rede é considerada um uso não consuntivo, ao contrário da aquicultura em tanque escavado, sobre a qual não há estudos históricos na região.

Em 2021, Landuci lançou o livro "Plano Estratégico para o Desenvolvimento Sustentável da Aquicultura Costeira Fluminense: 2021 - 2031", em parceria com a FIPERJ. O livro apresenta tendências, oportunidades e estratégias para impulsionar o setor no estado. Os autores destacam que o Rio de Janeiro tem o terceiro litoral mais extenso do país e um grande potencial para o desenvolvimento da maricultura, graças à sua temperatura constante, riqueza de recursos hídricos, áreas com topografia adequada para viveiros e um grande mercado consumidor.

O Plano estabelece metas e ações para o desenvolvimento sustentável da aquicultura, visando criar mecanismos que impulsionem o crescimento da atividade no estado. Entre as ações previstas está a implantação de um Laboratório de Aquicultura Marinha em Macaé, através de cooperações interinstitucionais para promover a carcinicultura marinha fluminense.

Em 2019, a Resolução CBH Macaé nº 107 aprovou o projeto "Laboratório de Aquicultura - Tecnologias para o Cultivo de Peixes e Camarões Marinhos", com um investimento de R\$ 410.071,66

4.2.2 Análise das demandas

A aquicultura, de fato, exerce uma pressão considerável sobre os corpos hídricos, uma vez que é deles que a atividade retira seu principal recurso, a água, em volumes significativos para viabilizar a produção (Ituassu e Spera, 2016). Boyd e Gross (2000) a consideram como uma atividade de uso intensivo de água, destacando que o consumo para essa finalidade é superior ao utilizado na agricultura irrigada, quando comparado por unidade de área. Destacando a necessidade de atenção no que diz respeito a regularização desse uso.

A falta de validação de todos os processos de aquicultura no Cadastro de Outorgas já era uma situação identificada em 2014, conforme mencionado no Plano de Recursos Hídricos (PRH) Macaé Ostras. Assim, embora utilizar os dados de cadastros de usuários, incluindo os processos em análise, seja a forma mais viável para quantificar a demanda desse uso, pode haver usos consolidados para essa finalidade em uma magnitude muito maior do que a identificada.

4.3 INDÚSTRIA

Os recursos hídricos desempenham diversas funções nos processos produtivos industriais, sendo utilizados como matéria-prima, reagente, solventes de substâncias sólidas, líquidas e gasosas, além de serem empregados na lavagem e retenção de materiais contidos em misturas. No estado do Rio de Janeiro, como parte do processo de licenciamento ambiental de empreendimentos industriais que realizam captação de água, é necessária a obtenção da outorga do direito de uso de recursos hídricos. Essa exigência tem o objetivo de contribuir para uma maior conformidade e regularização dos usos destinados a essa finalidade.

4.3.1 Quantificação das demandas

Para avaliar a demanda hídrica industrial, foram utilizadas as informações contidas no Cadastro de Outorgas (Inea, 2024), no Manual de Usos Consuntivos da Água do Brasil (ANA, 2022) e no PERHI/RJ (Rio de Janeiro, 2014). A publicação da ANA estima a vazão necessária para a atividade industrial com base na relação entre o número de funcionários e a tipologia industrial, conforme detalhado no Apêndice A. Já o Plano Estadual estimou a demanda industrial com base no Cadastro de Outorgas de Recursos Hídricos no ano de 2014. As estimativas das demandas industriais para os municípios da RH-VIII estão apresentadas na Tabela 36.

TABELA 36 – DEMANDA HÍDRICA DA FINALIDADE INDÚSTRIA

Município	Cadastro de Outorgas	Manual de Usos Consuntivos	PERHI/RJ
	Ref.: 2023	Ref.: 2020	Ref. 2014
(m ³ /s)			
Carapebus	0,0000	0,0000	0,000
Casimiro de Abreu	0,0000	0,0000	0000
Conceição de Macabu	0,0000	0,0000	0,000
Macaé	0,2730	0,7110	0,7404
Nova Friburgo	0,0000	0,0000	0,000
Rio das Ostras	0,0015	0,0006	0,0006
Total	0,2745	0,7116	0,7411

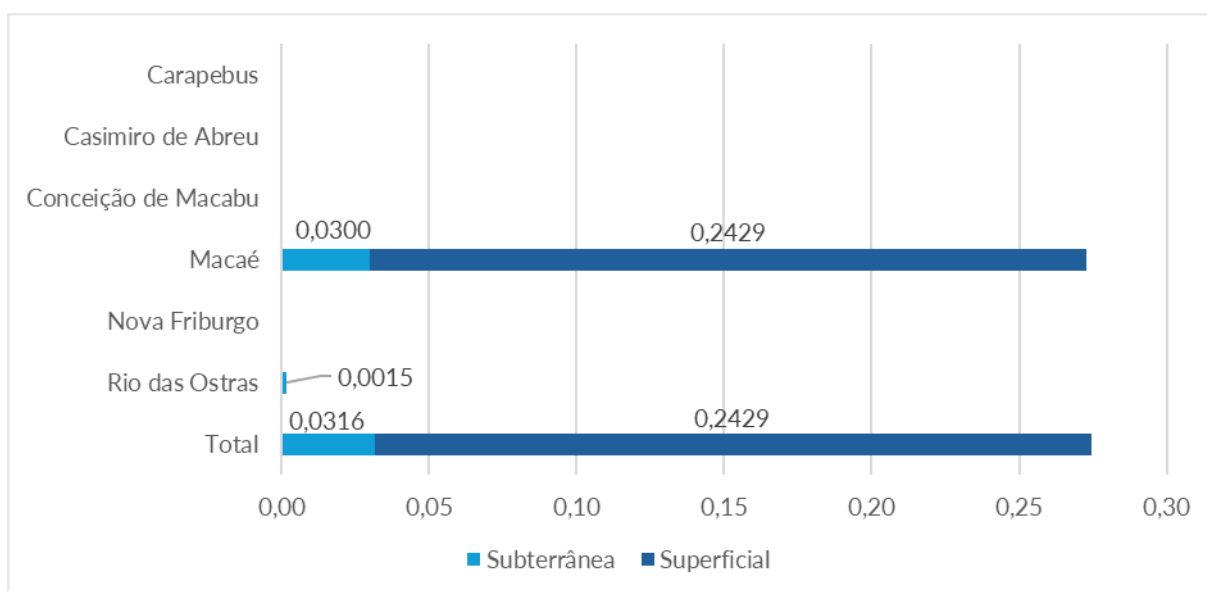
Fonte: Adaptado de ANA (2022) e Inea (2024).

Nota-se que Macaé apresentou os maiores volumes destinados à finalidade industrial. O município, juntamente com Carapebus e Conceição de Macabu, pertence à região Norte Fluminense, a qual é reconhecida por abrigar um importante polo de petróleo e gás do estado. Além disso, possui um parque industrial diversificado, que engloba os setores da construção

civil, de alimentos e bebidas, de máquinas e equipamentos, metalomecânica e de minerais não metálicos (Firjan, 2016a)¹⁸.

O município de Rio das Ostras, na Região Leste Fluminense, tem vazões outorgadas para o setor industrial, embora em volume consideravelmente menor que o de Macaé. Nas duas cidades, destacam-se as cadeias produtivas da indústria naval, produtos de minerais não metálicos, alimentos e bebidas, além de vestuário e acessórios (Firjan, 2016b). De acordo com o Cadastro de Outorgas (Inea, 2024) (Figura 4), a demanda hídrica industrial é principalmente suprida por mananciais superficiais.

FIGURA 4 - COMPARAÇÃO ENTRE AS CAPTAÇÕES SUPERFICIAIS E SUBTERRÂNEAS - INDÚSTRIA.



Fonte: Adaptado de Inea (2024).

Na Tabela 37 são comparadas as porcentagens das vazões dos processos do Cadastro de Outorgas, em situação de análise com as que já foram outorgadas. Em relação às captações superficiais, Macaé possui 4% de suas vazões em fase de análise. Por outro lado, no que diz respeito às captações subterrâneas, esse município registrou que 91% das vazões em análise, enquanto em Rio das Ostras 60% de suas vazões estão em fase de análise.

¹⁸ As tipologias industriais identificadas no estudo da Firjan (2016), corroboram com as tipologias industriais outorgadas no município de Macaé, de acordo com o Cadastro de Outorgas (Inea, 2024).

TABELA 37 – COMPARAÇÃO DOS PERCENTUAIS DE VAZÕES OUTORGADAS E EM ANÁLISE, PARA AS CAPTAÇÕES SUPERFICIAIS E SUBTERRÂNEAS - INDÚSTRIA

Município	Captação Superficial		Captação Subterrânea	
	Em análise (%)	Outorgado (%)	Em análise (%)	Outorgado (%)
Carapebus	0	0	0	0
Casimiro de Abreu	0	0	0	0
Conceição de Macabu	0	0	0	0
Macaé	4	96	91	9
Nova Friburgo	0	0	0	0
Rio das Ostras	0	0	60	40

Fonte: Adaptado de Inea (2024).

4.3.2 Análise das demandas

Foram apresentadas três metodologias distintas para a quantificação das demandas hídricas da finalidade industrial. Os dados do cadastro de outorgas são informados diretamente pelo usuário no momento da solicitação, os quais também foram utilizados na elaboração do PERHI/RJ em 2014. Por outro lado, o Manual de Usos Consuntivos da Água do Brasil utiliza uma estimativa indireta que se baseia em coeficientes técnicos e uma relação entre o número de empregados e a tipologia industrial.

Em termos gerais, as estimativas apresentaram resultados próximos. Contudo, ao comparar as generalizações resultantes da metodologia indireta do Manual de Usos Consuntivos do Brasil com as demandas consolidadas e sob análise pelo órgão outorgante do estado do Rio de Janeiro, o Inea, chegou-se à conclusão de que as demandas registradas no cadastro de outorgas são mais precisas em refletir a demanda real.

Esse aspecto ganha ainda mais importância quando se considera que as indústrias dependem da apresentação das outorgas para obter a aprovação de suas licenças. O fato de que a maior parte dos processos de outorga de direito de uso dos recursos hídricos encontram-se em análise reforça a necessidade de regularizar os usuários do setor industrial.

4.4 IRRIGAÇÃO

Irrigação é o método de aplicar água de forma controlada às plantações para suprir suas necessidades hídricas. Este processo utiliza diversos equipamentos e técnicas para garantir que as plantas recebam a quantidade adequada de água, especialmente em regiões com baixa precipitação ou onde o fornecimento natural de água é insuficiente para o cultivo. Para estimar a demanda hídrica para irrigação, foram utilizados dados do Cadastro de Outorgas (Inea, 2024) para estimativas diretas, e do Manual de Usos Consuntivos da Água do Brasil (ANA, 2022) e do Plano Estadual de Recursos Hídricos do Rio de Janeiro (Rio de Janeiro, 2014) para estimativas

indiretas. O Manual de Usos Consuntivos baseia seus cálculos no clima, tipo de cultura e sistemas de irrigação, enquanto o PERHI/RJ utiliza dados da Análise do Potencial Agrícola do Estado do Rio de Janeiro (ASPA) (Emater, 2010) e a área irrigada por tipo de cultura.

4.4.1 Quantificação das demandas

As demandas hídricas estimadas para irrigação, por meio das três metodologias citadas, estão apresentadas na Tabela 38. De acordo com as estimativas do Manual de Usos Consuntivos, todos os municípios da RH-VIII têm vazões para irrigação. No entanto, o Cadastro de Outorgas mostra que apenas Macaé, Nova Friburgo e Rio das Ostras têm vazões outorgadas para essa finalidade. O PERHI considerou as culturas predominantes no estado (olerícolas, cana-de-açúcar, fruticultura e rizicultura) para suas estimativas.

TABELA 38 – DEMANDA HÍDRICA DA FINALIDADE IRRIGAÇÃO

Município	Cadastro de Outorgas	Manual de Usos Consuntivos	PERHI
	Ref.: 2023	Ref.: 2020	Ref. 2014
	(m ³ /s)		
Carapebus	0,0000	0,001	0,0000
Casimiro de Abreu	0,0000	0,001	0,0000
Conceição de Macabu	0,0000	0,008	0,0000
Macaé	0,0002	0,014	0,0008
Nova Friburgo	0,0002	0,004	0,0056
Rio das Ostras	0,0003	0,004	0,0039
Total	0,0007	0,033	0,0103

Fonte: Adaptado de ANA (2022) e Inea (2024).

Há uma grande disparidade entre as características da agricultura nos municípios. De acordo com o levantamento realizado pela Empresa de Assistência Técnica e Extensão Rural do Estado do Rio de Janeiro em 2023 (Emater, 2023), o município de Nova Friburgo apresenta uma produção notoriamente maior que dos outros municípios, sendo a olericultura a atividade mais relevante no contexto econômico, especialmente as culturas de alface, couve-flor e repolho (Tabela 39).

Observa-se que Nova Friburgo apresentou 69.826,50 toneladas de produção colhidas no ano de 2023, mais de dez vezes superior ao segundo colocado na RH-VIII, o município de Macaé, com 6.516,58 toneladas. Ademais, as culturas predominantes em Macaé divergem das de Nova Friburgo, com o foco da produção de milho e de soja.

TABELA 39 – PRODUÇÃO COLHIDA E PRINCIPAIS CULTURAS NOS MUNICÍPIOS DA RH-VIII

Município	Produção Colhida (t)	Principais Culturas
Carapebus	1.151,60	Cana de Açúcar, Cana Forrageira e Aipim
Casimiro de Abreu	12.652,50	Aipim, Banana e Inhame
Conceição de Macabu	359,70	Batata Doce, Aipim e Alface
Macaé	6.516,58	Milho, Soja e Banana Nanica
Nova Friburgo	69.826,50	Alface, Couve-flor e Repolho
Rio das Ostras	779,90	Milho forrageiro, Banana e Aipim

Fonte: Emater (2023).

Na Tabela 38, Rio das Ostras aparece entre os municípios com maior demanda hídrica para irrigação na RH-VII. No entanto, a Emater registrou menos de 1.000 toneladas de produção em 2023 (Tabela 39), com o milho forrageiro como principal cultura.

Na Tabela 40, as demandas hídricas por tipo de cultura levantadas no PERHI/RJ mostram que Macaé teve toda sua demanda advinda da fruticultura, enquanto Nova Friburgo se destacou na olericultura, em consonância com a situação atual. Contudo, Rio das Ostras se destacou na rizicultura, que não apareceu no levantamento mais recente da Emater.

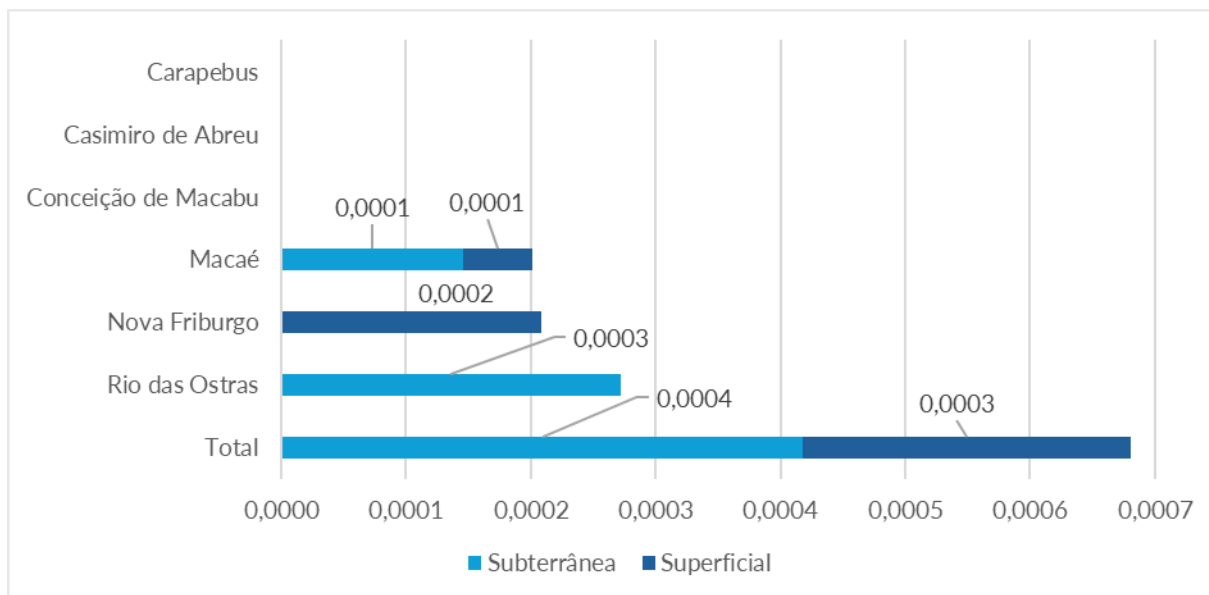
TABELA 40 – DEMANDAS HÍDRICAS DA IRRIGAÇÃO APRESENTADAS NO PLANO ESTADUAL DE RECURSOS HÍDRICOS DO RIO DE JANEIRO

Demandas Hídricas da Irrigação PERHI/RJ (m ³ /s)					
Municípios	Cana de açúcar	Olericultura	Fruticultura	Rizicultura	Total
Carapebus	0,00001	0,00000	0,00000	0,00000	0,00001
Casimiro de Abreu	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000
Conceição de Macabu	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000
Macaé	0,00000	0,00000	0,00078	0,00000	0,00078
Nova Friburgo	0,00000	0,00559	0,00000	0,00000	0,00559
Rio das Ostras	0,00000	0,00000	0,00000	0,00388	0,00388
Total	0,00001	0,00559	0,00078	0,00388	0,01026

Fonte: Rio de Janeiro (2014).

De forma geral, observa-se uma diversidade de atividades agrícolas na RH-VIII, resultando em diferentes demandas hídricas, conforme o tipo de cultura e sua escala. O Cadastro de Outorgas distingue os volumes captados em fontes superficiais e subterrâneas (Figura 5). Para irrigação, há uma leve predominância das captações subterrâneas, exceto em Nova Friburgo, onde toda a demanda de irrigação é suprida por fontes superficiais. Todas as vazões indicadas referem-se a processos em análise.

FIGURA 5 – COMPARAÇÃO ENTRE AS CAPTAÇÕES SUPERFICIAIS E SUBTERRÂNEAS – IRRIGAÇÃO.



Fonte: Adaptado de Inea (2024).

4.4.2 Análise das demandas

A estimativa do Manual de Usos Consuntivos da Água do Brasil representou a maior vazão demandada na RH-VIII. Contudo, baseia-se nas culturas identificadas no Censo Agropecuário 2006 (IBGE, 2009) ¹⁹ e assume que culturas e calendários de colheita são constantes. O método usa o balanço hídrico em áreas irrigadas, atribuindo à irrigação a água necessária que não é suprida por chuva e solo, simplificando a interface agricultura-ciclo hidrológico com base em clima, culturas e sistemas de irrigação. Essas generalizações podem não abranger todas as especificidades da irrigação na RH-VIII. O PERHI/RJ considerou apenas as principais culturas do Estado, o que pode não refletir as particularidades da agricultura irrigada na RH-VIII.

Apesar do conhecimento sobre usuários irrigantes não regularizados na região, o Cadastro de Outorgas oferece uma perspectiva mais precisa dos usuários a serem cobrados. Além disso, a região é caracterizada por pequenos produtores e culturas menores, com práticas de irrigação distintas das aplicadas em grandes culturas como milho e soja, tratadas no Manual de Usos Consuntivos.

¹⁹ E em levantamentos mais recentes para a cana-de-açúcar e o arroz inundado (ANA, 2017); para cerca de 900 municípios em bacias críticas (ANA, 2016); e para o levantamento histórico do arroz inundado (Embrapa, 2017).

4.5 TERMOELÉTRICA

A energia termoelétrica é produzida por meio de uma central de calor que queima diversos combustíveis, sejam sólidos, líquidos e gasosos. Essa operação requer sistemas de resfriamento de vapor das turbinas, implicando em uma significativa demanda por recursos hídricos. No município de Macaé, as termoelétricas utilizam como combustível o gás do petróleo extraído “*off shore*”. Já estão em operação duas termoelétricas: Usina Termoelétrica Norte Fluminense (826,78 MW) e a Termomacaé (Usina Mário Lago) (922,62 MW). Além disso, existe uma terceira, em estágio de pré-operação, a Marlim Azul I (565 MW).

4.5.1 Quantificação das demandas

Para analisar as demandas hídricas da finalidade termoelétricas, foram utilizadas as estimativas do Manual de Usos Consuntivos da Água do Brasil (ANA, 2022) e as informações do Cadastro de Outorgas (Inea, 2024). Na Tabela 41, observa-se que Macaé é o único município com demanda hídrica para essa finalidade, com captações exclusivamente superficiais.

TABELA 41 - DEMANDA HÍDRICA DA FINALIDADE TERMOELÉTRICA

Município	Cadastro de Outorgas	Manual de Usos Consuntivos
	Ref.: 2023	Ref.: 2020
	(m ³ /s)	
Carapebus	0,0000	0,0000
Casimiro de Abreu	0,0000	0,0000
Conceição de Macabu	0,0000	0,0000
Macaé	2,0501	0,134
Nova Friburgo	0,0000	0,0000
Rio das Ostras	0,0000	0,0000
Total	2,0501	0,134

Fonte: Adaptado de ANA (2022) e Inea (2024).

A maior parte dessa vazão, 92%, está associada a usos já consolidados, ou seja, que já possuem outorga, enquanto os 8% restantes estão em situação de análise.

4.5.2 Análise das demandas

A contínua expansão do setor termoelétrico na RH-VIII, especialmente em Macaé, explica a elevada demanda hídrica identificada no Cadastro de Outorgas (Inea, 2024). Esse setor, resultado da recente mudança na vocação econômica do município, não foi plenamente capturado por estimativas baseadas em cenários de crescimento tendenciais, como o Manual

de Usos Consuntivos. Assim, as estimativas do Inea fornecem uma visão mais precisa da demanda atual para essa finalidade

4.6 SÍNTESE DOS RESULTADOS

Com base na quantificação e análise de cada finalidade, na Tabela 42 apresenta-se a síntese das demandas hídricas da RH-VIII. Por se tratar de um estudo de cobrança, essa síntese considera as vazões do Cadastro de Outorgas, incluindo tanto os processos já outorgados quanto os em análise.

TABELA 42 – SÍNTESE DAS VAZÕES DE RETIRADA SUPERFICIAIS DA RH-VIII (2023).

Município	Abastecimento Público	Aquicultura	Irrigação	Indústria	Termoelétrica	Total
	(m ³ /s)					
Carapebus	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
Casimiro de Abreu	0,0027	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0027
Conceição de Macabu	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
Macaé	2,8560	0,0000	0,0002	0,2730	2,0501	5,1793
Nova Friburgo	0,0192	0,3259	0,0002	0,0000	0,0000	0,3453
Rio das Ostras	0,0647	0,0000	0,0003	0,0015	0,0000	0,0665
Total	2,9426	0,3259	0,0007	0,2745	2,0501	5,5938

Fonte: Adaptado de Inea (2024).

Quanto às vazões de retirada, segundo o cadastro de outorgas, observa-se que os usos com as maiores captações foram o abastecimento público e a termoelétrica, ambos localizados principalmente no município de Macaé. Destaque também pode ser direcionado à aquicultura no município de Nova Friburgo, cujas vazões totais indicadas como demanda ainda estão em processo de análise, situação semelhante à época da elaboração do PRH-Macaé/Ostras em 2014. A demanda da indústria é mais significativa em Macaé e possui alguns pontos de captação em Rio das Ostras. A irrigação foi a finalidade com menor representatividade em termos de volume, indicando que as práticas agrícolas na região ocorrem em menores áreas irrigadas, caracterizadas por pequenos produtores rurais.

Ao analisar o cadastro de outorga, foram avaliados os usos insignificantes, considerando os cadastros registrados como tais. Para os cadastros com análise ainda pendente, foram consideradas as vazões solicitadas, de acordo com a finalidade e o enquadramento estabelecido pela Lei Estadual nº 4.247, de 16 de dezembro de 2003, e suas alterações vigentes. Como esses usos não são passíveis de cobrança, eles não foram incluídos na análise de demandas. No entanto, para verificar a representatividade dos usos insignificantes, eles foram comparados às vazões outorgadas (Tabela 43).

TABELA 43 – ANÁLISE DOS USOS INSIGNIFICANTES (m³/s)

	Abastecimento Público	Aquicultura	Irrigação	Indústria	Termoelétrica	Total
Total	2,9426	0,3261	0,0007	0,2747	2,0501	5,5942
Outorgável	2,9426	0,3259	0,0007	0,2745	2,0501	5,5938
Usos Insignificantes	0,0000	0,0002	0,0000	0,0002	0,0000	0,0004
Percentual	0,00%	0,08%	4,20%	0,06%	0,00%	0,01%

Fonte: Adaptado de Inea (2024).

Em termos gerais, os usos insignificantes representam 0,01% da vazão total retirada na RH-VIII para as finalidades analisadas. A parcela mais significativa dessas vazões é destinada à irrigação, correspondendo a 4,20%, embora isso represente uma vazão muito baixa (aproximadamente 0,00003 m³/s). Para as demais finalidades, o uso insignificante é ainda menos representativo.

5 CARACTERIZAÇÃO DAS DEMANDAS DE LANÇAMENTO

O lançamento de águas residuais, tratadas ou não, provenientes de atividades econômicas e de subsistência humana, pode variar amplamente em suas características. Os efluentes podem conter alta concentração de matéria orgânica, além de diversos elementos e compostos químicos.

Conforme descrito na Caracterização das Demandas de Captação, a outorga para o lançamento de efluentes no ERJ é regulamentada pelas Leis Federal nº 9.433/1997 e Estadual nº 3.239/1999. A Lei Estadual nº 3.239/1999, art. 22, § 2º, estabelece que outorgas para lançamentos industriais em corpos hídricos estaduais só serão concedidas se as captações ocorrerem a jusante do ponto de lançamento dos efluentes da mesma instalação.

As outorgas para lançamento de efluentes permitem o descarte desses efluentes em corpos hídricos, como rios, córregos, lagos ou lagoas, desde que sigam normas e padrões estabelecidos (Firjan, 2020). Atualmente, a concessão da outorga não leva em consideração a capacidade de diluição do corpo hídrico, apenas a vazão a ser lançada. O outorgado deve atender aos padrões de lançamento definidos pela legislação federal e pelas normas da Comissão Estadual de Controle Ambiental (CECA), além das condições específicas de sua Licença Ambiental (Firjan, 2020).

É importante destacar que, em termos gerais, os lançamentos não poderão exceder as condições e padrões de qualidade da água estabelecidos pela Resolução Conama nº 357/2005 para as classes de enquadramento (Art. 12º da Resolução Conama nº 430/2011). Ademais, como preconizado no Art. nº 28 da Resolução Conama nº 430/2011, o empreendimento que realize lançamentos de efluentes nos corpos hídricos deverá enviar anualmente ao órgão estadual responsável pelo meio ambiente – no caso do Rio de Janeiro, o Inea – a Declaração de Carga Poluidora (DCP). Nessa declaração, devem ser apresentadas as cargas médias anuais (t/ano) dos poluentes lançados pelo empreendimento, bem como a quantidade dias em que tais lançamentos ocorrem (Inea, s.d.).

Além da DCP, as atividades efetivas ou potencialmente poluidoras de água deverão ser vinculadas ao Programa de Autocontrole de Efluentes Líquidos, e deverão enviar regularmente a Declaração do Relatório de Acompanhamento de Efluentes Líquidos (ERA). Esse relatório deve ser enviado todo dia 20 ao Inea, sendo o instrumento por meio do qual o órgão registra as características qualitativas e quantitativas dos efluentes líquidos regularmente (Firjan, 2020).

No presente estudo, as cargas poluidoras serão avaliadas com base na Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO). No método direto, Serão utilizados dados do Cadastro de Outorgas estaduais para lançamentos na RH-VIII, fornecidos pelo Inea até dezembro de 2023. Embora muitos processos de outorga ainda estejam em análise, as cargas de DBO desses

processos foram incluídas na estimativa das demandas de lançamento, considerando que podem refletir usos já consolidados na região.

Os métodos indiretos apresentados são baseados em metodologias consolidadas para estimar cargas. Foram utilizadas as seguintes bases de dados: Atlas Esgotos – Despoluição das Bacias Hidrográficas (ANA, 2017), dados do Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (SNIS, 2023) e características dos efluentes industriais do livro "Wastewater Characteristics, Treatment and Disposal" (Von Sperling, 2007).

As seções seguintes detalham as demandas de lançamento para abastecimento público, indústria e termoelétrica. As finalidades "aquicultura" e "irrigação" não foram avaliadas uma vez que não possuem lançamentos. Os resultados estão apresentados por município e para a área da RH-VIII. A consolidação das bases de dados e as metodologias de estimativa das cargas estão detalhadas no Apêndice A.

5.1 ESGOTAMENTO SANITÁRIO

A finalidade esgotamento sanitário refere-se aos serviços prestados pelas concessionárias de saneamento básico, que envolvem a coleta e o tratamento de efluentes domésticos. Normalmente, o tratamento é realizado em Estações de Tratamento de Esgoto (ETE). Após o tratamento, os efluentes são lançados nos corpos hídricos, contendo uma carga de DBO.

5.1.1 Quantificação das cargas orgânicas

Para quantificar as cargas orgânicas lançadas nos corpos hídricos, incluindo as de ETES nos municípios da RH-VIII, foram consultadas as seguintes bases de dados: Cadastro de Outorgas (Inea, 2024), Atlas Esgotos: Despoluição de Bacias Hidrográficas (ANA, 2019b); Indicadores do SNIS (SNIS, 2023).

A metodologia utilizada para quantificação a partir de cada base de dados está descrita no Apêndice A. A carga de efluentes foi quantificada em termos de Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO), em kg DBO/dia, conforme os dados por município apresentados na Tabela 44.

TABELA 44 – CARGA DE DBO LANÇADA – ESGOTO TRATADO

Município	Cadastro de Outorgas	Atlas Esgoto	SNIS
	Ref. 2023	Ref. 2022	Ref. 2022
	kg DBO/dia		
Carapebus	0,00	2,83	2,55
Casimiro de Abreu	0,00	19,92	11,74
Conceição de Macabu	0,00	7,52	7,64
Macaé	1.474,83	4.060,72	4.124,82
Nova Friburgo	69,12	72,40	58,66
Rio das Ostras	161,00	616,89	179,74
Total	1.704,95	4.780,28	4.385,16

Fonte: Adaptado de ANA (2019b); Inea (2024) e SNIS (2023).

O Cadastro de Outorgas apresenta processos com outorgas já emitidas e em análise, que correspondem a solicitações ainda não concedidas. Na Tabela 45, comparam-se as porcentagens de carga de DBO entre os processos em análise e os já outorgados para lançamentos de esgotamento sanitário. Macaé possui 88% da carga referente a processos outorgados, enquanto Rio das Ostras tem 82% da carga correspondente a processos em análise. Em Nova Friburgo, toda a carga corresponde à processos em análise.

TABELA 45 – COMPARAÇÃO DOS PERCENTUAIS DE CARGA DE DBO OUTORGADOS E EM ANÁLISE, PARA OS LANÇAMENTOS DE EFLUENTES – ESGOTAMENTO SANITÁRIO

Município	Carga de DBO	
	Em análise (%)	Outorgado (%)
Carapebus	0	0
Casimiro de Abreu	0	0
Conceição de Macabu	0	0
Macaé	12	88
Nova Friburgo	100	0
Rio das Ostras	82	18

Fonte: Adaptado de Inea (2024).

5.1.2 Análise das demandas

Ao comparar as estimativas de carga de DBO (kg/dia) para o lançamento de esgotos tratados obtidas por três metodologias distintas, observa-se que o Cadastro de Outorgas (Inea, 2024) apresenta a menor estimativa para a RH-VIII. Essa diferença ocorre porque o cadastro inclui apenas os lançamentos de esgoto doméstico adequadamente tratado, não contemplando a parcela da população sem acesso a serviços de saneamento. A

o usar a população como base para estimar a carga de esgoto produzida, não se consideram as situações em que parte dessa população, sem acesso à rede de esgotamento,

pode estar despejando esgotos *in natura* nos corpos hídricos. Além disso, não se leva em conta o uso de soluções individuais, que podem variar de adequadas, como fossas sépticas com infiltração, a inadequadas, como fossas negras rudimentares. Ainda, há a questão do local de lançamento, que pode estar localizado fora dos limites da RH.

Essa última situação é mais evidente nas estimativas do Atlas Esgotos: Despoluição de Bacias Hidrográficas (ANA, 2019b) e dos indicadores do SNIS (SNIS, 2023). Embora essas estimativas considerem a carga orgânica gerada pela população dos municípios de Carapebus, Casimiro de Abreu, Conceição de Macabu e Nova Friburgo residentes na RH-VIII, elas não levam em conta que o esgoto sanitário dessa população não é direcionado para os corpos d'água da área de estudo

Ambas as metodologias consideram a geração per capita de DBO e os índices de atendimento à população com coleta e tratamento de esgoto. No entanto, a metodologia do Atlas Esgotos leva em conta a população atendida por fossas sépticas, que removem, em média, 60% da DBO gerada. Os valores mais elevados, calculados a partir do SNIS, indicam uma situação mais crítica e conservadora. No entanto, a situação que mais se aproxima de um montante real a ser cobrado é o cadastro de outorgas.

5.2 INDÚSTRIA

Os efluentes industriais gerados em diversos processos industriais têm suas características qualitativas e quantitativas intimamente relacionadas aos processos industriais, ao porte da indústria e as matérias primas envolvidas na produção, conferindo uma grande variabilidade em sua composição.

5.2.1 Quantificação das cargas orgânicas

Para quantificar as cargas orgânicas geradas na indústria nos municípios da RH-VIII, foram utilizados os dados do Cadastro de Outorgas (Inea, 2024). Adicionalmente, foi aplicada uma estimativa indireta com base nas informações sobre produção industrial e número de funcionários obtidas no Cadastro Central de Empresas (CEMPRE) (IBGE, 2021). Essas informações foram correlacionadas com estimativas de produção de efluentes, conforme a literatura técnica (Von Sperling, 2006), e as condições de lançamento de efluentes definidas pela Resolução Conama nº 430/2011. A metodologia adotada, denominada “Estimativa de carga pela tipologia industrial”, está detalhada no Apêndice A.

Os resultados, apresentados na Tabela 46, são expressos em termos de Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO) em kg DBO/dia e quantificados por município.

TABELA 46 – CARGA DE DBO LANÇADA PELA INDÚSTRIA

Município	Cadastro de Outorgas	Estimativas de carga pela tipologia industrial
	Ref. 2023	Ref. 2021
	kg DBO/dia	
Carapebus	0,0000	2,12
Casimiro de Abreu	0,0000	0,00
Conceição de Macabu	0,0000	0,00
Macaé	291,96	121,66
Nova Friburgo	0,0000	1,07
Rio das Ostras	0,0000	29,17
Total	291,96	154,02

Fonte: Adaptado de IBGE (2021); Inea (2024) e Von Sperling (2005).

Na Tabela 47, comparam-se as porcentagens de carga de DBO entre os processos de lançamento para a indústria que estão em análise e os já outorgados. Macaé é o único município com processos de outorga para essa finalidade, com 53% dos processos já outorgados e 47% em análise. No município de Rio das Ostras, não há outorgas para lançamentos industriais, indicando possível falta de regularização do uso industrial, especialmente na Zona Especial de Negócios (ZEN), onde estão concentrados diversos empreendimentos industriais.

TABELA 47 – COMPARAÇÃO DOS PERCENTUAIS DE CARGA DE DBO OUTORGADOS E EM ANÁLISE, PARA OS LANÇAMENTOS DE EFLUENTES – INDÚSTRIA

Município	Carga de DBO	
	Em análise (%)	Outorgado (%)
Carapebus	0	0
Casimiro de Abreu	0	0
Conceição de Macabu	0	0
Macaé	47	53
Nova Friburgo	0	0
Rio das Ostras	0	0

Fonte: Adaptado de Inea (2024).

5.2.2 Análise das demandas

Comparando os dados do Cadastro de Outorgas (Inea, 2024) com as estimativas de carga pela tipologia industrial, observam-se diferenças em alguns aspectos. O Cadastro de Outorgas indica que Macaé é o único município com lançamentos, sendo que 47% da carga associada a esses lançamentos são de processos em análise (Tabela 46). Em contraste, a estimativa pela tipologia industrial aponta lançamentos para outros municípios, como Carapebus, Nova Friburgo e Rio das Ostras, onde foram identificados empreendimentos industriais.

No entanto, é importante considerar as limitações de ambos os métodos de quantificação. No caso da análise pela tipologia industrial, nem sempre ela reflete com precisão os processos reais dos empreendimentos. Embora a Classificação Nacional de Atividades Econômicas (CNAE) categorize as indústrias em grupos principais, algumas subclassificações podem envolver processos muito distintos. Por exemplo, na indústria de transformação, a fabricação de papel e produtos de papel (CNAE 17) e a fabricação de embalagens de papel (CNAE 17.31-1) utilizam processos e volumes de água diferentes. A produção de embalagens de papel, por exemplo, pode ser menos intensiva em água do que a produção de massa de papel. Essa diferença pode resultar em estimativas incorretas de volume e carga de lançamentos se empreendimentos com essas subclassificações forem avaliados sob a mesma ótica.

Por outro lado, o Cadastro de Outorgas pode não capturar a totalidade das atividades, especialmente das indústrias menores que estejam atuando de forma irregular.

5.3 TERMOELÉTRICA

A demanda hídrica para usinas termoeletricas, no contexto de lançamento de efluentes, refere-se aos resíduos líquidos gerados durante a produção de energia elétrica. Usinas termoeletricas, que utilizam carvão, óleo combustível e gás natural, produzem efluentes líquidos de várias origens, como industrial, sanitário e de torres de resfriamento. Esses efluentes resultam do uso de substâncias como óleo diesel, soda cáustica, coagulantes e cloro, que são empregados para ajustar as condições dos recursos usados no processo de geração de energia (Soares et al., 2020).

5.3.1 Quantificação das cargas orgânicas

Todos os lançamentos identificados no Cadastro de Outorgas (Inea, 2024) para a demanda termoeletrica estão concentrados no município de Macaé. Apesar de uma busca bibliográfica para complementar a estimativa das cargas poluidoras geradas por termoeletricas na RH-VIII, não foram encontrados estudos relevantes na literatura.

Trabalhos, como o de Matos et al. (2010), avaliam parâmetros físico-químicos, como óleos e graxas minerais, cloro residual e pH. A dificuldade em encontrar uma metodologia padronizada e valores base para estimar a carga de DBO deve-se à variabilidade dos processos de geração de energia termoeletrica e às especificidades dos efluentes gerados.

Desta forma, foram avaliadas somente as cargas declaradas no cadastro de outorgas, as quais se encontram na Tabela 48, em termos de Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO), em kg DBO/dia, por município. Da carga total identificada no cadastro, 78% está associada a processos em análise, enquanto apenas 22% se referem a processos já outorgados.

TABELA 48 – CARGA DE DBO LANÇADA POR TERMOELÉTRICAS

Município	Cadastro de Outorgas
	Ref. 2023
	kg DBO/dia
Carapebus	0,00
Casimiro de Abreu	0,00
Conceição de Macabu	0,00
Macaé	1.991,79
Nova Friburgo	0,00
Rio das Ostras	0,00
Total	1.991,79

Fonte: Inea (2024).

5.3.2 Análise das demandas

Devido às dificuldades metodológicas, as cargas poluidoras das usinas termoelétricas foram estimadas apenas com base no Cadastro de Outorgas (Inea, 2024). Ao incluir também os processos em análise, a estimativa oferece uma margem de segurança, considerando as cargas de empreendimentos que ainda não estão licenciados, mas que podem vir a gerar carga na RH-VIII.

Embora o Cadastro de Outorgas indique lançamentos elevados de carga de DBO pelas termoelétricas, sabe-se que as usinas em Macaé utilizam gás natural para gerar energia elétrica, o que resulta em efluentes líquidos com menor carga orgânica. Os principais poluentes desses efluentes são de natureza inorgânica, provenientes de purga de caldeiras e resíduos do tratamento de água.

6 EVOLUÇÃO E PERSPECTIVAS DAS DEMANDAS

A evolução da demanda hídrica pode ser compreendida por meio da análise das tendências de indicadores que influenciam diretamente ou indiretamente as dinâmicas de uso da água. Ao examinar o histórico de evolução, é possível avaliar a trajetória desses aspectos ao longo do tempo e, em alguns casos, identificar uma tendência que ajude a entender as perspectivas futuras para esses usos.

As tendências de crescimento podem ser entendidas ao observar o comportamento do parâmetro ao longo de uma série histórica e, a partir deste olhar para o passado, vislumbrar as propensões de crescimento ou decréscimo. É crucial nesta análise também considerar a influência de dinâmicas externas, em perspectivas globais, nacionais, estaduais e regionais.

A avaliação das perspectivas de crescimento para cenários futuros exige a adoção de premissas e hipóteses. O objetivo não é prever o futuro, mas sim delinear cenários plausíveis baseados em tendências. Assim, as projeções de demandas futuras podem variar conforme as premissas e conceitos adotados, resultando em cenários distintos de acordo com essas considerações.

6.1 ABASTECIMENTO PÚBLICO

Nos últimos 20 anos tem-se observado uma alteração no atendimento ao abastecimento público, direcionados pelo crescimento populacional e pela ampliação da infraestrutura de saneamento, a segunda impulsionada pelos marcos legais instituídos com vistas a universalização do acesso e efetiva prestação dos serviços de saneamento.

No ano de 2007, foi sancionada a Lei Federal nº 11.445, a qual estabelecia as diretrizes nacionais para o saneamento básico. A legislação visou respaldar a ampliação dos serviços, trazendo princípios norteadores, como a integralidade, a adequação das infraestruturas quanto à saúde pública e proteção do meio ambiente, a eficiência e a sustentabilidade econômica.

O Marco Legal do Saneamento Básico foi atualizado pela Lei Federal nº 14.026/2020, com o objetivo de aprimorar as condições do saneamento básico no país. Dentre as principais diretrizes da normativa está a promoção da regionalização dos serviços, perante a geração de ganhos de escala e eficiência, por meio do apoio à formação dos blocos de referência, à obtenção da sustentabilidade econômico-financeira do bloco. A Lei prevê a universalização dos serviços de água e esgoto até 2033 e viabiliza a injeção de mais investimentos privados nos serviços de saneamento.

O abastecimento com água tratada depende das atividades de disponibilização e manutenção de infraestruturas e instalações operacionais necessárias o fornecimento público de água potável, abrangendo desde a captação até as ligações prediais e seus dispositivos de

medição. Segundo o Novo Marco Legal do Saneamento Básico (Brasil, 2020), a universalização deste serviço, é alcançada por meio de metas, dentre as quais se destaca a garantia do atendimento de 99% da população com água potável.

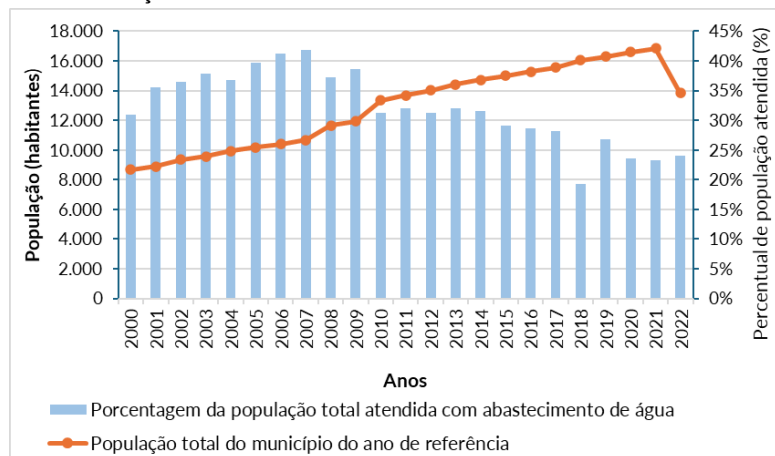
Nas Figuras 6 a 11, tem-se a evolução da população atendida com abastecimento de água desde o ano de 2000, bem como o crescimento da população urbana no mesmo período. À exceção do ano de 2022, é notável o aumento do contingente populacional, em especial nos municípios de Carapebus e Casimiro de Abreu, cuja população dobrou nas últimas décadas e Rio das Ostras, em que a população quadruplicou.

Observar o crescimento da população em conjunto com o percentual da população urbana atendida traz *insights* importantes sobre o crescimento infraestrutura de abastecimento, seja referente à produção ou à distribuição de água. Nesse sentido, destaca-se o município de Carapebus (Figura 6), em que o percentual de atendimento à população urbana tem decrescido desde o avanço nas legislações de saneamento, implicando que o investimento no setor foi insuficiente para suprir as necessidades à medida que a população aumentou. Ainda, esse é o município com menor índice de atendimento da RH-VIII.

Em Rio das Ostras (Figura 11), a situação já é outra, com aumento do percentual de atendimento entre os anos de 2008 e 2013, mas uma redução desde 2021. Já nos municípios de Macaé (Figura 9), Casimiro de Abreu (Figura 7), Conceição de Macabu (Figura 8) e Nova Friburgo (Figura 10), observa-se uma certa constância nos níveis de atendimento mesmo com o aumento populacional.

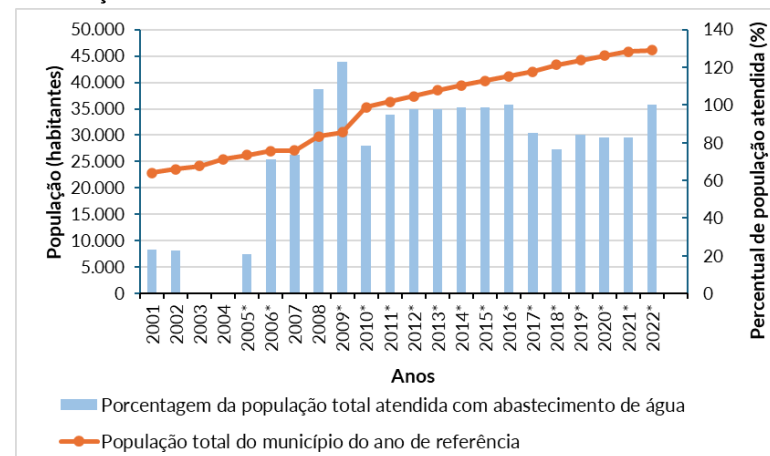
A relação entre os instrumentos normativos e o aumento do atendimento não é linear, contudo, é possível distinguir os municípios em dois grupos. O primeiro (Carapebus, Nova Friburgo e Rio das Ostras) corresponde àqueles que necessitam de investimentos estruturais no abastecimento de água para cumprir as metas estabelecidas no Novo Marco, o que pode levar a um aumento da demanda de água nessas localidades. No segundo (Casimiro de Abreu, Conceição de Macabu e Macaé), a população atendida atende às metas do novo marco, ou está próxima deste resultado, inferindo que as atividades dos prestadores de serviço sejam orientadas para a melhoria no sistema e manutenção, sendo a ampliação do sistema e o aumento da demanda de água intimamente ligados ao crescimento populacional.

FIGURA 6 – POPULAÇÃO ATENDIDA COM ABASTECIMENTO DE ÁGUA E POPULAÇÃO TOTAL URBANA DO MUNICÍPIO DE CARAPEBUS.



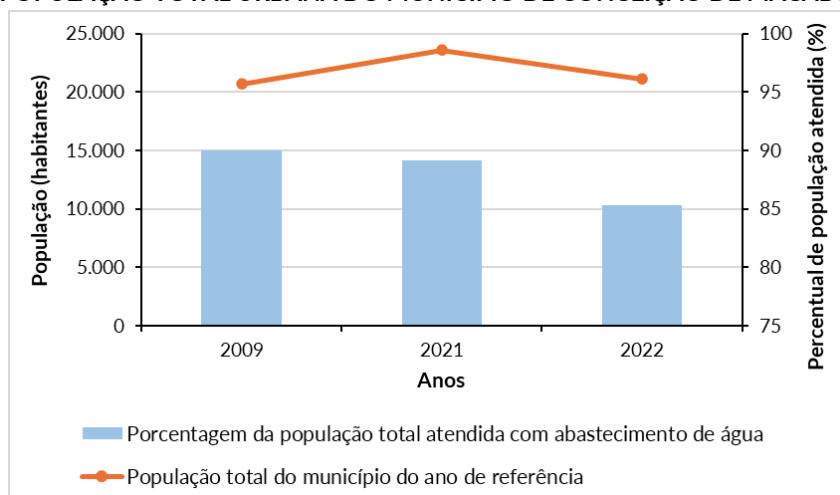
Fonte: SNIS (2023).

FIGURA 7 – POPULAÇÃO ATENDIDA COM ABASTECIMENTO DE ÁGUA E POPULAÇÃO TOTAL URBANA DO MUNICÍPIO DE CASIMIRO DE ABREU.



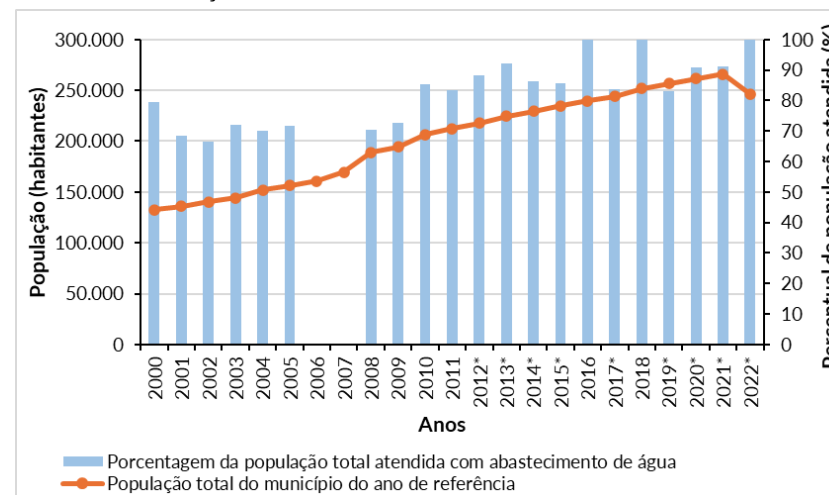
Fonte: SNIS (2023).

FIGURA 8 – POPULAÇÃO ATENDIDA COM ABASTECIMENTO DE ÁGUA E POPULAÇÃO TOTAL URBANA DO MUNICÍPIO DE CONCEIÇÃO DE MACABU.



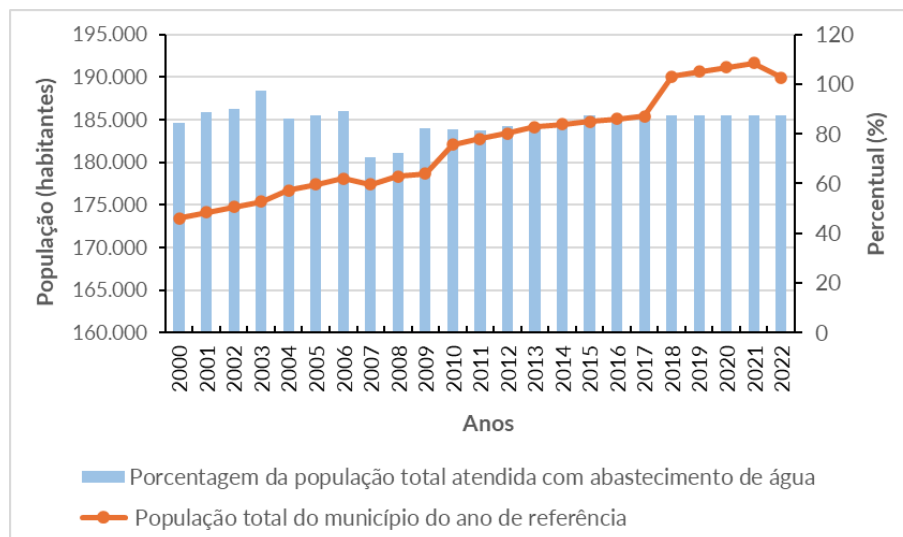
Fonte: SNIS (2023).

FIGURA 9 – POPULAÇÃO ATENDIDA COM ABASTECIMENTO DE ÁGUA E POPULAÇÃO TOTAL URBANA DO MUNICÍPIO DE MACAÉ.



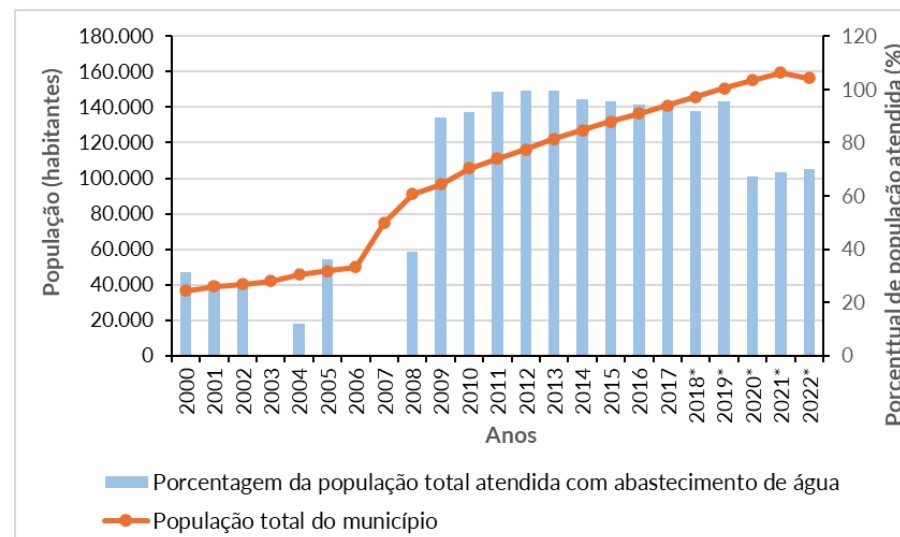
Fonte: SNIS (2023).

FIGURA 10 - POPULAÇÃO ATENDIDA COM ABASTECIMENTO DE ÁGUA E POPULAÇÃO TOTAL URBANA DO MUNICÍPIO DE NOVA FRIBURGO.



Fonte: SNIS (2023).

FIGURA 11 - POPULAÇÃO ATENDIDA COM ABASTECIMENTO DE ÁGUA E POPULAÇÃO TOTAL URBANA DO MUNICÍPIO DE RIO DAS OSTRAS.



Fonte: SNIS (2023).

Na Figura 12 estão representados os prestadores de serviços de saneamento básico que atuam ou atuaram nos municípios da RH-VIII desde o ano de 2000.

Os municípios de Carapebus, Casimiro de Abreu e Rio das Ostras integraram os blocos de concessão da Cedae e hoje tem seus serviços de distribuição de água realizado pelas concessionárias Rio+Saneamento e Águas do Rio.

Casimiro de Abreu tem toda a população atendida com serviços de abastecimento de água, sendo o foco dos prestadores de serviço a manutenção e garantia da continuidade dos serviços.

Em Carapebus, ainda não foi possível observar crescimento do atendimento com abastecimento de água, visto que houve um crescimento populacional que não foi acompanhado com aumento da infraestrutura para produção e distribuição de água.

No município de Rio das Ostras observou-se uma diminuição no atendimento desde 2020, não sendo possível afirmar até o momento, que a transição e complementação dos serviços executados pelos prestadores levou a uma garantia de melhor abastecimento de água. Vale ressaltar que a transição ainda está ocorrendo no ano de 2024, dificultando a avaliação das reais influências da mudança na prestação de serviços no município.

Já em Macaé, a declaração ao SNIS indica que a atuação da Prefeitura Municipal juntamente com a Cedae, levou o município a atender toda a sua população com abastecimento de água em 2021. Porém, é importante notar que esses dados são autodeclarados pelos prestadores de serviços, cuja atuação tem ocasionado conflitos na comunidade local, com relatos de áreas que ficaram sem atendimento por meses no último ano²⁰.

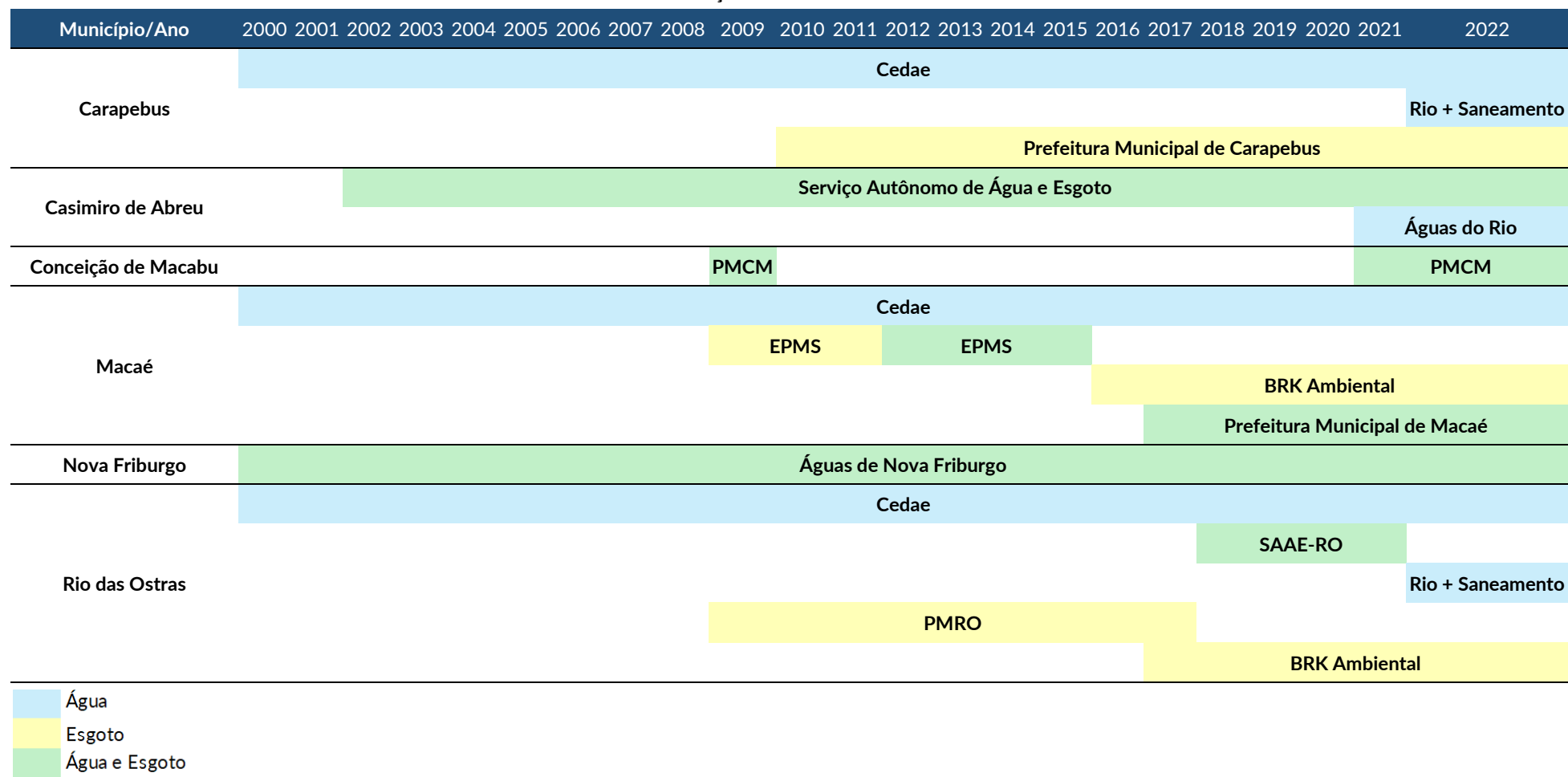
É essencial ressaltar que, além do crescimento demográfico contínuo, as empresas concessionárias de serviços de saneamento devem possuir capacidade para atender não apenas à população residente, mas também à população flutuante, composta pelo contingente turístico. Este último aspecto é importante em regiões como Rio das Ostras e nos distritos de Lumiar e São Pedro da Serra, em Nova Friburgo. Em ambos os municípios, a infraestrutura de saneamento atualmente não é suficiente para suprir as necessidades da população residente, o que intensifica o desafio de atender adequadamente os visitantes que frequentam a região ao longo do ano, além de aumentar a demanda hídrica potencial necessária para o atendimento de toda a população.

Rio das Ostras atrai muitos visitantes durante a alta temporada, graças às suas belezas naturais, como praias e a diversidade de fauna e flora. No entanto, essa ocupação sazonal resulta em um aumento significativo da população, exacerbando problemas de infraestrutura e

²⁰ <https://cmmacae.rj.gov.br/cedae-responde-sobre-desabastecimento-de-agua-e-fala-em-investimentos/>

causando frequentes faltas de água. As populações periféricas são particularmente afetadas, pois a distribuição da infraestrutura no município prioriza a atividade petrolífera e o turismo. Essa situação reflete uma desigualdade ambiental que decorre da desigualdade social, uma vez que o acesso a condições ambientais adequadas, como água potável e saneamento, está diretamente relacionado com a segregação da população no território municipal (Dos Santos; Aliprandi, 2021).

FIGURA 12 – PRESTADORES DE SERVIÇOS DE SANEAMENTO NOS MUNICÍPIOS DA RH-VIII.



Nota: Cedae – Companhia Estadual de Águas e Esgotos; PMCM: Prefeitura Municipal de Conceição de Macabu; EPMS: Empresa Municipal de Saneamento; SAAE-RO: Serviço Autônomo de Água e Esgoto de Rio das Ostras; PMRO: Prefeitura Municipal de Rio das Ostras.

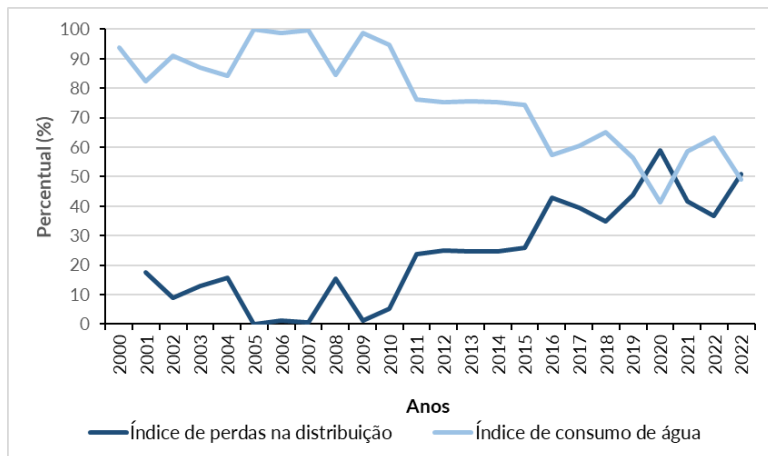
Fonte: SNIS, (2023).

Na Figura 13 a Figura 18 , são apresentados outros indicadores relacionados à eficiência do uso da água. O índice de perdas se refere à quantidade de água perdida na distribuição em relação à quantidade produzida ou tratada, sendo inversamente proporcional ao índice de consumo, que corresponde ao percentual da água produzida que é de fato consumido.

Nos municípios de Carapebus e Casimiro de Abreu, observa-se um aumento nos índices de perdas nos últimos anos, com uma tendência mais branda em Macaé. Por outro lado, Nova Friburgo e Rio das Ostras apresentam uma diminuição nas perdas, enquanto Conceição de Macabu informou um índice de perdas na distribuição zerado. Esses indicadores refletem a eficiência da distribuição da água e o investimento em infraestrutura e tecnologia para o controle de perdas.

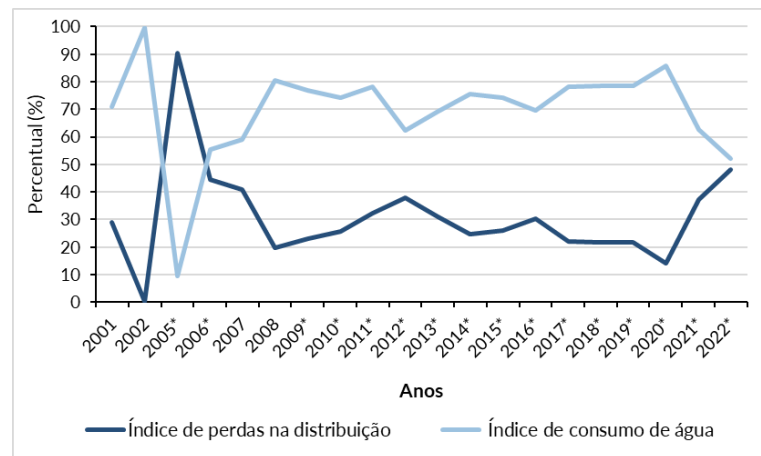
Assim como para outros aspectos comentados anteriormente, a redução das perdas na distribuição também constitui metas dos marcos legais instituídos. Nos cenários prospectivos avaliados no PRH Macaé/Ostras, no melhor cenário (Desenvolvimento Integrado), espera-se que até 2032 o índice de perdas na distribuição seja reduzido de 50% para 15%, enquanto a demanda média por habitante aumente em 40% em relação aos valores atuais. Em ambos os casos, os valores almejados seriam comparáveis aos observados atualmente em países desenvolvidos, com 15% de perdas físicas e uma demanda hídrica por habitante de 350 L/dia, sem considerar as perdas. Nos demais cenários, a redução de perdas e o aumento das demandas seriam mais atenuados.

FIGURA 13 - ÍNDICE DE PERDAS NA DISTRIBUIÇÃO E DE CONSUMO DE ÁGUA NO MUNICÍPIO DE CARAPEBUS.



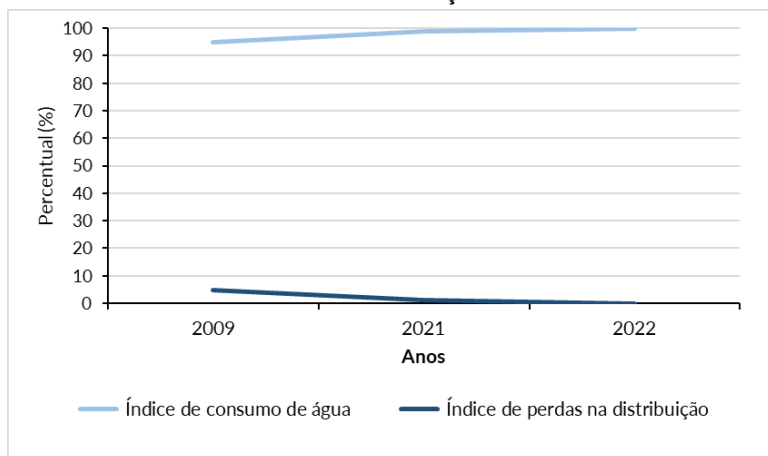
FONTE: SNIS (2023).

FIGURA 14 - ÍNDICE DE PERDAS NA DISTRIBUIÇÃO E DE CONSUMO DE ÁGUA NO MUNICÍPIO DE CASIMIRO DE ABREU.



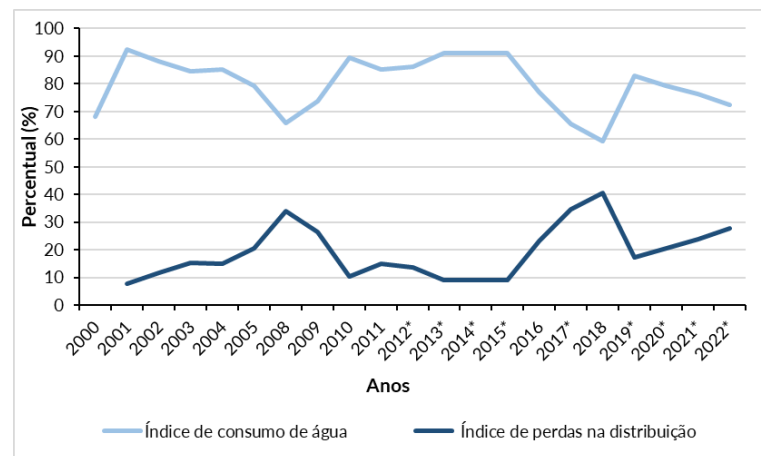
FONTE: SNIS (2023).

FIGURA 15 - ÍNDICE DE PERDAS NA DISTRIBUIÇÃO E DE CONSUMO DE ÁGUA NO MUNICÍPIO DE CONCEIÇÃO DE MACABU.



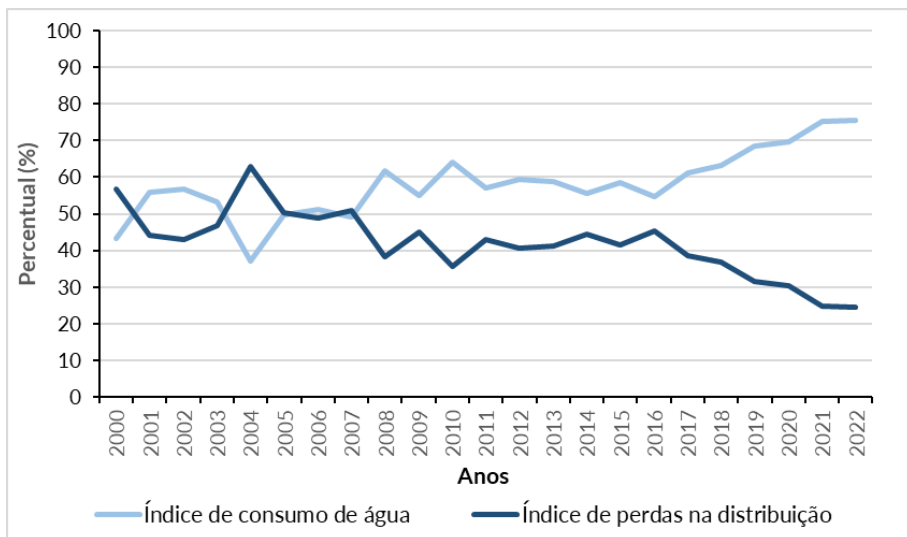
Fonte: SNIS (2023).

FIGURA 16 - ÍNDICE DE PERDAS NA DISTRIBUIÇÃO E DE CONSUMO DE ÁGUA NO MUNICÍPIO DE MACAÉ.



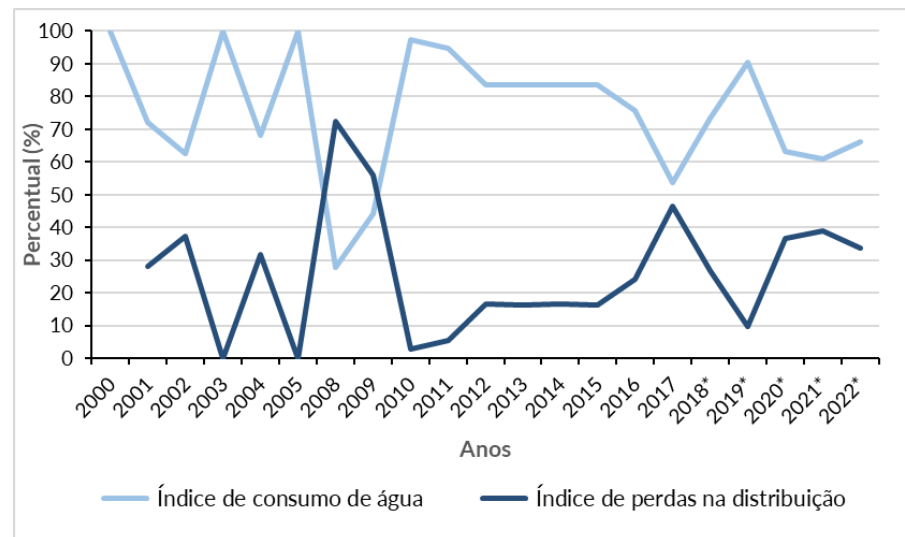
Fonte: SNIS (2023).

FIGURA 17 – ÍNDICE DE PERDAS NA DISTRIBUIÇÃO E DE CONSUMO DE ÁGUA NO MUNICÍPIO DE NOVA FRIBURGO.



Fonte: SNIS (2023).

FIGURA 18 – ÍNDICE DE PERDAS NA DISTRIBUIÇÃO E DE CONSUMO DE ÁGUA NO MUNICÍPIO DE RIO DAS OSTRAS.



FONTE: SNIS (2023).

É importante notar ainda, que todos os municípios da RH-VIII possuem Planos Municipais de Saneamento Básico (PMSB) ou Estudos Técnicos de Planejamento para a Universalização do Abastecimento de Água e Esgotamento Sanitário, conforme descrito na Tabela 49.

TABELA 49 - MUNICÍPIOS DA RH-VIII, COM SEUS RESPECTIVOS PMSB E ANOS

Município	PMSB	Ano
Carapebus	Plano Municipal de Saneamento Básico do Município de Carapebus	2020
Casimiro de Abreu	Estudo Técnico e Planejamento para a Universalização do Abastecimento de Água e Esgotamento Sanitário – Município de Casimiro de Abreu	2018
Conceição de Macabu	Plano Municipal de Saneamento Básico de Conceição de Macabu	2013
Macaé	Revisão do Plano Municipal de Saneamento Básico de Macaé	2021
Nova Friburgo	Plano de Saneamento Básico do Município de Nova Friburgo	2015
Rio das Ostras	Estudos Técnicos e Planejamento para a Universalização do Abastecimento de Água e Esgotamento Sanitário – Município de Rio das Ostras	2018

Os PMSB da RH-VIII estabelecem como meta a redução do índice de perdas para 25%, o que, conseqüentemente, resultará em uma redução no consumo e em uma maior eficiência no uso da água. Esses planos baseiam suas projeções de demanda hídrica principalmente no crescimento populacional, utilizando análises da tendência desse crescimento, bem como nos coeficientes de consumo e perdas. Na Tabela 50, são apresentadas as estimativas populacionais provenientes do PMSBs analisados e do PRH Macaé/Ostras. É importante ressaltar que as estimativas dos Planos Municipais contemplam o município como um todo, enquanto o PRH considerou apenas as áreas urbanas inseridas na RH.

TABELA 50 – COMPARAÇÃO ENTRE AS ESTIMATIVAS POPULACIONAIS E DA DEMANDA HÍDRICA, PROVENIENTE DOS PMSBS E DO PRH MACAÉ/OSTRAS

Município	População TOTAL do município	População TOTAL na RH-VIII	População Urbana na RH-VIII	População TOTAL do município	Estimativa da População TOTAL na RH-VIII	População Urbana na RH-VIII	Estimativa da População Urbana		Estimativa da Demanda de abastecimento público		
	(IBGE, 2010)			(IBGE, 2022)			PMSB ¹	PRH (2032) ⁶	Manual de usos consuntivos (2032) ¹	PRH (2032) ⁶	
Carapebus	13.348,00	373,03	-	13.847,00	386,98	-	17.709,00 ²	-	0,04	0,03	-
Casimiro de Abreu	35.373,00	889,45	-	46.110,00	1.159,43	-	52.495,00 ³	30.383,00	0,08	0,14	0,12
Conceição de Macabu	21.200,00	361,17	-	21.104,00	359,53	-	26.960,00	23.219,00	0,06	-	0,09
Macaé	206.748,00	205.855,03	202.008,95	246.391,00	245.326,81	240.743,26	407.392,00	393.063,00	0,51	1,53	1,82
Nova Friburgo	182.016,00	7.069,70	1.970,00	189.939,00	7.377,44	2.055,75	26.960,00 ²	17.894,00	0,41	0,43	0,07
Rio das Ostras	105.757,00	74.001,69	68.249,44	156.491,00	109.501,96	100.990,23	407.392,00 ²	353.922,00	0,52	0,51	1,64
Total	564.442,00	288.550,07	272.228,39	673.882,00	364.112,15	343.789,24	888.168,02	938.908,01	1,62	2,64	3,74

1: considera a área total do município; 2: Horizonte projetado: 2032; 3: Horizonte projetado: 2033, sendo 30.249 no Distrito Sede; 4: Horizonte projetado: 2035; 5: horizonte projetado: 2035; 6: Cenários Desenvolvimento Endógeno/Conciliação da Divergência e Perda de Oportunidades/ Desenvolvimento Perdido.

Observa-se que a evolução das solicitações das vazões apresenta um comportamento distinto entre os municípios. Embora, a demanda hídrica esteja em crescimento em algumas localidades, a solicitação/emissão de outorgas varia significativamente, sendo mais expressiva em locais como Macaé. Na Tabela 51, é possível acompanhar a evolução da demanda hídrica total para o abastecimento público, incluindo captações superficiais e subterrâneas.

Além disso, Carapebus e Conceição de Macabu não registraram solicitações de outorgas dentro da RH-VIII. Destaca-se que o ano de 2022 apresentou o maior valor de vazão em novos processos. Por outro lado, todos os processos solicitados em 2017 referem-se a renovações, sendo este o único ano em que foram identificados processos desse tipo.

Ainda, nem todos os municípios da RH-VIII possuem processos de outorgas para a finalidade de abastecimento público. Isso pode ser explicado pelo fato de que os corpos hídricos que possuem captações para essa finalidade, podem estar localizados fora dos limites da RH-VIII.

TABELA 51 - VAZÕES OUTORGADAS NOS MUNICÍPIOS DA RH-VIII DE 2017 A 2023, PARA ABASTECIMENTO PÚBLICO

Município	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	Total
	m ³ /s							
Carapebus	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Casimiro de Abreu	0,000	0,000	0,003	0,000	0,000	0,000	0,000	0,003
Conceição de Macabu	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Macaé	0,008	0,000	0,017	0,000	0,004	0,689	0,000	0,718
Nova Friburgo	0,019	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,019
Rio das Ostras	0,000	0,000	0,000	0,003	0,000	0,015	0,000	0,018
Total	0,027	0,000	0,020	0,003	0,004	0,704	0,000	0,758

Fonte: Inea (2024).

6.2 AQUICULTURA

Quando comparada as demais finalidades analisadas, a aquicultura representa 12% da vazão outorgada na RH-VIII, ressaltando a importância de compreender o comportamento e evolução da atividade e da água por ela demandada.

Na Tabela 52, estão as vazões presentes no Cadastro de Outorgas para a aquicultura nos municípios da RH-VIII no período entre 2017 e 2023. Os processos são referentes apenas ao município de Nova Friburgo, sendo a maior vazão requerida no ano de 2020. Não foram identificados processos em renovação, ou seja, todos os apresentados nessa tabela referem-se a novos usuários para a finalidade aquicultura.

TABELA 52 – VAZÕES OUTORGADAS NOS MUNICÍPIOS DA RH-VIII DE 2017 A 2023, PARA AQUICULTURA

Município	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	Total
	m ³ /s							
Carapebus	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Casimiro de Abreu	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Conceição de Macabu	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Macaé	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Nova Friburgo	0,000	0,000	0,008	0,320	0,000	0,044	0,000	0,372
Rio das Ostras	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Total	0,000	0,000	0,008	0,320	0,000	0,044	0,000	0,372

Fonte: Inea (2024).

Outros municípios da RH-VIII também apresentam produção relativa à aquicultura no mesmo período, verificado pelo Valor de Produção da Aquicultura declarado na Pesquisa Pecuária Municipal (PPM) (IBGE, 2022), apresentado na Figura 19. A falta registros no Cadastro de Outorgas para outros municípios indica que há uma desconformidade com a legislação vigente por parte dos produtores, levando a subestimar a vazão de água demandada pela aquicultura na região.

Dentre as tendências observadas, vê-se a crescente produção no município de Conceição de Macabu, cujo valor de produção superou o arrecadado pela atividade em Nova Friburgo em 2022 (Figura 19).

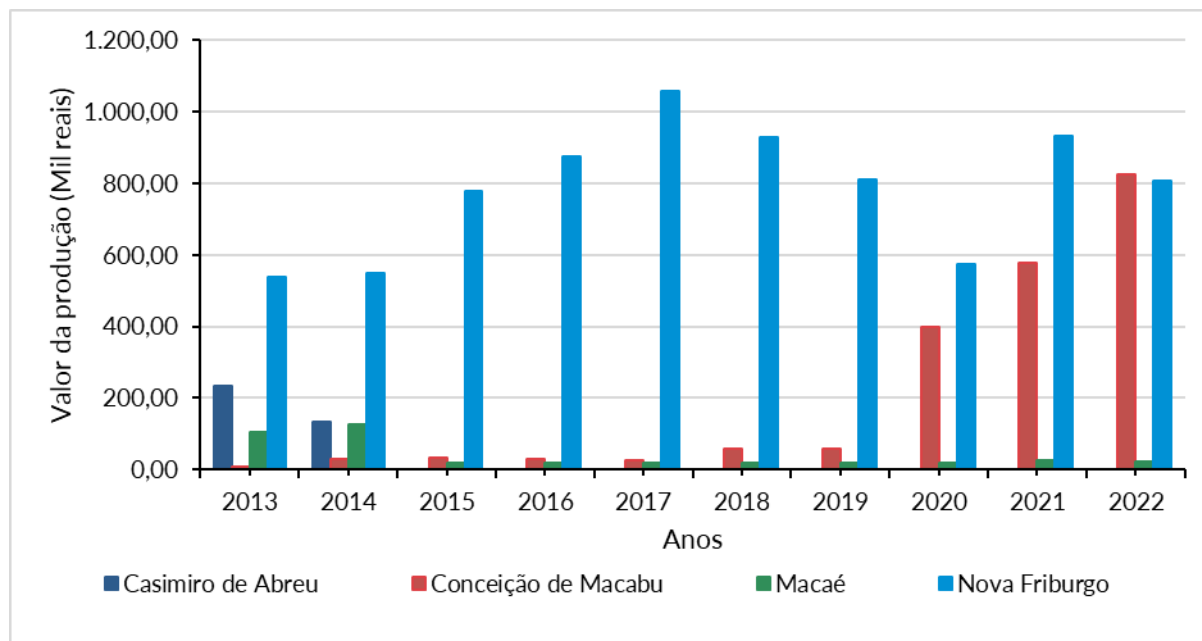
Ações sinérgicas entre órgãos municipais, estaduais e federais com os produtores promovem uma perspectiva de crescimento significativo, especialmente na atividade de piscicultura nos municípios da RH. A colaboração entre a prefeitura de Carapebus e o comércio pesqueiro de Macaé incentiva os pescadores a aumentarem a sua produção, tendo suporte para escoamento no município vizinho²¹.

Outra iniciativa que busca impulsionar a atividade pesqueira no município de Macaé é o convênio firmado entre a prefeitura e a Fundação Instituto de Pesca do Estado do Rio de Janeiro (Fiperj). Este convênio visa a execução de programas de trabalho, projetos ou atividades, incluindo assistência técnica especializada direta aos produtores, pesquisas, cursos, palestras, eventos e qualificação técnica. Além disso, inclui a emissão da Declaração de Aptidão (DAP) ao Programa Nacional de Fortalecimento da Agricultura Familiar (Pronaf), permitindo acesso a outros programas

²¹ Vereadores buscam parcerias com Macaé para os produtores de peixe: <https://www.carapebus.rj.leg.br/institucional/noticias/vereadores-buscam-parcerias-com-macaee-para-os-produtores-de-peixe>. Acesso: ago. 2024.

governamentais, como o Programa Nacional de Alimentação Escolar (Pnae). Se essa iniciativa obtiver um bom retorno, pode se tornar um exemplo de expansão para os municípios vizinhos²².

FIGURA 19 - VALOR DE PRODUÇÃO DA AQUICULTURA NOS MUNICÍPIOS DA RH-VIII DE 2017 A 2023.



Fonte: IBGE (2022).

Em linhas gerais, é notória a tendência de crescimento da aquicultura na região, tendo sido alvo de pesquisas e instrumentos de planejamento nos últimos anos (Calderaro; Salgado; Landuci, 2022; Landuci, 2021), visando a garantia de uma expansão organizada e sustentável desta atividade. Contudo, ao observar a atual situação do cadastro de outorgas em comparação com a PPM, é importante considerar a possibilidade de o crescimento da atividade levar a uma alta pressão sobre os recursos hídricos da RH-VIII.

Ademais, a Fiperj atua com o objetivo de fomentar o desenvolvimento sustentável da aquicultura e pesca fluminense, gerando e difundindo informações e tecnologia. Incentivos fiscais, subsídios e políticas governamentais favoráveis têm o potencial de atrair investimentos para o setor da aquicultura em uma determinada região.

6.3 INDÚSTRIA

As demandas industriais também possuem significativa importância na região. O Mapa do Desenvolvimento do Estado do Rio de Janeiro 2016-2025 é uma iniciativa da Federação das

²² Macaé assina convênio com Fiperj e garante fomento da pesca na cidade: <https://www.rjnewsnoticias.com.br/noticia/4736/macae-assina-convenio-com-fiperj-e-garante-fomento-da-pesca-na-cidade.html>. Acesso: ago. 2024.

Indústrias do Estado do Rio de Janeiro (Firjan), cujo objetivo é apresentar as propostas da indústria fluminense para impulsionar o avanço não apenas do estado do Rio de Janeiro, mas também do Brasil nos principais pilares de competitividade. Este mapa traz um conjunto de propostas com impacto estratégico para o estado do Rio de Janeiro, além de dez agendas regionais específicas. O intuito é promover um desenvolvimento equilibrado por meio de ações de impacto local que serão implementadas ao longo da próxima década.

Os municípios da RH-VIII estão distribuídos em três regiões fluminenses distintas. Cada uma dessas regiões desenvolve atualmente atividades industriais específicas, assim como apresenta expectativas distintas quanto a dinâmica industrial nos próximos dez anos, conforme indicado no Quadro 15.

QUADRO 15 - A IMPORTÂNCIA DA INDÚSTRIA NAS REGIÕES DE DESENVOLVIMENTO FLUMINENSES

Município	Região	Atividades industriais		Expectativas para a próxima década
		Principal	Demais	
Carapebus	Norte Fluminense	Petróleo e Gás	Construção civil, alimentos e bebidas, máquinas e equipamentos, metalmeccânica e minerais não metálicos.	Recuperação do setor de petróleo e gás e de aceleração do crescimento industrial, incluindo novas cadeias, como naval, siderúrgica, cimenteira e logística.
Conceição de Macabu				
Macaé				
Casimiro de Abreu	Leste Fluminense	*	Indústria naval; produtos de minerais não metálicos; alimentos e bebidas; e vestuário e acessórios	Intensificação das atividades relacionadas à cadeia de óleo e gás, como refino, logística e indústria naval.
Rio das Ostras				
Nova Friburgo	Centro-Norte Fluminense	*	Vestuário e acessórios, metalmeccânica, alimentos e bebidas e de produtos plásticos	Fortalecimento da indústria criativa, inclusive nos setores audiovisual e de design de máquinas e equipamentos. Em paralelo, as cadeias do vestuário, da agroindústria, da tecnologia da informação.

Nota: *Não possui uma atividade com maior destaque perante as demais.

Fonte: Firjan (2016a, 2016b, 2016c).

A alocação e expansão das atividades industriais são influenciadas por uma série de fatores que atuam como incentivos ou restrições. No que diz respeito aos incentivos, destacam-se as políticas de subsídios fiscais para o fomento industrial tanto no estado do Rio de Janeiro quanto nos municípios. Já instrumentos de planejamento de gestão ambiental e territorial podem, em alguns casos, desestimular e restringir a alocação de polos industriais e o desenvolvimento de algumas atividades, com vistas a proteção e conservação dos recursos naturais.

Incentivos fiscais, subsídios e políticas governamentais favoráveis têm o potencial de atrair investimentos industriais para uma determinada região. Isso engloba políticas de estímulo à

pesquisa e desenvolvimento, redução de impostos sobre a produção e exportação, além da simplificação de processos burocráticos.

Santos (2022) destaca que ao longo das décadas, as políticas de promoção da indústria no estado do Rio de Janeiro passaram por quatro períodos distintos. (i) Nos anos 1960 e início dos anos 1980, ocorreu a criação de fundos de apoio à implantação e expansão de projetos industriais, destacando-se o Fundo de Desenvolvimento Econômico e Social (FUNDES)²³, além dos financiadores Banco de Desenvolvimento do estado do Rio de Janeiro (BD-RIO)²⁴ e Agência de Desenvolvimento do estado do Rio de Janeiro (AD-RIO)²⁵; (ii) Entre o início dos anos 1980 e início dos anos 1990, houve uma ênfase na prorrogação dos prazos para recolhimento de do Imposto sobre Circulação de Mercadorias (ICMS); (iii) Na década de 1990, as ações se voltaram para o financiamento ICMS a ser recolhido, no financiamento do capital de giro e apoio ao investimento em capital fixo, com a reativação do FUNDES e mudanças no seu escopo e nas fontes de financiamento; (iv) No último período, nos primeiros anos deste século, os subsídios financeiros foram substituídos por benefícios extraorçamentários, como crédito presumido e diferimento de ICMS.

Os instrumentos de planejamento de gestão ambiental e territorial estão relacionados à definição de normativos que estabelecem restrições, principalmente em relação à diretrizes de uso e ocupação do solo e controle de atividades poluidoras. Alguns instrumentos identificados para o ERJ e para os municípios da RH-VIII são indicados nas Tabelas 51 e 52, respectivamente.

TABELA 53 – INSTRUMENTOS DE GESTÃO AMBIENTAL E TERRITORIAL NO ERJ

Instrumento	Normativo/legislação	Descrição
Licenciamento ambiental	Resolução Conema nº 92/2021	Dispõe sobre as atividades que causam ou possam causar impacto ambiental local.
	Resolução Conema nº 95/2021	Altera a Resolução Conema nº92/2021
	Normal Operacional Inea nº46	Metodologia para o enquadramento de empreendimentos e atividades que são sujeitas ao licenciamento e demais procedimentos de controle ambiental

²³ O FUNDES foi criado pelo Decreto-Lei Estadual nº 08/1975 e regulamentado posteriormente pelo Decreto Estadual 22.921/1997, e complementado pelas Leis Estaduais nº 2.823/1997 e nº 6.068/2011. Tem como objetivo financiar programas e projetos prioritários em setores estratégicos para o desenvolvimento econômico e social do ERJ. Ele destina recursos para órgãos e entidades públicas e privadas, financiando obras de infraestrutura, programas prioritários de desenvolvimento econômico e social, além de oferecer capital de giro para novas empresas ou expansão de empreendimentos já existentes. O FUNDES possui diversos programas direcionados a setores específicos da economia, cada um com suas próprias condições para enquadramento dos projetos financiados (AgeRio, 2023).

²⁴ O BD-RIO foi um banco que financiava principalmente projetos de pequenas e médias empresas no Rio de Janeiro. Nos finais dos anos 1980, enfrentava dificuldades financeiras e essa situação precária culminou no início de um processo de liquidação extrajudicial em 1988 (Mello, 2008). Em 1989, foi incorporado ao BANERJ que, posteriormente, passou por um complexo processo de reestruturação e culminou em sua privatização em 1997 (Souza, 2018).

²⁵ A AD-RIO, sucessora do DB-Rio, surgiu no final dos anos 1980 como uma agência de controle misto. Sua função é prospectar setores promissores, viabilizar projetos, auxiliar na busca por áreas adequadas para a implementação de empreendimentos e intermediar negócios entre os órgãos de fomento industrial e os investidores interessados (SOUZA, 2018).

Instrumento	Normativo/legislação	Descrição
Zoneamento Industrial	Lei Estadual nº466/1981	Dispõe sobre o Zoneamento Industrial na Região Metropolitana do Rio de Janeiro
Plano de Gerenciamento Costeiro	Lei Estadual nº 216/2011	Dispõe sobre o Plano Estadual de Gerenciamento Costeiro
Áreas Protegidas	Lei Estadual nº 1130/1987	Define as áreas de interesse especial do Estado e dispõe sobre os imóveis de área superior a 1.000.0000 m ² e imóveis localizados em áreas limítrofes de municípios, para efeito do exame e anuência prévia a projetos de parcelamento de solo para fins urbanos, a que se refere o ART. 13 da Lei nº6.766/79
	Lei Estadual nº2.393/1995	Dispõe sobre a permanência das populações nativas residentes em Unidades de Conservação do Estado do Rio de Janeiro
	Decreto Estadual nº40.909/2007	Dispõe sobre a Reserva Particular do Patrimônio Natural (RPPN) como Unidade de Conservação da Natureza de Proteção Integral no território do Estado do Rio de Janeiro.
Zoneamento Ecológico-Econômico	Lei Estadual nº 5.067/2007	Dispõe sobre o zoneamento ecológico-econômico do estado do Rio de Janeiro e definido critérios para a implementação da atividade de silvicultura econômica do ERJ

TABELA 54 – INSTRUMENTOS DE GESTÃO AMBIENTAL E TERRITORIAL DOS MUNICÍPIOS DA RH-VIII

Instrumento	Normativo/legislação	Descrição
Carapebus		
Licenciamento ambiental	Decreto Municipal nº 2.215/2017	Dispõe sobre a regulamentação do Licenciamento Ambiental e do Cadastro Ambiental no âmbito de Carapebus
	Decreto Municipal nº 2.378/2018	Dispõe sobre Sistema de Licenciamento Ambiental do Município de Carapebus (SLAMC), o custo de análise das licenças ambientais e demais documentos
Uso e Ocupação do Solo	Lei Complementar Municipal nº 07/2005	Institui a política de desenvolvimento urbano do município, estabelece as normas para o uso e ocupação do solo urbano, o sistema viário e transporte, o sistema municipal de planejamento.
	Lei Municipal nº 699/2017	Dispõe sobre a criação das Zonas Especiais de Negócios e regulamenta a concessão de uso de bem público, parte integrante a concessão das Zonas Especiais de Negócios e Condomínios Agro Comerciais e Industriais.
	Lei Complementar Municipal nº 55/2021	Institui novos parâmetros do solo; altera a Lei Complementar nº007/2005
Áreas Protegidas	Decreto Municipal nº2.229/2017	Cria a Unidade de Conservação Municipal, de Proteção Integral, denominada “Parque Natural Municipal da Restinga de Carapebus”
Casimiro de Abreu		
Licenciamento ambiental	Decreto Municipal Nº 2.081/2021	Dispõe sobre o sistema de Licenciamento e demais procedimentos de Controle Ambiental (Silicam), no âmbito Municipal.
Código Municipal do Meio Ambiente	Lei Municipal Nº1.352/2010	Institui o Código Municipal de Meio Ambiente de Casimiro de Abreu
Áreas Protegidas	Decreto Municipal nº 042 /2010	Criação da Unidade de Conservação de Proteção Integral, o Parque Natural Córrego da Luz,
Macaé		

Instrumento	Normativo/legislação	Descrição
Licenciamento ambiental	Decreto Municipal N° 090/2002	Dispõe sobre a regulamentação do Licenciamento Ambiental e do Cadastro Ambiental
	Lei Complementar Municipal n°250/2016	Dispõe sobre a derrogação da Lei Complementar n° 027/2001, que dispõe sobre o Código Municipal do Meio Ambiente e dá outras providências
Áreas Protegidas	Lei Municipal Ordinária n°1.216/1989	Cria a Unidade de Conservação de Uso Sustentável, Área de Proteção Ambiental do Arquipélago de Santana,
	Lei Municipal Ordinária n° 2.172/2001	Cria a Unidade de Conservação de Uso Sustentável, Área de Proteção Ambiental do Sana
	Lei Municipal n° 4.747/2021	Cria a Unidade de Conservação de Proteção Integral, Monumento Natural Pico do Frade
	Decreto Municipal n° 139/2016	Cria a Unidade de Conservação de Proteção Integral, Parque Municipal da Restinga do Barreto
	Lei Municipal n° 1.216 /1989	Cria a Unidade de Conservação de Proteção Integral Parque Municipal do Arquipélago de Santana
	Decreto Municipal n° 1.596/1995	Cria a Unidade de Conservação de Proteção Integral Parque Municipal Atalaia Gualter Côrrea de Faria
	Lei Municipal Ordinária n° 3.146/2008	Cria a Unidade de Conservação de Proteção Integral Parque Municipal do Estuário do Rio Macaé
Nova Friburgo		
Licenciamento Ambiental	Decreto Municipal n° 090/2002	Dispõe sobre a regulamentação do Licenciamento Ambiental e do Cadastro Ambiental
	Decreto Municipal n° 1.020/2021	Institui Licenças Ambientais Temporárias (LAT) para as industriais de vestuário
Zoneamento Urbano Industrial	Lei Complementar Municipal n°131/2019	Dispõe sobre o Macrozoneamento Ambiental e o Zoneamento de Nova Friburgo, delimita os parâmetros urbanísticos para construção civil.
Áreas Protegidas	Decreto Municipal n° 156/1990	Cria a Unidade de Conservação, de Uso Sustentável Área de Proteção Ambiental Macaé de Cima
	Decreto Municipal n° 443/1996	Cria a Unidade de Conservação, de Uso Sustentável Área de Proteção Ambiental do Rio Bonito
Rio das Ostras		
Licenciamento Ambiental	Lei Complementar Municipal n° 0043/2015	Institui o Sistema de Licenciamento Ambiental Municipal (SISLAM), e altera Lei n°508/2000
Zoneamento	Lei Municipal n° 1.471/2010	Instituo o Código de Zoneamento de Rio das Ostras
Áreas Protegidas	Decreto Municipal n°038/2002	Cria a Unidade de Conservação, de Uso Sustentável, Área de Relevante Interesse Ecológico de Itapebussus
	Decreto Municipal n°054/2002	Cria a Unidade de Conservação, de Proteção Integral, Monumento Natural dos Costões Rochosos
	Decreto Municipal n°064/2003	Cria a Unidade de Conservação, de Proteção Integral, Parque Municipal dos Pássaros
	Lei Ordinária Municipal n°740/2003	Cria a Unidade de Conservação, de Uso Sustentável, Área de Proteção Ambiental da Lagoa do Iriry

Na Tabela 55 estão listadas as vazões do Cadastro de Outorgas, provenientes de captações superficiais e subterrâneas, para finalidade industrial, por ano. Nota-se que o destaque está no município de Macaé, no ano de 2019. Além disso, todos os processos listados para essa finalidade são novos no Cadastro de Outorgas, ou seja, não se trata de renovações.

TABELA 55 – VAZÕES OUTORGADAS NOS MUNICÍPIOS DA RH-VIII DE 2017 A 2023, PARA INDÚSTRIA

Município	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	Total
	m ³ /s							
Carapebus	0	0	0	0	0	0	0	0
Casimiro de Abreu	0	0	0	0	0	0	0	0
Conceição de Macabu	0	0	0	0	0	0	0	0
Macaé	0,001	0,002	0,658	0,001	0	0,013	0,002	0,676
Nova Friburgo	0	0	0	0	0	0	0	0
Rio das Ostras	0,001	0	0,002	0	0,002	0	0	0,006
Total	0,002	0,002	0,66	0,001	0,002	0,013	0,002	0,682

Fonte: Inea (2024).

6.4 IRRIGAÇÃO

Na Tabela 56 está retratada a evolução das vazões do Cadastro de Outorgas, para a demanda hídrica da irrigação para os municípios da RH-VIII. Observa-se que Nova Friburgo apresentou as maiores vazões, o que pode ter ocorrido devido aos incentivos recebidos pelos agricultores desse município receberam em 2015 para práticas agrícolas sustentáveis²⁶. Além disso, segundo o Instituto Brasileiro de Floricultura, em 2016, Nova Friburgo concentrou 60% da produção total de flores de cortes do ERJ. Esse destaque se deve às condições climáticas favoráveis da região, resultando principalmente nas produções de flores de corte de clima temperado e tropical, além de quantidades menores de folhagens de corte e plantas de vasos.

TABELA 56 – VAZÕES OUTORGADAS NOS MUNICÍPIOS DA RH-VIII DE 2017 A 2023, PARA IRRIGAÇÃO

Município	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	Total
	m ³ /s							
Carapebus	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Casimiro de Abreu	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Conceição de Macabu	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Macaé	0,000	0,001	0,000	0,000	0,003	0,000	0,000	0,004
Nova Friburgo	0,000	0,000	0,000	0,000	0,006	0,001	0,000	0,006
Rio das Ostras	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,001	0,000	0,001
Total	0,000	0,001	0,000	0,000	0,009	0,002	0,000	0,011

Fonte: Adaptado de Inea (2024).

²⁶ Disponível em: <https://g1.globo.com/rj/regiao-serrana/noticia/2015/07/agricultores-de-friburgo-rj-recebem-incentivo-para-praticas-sustentaveis.html> Acesso > fev. 2024

De acordo, com a Tabela 56, Nova Friburgo apresentou os maiores valores de vazões, devido aos incentivos recebidos pelos agricultores desse município receberam em 2015 para práticas agrícolas sustentáveis²⁷. Além disso, segundo o Instituto Brasileiro de Floricultura, em 2016, Nova Friburgo concentrou 60% da produção total de flores de cortes do ERJ. Esse destaque se deve às condições climáticas favoráveis da região, resultando principalmente nas produções de flores de corte de clima temperado e tropical, além de quantidades menores de folhagens de corte e plantas de vasos.

Ainda, esse tipo de produção agrícola é muito importante para a região, já que desde 2003, Nova Friburgo sediou anualmente o evento “Festa da Flor”, a qual movimenta os seguintes setores da economia da cidade: os agropecuários e turismo (de Almeida Gonzalez, 2023).

Por conta da importância econômica que o setor agrícola possui para Nova Friburgo, tem-se investido na modernização, como por exemplo a fertirrigação. Essa técnica de irrigação utiliza a água como meio de transporte dos nutrientes na planta, o que reduz em 30% o uso de fertilizantes²⁸. Dessa forma, observa-se de acordo com ANA (2021), esse município será o que terá as maiores quantidades de áreas irrigadas, para os anos de 2030 e 2040 (Quadro 16). Com isso, para o futuro da RH-VIII, espera-se um maior crescimento da demanda hídrica da irrigação para Nova Friburgo. Em seguida, Macaé deverá ter um aumento em suas vazões de retirada para essa finalidade, enquanto os demais municípios da região, a princípio, terão pequenas evoluções em seu consumo de água.

QUADRO 16 – PROJEÇÕES DAS ÁREAS IRRIGADAS PARA RH-VIII

Municípios	Área total Irrigada (2030)	Área total Irrigada (2040)
	(ha)	(ha)
Carapebus	24,76	31,34
Casimiro de Abreu	10,07	12,75
Conceição de Macabu	32,32	40,90
Macaé	114,73	145,18
Nova Friburgo	1.157,71	1.465,02
Rio das Ostras	17,46	22,10
Total RH-VIII	1.357,05	1.717,28

Fonte: Adaptado de ANA (2021).

No Prognóstico do PRH Macaé/Ostras, 2014, no cálculo da demanda hídrica para a irrigação, foram considerados para todos os cenários, os valores estimados no Diagnóstico, ou seja,

²⁷ Disponível em: <https://g1.globo.com/rj/regiao-serrana/noticia/2015/07/agricultores-de-friburgo-rj-recebem-incentivo-para-praticas-sustentaveis.html> Acesso: fev. 2024

²⁸ Disponível em: <https://www.portalmultiplix.com/noticias/economia/nova-friburgo-lidera-mercado-de-flores-de-corte-no-estado-do-rio> Acesso: fevereiro de 2024.

não foi previsto um crescimento desse setor. Isso ocorreu em função do crescimento desta atividade estar condicionado ao de outras atividades predominantes na RH-VIII, como o abastecimento humano, a criação animal e a indústria. Assim, a tendência observada foi a de estagnação, uma vez que a dinâmica socioeconômica provavelmente levará à pressão sobre os recursos hídricos pelos usos mais prioritários, não propiciando o aumento da área irrigada o suficiente para incentivar o desenvolvimento da agricultura.

Para projetar as vazões futuras de retirada para o setor da agricultura, foram considerados apenas locais em que a classificação do solo é do tipo 2, ou seja, aqueles considerados aptos para quaisquer culturas, desde que adotadas práticas simples de conservação e correção do solo. Às áreas em classe 2 foram aplicadas a lâmina de rêga (l/s/ha) para calcular as demandas hídricas da irrigação. De acordo com a Tabela 57, a vazão de retirada total projetada para a RH-VIII foi de 22,080 m³/s, valor considerado acima da disponibilidade hídrica que a região possuía no seu Diagnóstico. Por esse motivo, os valores apresentados nessa tabela não foram considerados no cálculo do Balanço hídrico do Diagnóstico desse PRH.

TABELA 57 – DEMANDA HÍDRICA PROJETADA PARA 2032, DA RH-VIII

Municípios	Irrigação
	(m ³ /s)
Carapebus	0,054
Casimiro de Abreu	0,904
Conceição de Macabu	0,892
Macaé	13,864
Nova Friburgo	0,027
Rio das Ostras	6,297
Total RH-VIII	22,038

Fonte: Adaptado de PRH-Macaé/Ostras (2014).

6.5 TERMOELÉTRICA

Em 2023, o município de Macaé teve seu título de Capital do Petróleo no estado do Rio de Janeiro, estabelecido pela Lei Estadual nº 6.081/2011, alterado para a designação de Capital da Energia pela Lei Estadual nº 10.178/2023. Essa mudança representa uma alteração na vocação econômica do município, anteriormente reconhecido internacionalmente por sua produção de petróleo, para um centro de destaque na região Norte Fluminense agora por sua significativa produção energética.

Atualmente, o município conta com três Usinas Termoelétricas instaladas e mais 13 estão em processo de licenciamento junto ao Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (Ibama). Em conjunto, a produção total de todas as usinas poderá chegar a 14.5 gigawatts de potência (GW). Em termos gerais, essa geração de energia corresponde à produção da hidrelétrica Itaipu.

TABELA 58 – USINAS TERMOELÉTRICAS IDENTIFICADAS NA RH-VIII

Nome do Empreendimentos	Situação do Processos de Outorga	Vazão de Retirada (m ³ /s)	Órgão emissor do Licenciamento	Capacidade (MW)
UTE Nossa Senhora de Fátima	Outorga de Direito captação superficial	0,312	Ibama	1.750
UTE Tupã	Outorga de Direito captação superficial	0,755	Ibama	2.040
UTE Jace	Outorga de Direito captação superficial	0,249	Ibama	666,7
UTE Norte Fluminense 2	Outorga de Direito captação superficial	0,086	Ibama	1.850
UTE Litos 1	Em análise captação superficial	0,069	Ibama	2.636,40
UTE Litos 2			Ibama	1.318,20
UTE Litos 3			Ibama	660
UTE Litos 4			Ibama	660
UTE Vale Azul 1	Outorga de Direito captação superficial	0,056	Ibama	168
UTE Vale Azul 2			Ibama	168
UTE Vale Azul 3			Ibama	168
Marlim Azul I	Outorga de Direito captação superficial	0,143	Inea	565
Marlim Azul II			Inea	650
Marlim Azul III			Inea	620
UTE Norte Fluminense	Outorga de Direito	0,300 (captação superficial) e 0,001 (captação subterrânea)	Inea	827
UTE Termomacaé	Em análise captação superficial	0,086	Inea	923
Total		2,057		15.670,3

Fonte: Adaptado de Instituto Internacional Arayara de Educação e Cultura (2022) e Inea (2024).

Conforme a justificativa apresentada no Projeto de Lei (PL) (Rio de Janeiro, 2022), Macaé se destaca por sua posição estratégica, com acesso privilegiado a importantes ramais de gás, matéria-prima essencial para a geração de energia elétrica, e por estar conectada ao sistema elétrico nacional por meio de linhas de transmissão de alta tensão, o que a capacita a contribuir significativamente para a segurança energética do país. O PL também afirma a disponibilidade de recursos hídricos do município para suprir a demanda hídrica necessária às geradoras de grandes portes, bem como a disponibilidade de mão de obra técnica qualificada, apoiada por instituições de formação profissional do setor.

A Tabela 59 descreve evolução das vazões outorgadas nos municípios da RH-VIII, para o período de 2017 a 2023, referente a termoeétrica. Nota-se que para essa finalidade, existem apenas processos provenientes de captações superficiais e não foram identificadas renovações. De acordo com essa tabela, o ano de 2019 foi o que apresentou a maior vazão.

TABELA 59 – VAZÕES OUTORGADAS NOS MUNICÍPIOS DA RH-VIII DE 2017 A 2023, PARA TERMOELÉTRICA

Município	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	Total
	m ³ /s							
Carapebus	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Casimiro de Abreu	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Conceição de Macabu	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Macaé	0,442	0,313	1,148	0,086	0,069	0,000	0,000	2,057
Nova Friburgo	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Rio das Ostras	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Total	0,442	0,313	1,148	0,086	0,069	0,000	0,000	2,057

Fonte: Adaptado de Inea (2024).

No cenário atual, as termoeletricas demandam grandes quantidades de água para resfriamento, o que representava um impacto nas demandas hídricas das regiões onde estavam instaladas. Além disso, em alguns casos, a água aquecida utilizada no resfriamento era lançada diretamente nos corpos d'água, causando potenciais impactos ao ecossistema aquático e/ou prejudicando outros usos dos recursos hídricas. Contudo, em resposta a esses desafios, tem-se observado uma tendência de redução do uso de água para resfriamento em termoeletricas, impulsionada pela adoção de tecnologias alternativas que apresentam menor impacto ambiental (IEMA, 2016).

Nota-se que, após o ano de 2019, as vazões solicitadas nos processos de outorgas apresentaram valores inferiores às dos anos anteriores. A redução da demanda hídrica das termoeletricas pode ser justificada pelas novas tecnologias empregadas nas Usinas Termoeletricas que buscam a redução do consumo de água. Como por exemplo a Usina Termoeletrica Norte Fluminense 2, localizada em Macaé, que terá o seu vapor resfriado por meio do aerocondensador (ACC), que corresponde a um sistema de resfriamento fechado, que resfria o vapor a partir de uma corrente de ar gerada por ventiladores. Essa tecnologia, permite uma redução de 90% do consumo de água, quando comparado com as tecnologias convencionais, de torres úmidas²⁹.

²⁹ Informação disponível em: <https://brasil.edf.com/pt-br/nf2> Acesso em: abril de 2024.

7 DISPONIBILIDADE HÍDRICA

A disponibilidade hídrica é definida como a oferta de água a ser considerada no balanço hídrico, sendo adotada para fins de gestão e computada com base em vazões mínimas de referência. Desempenha um papel fundamental na sustentabilidade ambiental e no desenvolvimento econômico.

A crescente demanda por água tem levado à necessidade de gerenciar esse recurso de maneira mais eficiente. A cobrança pelo uso da água surge como uma ferramenta importante para equilibrar a oferta e a procura, promovendo o uso responsável e incentivando práticas sustentáveis. Esta relação entre a disponibilidade hídrica e a cobrança pelo uso da água torna-se essencial para garantir a preservação dos recursos hídricos e atender às necessidades presentes e futuras da sociedade.

Desta forma foram levantadas informações sobre a disponibilidade hídrica em estudos existentes, bem como com base em dados hidrológicos recentes obtidos pela rede de monitoramento atual e informações disponíveis. A seguir são apresentados os resultados obtidos para a definição da disponibilidade hídrica atual no âmbito das bacias hidrográficas dos rios Macaé e das Ostras.

7.1 FONTES DE INFORMAÇÕES

7.1.1 PRH Macaé/Ostras (CBH Macaé Ostras, 2014)

As vazões de referência obtidas no PRH Macaé/Ostras (CBH Macaé Ostras, 2014) foram estimadas a partir da análise estatística das séries temporais de vazão, calculadas com base no modelo hidrológico MGB-IPH. Foram estimadas vazões de referência³⁰ Q_{90} , Q_{95} e $Q_{7,10}$ para 8 pontos de controle na bacia do rio Macaé, além de estimativas na foz dos rios Macaé e das Ostras e na foz da região da Lagoa Imboassica.

Os 8 pontos de controle avaliados no PRH correspondem aos locais de 2 estações da ANA: Galdinópolis (59125000³¹) e Piller (59135000), cinco estações implementadas pela Hicon/Ecolugus (2011) no âmbito do projeto P&D para a UTE Norte Fluminense: Fazenda Airis (59138800), Ponte do Baião (59136900), São Romão (59133000), Barra do Sana (59134000) e São Pedro (59143000), além da estação Severina (59139100) operada pela UTE Norte Fluminense.

Na Tabela 60 apresenta-se os valores obtidos para as vazões de referência nos locais de controle e na Figura 20 os locais utilizados na aplicação do modelo hidrológico.

³⁰ Q_{90} : Vazão de 90% da curva de permanência, Q_{95} : Vazão de 95% da curva de permanência, $Q_{7,10}$: vazão mínima de 7 dias consecutivos com período de recorrência de 10 anos.

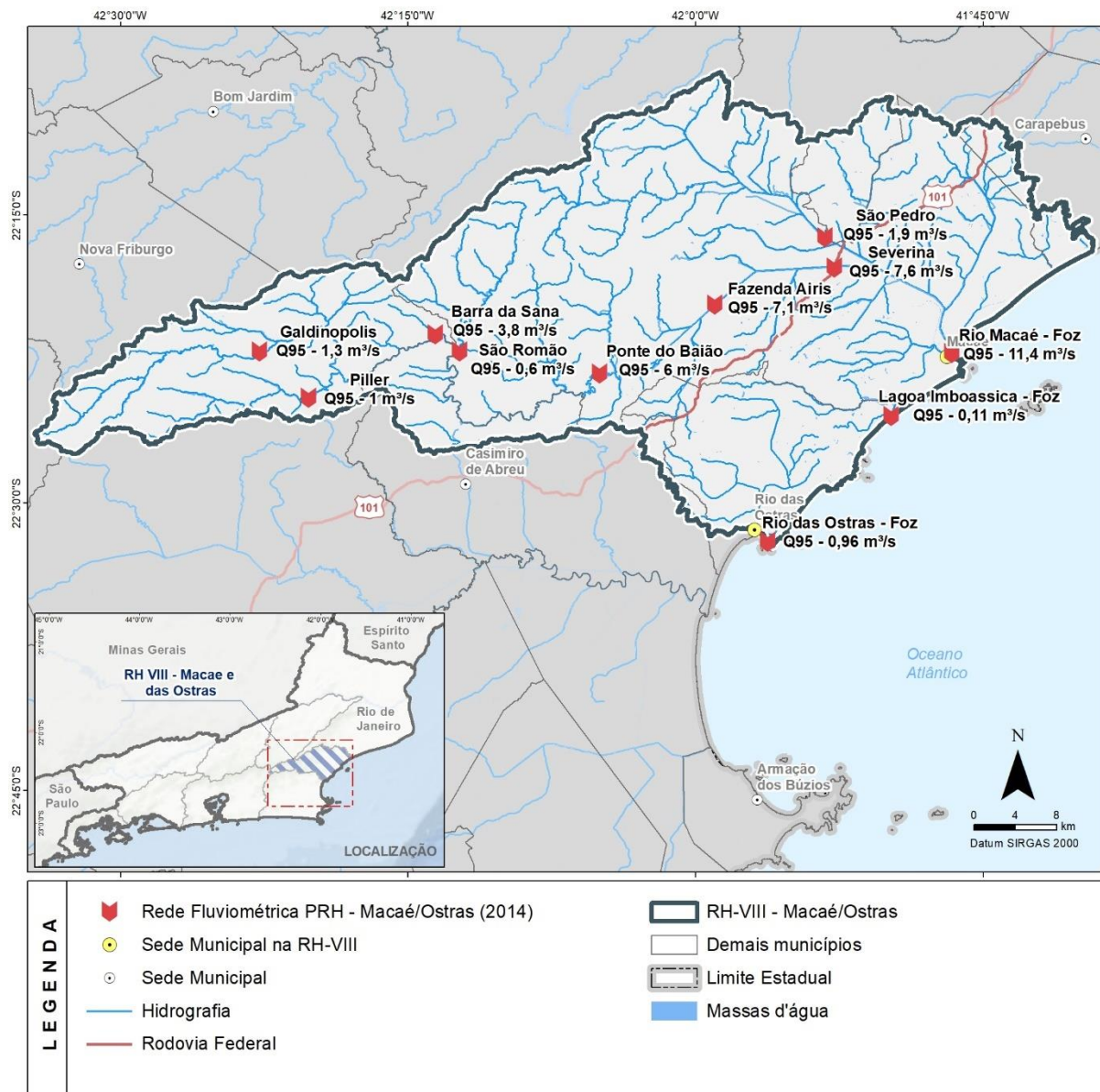
³¹ Código Hidroweb.

TABELA 60 - DISPONIBILIDADE HÍDRICA PARA OS PONTOS DE CONTROLE DEFINIDOS NO PRH MACAÉ/OSTRAS 2014

Rio/ Local	Código hidroweb	Área (km ²)	Q _{média} (m ³ /s)	Q ₉₀ (m ³ /s)	Q ₉₅ (m ³ /s)	Q _{7,10} (m ³ /s)	Q _{7,10 esp} (L/s/km ²)
Galdinópolis	59125000	101,00	40,00	1,50	1,30	1,20	11,50
Piller	59135000	70,00	3,10	1,20	1,00	0,90	12,60
São Romão	59133000	338,00	13,50	4,50	3,80	3,10	9,30
Barra do Sana	59134000	110,00	3,20	0,80	0,60	0,40	3,90
Ponte do Baião	59136900	659,00	23,60	7,20	6,00	4,70	7,10
Fazenda Airis	59138800	831,00	28,30	8,50	7,10	5,50	6,60
Severina	59139100	927,00	30,40	9,20	7,60	5,80	6,30
São Pedro	59143000	373,00	9,60	24,00	1,90	1,20	3,30
Rio Macaé Foz	-	1712,00	47,20	13,90	11,40	8,40	4,90
Lagoa Imboassica Foz	-	464,00	0,88	0,16	0,11	0,03	0,70
Rio das Ostras Foz	-	171,00	4,51	1,27	0,96	0,63	3,70

Fonte: Adaptado de PRH Macaé/Ostras (CBH Macaé Ostras, 2014).

FIGURA 20 - LOCALIZAÇÃO DOS PONTOS DE CONTROLE DEFINIDOS NO PRH MACAÉ/OSTRAS 2014.



7.1.2 Estudo de disponibilidade hídrica superficial (ANA, 2020a)

O estudo da disponibilidade hídrica superficial (ANA, 2020a) apresenta estimativas baseadas em vazão Q_{95} anual para todos os trechos de rios brasileiros da base hidrográfica multiescala 2017 5k - BHO5k. Com base neste estudo, foi possível obter a vazão com 95% de permanência para os trechos dos cursos d'água desejáveis. Assim, para fins de comparação, foram

selecionadas as vazões de referências para as cobacias³² da BHO5k correspondentes aos mesmos locais de monitoramento utilizados no PRH Macaé/Ostras.

Deste modo, foram obtidas as vazões de referência Q_{95} para os trechos de cursos d'água dos 11 pontos monitorados no PRH Macaé/Ostras (CBH Macaé Ostras, 2014), conforme apresentado na Tabela 61. A Figura 21 apresenta a disponibilidade hídrica para a bacia hidrográfica dos rios Macaé e das Ostras.

TABELA 61 - DISPONIBILIDADE HÍDRICA PARA OS PONTOS DE CONTROLE NA BACIA DOS RIOS MACAÉ E DAS OSTRAS

Rio/Local	Código Hidroweb	Cobacia BHO5k*	Q_{mlt}^{**} (m ³ /s)	Q_{95}^{***} (m ³ /s)
Macaé de Cima	59120000	7793297	1,13	0,22
Galdinópolis	59125000	77932951	1,93	0,37
Piller	59135000	77932851	1,68	0,32
São Romão	59133000	7793273	6,88	1,31
Barra do Sana	59134000	779325993	9,36	1,78
Ponte do Baião	59136900	7793257	13,16	2,51
Fazenda Airis	59138800	77932533	17,58	3,35
Severina	59139100	77932513	19,10	3,64
São Pedro	59143000	779324511	6,06	1,16
Rio Macaé Foz	-	7793211	34,27	6,53
Rio das Ostras Foz	-	7793341	3,31	0,63
Lagoa Imboassica Foz	-	7793321	1,33	0,25

Notas: *Código de Otto Pfafstetter da área de contribuição hidrográfica referente ao trecho.

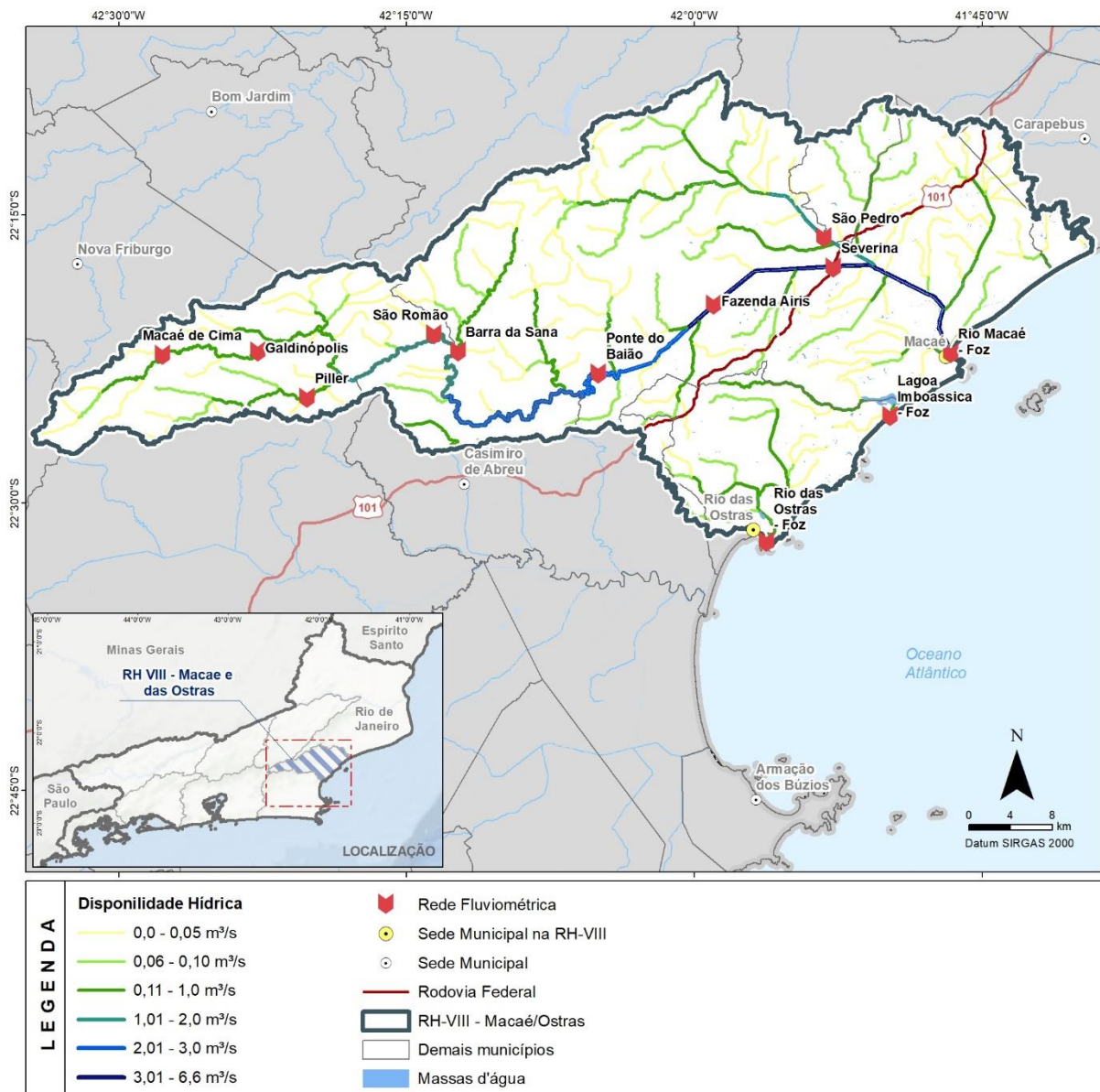
** Vazão Média de Longo Termo.

***Vazão de 95% da curva de permanência.

Fonte: ANA (2020).

³² Código de Otto Pfafstetter da área de contribuição hidrográfica referente ao trecho.

FIGURA 21 – DISPONIBILIDADE HÍDRICA PARA OS TRECHOS DOS RIOS E PONTOS DE CONTROLE DEFINIDOS NO PRH MACAÉ/OSTRAS 2014.



7.1.3 Rede de monitoramento

Além dos estudos descritos anteriormente, optou-se por fazer um levantamento das informações hidrológicas disponíveis nas bacias dos rios Macaé e das Ostras, objetivando uma avaliação da disponibilidade hídrica em um contexto mais recente e atual.

Deste modo, foi identificado no portal do SNIRH/ANA, 14 estações fluviométricas cadastradas e atualmente em operação, sendo três estações de titularidade da ANA e 11 estações de titularidade do Inea/RJ.

As três estações da ANA possuem uma boa disponibilidade de informações, contendo dados desde 1950 até 2022. No entanto, essas estações estão localizadas na região do Alto Macaé, abrangendo uma pequena porção da área da bacia do rio Macaé.

Não foram encontradas informações das 11 estações do Inea/RJ no portal do SNIRH/ANA. Desta forma, foram consultadas informações no portal do Inea, das quais 10 possuíam dados de níveis e apenas seis apresentavam dados de descarga líquida disponíveis.

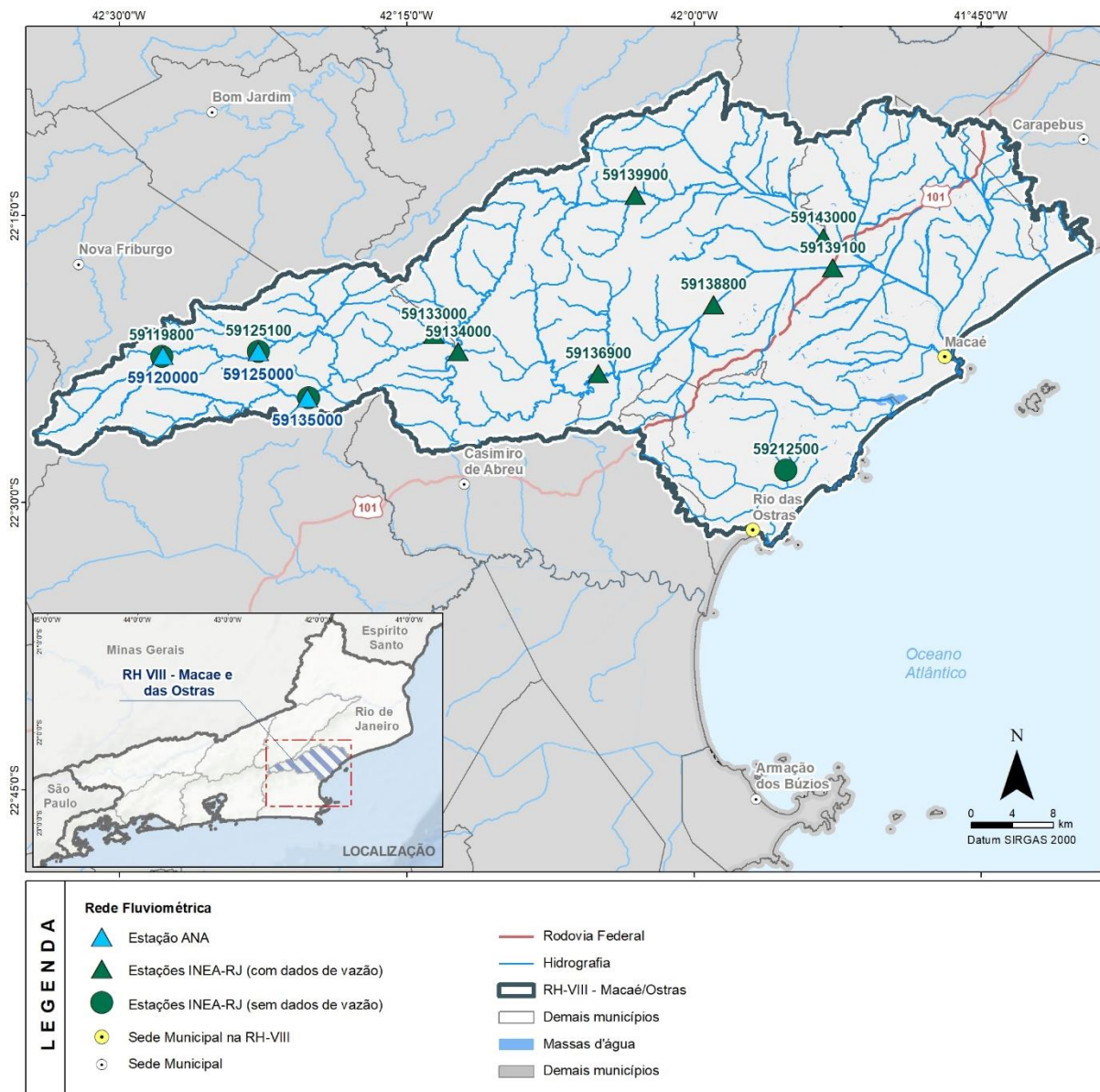
Ainda assim, as estações possuem informações limitadas, com medições de descarga líquida realizadas entre 2016 e 2021 e dados de níveis iniciando entre 2010 e 2011 até meados de 2021. Entretanto, esses dados apresentam diversas falhas ao longo de períodos prolongados, especialmente após 2014. Na Tabela 62, está apresentado um resumo da disponibilidade de dados nas estações identificadas, e na Figura 22 a localização das estações avaliadas.

TABELA 62 - DISPONIBILIDADE DE DADOS PARA A REDE DE MONITORAMENTO FLUVIOMÉTRICO DA BACIA DOS RIOS MACAÉ E DAS OSTRAS

Código	Nome	Resp.	Área (km ²)	Disponibilidade de dados			
				Cota - Início	Cota - Fim	Descarga Líquida - Início	Descarga Líquida - Fim
59120000	Macaé de Cima	ANA	67,00	01/05/1967	01/09/2022	01/05/1967	21/03/2023
59125000	Galdinópolis	ANA	104,00	01/08/1950	01/11/2022	15/01/1953	20/03/2023
59135000	Piller	ANA	71,00	01/08/1950	01/09/2022	01/01/1953	22/03/2023
59119800	Macaé de Cima	INEA-RJ	67,00	-	-	-	-
59125100	Galdinópolis	INEA-RJ	104,00	29/01/2011	28/08/2021	-	-
59135100	Piller	INEA-RJ	71,00	01/01/2018	31/08/2021	-	-
59212500	Jundiá	INEA-RJ	-	18/02/2014	21/09/2021	-	-
59143000	São Pedro	INEA-RJ	927,00	01/01/2011	30/10/2021	04/03/2016	22/08/2021
59133000	São Romão	INEA-RJ	338,00	01/02/2010	31/10/2021	02/03/2016	31/05/2016
59134000	Barra do Sana	INEA-RJ	110,00	01/01/2011	30/11/2021	02/03/2016	23/08/2021
59136900	Ponte do Baião	INEA-RJ	659,00	04/02/2010	31/08/2021	04/03/2016	22/09/2021
59138800	Fazenda Airis	INEA-RJ	831,00	01/02/2010	25/01/2021	05/03/2016	26/03/2021
59139900	Glicério	INEA-RJ	-	03/02/2012	31/08/2021	06/06/2019	22/08/2021
59139100	Severina	INEA-RJ	373,00	19/05/2011	23/12/2014	-	-

Fonte: ANA (s.d.) e Inea/RJ (s.d.).

FIGURA 22 - LOCALIZAÇÃO DAS ESTAÇÕES FLUVIOMÉTRICAS NA BACIA DOS RIOS MACAÉ E DAS OSTRAS.

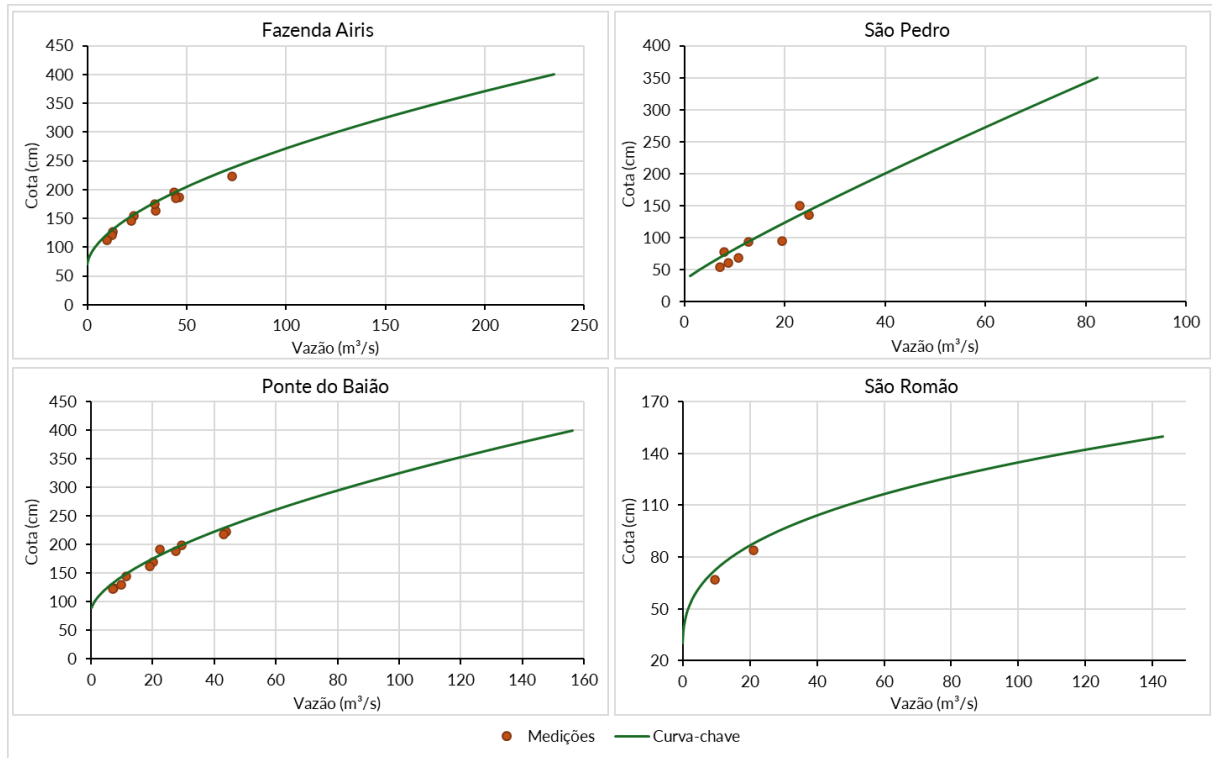


No PRH Macaé/Ostras (CBH Macaé Ostras, 2014) foram avaliadas as informações de seis estações do Inea/RJ (Severina, São Romão, Barra do Sana, Fazenda Airis, São Pedro e Ponte do Baião), utilizando-se de dados obtidos até o ano de 2011. As informações de cota, medições de descarga líquida e vazões foram manipuladas pela Hicon/Ecolugus (2011) no âmbito do projeto P&D para a UTE Norte Fluminense, entretanto, encontram-se indisponíveis para acesso.

Foi realizada uma verificação e validação das curvas-chave elaboradas pela Hicon/Ecolugus (2011) e apresentadas no PRH Macaé/Ostras (2014), com base nas informações mais atuais disponíveis no portal Inea. Assim, foram avaliadas as curvas de apenas quatro estações: Fazenda Airis, São Pedro, Ponte do Baião e São Romão. Na Figura 23 são apresentadas as curvas-chave

desenvolvidas pela Hicon/Ecologus (2011), em conjunto com as medições realizadas no período de 2016 a 2021, disponíveis no portal Inea.

FIGURA 23 – CURVAS-CHAVE APRESENTADAS NO PRH MACAÉ/OSTRAS E MEDIÇÕES DE DESCARGA LÍQUIDA REALIZADAS ENTRE 2016 E 2021.



As estações Macaé de Cima (59119800), Piller (59135100) e Galdinópolis (59125100) não tiveram curvas-chave avaliadas no PRH Macaé/Ostras (2014), além de não apresentarem medições de descarga líquida recentes. Por outro lado, apesar de apresentarem algumas medições recentes, as estações Glicério (59139900), Barra do Sana (59134000) e Jundiá (59212500) não foram avaliadas no âmbito do PRH Macaé/Ostras (CBH Macaé Ostras, 2014), e as poucas medições não permitem a elaboração de curvas-chave consistentes. A estação Severina, embora tenha sido avaliada no PRH Macaé/Ostras (2014), possui um período restrito de dados de níveis e não se teve acesso aos dados de descarga líquida recentes.

Com base nos dados mais recentes de descarga líquida e nas curvas-chave elaboradas pela Hicon/Ecologus (2011), observa-se uma tendência de alteração no patamar de vazões. As curvas apresentaram uma subestimativa das vazões calculadas para o período mais recente, especialmente para o tramo inferior. Possivelmente, essa alteração seja um reflexo do período de escassez hídrica que afetou diversos municípios entre 2014 e 2015 na região Sudeste. Assim, tais curvas-chave necessitam de uma atualização no tramo inferior, a fim de obter uma melhor representação das vazões mínimas.

Devido às diversas falhas nos dados de cotas após o ano de 2014, fica limitada a obtenção de séries de vazões para o período mais recente. Deste modo, a análise da disponibilidade hídrica com base na rede de monitoramento ficará restrita apenas à utilização das estações da ANA. No entanto, serão avaliadas, neste contexto, as relações de proporção de área com as demais sub-bacias dos rios Macaé e das Ostras, e a Lagoa Imboassica. Para isso, serão utilizadas as ottobacias de nível 5, disponibilizadas pela ANA (2017).

As curvas de permanência (Figura 24 e Figura 25) foram obtidas para as estações Macaé de Cima (59120000) e Galdinópolis (59125000), situadas no rio Macaé, e para Piller (59135000), localizada no rio Bonito. A partir dessas curvas, foram calculadas as vazões de referência Q_{90} e Q_{95} .

FIGURA 24 – CURVAS DE PERMANÊNCIA PARA AS ESTAÇÕES MACAÉ DE CIMA (59120000) E GALDINÓPOLIS (59125000).

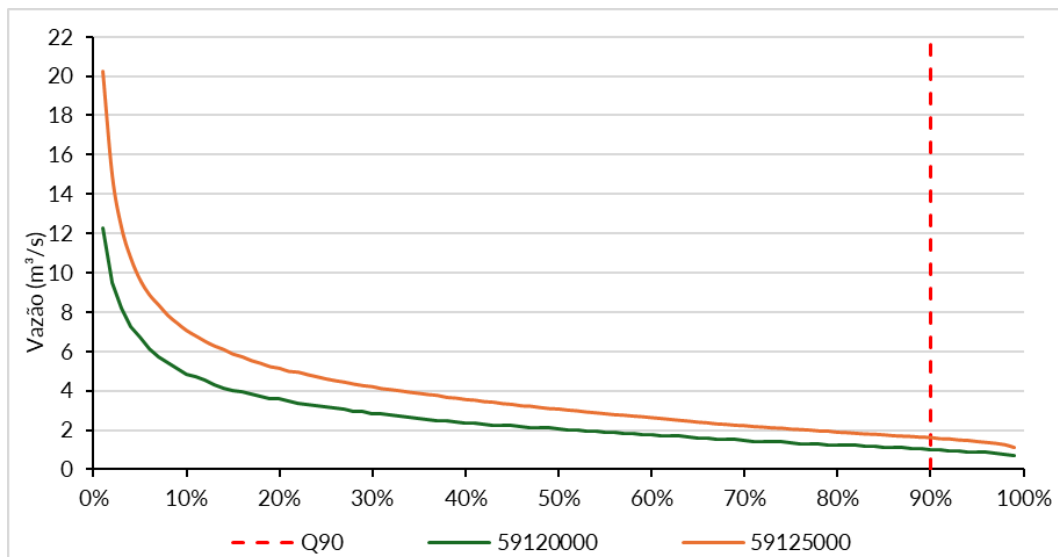
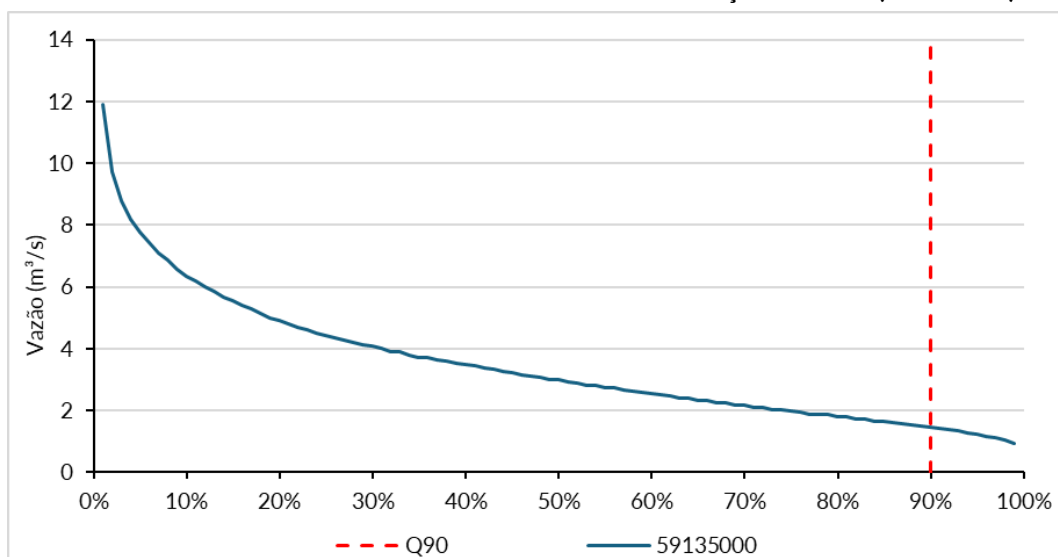


FIGURA 25 – CURVA DE PERMANÊNCIA PARA A ESTAÇÃO PILLER (59135000).



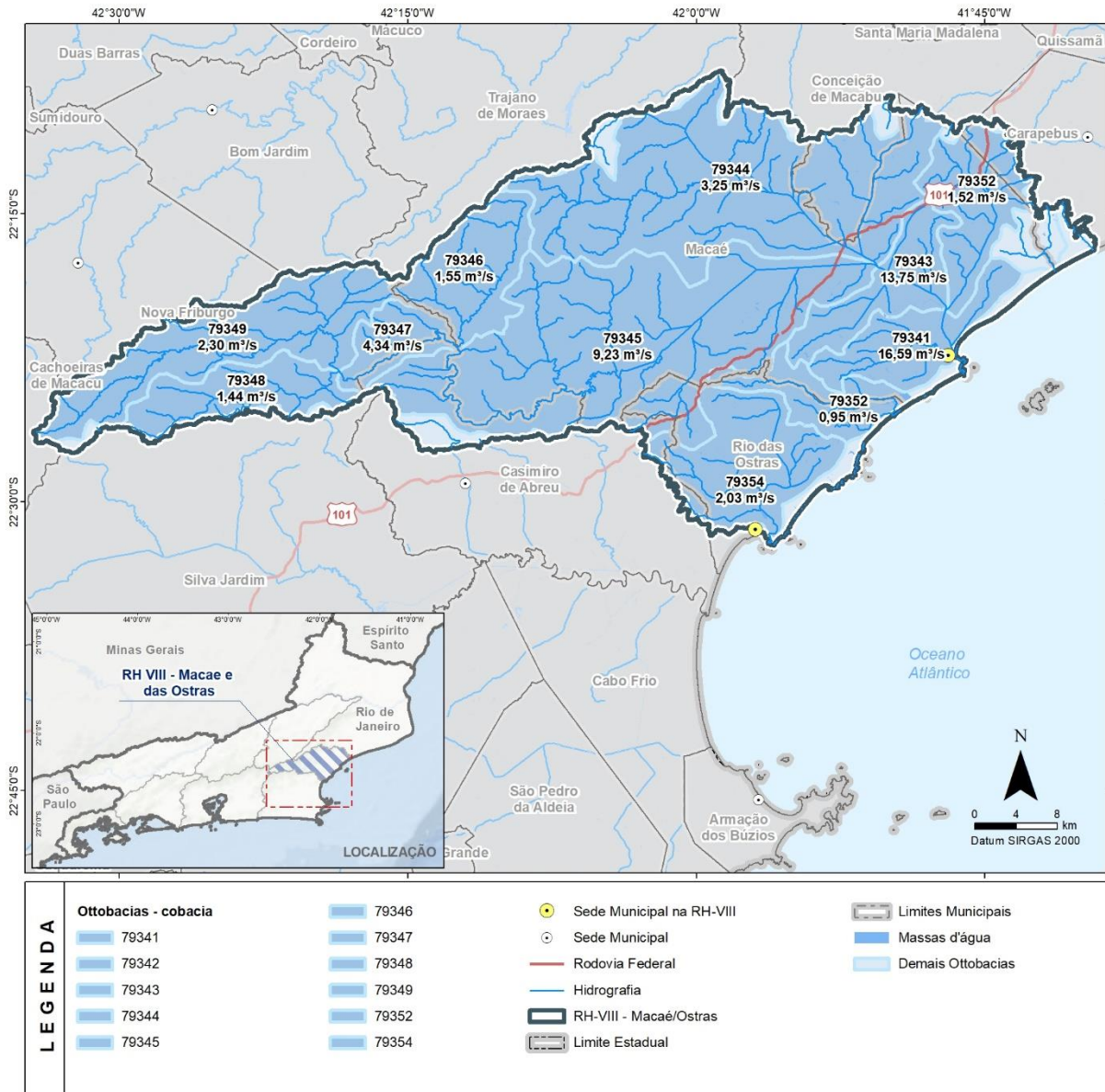
Na sequência, foi realizado o processo de regionalização das vazões Q_{90} e Q_{95} em função de suas respectivas áreas de drenagem (AD), utilizando o software SisCORV 1.0. As vazões regionalizadas foram obtidas utilizando o método Tradicional (Equação (33) e Equação (34)) e são válidas para um limiar de área de até 200 km².

$$Q_{90} = -4.4146 + (1.3193 \cdot \ln(AD)) \quad (33)$$

$$Q_{95} = -4.0105 + (1.1836 \cdot \ln(AD)) \quad (34)$$

Com base nas equações de regionalização obtidas, estas foram aplicadas às ottobacias de nível 5 dos rios Macaé e das Ostras, bem como à Lagoa Imboassica, levando em consideração as áreas de drenagem incremental de cada ottobacia. As ottobacias, apresentadas na Figura 26, são áreas de contribuição dos trechos da rede hidrográfica codificadas segundo o método de Otto Pfafstetter para classificação de bacias.

FIGURA 26 - OTTOBACIAS RH-VIII



Fonte: ANA (2017).

Posteriormente, com as vazões regionalizadas por ottobacia, estas foram acumuladas de montante para jusante, a fim de avaliar a real disponibilidade ao longo do curso d'água. Os resultados obtidos estão apresentados na Tabela 63.

TABELA 63 - VAZÕES DE REFERÊNCIA Q₉₀ E Q₉₅ ACUMULADAS PARA AS OTTOBACIAS, OBTIDAS A PARTIR DAS EQUAÇÕES DE REGIONALIZAÇÃO

Ottobacia	Nível da Ottobacia	Área (km ²)	Q ₉₀ reg. Acumulada (m ³ /s)	Q ₉₅ reg. Acumulada (m ³ /s)
79354	5	164,61	2,32	2,03
79352	5	66,14	1,12	0,95
79349	5	206,56	2,62	2,30
79348	5	99,73	1,66	1,44

Ottobacia	Nível da Ottobacia	Área (km ²)	Q ₉₀ reg. Acumulada (m ³ /s)	Q ₉₅ reg. Acumulada (m ³ /s)
79347	5	49,43	5,01	4,34
79346	5	109,56	1,78	1,55
79345*	5	496,92	10,56	9,23
79344*	5	459,92	3,67	3,25
79343	5	87,33	15,72	13,75
79342	5	106,82	1,75	1,52
79341	5	89,84	18,99	16,59

Nota: * Aplicação das equações de regionalização realizadas meramente para fins comparativos, não sendo passíveis de utilização visto que os valores de área de drenagem extrapolam os limiares das curvas.

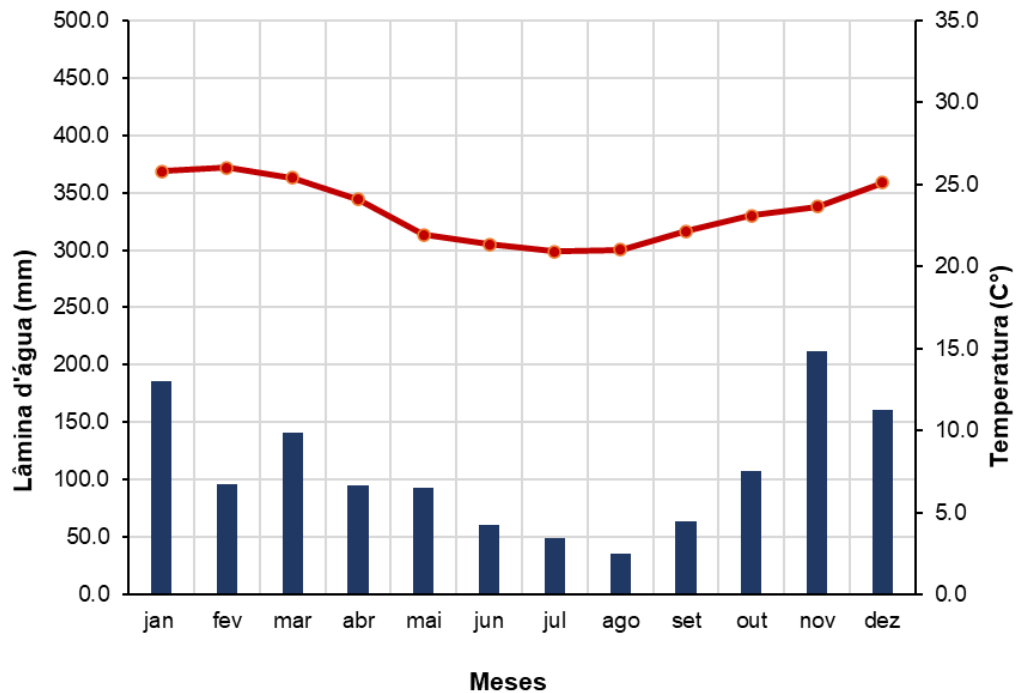
7.2 ANÁLISE DA SAZONALIDADE

A sazonalidade em uma bacia hidrográfica está relacionada às variações temporais nos cursos d'água ao longo do ano, as quais são resultantes das condições meteorológicas e climáticas. As principais características da sazonalidade em uma bacia hidrográfica envolvem as variações nas precipitações, temperatura e evaporação.

Com base nos dados de precipitação e temperatura da estação climatológica Macaé (A608), do INMET, foi obtido o climograma apresentado na Figura 27.

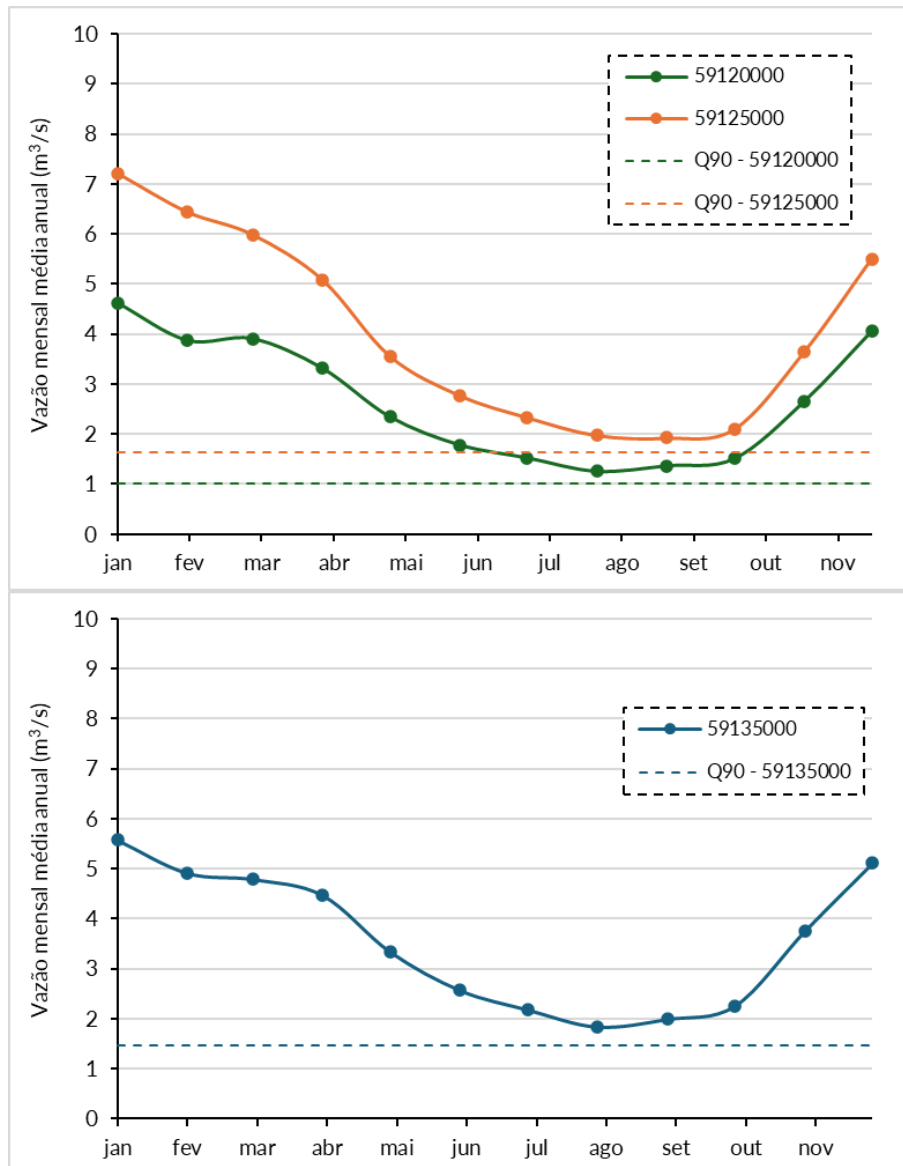
Verifica-se que para a região hidrográfica dos rios Macaé e das Ostras, há uma forte sazonalidade tanto para temperatura como para precipitação. De modo geral, no verão, ambos elementos climáticos atingem valores elevados, com destaque para os meses de dezembro a fevereiro, ao passo que, no inverno, menores valores, com as mínimas entre julho e agosto.

FIGURA 27 – CLIMOGRAMA COM DADOS MÉDIOS DE PRECIPITAÇÃO E TEMPERATURA PARA A RH VIII.



De mesmo modo, avaliando os hidrogramas das vazões mensais médias anuais (Figura 28) para as estações Macaé de Cima (59120000), Galdinópolis (59125000) e Piller (59135000), localizadas na região do Alto Macaé, também se observa uma variação na disponibilidade hídrica. Destaca-se o período de recessão o qual apresenta vazões muito baixas entre os meses de julho a outubro, quando com o retorno do período úmido, em meados de setembro, as vazões voltam a um patamar mais razoável.

FIGURA 28 – HIDROGRAMAS DAS VAZÕES MENSIS MÉDIAS ANUAIS PARA AS ESTAÇÕES MACAÉ DE CIMA (59120000), GALDINÓPOLIS (59125000) E PILLER (59135000).



7.3 IMPACTOS DAS MUDANÇAS CLIMÁTICAS

Em um contexto de variação da disponibilidade hídrica, é amplamente reconhecido na comunidade científica global que o planeta Terra está experimentando um processo de aquecimento devido às práticas insustentáveis da sociedade moderna. Esse aquecimento, por sua vez, deverá acarretar alterações nos padrões de chuva, evaporação, no fluxo dos rios e, conseqüentemente, na disponibilidade hídrica. Contudo, não existe consenso quanto à forma como essas mudanças se manifestarão em diferentes regiões do mundo (Campos; Neris, 2009).

Conforme apontado nos relatórios do Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas, *Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC)*, as implicações das mudanças climáticas na vazão dos cursos de água e na recarga dos aquíferos variam consideravelmente de

acordo com as regiões e os cenários climáticos considerados, principalmente devido às variações projetadas nas precipitações.

Até o momento, as projeções realizadas para a América do Sul têm apresentado divergências, principalmente em relação às discrepâncias nas projeções relacionadas à evaporação, que podem compensar o aumento das precipitações. Em geral, as variações projetadas no fluxo médio anual das águas superficiais são menos previsíveis do que os efeitos decorrentes do aumento da temperatura, devido à considerável variabilidade nas projeções de precipitação (Freitas; Soito, 2008).

Apesar dos avanços na climatologia, os Modelos Climáticos Globais (MCGs) ainda não são capazes de modelar adequadamente todos os processos climáticos nas mais diferentes escalas que afetam significativamente a hidrologia. Atualmente, os MCGs capturam apenas as macrotendências das variações hidrometeorológicas. Essa incapacidade em representar adequadamente a precipitação, por exemplo, implica num aumento considerável da incerteza e, por consequência, faz com que a concordância entre os MCGs não seja tão alta (ANA, 2021b).

Desta forma, ainda que modelos climáticos, como os disponíveis no ProjETA (MCTI, 2024) sejam fundamentais para analisar o impacto futuro das mudanças climáticas em variáveis como precipitação, temperatura e umidade relativa do ar, é importante destacar que esses dados, isoladamente, não são suficientes para inferir sobre as mudanças na disponibilidade hídrica.

Sabe-se que a redução das vazões e conseqüentemente da disponibilidade hídrica futura tende a ocorrer, visto que essa variável é fortemente influenciada pela umidade prévia do solo que, por sua vez, tende a diminuir com o aumento da temperatura (Brêda *et al.*, 2021). O Manual de Usos Consuntivos (ANA, 2019a) também indica que a elevação da temperatura e da evapotranspiração poderá acarretar, entre outros efeitos, maior necessidade de irrigação, refrigeração, consumo humano e dessedentação de animais em determinados períodos e regiões, afetando a capacidade de reservação e o balanço hídrico.

Recentemente a ANA publicou um relatório sobre o “Impacto da Mudança Climática nos Recursos Hídricos no Brasil” (ANA, 2024) o qual apresenta uma avaliação dos impactos das mudanças climáticas na disponibilidade hídrica das regiões hidrográficas do Brasil. São apresentados dados referentes a cenários hidrológicos futuros, obtidos a partir das projeções climáticas oriundas de modelos climáticos globais (MCGs). As análises consideraram a capacidade dos MCGs em representar o clima presente, indicando os cenários mais representativos em projetar futuros plausíveis do clima até 2040. Os cenários foram dimensionados para alimentar um modelo hidrológico baseado nas hipóteses de Budyko (1974) e estimar alterações na vazão média e na disponibilidade hídrica (ANA, 2024).

Avaliar as possíveis diminuições na disponibilidade hídrica subsidia mudanças no sistema de cobrança, bem como nos valores praticados, em locais onde se verifiquem condições mais críticas no balanço hídrico. Assim, busca-se utilizar o instrumento da cobrança como regulador dos usos da água, especialmente em situações de conflito.

Assim, a partir da avaliação do percentual de cenários que apontaram para o aumento ou a redução na disponibilidade hídrica, observou-se uma predominância dos cenários de diminuição da disponibilidade hídrica, para a maior parte das regiões hidrográficas do Brasil. Inclusive para a faixa litorânea da região Sudeste, o qual aponta para uma tendência de redução nas vazões em função da mudança climática, ocasionando a diminuição da oferta de água. Diante dos resultados apresentados neste estudo para a região litorânea do estado do Rio de Janeiro, na qual está inserida a na RH VIII – Macaé e das Ostras, pôde-se observar as seguintes projeções de redução (Tabela 64) ou aumento (Tabela 65) da disponibilidade hídrica na área de estudo.

TABELA 64- CENÁRIO FUTUROS DE REDUÇÃO DA DISPONIBILIDADE HÍDRICA DA RH-VIII

Redução superior a 5%	Redução superior a 15%	Redução superior a 25%
40% - 60% dos cenários	0% - 20% dos cenários	0% - 20% dos cenários

Fonte: ANA (2024).

TABELA 65 - CENÁRIO FUTUROS DE AUMENTO DE AUMENTO DA DISPONIBILIDADE HÍDRICA DA RH-VIII

Aumento superior a 5%	Aumento superior a 15%	Aumento superior a 25%
20% - 40% dos cenários	20% - 40% dos cenários	0% - 20% dos cenários

Fonte: ANA (2024).

Na Tabela 64 é possível observar que 40% a 60% dos cenários analisados indicam a tendência a uma redução na disponibilidade hídrica superficial superior a 5% até 2040 em relação à disponibilidade hídrica atual, enquanto em 0% a 20% dos cenários se observou uma redução superior a 15% e nos 0% a 20% restantes, superior a 25%. Em contrapartida, na Tabela 65, nota-se que 20% a 40% dos cenários indicam um aumento na disponibilidade na faixa de 5%, 20% a 40% um aumento superior a 15% e em 0% a 20% um aumento superior a 25%.

Frente aos resultados apresentadas no estudo da ANA (2024), e das constatações observadas na literatura técnica, não se pode ignorar o impacto das mudanças climáticas no regime hidrológico. Portanto, é prudente adotar um cenário ainda mais crítico, levando em conta alterações quantitativas e qualitativas da água, preparando-se para enfrentar situações potencialmente mais desafiadoras do que as apresentadas.

Ademais, considerando a complexidade das análises realizadas dos modelos climáticos e sua limitação em fornecer resultados tangíveis dentro do escopo específico deste estudo,

compreende-se que a o estudo da ANA, o qual compila resultados da utilização de diversos modelos, contempla de maneira mais eficaz os objetivos dessa análise.

8 CARACTERIZAÇÃO GERAL DA ATIVIDADE ECONÔMICA

8.1 CONTAS ECONÔMICAS AMBIENTAIS DA ÁGUA(CEAA)

O documento “Contas Econômicas Ambientais da Água: 2018 a 2020”, do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), elaborado em colaboração com a Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico (ANA), apresenta um panorama da gestão hídrica, no âmbito das esferas físicas e econômicas da disponibilidade e uso de água no Brasil, cobrindo tanto as atividades econômicas quanto o consumo doméstico. Os dados estão disponíveis³³ para o Brasil e suas principais regiões no IBGE no Sistema de Contas Nacionais (SCN) por meio das Contas Econômicas Ambientais da Água (IBGE/ANA/CEAA, 2024a).

O consumo doméstico é denominado de uso da água pelas famílias, ou seja, com destinação para suprir as necessidades humanas básicas.

Já as atividades econômicas consideradas no documento abrangem todas as categorias da Classificação Nacional de Atividades Econômicas - CNAE 2.0. Contudo, dada a disponibilidade de dados específicos em certas áreas, tais como as de Serviços e Comércio, foi realizado um agrupamento de atividades, da seguinte maneira:

- Agricultura, pecuária, produção florestal, pesca e aquicultura (Seção A);
- Indústrias extrativas (Seção B);
- Indústrias de transformação e construção (Seções C e F);
- Eletricidade e gás (Seção D);
- Água e esgoto (Seção E exceto as Divisões 38 e 39 que compreendem a “Recuperação de materiais e a coleta, tratamento e outros serviços de gestão de resíduos”); e
- Demais atividades (Seções G, H, I, J, K, L, M, N, O, P, Q, R, S, T, U e as Divisões 38 e 39 da Seção E).

Conforme evidenciado pelo estudo das Contas Econômicas Ambientais da Água – 2018-2020, divulgado em 2 de junho de 2023 pelo IBGE e pela ANA (CEAA/IBGE/ANA, 2023), em 2020, para cada real do Valor Adicionado Bruto (VAB) da economia brasileira, foram utilizados 6,2 litros de água. O VAB corresponde ao resultado da atividade produtiva, ou seja, corresponde a diferença entre os valores da produção e os de consumo. O Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) fornece esses dados anualmente, na escala municipal, para os seguintes setores: agropecuária, indústria, serviços e administração saúde e administração pública.

No setor agrícola e em atividades correlatas, em 2020, a demanda foi de 683,8 litros por real de VAB, o que corresponde a uma redução de 27,2% em relação ao ano anterior. Este

³³ “Tabelas”, cujas especificações técnicas estão disponíveis em (IBGE/ANA/CEAA, 2024b).

segmento, apesar de apresentar um aumento de 1,8% no consumo hídrico, teve um crescimento do VAB de 39,9%. Excluindo-se a água do solo, pluvial, o consumo foi de 78,4 litros por real gerado na economia brasileira.

No que se refere ao setor de água e esgoto, a contribuição foi de R\$ 48,2 bilhões ao VAB corrente do Brasil em 2020, ou seja, 0,7% do total nacional. A participação deste setor varia regionalmente, sendo 0,8% do VAB regional no Sudeste e Sul, 0,7% no Centro-Oeste, 0,6% no Nordeste e no Norte, 0,3%. A produção nacional de água de distribuição e serviços de esgoto totalizou R\$ 74,5 bilhões. A água de distribuição representou 65,7% do total produzido. As famílias foram as principais usuárias com participação de 59,4% do consumo de água e 59,8% dos serviços de esgoto. Na agricultura, pecuária, silvicultura, pesca e aquicultura o custo médio da água foi de R\$ 0,11 por metro cúbico, sendo que o abastecimento está principalmente relacionado aos perímetros de irrigação públicos (IBGE, 2024a).

Ainda, em termos nacionais, segundo as CEEA (IBGE, 2024a), ao excluir o segmento de água e esgoto, o custo médio para outras atividades econômicas foi de R\$ 5,75 por metro cúbico e para as famílias de R\$ 3,59 por metro cúbico, em 2020. Houve um aumento do custo médio de água e esgoto para o total da economia de R\$ 4,09 por metro cúbico, em relação à 2018, quando era de R\$ 3,50 por metro cúbico. O destaque entre as regiões brasileiras é o Centro-Oeste que registrou o maior custo médio, R\$ 5,29 por mil litros.

Entre 2018 e 2020, houve um crescimento de 1,9% no volume de água captada, tratada e distribuída, quando as famílias aumentaram seu consumo em 1,6% e utilizaram 70,5% do total. As atividades econômicas apresentaram uma redução de média de 3,2% no uso da água de abastecimento, com uma diminuição de 11,3%, em 2020, influenciada pelas restrições da pandemia (IBGE, 2024a).

Como resposta à pandemia, observou-se uma diminuição no uso de água, com o incremento do estoque³⁴ hídrico nacional atingindo 24,9 milhões de hectômetros cúbicos (hm³), influenciado pelas precipitações pluviométricas (56,2%), aportes de água externos (28,5%) e retorno de água ao meio ambiente de atividades econômicas (15,3%). O decréscimo nos estoques foi de aproximadamente 25,9 milhões de hm³, causado principalmente pela saída de água para o mar, outros países ou outros recursos do território (46,8%), processos de evaporação e evapotranspiração (37,4%) e captações hídricas para a economia (15,8%).

³⁴ "O estoque é todo o volume de água disponível ou armazenado superficialmente (em rios, riachos, lagos e reservatórios artificiais), em aquíferos (águas subterrâneas) e no solo. As adições (incrementos) podem ter origem em chuvas, no ingresso de água de rios com nascentes fora do Brasil e no retorno da água usada em atividades econômicas" (IBGE/ANA/CEAA, 2024b).

No intervalo de 2018 a 2020, a quantidade de chuvas reduziu em 9,1%. Em 2020, o incremento total do estoque de águas superficiais foi de 12,09 milhões de hm^3 , visto que 3,58 milhões de hm^3 foram correspondentes ao “retorno para reservatórios artificiais, rios, riachos e lagos por parte das atividades econômicas”. Este total adicional ao estoque de águas superficiais, em 2020, representou 30% do total, sendo que 1,42 milhão de hm^3 originaram-se de chuvas e 2,43 milhões de hm^3 foram provenientes de países vizinhos (IBGE, 2024a).

No ano de 2020, o Brasil apresentou uma diminuição de 16,64 milhões de hm^3 no estoque de águas superficiais, quando a economia utilizou 3,58 milhões de hm^3 e a saída para outras nações 0,50 milhão de hm^3 . A retirada total de água foi da ordem de 4,1 milhões de hm^3 , sendo o setor de eletricidade e gás o principal consumidor, respondendo por 85,1% do total. Este dado ressalta a participação da hidroeletricidade na matriz energética nacional e a natureza predominantemente não consuntiva do uso de água no setor, desconsiderada a evapotranspiração das barragens. Por outro lado, segmentos como a indústria de bebidas evidenciam um consumo consuntivo de água (IBGE, 2024a).

Ainda conforme as CEEA divulgadas em 2023 (IBGE, 2024a), o setor de esgotos e afins, que inclui a coleta de águas pluviais, representou somente 0,9% da retirada total de água. A maior parte da água destinada ao uso consuntivo originou-se da agricultura e setores associados (95,2%), seguida pela captação, tratamento e distribuição de água (3,5%). No âmbito da agricultura, pecuária, produção florestal, pesca e aquicultura 92,4% da água captada proveio de fontes armazenadas no solo, que utiliza práticas agrícolas que dispensam irrigação (agricultura de sequeiro).

As atividades econômicas retiraram um total de 71,2 mil hm^3 de recursos hídricos superficiais e subterrâneos para uso consuntivo, com a agricultura, pecuária, silvicultura, pesca e aquicultura sendo responsáveis por 58,2% desse volume. Os processos de captação, tratamento e distribuição de água representaram 27,9%, enquanto as indústrias da transformação e da construção figuraram com 8,4%. A pesquisa também destacou a água utilizada pelas atividades econômicas e pelas famílias, em que os perímetros de irrigação públicos foram responsáveis por 41,7% da água distribuída para fins econômicos.

Em 2020, o consumo líquido de água, deduzido o volume reincorporado ao meio ambiente, alcançou 306,1 mil hm^3 . A agricultura e setores relacionados foram responsáveis por 97,1% desse total, sobressaindo-se a agricultura de sequeiro³⁵. Tanto a indústria de transformação e

³⁵ Sequeiro vem da palavra “seco”. Então, agricultura de sequeiro são técnicas agrícolas para solo firme, utilizadas em terrenos em que há baixa pluviosidade. Cultiva-se aproveitando a disponibilidade hídrica entre uma chuva e outra. As técnicas são comuns no sertão nordestino e as principais culturas são milho, feijão, cevada, trigo e leguminosas (IRRIGA AGRO, 2024; CBH-SF, 2024).

construção, quanto o setor de água e esgoto contribuíram cada um com 1,0% do consumo total (IBGE, 2024a).

Em 2020, o volume de água devolvido ao meio ambiente totalizou 3,8 milhões de hm³, proveniente da água e esgoto, economia e das famílias – de diversas fontes, incluindo atividades de água e esgoto, efluentes das atividades econômicas e residências. Descontando o uso não consuntivo do setor de eletricidade e gás, a água pluvial gerenciada pelos sistemas de drenagem e a agricultura, pecuária, silvicultura pesca e aquicultura, o retorno somou 23,2 mil hm³. Deste total, 29,3% foram restituídos através de sistemas de tratamento de esgoto. A região Norte se sobressaiu, contribuindo com 87,1% do influxo de água para os estoques nacionais, primordialmente devido ao aporte hídrico de países localizados a montante na bacia Amazônica. Esta região também liderou as saídas de água, com 80,0%, seguida das regiões Centro-Oeste (9,3%) e Sul (4,2%) (IBGE, 2024a).

Conforme a Tabela 66 a avaliação dos indicadores híbridos do setor de Água e Esgoto evidencia desta atividade para a economia do país. Em 2020, o VAB do setor atingiu R\$ 36.196 milhões, mantendo uma participação de 0,7% no VAB total da economia brasileira, que foi de R\$ 5,669 trilhões. As despesas com os serviços de distribuição de água e esgoto pelas atividades econômicas tiveram uma participação de 40,5% do total no ano de 2020, enquanto as famílias foram responsáveis pela maioria dos gastos, correspondendo a 59,5%.

TABELA 66 – INDICADORES HÍBRIDOS: VAB E PARTICIPAÇÃO NAS DESPESAS COM ÁGUA DE DISTRIBUIÇÃO E SERVIÇOS DE ESGOTO (BRASIL – 2018 A 2020)

Valor Adicionado Bruto	2018	2019	2020
Valor Adicionado Bruto (VAB) de Água e esgoto (R\$ 1.000,00)	26.427	32.431	36.196
Valor Adicionado Bruto (VAB) da economia (R\$ 1.000,00)	5.155.601	5.419.822	5.669.766
Participação do VAB da atividade Água e esgoto no VAB da economia (%)	0,7	0,7	0,7
Participação nas despesas com água de distribuição e serviços de esgoto (%)	2018	2019	2020
Participação das atividades econômicas nas despesas com água de distribuição e serviços de esgoto	39,7	41,1	40,5
Agricultura, pecuária, produção florestal, pesca e aquicultura	0,2	0,2	0,2
Indústrias extrativas	0,2	0,2	0,2
Indústrias de transformação e construção	4,6	4,7	4,9
Eletricidade e gás	0,1	0,2	0,2
Água e esgoto	0,7	0,7	0,6
Demais atividades	33,9	35,1	34,5
Participação das Famílias nas despesas com água de distribuição e serviços de esgoto	60,3	58,9	59,5

Fonte: CEAA/IBGE (2024a).

Na análise subsequente, apresentada na Tabela 67, há dados sobre a eficiência e a intensidade do consumo de água. O setor agrícola e áreas conexas evidenciaram um crescimento na eficiência do consumo de água, de R\$ 1,07, em 2018, para R\$ 1,46 por metro cúbico, em 2020. As indústrias extrativas e de transformação e construção igualmente registraram elevações na relação R\$/m³, atingindo R\$ 706,86/m³ e R\$ 340,32/m³, respectivamente. Nota-se, contudo, uma redução do valor da produção por consumo de água para o setor de eletricidade e gás, que registrou R\$ 1.342,88/m³, em 2020, frente ao valor que se encontrava, em 2019, de R\$ 1.816,05/m³.

Quanto à intensidade de consumo, em geral são observados indícios de ganho de eficiência³⁶ entre 2019 e 2020, visto que a agricultura diminuiu o consumo para 683,8 litros por real de VAB, enquanto as indústrias de transformação e construção reduziram para 2,9 litros por real de VAB.

³⁶ Os indícios de ganho de eficiência e redução da intensidade podem estar relacionados à queda da produção decorrente da crise-pandêmica.

TABELA 67 – INDICADORES HÍBRIDOS: EFICIÊNCIA INTENSIDADE DO CONSUMO DE ÁGUA (BRASIL – 2018 A 2020)

Eficiência no Consumo da Água (R\$/m ³) ¹	2018	2019	2020
Agricultura, pecuária, produção florestal, pesca e aquicultura	1,07	1,06	1,46
Agricultura, pecuária, produção florestal, pesca e aquicultura (sem água do solo)	9,6	8,72	12,76
Indústrias extrativas	636,04	691,49	706,86
Indústrias de transformação e construção	315,59	323,12	340,32
Eletricidade e gás	1.739,10	1.816,05	1.342,88
Água e esgoto	15,47	16,56	15,8
Demais atividades	13.050,42	15.221,71	16.960,21
Total das atividades econômicas²	20,42	21,32	21,7
Intensidade do consumo de água (litros/R\$) ³	2018	2019	2020
Agricultura, pecuária, produção florestal, pesca e aquicultura	930,60	939,30	683,80
Agricultura, pecuária, produção florestal, pesca e aquicultura (sem água do solo)	104,10	114,70	78,40
Indústrias extrativas	1,60	1,40	1,40
Indústrias de transformação e construção	3,20	3,10	2,90
Eletricidade e gás	0,60	0,60	0,70
Água e esgoto	64,60	60,40	63,30
Demais atividades	0,10	0,10	0,10
Total das atividades econômicas⁴	49,00	46,90	46,10

Notas:

1 – “Eficiência do consumo de água: Indicador que calcula a razão entre o valor adicionado bruto de uma atividade econômica e o volume de água consumido por essa atividade em um determinado ano. Representa quantos reais de valor adicionado bruto são gerados por metro cúbico consumido de água em um determinado ano, expresso em R\$/m³”.

2 – Valor da razão entre VAB total (R\$) por m³ total consumido.

3 – “Intensidade do consumo de água: Razão entre o volume consumido de água por determinada atividade econômica e o valor adicionado bruto gerado por essa atividade em um determinado ano. Representa a vazão consumida de água em litros por real de valor adicionado bruto gerado, expresso em litros/R\$”.

4 – Valor da razão entre volume consumido total (m³) por VAB total (R\$).

Fonte: IBGE/ANA/CEAA (2024a).

A observação dos dados sobre eficiência no uso de água indica deterioração no setor agrícola, cujo valor adicionado por metro cúbico alcançou o valor de R\$ 0,79. Similarmente, o setor de água e esgoto experimentou um incremento no custo, atingindo R\$ 0,75 por metro cúbico. A agricultura, em particular, demonstrou uma queda na intensidade³⁷ do uso de água, com a marca de 1.259,1 litros por real, enquanto o setor de eletricidade e gás apresentou uma diminuição para 23.399,2 litros por real (Tabela 68).

³⁷ O ganho de eficiência e intensidade de uso do quadro pode estar vinculado à crise-pandêmica, quando ocorreu redução do VAB real.

TABELA 68 – INDICADORES HÍBRIDOS: EFICIÊNCIA E INTENSIDADE DO USO DA ÁGUA (BRASIL – 2018 A 2020)

Eficiência do uso de água (R\$/m ³) ¹	2018	2019	2020
Agricultura, pecuária, produção florestal, pesca e aquicultura	0,58	0,58	0,79
Agricultura, pecuária, produção florestal, pesca e aquicultura (sem água do solo)	7,67	7,01	10,12
Indústrias extrativas	188,07	204,41	207,64
Indústrias de transformação e construção	161,77	166,27	173,85
Eletricidade e gás	0,04	0,04	0,04
Água e esgoto	0,62	0,69	0,75
Demais atividades	2.292,58	2.368,18	2.588,79
Total das atividades econômicas²	1,49	1,53	1,59
Intensidade do uso de água (litro/R\$) ³	2018	2019	2020
Agricultura, pecuária, produção florestal, pesca e aquicultura	1.737,60	1.728,00	1.259,10
Agricultura, pecuária, produção florestal, pesca e aquicultura (sem água do solo)	130,50	142,60	98,80
Indústrias extrativas	5,30	4,90	4,80
Indústrias de transformação e construção	6,20	6,00	5,80
Eletricidade e gás	28.294,10	26.121,50	23.399,20
Água e esgoto	1.604,90	1.448,70	1.332,90
Demais atividades	0,40	0,40	0,40
Total das atividades econômicas⁴	671,70	654,70	629,10

Notas:

1 – “Eficiência do uso de água: Indicador que calcula a razão entre o valor adicionado bruto de uma atividade econômica e o volume de água usado por essa atividade em um determinado ano. Representa quantos reais de valor adicionado bruto são gerados por metro cúbico usado de água em um determinado ano, expresso em R\$/m³”.

2 – Valor da razão entre VAB total (R\$) por m³ total utilizado.

3 – “Intensidade do uso de água: Indicador que calcula a razão entre o volume usado de água por determinada atividade econômica e o valor adicionado bruto gerado por essa atividade em um determinado ano. Representa a vazão usada de água em litros por real de valor adicionado bruto gerado, expresso em litros/R\$”.

4 – Valor da razão entre volume utilizado total (litros) por VAB total (R\$).

Fonte: IBGE/ANA/CEAA (2024a).

Adicionalmente, os custos associados à distribuição de água e serviços de esgoto experimentaram um aumento em todas as esferas da atividade econômica, alcançando R\$ 6,18 por metro cúbico. Para as famílias, o custo subiu para R\$ 3,34 por metro cúbico. O custo médio total para a economia foi elevado para R\$ 4,09 por metro cúbico no ano de 2020 (Tabela 69).

TABELA 69 – INDICADORES HÍBRIDOS: CUSTO COM ÁGUA DE DISTRIBUIÇÃO E SERVIÇOS DE ESGOTO (BRASIL – 2018 A 2020)

Custo com água de distribuição e serviços de esgoto (R\$/m ³)	2018	2019	2020
Atividades econômicas	4,89	5,26	6,18
Famílias	2,96	3,10	3,34
Total da economia*	3,5	3,72	4,09

*Custo total com água de distribuição e serviços de esgoto medido em R\$/m³

Fonte: IBGE/ANA/CEAA (2024a).

Os indicadores de eficiência e de intensidade constituem bases de acompanhamento e monitoramento para uma gestão hídrica eficaz, no âmbito da Política Nacional de Recursos Hídricos (PNRH), tanto para o setor econômico quanto para o doméstico no Brasil.

Na análise regional de 2020, a região Sudeste confirma sua relevância estratégica para a economia do país, como pode ser observado na Tabela 70. O segmento de Água e Esgoto representou 0,8% do VAB regional. As atividades econômicas foram responsáveis por 41,6% do total das despesas com água de distribuição e serviços de esgoto, com a maior parte desses gastos provenientes de outras atividades econômicas que totalizaram 35,1%, e uma porção de 58,4%, atribuída à participação das famílias.

TABELA 70 – INDICADORES HÍBRIDOS: VAB E PARTICIPAÇÃO NAS DESPESAS COM ÁGUA DE DISTRIBUIÇÃO E SERVIÇOS DE ESGOTO (GRANDES REGIÕES* – 2020)

Valor Adicionado Bruto (%)	N	NE	SE	S	CO
Participação do VAB da atividade Água e esgoto no VAB da economia	0,3	0,6	0,8	0,8	0,7
Participação nas despesas com água de distribuição e serviços de esgoto (%)	N	NE	SE	S	CO
Participação das atividades econômicas nas despesas com água de distribuição e serviços de esgoto	51,5	42,3	41,6	37,3	33,5
Agricultura, pecuária, produção florestal, pesca e aquicultura	0,1	1	0,1	0	0
Indústrias extrativas	0,4	0,2	0,3	0	0
Indústrias de transformação e construção	3,1	3,3	5,4	6,2	2,7
Eletricidade e gás	0,3	0,2	0,1	0,2	0,1
Água e esgoto	1,6	0,7	0,6	0,4	0,3
Demais atividades	45,9	37	35,1	30,5	30,3
Participação nas despesas com água de distribuição e serviços de esgoto (%)	N	NE	SE	S	CO
Participação das Famílias nas despesas com água de distribuição e serviços de esgoto	48,5	57,7	58,4	62,7	66,5

Notas:

* “N” – Nordeste; “NE” – Nordeste; “SE” – Sudeste; “S” – Sul; “CO” – Centro Oeste.

Fonte: IBGE/ANA/CEAA (2024a).

Analisando a eficiência no consumo de água na região Sudeste, exposta na Tabela 71, a agricultura e atividades correlatas apresentou um valor adicionado de R\$ 1,11 por metro cúbico, que aumenta para R\$ 9,98 ao excluir a água de origem edáfica (do solo). Em contraste, as indústrias extrativas, de transformação e construção apresentaram valores adicionados mais elevados, respectivamente R\$ 826,21 e R\$ 373,26 por metro cúbico. O setor de eletricidade e gás registrou um valor (R\$/m³) ainda mais alto, de R\$ 2.002,25 por metro cúbico, enquanto o setor de água e esgoto registrou R\$ 19,16 por metro cúbico. Destaca-se que as demais atividades atingiram uma relação de R\$ 41.639,11 por metro cúbico, contribuindo para a elevação da relação VAB por m³ do total das atividades econômicas da região, que registrou R\$ 38,68 por metro cúbico.

No que diz respeito à intensidade do consumo, na região Sudeste, a agricultura e atividades correlatas registrou 904,4 litros por real de VAB, que diminuiu para 100,2 litros/R\$ ao desconsiderar a água do solo. Água e esgoto tem uma relação de 52,2 litros por real adicionado. As indústrias extrativas (1,2 R\$/m³) de transformação e construção (2,7 R\$/m³), bem como o setor de eletricidade e gás (0,5 R\$/m³), apresentaram consumos mais baixos.

TABELA 71 – INDICADORES HÍBRIDOS: EFICIÊNCIA E INTENSIDADE DO CONSUMO DE ÁGUA (GRANDES REGIÕES* – 2018 A 2020)

Eficiência no Consumo da Água (R\$/m³)¹	N	NE	SE	S	CO
Agricultura, pecuária, produção florestal, pesca e aquicultura	2,31	2,23	1,11	1,53	1,23
Agricultura, pecuária, produção florestal, pesca e aquicultura (sem água do solo)	17,82	9,67	9,98	11,97	24,18
Indústrias extrativas	665,88	769,57	826,21	159,2	160,12
Indústrias de transformação e construção	1.137,80	156,68	373,26	706,09	197,11
Eletricidade e gás	1.556,49	891,31	2.002,25	926,9	6.942,09
Água e esgoto	7,67	7,4	19,16	20,42	23,58
Demais atividades	2.937,00	8.904,73	41.639,11	20.086,28	27.305,91
Total das atividades econômicas²	22,84	23,98	38,68	15,19	8,44
Intensidade do consumo de água (litros/R\$)³	N	NE	SE	S	CO
Agricultura, pecuária, produção florestal, pesca e aquicultura	433,4	447,8	904,4	653,7	812,7
Agricultura, pecuária, produção florestal, pesca e aquicultura (sem água do solo)	56,1	103,5	100,2	83,6	41,3
Indústrias extrativas	1,5	1,3	1,2	6,3	6,2
Indústrias de transformação e construção	0,9	6,4	2,7	1,4	5,1
Eletricidade e gás	0,6	1,1	0,5	1,1	0,1
Água e esgoto	130,3	135,2	52,2	49	42,4
Demais atividades	0,3	0,1	0	0	0
Total das atividades econômicas⁴	43,8	41,7	25,9	65,8	118,6

Notas:

* "N" – Nordeste; "NE" – Nordeste; "SE" – Sudeste; "S" – Sul; "CO" – Centro Oeste.

1 – "Eficiência do consumo de água: Indicador que calcula a razão entre o valor adicionado bruto de uma atividade econômica e o volume de água consumido por essa atividade em um determinado ano. Representa quantos reais de valor adicionado bruto são gerados por metro cúbico consumido de água em um determinado ano, expresso em R\$/m³".

2 – Valor da razão entre VAB total (R\$) por m³ total consumido.

3 – "Intensidade do consumo de água: Razão entre o volume consumido de água por determinada atividade econômica e o valor adicionado bruto gerado por essa atividade em um determinado ano. Representa a vazão consumida de água em litros por real de valor adicionado bruto gerado, expresso em litros/R\$".

4 – Valor da razão entre volume consumido total (m³) por VAB total (R\$).

Fonte: IBGE/ANA/CEAA (2024a).

Enquanto o consumo do setor de eletricidade e gás é de 0,5 litros por real adicionado (Tabela 71), este setor tem uma intensidade de uso de água de 37.788,6 litros por VAB (Tabela 72), refletindo que o processo de geração hidrelétrica demanda volumes significativos de água para seu funcionamento, mas não os consome. Da mesma forma, o setor de água e esgoto apresentou uma intensidade de uso de 1.119,3 litros por real adicionado.

Ao contrário, agricultura, pecuária, produção florestal, pesca e aquicultura, com ou sem água do solo, bem como as indústrias extrativas, de transformação e construção apresentam valores mais próximos entre consumo e o uso dos recursos hídricos (Tabela 71 e Tabela 72)³⁸.

³⁸ Os usos consuntivos da água são fatores relevante de estudo para a tomada de decisões da PNRH, seja para a compreensão dos coeficientes de retirada quanto para a precificação dos recursos hídricos. "Uso consuntivo: Uso

TABELA 72 – INDICADORES HÍBRIDOS: EFICIÊNCIA E INTENSIDADE DO CONSUMO DE ÁGUA (GRANDES REGIÕES* – 2018 A 2020)

Eficiência do uso de água (R\$/m³) ¹	N	NE	SE	S	CO
Agricultura, pecuária, produção florestal, pesca e aquicultura	0,87	1,3	0,69	0,86	0,61
Agricultura, pecuária, produção florestal, pesca e aquicultura (sem água do solo)	14,06	8,23	8,71	8,09	20,07
Indústrias extrativas	209,68	374,45	224,8	41,9	63,05
Indústrias de transformação e construção	347,38	101,52	199,43	214,04	106,78
Eletricidade e gás	0,04	0,15	0,03	0,09	0,03
Água e esgoto	0,3	0,51	0,89	0,84	0,71
Demais atividades	1.445,60	2.044,34	2.779,48	2.863,93	3.544,12
Total das atividades econômicas²	0,77	3,05	1,66	2,32	0,94
Intensidade do uso de água (litro/R\$) ³	N	NE	SE	S	CO
Agricultura, pecuária, produção florestal, pesca e aquicultura	1.153,00	769,2	1.449,30	1.168,40	1.631,50
Agricultura, pecuária, produção florestal, pesca e aquicultura (sem água do solo)	71,1	121,5	114,8	123,6	49,8
Indústrias extrativas	4,8	2,7	4,4	23,9	15,9
Indústrias de transformação e construção	2,9	9,9	5	4,7	9,4
Eletricidade e gás	25.148,90	6.670,40	37.788,60	11.071,50	37.421,80
Água e esgoto	3.389,40	1.962,00	1.119,30	1.196,00	1.406,20
Demais atividades	0,7	0,5	0,4	0,3	0,3
Total das atividades econômicas⁴	1.302,6	328,1	602,9	431,3	1.065,3

Notas:

* "N" – Nordeste; "NE" – Nordeste; "SE" – Sudeste; "S" – Sul; "CO" – Centro Oeste.

1 – "Eficiência do uso de água: Indicador que calcula a razão entre o valor adicionado bruto de uma atividade econômica e o volume de água usado por essa atividade em um determinado ano. Representa quantos reais de valor adicionado bruto são gerados por metro cúbico usado de água em um determinado ano, expresso em R\$/m³".

2 – Valor da razão entre VAB total (R\$) por m³ total utilizado.

3 – "Intensidade do uso de água: Indicador que calcula a razão entre o volume usado de água por determinada atividade econômica e o valor adicionado bruto gerado por essa atividade em um determinado ano. Representa a vazão usada de água em litros por real de valor adicionado bruto gerado, expresso em litros/R\$".

4 – Valor da razão entre volume utilizado total (litros) por VAB total (R\$).

Fonte: IBGE/ANA/CEAA (2024a).

Em última análise, as atividades econômicas tiveram um custo de distribuição de água e serviços de esgoto de R\$ 8,34 por metro cúbico, em contraste com o custo de R\$ 3,06 para as famílias, o que gerou um custo médio para a economia do Sudeste de R\$ 4,14 por metro cúbico, como observa-se na Tabela 73.

TABELA 73 – INDICADORES HÍBRIDOS: CUSTO COM ÁGUA DE DISTRIBUIÇÃO E SERVIÇOS DE ESGOTO (GRANDES REGIÕES – 2018 A 2020)

Custo com água de distribuição e serviços de esgoto (R\$/m³)	N	NE	SE	S	CO
Atividades econômicas	3,9	3,27	8,34	6,67	8,7

em que o volume de água captada possui parcela consumida no processo produtivo ou de suprimento de famílias e rebanhos e não retorna ao corpo d'água" IBGE/ANA/CEAA (2024b).

Custo com água de distribuição e serviços de esgoto (R\$/m ³)	N	NE	SE	S	CO
Famílias	2,34	3,31	3,06	4,08	4,43
Total da economia	2,94	3,3	4,14	4,76	5,29

Nota: “N” – Nordeste; “NE” – Nordeste; “SE” – Sudeste; “S” – Sul; “CO” – Centro Oeste.

Fonte: IBGE/ANA/CEAA (2024a).

Ainda com relação à gestão de recursos hídricos do Sudeste, na Tabela 74, é possível observar que a região dispunha em 2020 de 314.625 hm³ (hectômetros cúbicos) Total de Recursos Hídricos Renováveis (TRHR), com uma disponibilidade de 3.535 m³ por habitante ao ano. O Índice de Retirada (IR), que mede o volume captado em relação ao TRHR, situava-se em 47,3%. Já a Razão de Dependência (RD), que indica a proporção do volume de água recebido de outras regiões ou países, estava em 17,1%.

TABELA 74 – INDICADORES DE ESTOQUES (REGIÃO SUDESTE – 2020)

Indicadores de Estoque	Sudeste
Total de Recursos Hídricos Renováveis (TRHR) (hm ³) ¹	314.625
Total de Recursos Hídricos Renováveis (TRHR) <i>per capita</i> (m ³ /hab./ano) ²	3.535
Índice de Retirada (IR) – Volume captado como proporção do TRHR (%) ³	47,3
Razão de dependência (RD) – Volume de entradas de outros países e/ou regiões a montante como proporção de TRHR (%) ⁴	17,1

Notas*:

1 – Total de Recursos Hídricos Renováveis (TRHR) = RHRI + RHRE. “Soma dos recursos hídricos renováveis internos e externos ao território. Corresponde ao valor máximo de água disponível para um país em um período de referência”.

- Recursos Hídricos Renováveis Internos (RHRI): “Média anual das vazões em rios e recarga de aquíferos gerada pela precipitação interior ao território subtraído da evapotranspiração”.

- Recursos Hídricos Renováveis Externos (RHRE): “Parcela dos recursos hídricos renováveis de um país/’região’ que é compartilhada com países/’regiões’ vizinhos ou deles provém”.

2 – Total de Recursos Hídricos Renováveis (TRHR) *per capita*: “Razão entre o total de recursos hídricos renováveis e a população do território de referência em um determinado ano”.

3 – Índice de Retirada (IR): “Razão entre o volume total retirado pelas atividades econômicas (*exceto a retirada de água pelas hidroelétricas e pelo esgoto e atividades relacionadas*) e o total de recursos hídricos renováveis por ano”.

4 – Razão de Dependência: Razão entre o volume de Recursos Hídricos Renováveis Externos (RHRE) e o total de recursos hídricos renováveis.

*Fonte: Informações Técnicas (IBGE/ANA/CEAA, 2024b).

Fonte: IBGE/ANA/CEAA (2024a).

No panorama dos indicadores físicos, apresentados na Tabela 75, a retirada total de água foi atribuída exclusivamente às atividades econômicas, com o setor de eletricidade e gás dominante, responsável por 91,9% da retirada. A agricultura, pecuária, produção florestal, pesca e aquicultura também foram de 6,6% e água e esgoto de 1,3%.

As famílias não tiveram participação na retirada total de água, e sua participação no uso total foi mínima, de apenas 0,2% (Tabela 75). O retorno total de água ao meio ambiente foi novamente liderado pela eletricidade e gás, que contribuiu com 96,1% do retorno, refletindo o

ciclo não consuntivo de água utilizado na geração de energia hidrelétrica. A agricultura, pecuária, produção florestal, pesca e aquicultura registrou 2,6%, e o setor de água e esgoto 1,2% de retorno total para o meio ambiente.

Quanto ao consumo, a agricultura teve uma participação de 95,1% no consumo total das atividades econômicas, que, em geral, somaram 98,7%. As famílias representaram 1,3% do consumo total.

TABELA 75 - INDICADORES FÍSICOS: RETIRADA, USO, RETORNO E CONSUMO DE ÁGUA (REGIÃO SUDESTE - 2020)

Retirada total de água (%)	Sudeste
Participação das atividades econômicas na retirada total	99,99
Agricultura, pecuária, produção florestal, pesca e aquicultura	6,64
Indústrias extrativas	0,03
Indústrias de transformação e construção	0,13
Eletricidade e gás	91,92
Água e esgoto	1,27
Demais atividades	-
Participação das Famílias na retirada total	0,01
Uso total da água (%)	Sudeste
Participação das atividades econômicas no uso total da água	99,77
Agricultura, pecuária, produção florestal, pesca e aquicultura	6,61
Indústrias extrativas	0,03
Indústrias de transformação e construção	0,14
Eletricidade e gás	91,48
Água e esgoto	1,47
Demais atividades	0,04
Participação das Famílias no uso total da água	0,23
Retorno total para o meio ambiente (%)	Sudeste
Participação das atividades econômicas no retorno total	99,98
Agricultura, pecuária, produção florestal, pesca e aquicultura	2,61
Indústrias extrativas	0,02
Indústrias de transformação e construção	0,06
Eletricidade e gás	96,11
Água e esgoto	1,18
Demais atividades	0,00
Participação das Famílias no retorno total	0,01
Consumo total (%)	Sudeste
Participação das atividades econômicas no consumo total	98,71

Agricultura, pecuária, produção florestal, pesca e aquicultura	95,14
Consumo total (%)	Sudeste
Participação das atividades econômicas no consumo total	98,71
Indústrias extrativas	0,17
Indústrias de transformação e construção	1,72
Eletricidade e gás	0,03
Água e esgoto	1,58
Demais atividades	0,07
Participação das Famílias no consumo total	1,30

Fonte: IBGE/ANA/CEAA (2024a).

Além disso, o uso diário de água *per capita* pelas famílias foi de 144 litros, que registraram um índice de esgoto coletado em relação ao uso de água de 71,4% (Tabela 76). Estes são indicadores relevantes para o setor de distribuição de água e esgoto.

TABELA 76 – INDICADORES FÍSICOS: FAMÍLIAS (REGIÃO SUDESTE – 2020)

Famílias	Sudeste
Uso total da água pelas Famílias <i>per capita</i> por dia (Litros/hab./dia)	144
Índice de esgoto coletado das Famílias em relação ao uso de água (%)	71,4

Fonte: IBGE/ANA/CEAA (2024a).

As análises dos dados que seguem foram realizadas sobre a “Tabela de Recursos e Usos Híbrida – Recursos”, a “Tabela de Recursos e Usos Híbrida – Usos” e a “Tabela de Estoques”, disponíveis nas Contas Econômicas Ambientais da Água (IBGE/ANA/CEAA, 2024a), para os anos de 2018, 2019 e 2020.

No decorrer dos anos houve um incremento na utilização dos recursos hídricos pelas atividades econômicas, além de um aumento nas despesas de consumo final. No ano de 2018, o consumo intermediário e as despesas de consumo final somaram R\$ 5,999 trilhões para um uso total anual de água de 4.046.523 hm³. Sobre o consumo intermediário das atividades econômicas, o setor da agricultura, pecuária, produção florestal, pesca e aquicultura contribuiu com R\$ 278,399 bilhões, o setor de indústrias extrativas com R\$ 195,479 bilhões, a indústria da transformação e construção com R\$ 2,894 trilhões, eletricidade e gás com R\$ 202,045 bilhões, água e esgoto com R\$ 22,477 bilhões e demais atividades com R\$ 2,407 trilhões. O segmento de distribuição de água e serviços de esgoto registraram um consumo intermediário das atividades econômicas que alcançaram R\$ 17,002 bilhões e R\$ 8,799 bilhões, respectivamente. As despesas das famílias com distribuição de água foram de R\$ 25,632 bilhões e com serviços de esgoto de R\$ 13,516 bilhões.

Em 2019, houve um incremento no consumo intermediário e despesas de consumo final que totalizaram R\$ 6,385 trilhões, com contribuição da agricultura, pecuária, produção florestal,

pesca e aquicultura de R\$ 305,956 bilhões, da indústria extrativa de R\$ 219,629 bilhões e com a do setor de eletricidade e gás de R\$ 209,405 bilhões. O setor mais representativo foi a indústria da transformação e construção com R\$ 3,052 trilhões e o menos representativo água e esgoto com R\$ 24,497 bilhões. Demais atividades totalizaram R\$ 2,573 trilhões. O segmento de distribuição de água registrou um consumo intermediário das atividades econômicas de R\$ 19,304 bilhões e serviços de esgoto registrou de R\$ 10,140 bilhões. As despesas das famílias com distribuição de água foram de R\$ 27,461 bilhões e com serviços de esgoto de R\$ 14,697 bilhões. O uso total anual de água atingiu 4.170.414 hm³.

No ano de 2020, observou-se um aumento para R\$ 6,711 trilhões no total de consumo intermediário e despesas de consumo final. A agricultura, pecuária, produção florestal, pesca e aquicultura contribuíram com R\$ 361,288 bilhões, indústrias extrativas com R\$ 248,416 bilhões, indústria da transformação e construção com R\$ 3,300 trilhões, enquanto eletricidade e gás adicionaram R\$ 207,101 bilhões, água e esgoto R\$ 26,795 bilhões e demais atividades R\$ 2,568 trilhões. O segmento de distribuição de água registrou um consumo intermediário das atividades econômicas de R\$ 20,600 bilhões e serviços de esgoto registrou de R\$ 10,589 bilhões. As despesas com distribuição de água e serviços de esgoto das famílias alcançaram um total de R\$ 30,099 bilhões e R\$ 15,736 bilhões, respectivamente. O uso total anual de água, de consumo intermediário mais consumo final, marcou 4.157.826 hm³.

Especificamente na região Sudeste, o uso anual de água, com consumo intermediário mais consumo final, aumentou progressivamente de 1.949.809 hm³ em 2018 para 2.045.501 hm³ em 2020. A demanda intermediária mais significativa de uso total é do setor de eletricidade e gás que registrou 1.795.556 hm³, em 2018, e 1.871.238 hm³ em 2020.

Durante o período de 2018 a 2020, o Brasil registrou um crescimento no uso de água no consumo intermediário das atividades econômicas e nas despesas de consumo final. Em 2018, o consumo intermediário e as despesas finais totalizaram R\$ 5,999 trilhões, somando agricultura, pecuária, produção florestal, pesca e aquicultura, indústrias extrativas, indústria da transformação e construção, eletricidade e gás, água e esgoto e demais atividades. O consumo intermediário e as despesas finais com distribuição de água e serviços de esgoto totalizaram R\$ 42,634 bilhões e R\$ 22,316 bilhões, respectivamente. O uso total anual de água para o consumo intermediário e despesas finais dessas atividades naquele ano foi de 4.046.523 hm³. Em 2019, houve um aumento para 4.170.414 hm³, e em 2020, o montante cresceu para 4.157.826 hm³. A contribuição dos diversos setores e as despesas em água e esgoto também apresentaram crescimento. Tanto no Brasil quanto no Sudeste o maior destaque de consumo intermediário é do setor de eletricidade e gás. No Sudeste o setor variou de 1.795.556 hm³, em 2018, para 1.871.238 hm³, em 2020.

A oferta total de recursos produzidos pelas atividades econômicas no Brasil apresentou um incremento anual, iniciou a R\$ 12,010 trilhões em 2018, subindo para R\$ 12,741 trilhões em 2019, e chegou a R\$ 13,306 trilhões em 2020. Os setores de agricultura, pecuária, produção florestal, pesca e aquicultura tiveram contribuições crescentes nesses anos, com R\$ 587,866 bilhões em 2018, R\$ 616,516 bilhões em 2019 e R\$ 795,761 bilhões em 2020. A indústria extrativa participou com R\$ 356,548 bilhões (2018), com R\$ 402,446 bilhões (2019) e R\$ 442,031 bilhões (2020). A indústria da transformação e construção teve a participação mais significativa no total ofertado, nos anos de 2018 (R\$ 3,874 trilhões), 2019 (R\$ 4,064 trilhões) e 2020 (R\$ 4,381 trilhões). O setor de eletricidade e gás registrou R\$ 323,139 bilhões, R\$ 345,330 bilhões e R\$ 357,896 bilhões, em 2018, 2019 e 2020, respectivamente. Na oferta total do setor de água e esgoto estas atividades somaram R\$ 62,897 bilhões (2018), R\$ 69,538 bilhões (2019) e R\$ 74,981 bilhões (2020). Desmembrando o total da oferta de água e esgoto, separadamente, as despesas com a distribuição de água e serviços de esgoto atingiram, respectivamente, R\$ 40,879 bilhões e R\$ 21,480 bilhões em 2018; R\$ 44,994 bilhões e R\$ 23.997 bilhões em 2019; e R\$ 48,954 bilhões e R\$ 25,516 bilhões em 2020.

O volume total de água fornecido para o total das atividades econômicas apresentou uma oscilação, com 3.743.328 hm³ em 2018, 3.863.222 hm³ em 2019 e 3.844.762 hm³ em 2020. Especificamente na região Sudeste, o fornecimento de água foi de 1.865.214 hm³ em 2018, aumentou para 1.909.339 hm³ em 2019, e alcançou 1.953.298 hm³ em 2020. O setor de eletricidade e gás permaneceu como o principal usuário de água, seguido de agricultura, pecuária, produção florestal, pesca e aquicultura, água e esgoto, indústria da transformação e construção e indústrias extrativas. Os dados fornecidos pela ANA e pelo IBGE enfatizam a necessidade de uma gestão eficiente dos recursos hídricos, especialmente nos setores de alta demanda como agricultura, energia, água e esgoto, que são os principais setores usuários de água no país.

Ademais, os dados da dinâmica dos recursos hídricos na região Sudeste do Brasil mostram os volumes de retirada das atividades econômicas e das famílias. No total, foram retirados volumes da ordem de 1.939.905 hm³ em 2018, 1.987.390 hm³ em 2019 e 2.035.606 hm³ em 2019. O setor de eletricidade e gás é o maior usuário, seguido pela agricultura, pecuária, produção florestal, pesca e aquicultura, água e esgoto, indústria da transformação e construção, indústrias extrativas e famílias. Especificamente, eletricidade e gás retiraram 1.795.553 hm³ em 2018, 1.838.561 hm³ em 2019, e 1.871.235 hm³ em 2020. Já os setores ligados à agricultura contribuíram com 117.246 hm³, 120.683 hm³ e 1.871.235 hm³, respectivamente, nestes anos.

No Sudeste, quanto às famílias os dados também são detalhados para o fornecimento de água para distribuição e serviços de esgoto que foram R\$ 12,166 bilhões e R\$ 8,958 bilhões (2018),

R\$ 13,077 bilhões e 9,646 bilhões (2019), e R\$ 13,961 bilhões e R\$ 10,135 bilhões (2020). Quanto ao uso total, a retirada foi de 168 hm³ (2018), 166 hm³ (2019) e 164 hm³ (2020). Além disso, o uso doméstico de água foi de 4.662 hm³, 4.726 hm³ e 4.687 hm³ para os mesmos anos.

Para observação do estoque hídrico é importante observar as adições, que são: os retornos; as precipitações; e as entradas. A conta mais relevante para a dinâmica econômica é a dos retornos porque passam pelo uso das atividades produtivas. No Sudeste, o retorno de água ao meio ambiente foi de 1.850.994 hm³ em 2018, 1.894.444 hm³ em 2019 e 1.938.882 hm³ em 2020.

Quando se examina os Estoques de Água do Sudeste, em 2020, percebe-se que a região dispunha de um estoque inicial de águas superficiais e subterrâneas, incluindo reservatórios artificiais, rios, riachos e lagos, que totalizou um volume de 12.700.345 hm³. Ao longo do ano, a região beneficiou-se de retornos consideráveis, notadamente do setor de eletricidade e gás, hidroenergia e termoelétricas, que contribuiu com 1.867.920 hm³ ao estoque hídrico regional, principalmente devido ao ciclo da hidroenergia. A precipitação adicionou 1.175.692 hm³ aos recursos hídricos da região.

Ainda em 2020, entradas adicionais de água, provenientes de transferências inter-regionais e internacionais, somaram 2.317.095 hm³. Em contrapartida, a região teve saídas de 2.581.681 hm³ e 2.263.137 hm³ para outros recursos do território. A captação de água do meio ambiente por atividades econômicas foi de 2.015.785 hm³, entre as quais a agricultura, pecuária, produção florestal, pesca e aquicultura foram responsáveis por 135.092 hm³ e energia e gás de hidroenergia por 1.866.916 hm³. Os processos de evaporação e evapotranspiração contribuíram para a redução dos estoques em 915.025 hm³.

Após ajustes para todas as adições e reduções, incluindo outras variações que diminuiram o estoque em 76.904 hm³, o estoque final foi contabilizado em 12.696.427 hm³, na região Sudeste, em 2020. Em 2018, o estoque final foi de 12.724.014 hm³ e, em 2019, de 12.700.345 hm³.

O acompanhamento e monitoramento dos dados e informações da CEAA são importantes para a compreensão da dinâmica social e econômica da PNRH. O estudo contém elementos que norteiam decisões e explicitam a necessidade de detalhamento por bacia hidrográfica. Embora as CEAA não estejam desníveis por municípios, há dados de produção e vendas, bem como valor adicionado por município que ajudam na compreensão da dinâmica econômica local e uso dos recursos hídricos. Assim, torna-se relevante a realização de levantamento de dados sobre a atividade econômica municipal e da Região Hidrográfica VIII.

8.2 PRODUTO INTERNO BRUTO (PIB) E VALOR ADICIONADO BRUTO (VAB)

Sobre as análises do Produto Interno Bruto dos Municípios foram utilizados dados do Sistema IBGE de Recuperação Automática (IBGE/SIDRA, 2024a). Ao examinar a economia dos municípios do estado do Rio de Janeiro (ERJ), é possível notar um quadro de realidades econômicas distintas, moldado pelo Produto Interno Bruto (PIB). A parcela do PIB do município do Rio de Janeiro ascendeu a R\$ 359,634 bilhões em 2021 após uma retração no ano anterior (Tabela 77).

Vale observar o PIB é uma medida que representa o valor total de bens e serviços produzidos durante um determinado período. Ele é calculado somando-se o VAB com os impostos sobre produtos. O VAB é a diferença entre o valor dos produtos e o custo dos insumos utilizados na produção. Os impostos sobre produtos são adicionados ao VAB, uma vez que fazem parte do preço final pago pelos consumidores.

Na RH-VIII, o município de Macaé se destaca com seu PIB tendo variado de R\$ 15,103 bilhões em 2019 para R\$ 17,747 bilhões em 2021. Enquanto isso, a evolução econômica de Rio das Ostras mostrou um incremento de R\$ 7,745 bilhões em 2019 para R\$ 8,949 bilhões em 2021. Na sequência o PIB de Nova Friburgo registrou R\$ 5,360 bilhões (2019) e R\$ 6,325 bilhões (2021). Casimiro de Abreu passou de R\$ 2,062 em 2019 para R\$ 2,352 em 2021. Os PIBs mais baixos da região são de Carapebus e Conceição de Macabu. O PIB corrente de Carapebus cresceu de R\$ 453,285 milhões (2019) para R\$ 726,769 (2021) Já o município de Conceição de Macabu exibiu o menor valor do PIB partindo de R\$ 376,627 milhões em 2019, para R\$ 434,144 milhões em 2021.

TABELA 77 – PRODUTO INTERNO BRUTO (PIB), A PREÇOS CORRENTES (MIL REAIS), PARA O PERÍODO ENTRE 2017 E 2021

	2017	2018	2019	2020	2021
Brasil	R\$ 6.585.479.000,00	R\$ 7.004.141.000,00	R\$ 7.389.131.000,00	R\$ 7.609.597.000,00	R\$ 9.012.142.000,00
ERJ	R\$ 671.605.668,00	R\$ 758.859.047,00	R\$ 779.927.917,00	R\$ 753.823.711,00	R\$ 949.300.770,00
Rio de Janeiro	R\$ 337.675.255,00	R\$ 363.403.233,00	R\$ 354.932.611,00	R\$ 331.471.515,00	R\$ 359.634.753,00
Total RH-VIII	R\$ 28.057.679,00	R\$ 32.335.159,00	R\$ 31.100.022,00	R\$ 29.825.976,00	R\$ 36.534.102,00
Municípios da RH-VIII					
Carapebus	R\$ 368.299,00	R\$ 521.794,00	R\$ 453.285,00	R\$ 439.157,00	R\$ 726.769,00
Casimiro de Abreu	R\$ 1.371.161,00	R\$ 2.187.857,00	R\$ 2.062.389,00	R\$ 1.582.755,00	R\$ 2.352.168,00
Conceição de Macabu	R\$ 321.641,00	R\$ 355.204,00	R\$ 376.627,00	R\$ 420.666,00	R\$ 434.144,00
Macaé	R\$ 15.378.420,00	R\$ 15.435.162,00	R\$ 15.102.699,00	R\$ 15.357.697,00	R\$ 17.747.016,00
Nova Friburgo	R\$ 5.015.569,00	R\$ 5.243.798,00	R\$ 5.359.697,00	R\$ 5.683.088,00	R\$ 6.324.935,00
Rio das Ostras	R\$ 5.602.589,00	R\$ 8.591.344,00	R\$ 7.745.325,00	R\$ 6.342.613,00	R\$ 8.949.070,00

Nota: O valor apresentado deve ser multiplicado por mil para se obter o valor final do PIB.

Fonte: SIDRA/IBGE, Tabela 5938 (2024).

Na Tabela 78, apresenta-se uma visão macroeconômica que relaciona o peso da participação setorial de cada município com o PIB do ERJ em relação à economia brasileira. Este panorama permite discernir o papel e a relevância regional na composição do produto interno do país, abrangendo setores da agropecuária, indústria, serviços e administração. Já o segundo conjunto de dados ajusta o foco e toma por base a performance dos municípios estudados frente o ERJ, destacando o peso econômico de cada setor dentro dos limites estaduais. Desvela-se, então, a contribuição municipal particular para a economia estadual, e se proporciona *insights* para o direcionamento de políticas públicas e iniciativas de desenvolvimento regional. Por fim, a terceira parte da Tabela 78 nos leva ao nível dos municípios, e examina a composição setorial do VAB de cada um dentro da totalidade dos municípios observados. Esta análise localizada revela os setores econômicos mais representativos de cada município.

No contexto nacional, em 2021, entre os municípios, o Rio de Janeiro se destacou com uma participação de 3,63% no Produto Interno Bruto (PIB) total do Brasil, sendo sua maior contribuição advindo dos setores de administração pública (4,67%) e serviços (4,54%). O município é seguido por Macaé e Rio das Ostras, que têm por destaques setores de indústria a 0,28% e 0,21%, e administração pública a 0,27% e 0,12%, respectivamente. Analisando o impacto sobre o PIB estadual, observa-se que o Rio de Janeiro participou com 34,19% do total, com contribuições nos setores de indústria (15,61%) e serviços (47,08%). Enquanto Macaé se sobressaiu na indústria, com 1,89% do PIB estadual, assim como se destacou no mesmo setor no nível municipal, com 45,79% da composição do Valor Adicionado Bruto (VAB) da região estudada. Nova Friburgo se destacou na administração pública (22,00%) e Rio das Ostras na indústria (35,22%) e administração pública (20,90%), enquanto Carapebus e Casimiro de Abreu têm 2,81% e 9,70% na indústria, por essa ordem.

TABELA 78 – VALOR ADICIONADO BRUTO (VAB): PARTICIPAÇÃO SETORIAL POR PESO REGIONAL

VAB 2021 – BRASIL	Total*	Agropecuária	Indústria	Serviços	Administração Pública
ERJ	10,63%	0,74%	14,68%	9,65%	11,94%
Carapebus	0,01%	0,00%	0,02%	0,00%	0,02%
Casimiro de Abreu	0,03%	0,00%	0,06%	0,02%	0,04%
Conceição de Macabu	0,01%	0,00%	0,00%	0,00%	0,02%
Macaé	0,19%	0,01%	0,28%	0,16%	0,27%
Nova Friburgo	0,07%	0,02%	0,04%	0,08%	0,13%
Rio das Ostras	0,11%	0,00%	0,21%	0,07%	0,12%
Rio de Janeiro	3,63%	0,02%	2,29%	4,54%	4,67%

VAB 2021 – ERJ	Total**	Agropecuária	Indústria	Serviços	Administração Pública
Carapebus	0,09%	0,30%	0,12%	0,04%	0,14%
Casimiro de Abreu	0,28%	0,31%	0,40%	0,17%	0,31%
Conceição de Macabu	0,05%	0,49%	0,01%	0,04%	0,14%
Macaé	1,83%	1,73%	1,89%	1,62%	2,25%
Nova Friburgo	0,69%	2,98%	0,26%	0,84%	1,09%
Rio das Ostras	1,02%	0,33%	1,46%	0,69%	1,04%
Rio de Janeiro	34,19%	2,54%	15,61%	47,08%	39,13%

VAB 2021 – TOTAL RH-VIII	Total**	Agropecuária	Indústria	Serviços	Administração Pública
Carapebus	2,17%	4,97%	2,81%	1,19%	2,75%
Casimiro de Abreu	7,00%	5,03%	9,70%	4,94%	6,21%
Conceição de Macabu	1,22%	7,95%	0,13%	1,18%	2,88%
Macaé	46,23%	28,16%	45,79%	47,57%	45,26%
Nova Friburgo	17,47%	48,58%	6,36%	24,74%	22,00%
Rio das Ostras	25,91%	5,31%	35,22%	20,38%	20,90%
Rio de Janeiro	864,67%	41,49%	377,71%	1.385,87%	786,49%

Notas: * Percentual do VAB em relação ao VAB do Brasil.

** Percentual do VAB em relação ao VAB do ERJ.

*** Percentual do VAB em relação ao VAB total da RH-VIII.

Fonte: SIDRA/IBGE, Tabela 5938. Tabulado pela RHA (2024).

Na 79 estão disponíveis os valores do PIB e do VAB para o Brasil e o ERJ, bem como para os municípios da RH-VIII e o município do Rio de Janeiro em particular. O VAB está indicado para os setores da economia, expresso em mil reais e em porcentagem. Em 2021, o estado do Rio de Janeiro registrou um Valor Adicionado Bruto (VAB) de R\$ 280,310 bilhões (79), enquanto a Região Hidrográfica VIII somou R\$ 32,418 bilhões. Em ordem os municípios mais representativos da região são Macaé, Rio das Ostras, Nova Friburgo, Casimiro de Abreu, Carapebus e Conceição de Macabu.

Por sua vez, o cenário econômico na capital é marcado pelo predomínio dos serviços. Com um Valor Adicionado Bruto (VAB) de R\$ 280,310 bilhões, o setor de serviços responde por R\$ 177,541 bilhões, equivalente a 63,34% do total. A administração pública e a indústria também têm presenças significativas, com 20,32% e 16,30% respectivamente, e a agropecuária com 0,04%, desempenha um papel complementar na diversificação produtiva.

A agropecuária tem as menores participações percentuais de VAB para todos os municípios da região. A indústria é destaque para Rio das Ostras, Casimiro de Abreu e Carapebus. Já serviços predomina em Macaé e Nova Friburgo. Em Conceição de Macabu a participação do setor público predomina no município sendo superior às atividades econômicas, as quais tendem a aumentar o PIB e o VAB do sistema econômico.

No conjunto, o VAB da RH VIII é menor que o do município do Rio de Janeiro, somando um total de R\$ 32,418 bilhões, tem a maior participação de serviços (39,52%), seguido da indústria com 37,31%, da administração pública com 22,34% e agropecuária com 0,83%.

A distribuição do VAB de Macaé revela uma relativa paridade entre indústria e serviços, que contribuem com 36,95% e 40,67%, respectivamente, para o VAB de R\$ 14,986 bilhões, enquanto a administração pública apresenta uma participação de 21,88%. A agropecuária, ocupa 0,50% do VAB.

O setor industrial no município de Rio das Ostras constitui a maior parcela do seu VAB e totalizou R\$ 4,260 bilhões, em 2021, o que representa 50,72% do total de R\$ 8,398 bilhões, conforme observado na 79. Este é seguido pelos setores de serviços e administração pública, que contribuem com 31,08% e 18,03%, respectivamente, e a agropecuária, com 0,17%.

Nova Friburgo se destaca com um VAB dominado pelos serviços, que totalizam 55,97%, seguido pela administração pública (28,15) e pela indústria (13,58). A agropecuária, com 2,30%, reflete a relevância da área rural e das atividades agrícolas tradicionais para a economia local.

A estrutura econômica de Casimiro de Abreu é notavelmente sustentada pela indústria, com uma participação de 51,69% no VAB. Os serviços, contribuindo com 27,89%, e a administração pública com 19,82%, mostram o peso da diversidade de atividades econômicas no município. A agropecuária, contribuindo com 0,59%, ainda que menos representativa, é uma atividade tradicional que adiciona à base econômica para o consumo de água do município.

Em contraste, a composição econômica de Carapebus é liderada pela indústria, que responde por 48,20% do seu VAB de R\$ 704,705 milhões, sendo um indicativo da especialização regional. A administração pública também apresenta uma participação considerável, com 28,26%, vide 79. Os serviços (21,65) e a agropecuária (1,89), embora representem porções menores, são essenciais para a integridade econômica do município.

Já a administração pública assume o papel de maior contribuinte no VAB de Conceição de Macabu, com 52,58%. Os serviços, com 38,08%, e a agropecuária, com 5,37%, refletem o caráter diverso da economia do município, com uma participação menor da indústria de 3,97% (79).

Considerando a relevância das atividades econômicas descritas na Tabela 78 e na 79, e o perfil de consumo de água para cada uma delas, conforme mencionado anteriormente, aprofunda-se a necessidade de investigar as repercussões que alterações no valor cobrado pelo uso de recursos hídricos poderiam ter nos municípios estudados.

Sendo assim, nas próximas sessões serão tratados dados que representem a economia dos principais setores consumidores de água na RH-VIII, agropecuária, saneamento, com o setor de água e esgoto, bem como o setor de eletricidade e gás, com as termoelétricas, a fim de expor com maior detalhamento as necessidades de cada município em face de suas demandas e produção. Essas informações reforçam a necessidade de manter práticas responsáveis e preços equitativos que assegurem a disponibilidade hídrica e a continuidade das atividades produtivas.

TABELA 79 – PRODUTO INTERNO BRUTO (PIB) E VALOR ADICIONADO BRUTO (VAB), EM MIL REAIS E PERCENTUAL, POR MUNICÍPIO (2021)

	PIB TOTAL	VAB									
		TOTAL		AGROPECUÁRIA		INDÚSTRIA		SERVIÇOS		ADMINISTRAÇÃO	
	Mil R\$	Mil R\$	%	Mil R\$	%	Mil R\$	%	Mil R\$	%	Mil R\$	%
Brasil	9.012.142.000,00	7.713.999.000,00	100	591.085.000,00	7,66	1.993.799.000,00	25,85	3.910.159.000,00	50,69	1.218.956.000,00	15,8
ERJ	949.300.770,00	819.846.104,00	100	4.375.468,00	0,53	292.743.438,00	35,71	377.139.325,00	46	145.587.873,00	17,76
Rio de Janeiro	359.634.753,00	280.310.329,00	100	111.267,00	0,04	45.685.982,00	16,3	177.541.096,00	63,34	56.971.984,00	20,32
Total RH-VIII	36.534.102,00	32.418.295,00	100	268.152,00	0,83	12.095.483,00	37,31	12.810.821,00	39,52	7.243.839,00	22,34
Municípios da RH-VIII											
Carapebus	726.769,00	704.705,00	100	13.339,00	1,89	339.637,00	48,2	152.594,00	21,65	199.135,00	28,26
Casimiro de Abreu	2.352.168,00	2.269.890,00	100	13.479,00	0,59	1.173.402,00	51,69	633.043,00	27,89	449.966,00	19,82
Conceição de Macabu	434.144,00	396.901,00	100	21.308,00	5,37	15.761,00	3,97	151.147,00	38,08	208.684,00	52,58
Macaé	17.747.016,00	14.986.264,00	100	75.525,00	0,5	5.538.025,00	36,95	6.094.437,00	40,67	3.278.277,00	21,88
Nova Friburgo	6.324.935,00	5.662.061,00	100	130.267,00	2,3	768.817,00	13,58	3.169.034,00	55,97	1.593.943,00	28,15
Rio das Ostras	8.949.070,00	8.398.474,00	100	14.234,00	0,17	4.259.841,00	50,72	2.610.566,00	31,08	1.513.834,00	18,03

Fonte: SIDRA/IBGE (2024a), Tabela 5938. Tabulado pela RHA (2024).

8.3 RECEITAS DO ESTABELECIMENTO AGROPECUÁRIO E OUTRAS RENDAS DO PRODUTOR AGROPECUÁRIO

Ao avaliar as receitas dos estabelecimentos agropecuários de 2017, na Tabela 80 observa-se que município de Macaé, que reporta R\$ 60.467 mil em receitas totais, evidencia a geração de receita na categoria de animais e seus produtos, contabilizando R\$ 29.779 mil desse total. Além disso, Macaé registra receitas advindas de outras atividades, que somam R\$ 19.993 mil, refletindo a diversidade das fontes de renda na região.

Nova Friburgo apresenta uma soma total de R\$ 145.234 mil em receitas, com a produção de vegetais contribuindo com R\$ 108.660 mil. Ainda nesse município, outras receitas do estabelecimento como desinvestimentos e serviço de turismo rural, atingem R\$ 2.548 mil e R\$ 359 mil, respectivamente, segundo os dados da Tabela 80. As cifras indicam uma economia robusta e variada, com múltiplos fluxos de receita.

Em Carapebus, as receitas totalizam R\$ 19.883 mil, e percebe-se que as receitas de produção animal são responsáveis por R\$ 9.191 mil, como visto na Tabela 80. Nota-se ainda a presença de R\$ 20 mil em receitas oriundas de programas dos governos, apontando para um entrosamento entre as políticas públicas e a economia local. Casimiro de Abreu registra uma receita total de R\$ 19.756 mil, e exibe um perfil de receitas dividido de forma mais homogênea entre produtos vegetais e animais, com contribuições de R\$ 2.503 mil e R\$ 8.599 mil, respectivamente. Receitas de outras atividades fora do estabelecimento somam R\$ 6.489 mil, demonstrando uma composição diversificada de renda agropecuária.

Conceição de Macabu, por sua parte, tem uma receita total de R\$ 17.731 mil, com a produção de animais e seus produtos representando R\$ 12.228 mil. Ressalta-se também a receita de R\$ 1.644 mil proveniente de aposentadorias ou pensões, destacando-se como uma fonte de renda adicional para os produtores locais.

Já Rio das Ostras apresenta R\$ 12.046 mil em receitas totais, com uma contribuição de R\$ 5.700 mil proveniente da produção de animais e seus produtos. A cidade conta ainda com receitas de R\$ 5.292 mil oriundas de outras atividades do produtor, indicando a existência de outras fontes de receitas além da produção direta agropecuária.

Finalmente, a cidade do Rio de Janeiro, com receitas totais de R\$ 59.196 mil, apresenta um quadro mais diversificado, com receitas da produção de vegetais em R\$ 34.691 mil e de animais e seus produtos em R\$ 8.141 mil. Estes dados, apresentados na Tabela 80, permitem a identificação de padrões de renda e potenciais áreas para intervenção estratégica sem a necessidade de qualificações. A análise sugere que o desenvolvimento econômico agropecuário do estado do Rio

de Janeiro se beneficia de uma abordagem diferenciada para cada município, levando em consideração suas receitas individuais e categorias específicas de produção.

Ressalta-se ainda que, na Tabela 80, algumas receitas não foram apresentadas, como aqueles referentes ao prêmio PROAGRO e prêmio Safra. Isso ocorreu por não estarem contempladas na Região Hidrográfica Macaé e das Ostras.

TABELA 80 – VALOR DAS RECEITAS OU RENDAS OBTIDAS PELOS ESTABELECIMENTOS AGROPECUÁRIOS, EM MIL REAIS (2017)

	Brasil	ERJ	Rio de Janeiro	Total RH-VIII ¹	Municípios da RH-VIII					
					Carapebus	Casimiro de Abreu	Conceição de Macabu	Macaé	Nova Friburgo	Rio das Ostras
Total²	493.160.288	3.984.195	59.196	275.117	19.883	19.756	17.731	60.467	145.234	12.046
Receitas da produção do estabelecimento	404.552.435	2.770.579	43.970	201.538	10.524	12.225	14.197	40.160	117.759	6.673
Receitas da produção do estabelecimento - produtos vegetais	246.850.770	1.182.184	34.691	122.428	787	2.503	1.676	8.479	108.660	323
Receitas da produção do estabelecimento - animais e seus produtos	46.870.896	1.502.395	8.141	73.928	9.191	8.599	12.228	29.779	8.431	5.700
Receitas da produção do estabelecimento - Produtos da agroindústria	10.830.769	85.999	1.138	5.184	546	1.123	293	1.903	668	651
Outras receitas do estabelecimento	9.112.323	85.304	1.346	5.772	130	1.043	1.085	314	3.120	80
Outras receitas do estabelecimento - desinvestimentos	4.333.344	28.174	X	3.923	54	X	1.076	245	2.548	X
Outras receitas do estabelecimento - serviço de turismo rural	136.280	10.107	X	569	X	210	X	X	359	X
Outras receitas do estabelecimento - exploração mineral	210.972	14.227	-	-	-	X	-	-	-	-
Outras receitas do estabelecimento - atividade de artesanato, tecelagem etc.	60.250	829	X	61	3	X	-	9	42	7
Outras receitas do estabelecimento - outras receitas do estabelecimento	4.371.477	31.967	1.266	193	X	22	X	X	171	X
Outras receitas do produtor	79.495.531	1.128.312	13.881	67.807	9.229	6.489	2.449	19.993	24.355	5.292
Outras receitas do produtor - recursos de aposentadorias ou pensões	35.252.770	441.347	6.200	26.092	2.254	2.332	1.644	8.121	10.155	1.586
Outras receitas do produtor - rendas obtidas em atividades fora do estabelecimento	41.311.810	678.022	7.665	39.656	6.956	4.143	763	11.744	12.353	3.697
Outras receitas do produtor - recebimento do Programa Nacional de Habitação Rural Minha Casa Minha Vida	123.846	650	-	-	-	-	X	X	X	-
Outras receitas do produtor - recebimento de pagamento por serviços ambientais (Bolsa Verde e Programas Estaduais)	31.500	407	-	-	-	-	-	X	X	-
Outras receitas do produtor - provenientes de programas dos Governos (federal, estadual ou municipal)	2.476.007	7.328	16	1.855	20	14	X	X	1.812	9

Notas: 1 – A coluna da RH-VIII foi tabulada pela RHA e apresenta a soma dos municípios dessa região; 2 – O Total não equivale à soma da coluna e é um valor apresentado pelo IBGE. - “X” se refere a valores inibidos para não identificar o informante; “-” se refere a um zero absoluto, não resultante de um cálculo ou arredondamento.

Fonte: SIDRA/IBGE, Tabela 6901 (2024b).

8.4 SETOR AGROPECUÁRIO – PECUÁRIA

No que tange o destaque do setor agropecuário brasileiro, os dados mostraram, em 2017, um total de 1.637.459.361 unidades de cabeças, e o estado do Rio de Janeiro (ERJ) contribuiu com uma parcela de 13.446.577 unidades. Conforme apresentado na Tabela 81, os bovinos, com uma contagem nacional de 172.719.164 cabeças, tiveram no ERJ uma contribuição de 1.982.295 cabeças, apresentando a participação econômica da bovinocultura na região. Macaé registrou uma contribuição nesse setor de 74.443 unidades.

Quanto aos suínos, a produção nacional atingiu 39.346.192 cabeças, em 2017, correspondendo a um valor financeiro de R\$ 11,502 bilhões (Tabela 82). O ERJ apresentou 66.598 suínos, que representou R\$ 11,313 milhões. Em Carapebus, em Macaé e em Nova Friburgo, o quantitativo foi de 1.279, 1.348 e 4.150 suínos, respectivamente, com valores monetários de R\$ 259 mil, R\$ 248 mil e R\$ 939 mil. A avicultura destaca-se em Nova Friburgo com 18.043 aves, em Macaé com 19.675 e em Carapebus com 34.855 unidades, em 2017.

Os caprinos, somaram 15.676 cabeças no ERJ, equivalendo a R\$ 1,085 milhões, os ovinos totalizaram 24.286 unidades com R\$ 1,413 milhões, conforme a Tabela 81 e a Tabela 82. A produção de equinos se destacou em Macaé, 2.409 cavalos, e a cunicultura³⁹ em Nova Friburgo, com 594 coelhos e um valor monetário correspondente de R\$ 14 mil.

Os muares com uma representação monetária de R\$ 665 mil no ERJ, aponta para a existência de mercados especializados dentro da pecuária, onde atividades específicas possuem seu espaço econômico, mesmo que em menor escala.

³⁹ Cunicultura – criação de coelhos.

TABELA 81 – PECUÁRIA: NÚMERO DE CABEÇAS (2017)

	Brasil	ERJ	Rio de Janeiro	Total RH-VIII ¹	Municípios da RH-VIII					
					Carapebus	Casimiro de Abreu	Conceição de Macabu	Macaé	Nova Friburgo	Rio das Ostras
Total²	1.637.459.361	13.446.577	24.329	277.979	56.236	32.176	32.100	101.738	30.586	25.143
Bovinos	172.719.164	1.982.295	4.080	150.590	15.793	21.391	22.239	74.443	4.821	11.903
Bubalinos	950.173	5.520	X	-	-	X	-	-	X	X
Equinos	4.236.062	82.958	1.607	6.643	1.134	1.073	530	2.409	905	592
Asininos	376.874	540	-	36	X	-	X	36	X	-
Muare	615.498	4.628	21	423	30	15	29	322	27	X
Caprinos	8.260.607	15.676	397	910	182	26	X	152	472	78
Ovinos	13.789.345	24.286	369	3.637	1.181	544	213	756	X	943
Suínos	39.346.192	66.598	919	9.106	1.279	465	910	1.348	4.150	954
Galinhas, galos, frangas, frangos e pintos	1.362.253.509	11.018.235	15.752	94.710	34.855	5.977	7.070	19.675	18.043	9.090
Codornas	15.281.681	150.149	X	630	80	X	227	130	193	X
Patos, gansos, marrecos, perdizes e faisões	3.779.132	73.466	720	6.955	1.316	643	622	2.161	1.075	1.138
Perus	15.636.988	6.357	18	977	325	34	58	213	133	214
Avestruzes	13.791	78	X	-	-	X	-	X	-	-
Coelhos (cunicultura)	200.345	15.791	93	721	X	-	127	X	594	-

Notas:

1 - A coluna da RH-VIII foi tabulada pela RHA e apresenta a soma dos municípios dessa região.

2 - O Total não equivale à soma da coluna e é um valor apresentado pelo IBGE.

- "X" se refere a valores inibidos para não identificar o informante; "-" se refere a um zero absoluto, não resultante de um cálculo ou arredondamento.

- Bovinos (gados, bois); Bubalinos (búfalos); Equinos (cavalos); Asininos (asnos, jumentos); Muare (burros, mulas); Caprinos (cabras); Ovinos (ovelhas); Suínos (porcos).

Fonte: SIDRA/IBGE, Tabela 9249 (2024b).

TABELA 82 – VALOR DA VENDA DE CABEÇAS NOS ESTABELECIMENTOS AGROPECUÁRIOS, EM MIL REAIS (2017)

	Brasil	ERJ	Rio de Janeiro	Total RH-VIII ¹	Municípios da RH-VIII					
					Carapebas	Casimiro de Abreu	Conceição de Macabu	Macaé	Nova Friburgo	Rio das Ostras
Muare**	35.843	665	-	0	-	-	-	X	-	-
Suínos	11.501.854	11.313	160	1.949	259	133	139	248	939	231
Caprinos	292.895	1.085	98	79	5	X	X	20	38	16
Ovinos	639.567	1.413	30	219	84	23	X	62	6	44
Codornas	14.377	256	-	0	-	-	-	-	-	-
Coelhos (cunicultura)	3.748	606	1	15	-	-	1	0	14	-

Notas:

1 – A coluna da RH-VIII foi tabulada pela RHA e apresenta a soma dos municípios dessa região.

* “X” se refere a valores inibidos para não identificar o informante; “-” se refere a um zero absoluto, não resultante de um cálculo ou arredondamento.

**Muare (burros, mulas); Caprinos (cabras); Ovinos (ovelhas); Suínos (porcos).

Fonte: SIDRA/IBGE, Tabela 9261, 9263, 9265, 9267, 9268, 9269 (2024b).

8.5 AGROPECUÁRIA: LAVOURAS TEMPORÁRIAS

Na Tabela 83, é observado valor da produção das lavouras temporárias no Brasil, no estado do Rio de Janeiro (ERJ), na RH-VIII como um todo e nos municípios que integram a RH-VIII. No ano de 2017, o valor da produção das lavouras temporárias no Brasil alcançou a marca de R\$ 236,985 bilhões. O estado do Rio de Janeiro teve uma contribuição de R\$ 515,126 milhões.

Menciona-se que algumas culturas não foram apresentadas por não constarem do território da RH-VIII, como algodão herbáceo, alho, amendoim em casca, aveia branca em grão, cebola, centeio em grão, cevada em casca, colza (canola), ervilha em grão, fava em grão, fumo em folha seca, gergelim (semente), juta (fibra), linho (fibra), malva (fibra), mamona, rami (fibra), soja em grão, sorgo vassoura, trigo em grão, trigo preto em grão, triticale em grão, sementes de algodão (produzidas para plantio), sementes de soja (produzidas para plantio), sementes de trigo (produzidas para plantio) e sementes de forrageiras (produzidas para plantio).

Evidencia-se que a produção do município do Rio de Janeiro alcançou um total de R\$ 5,167 milhões, sendo que mandioca representou, em 2017, a maior parcela deste valor, totalizando R\$ 4,683 milhões. A cana-de-açúcar também esteve presente na produção no município, atingindo R\$ 388 mil.

Observando mais detalhadamente, entre os menores valores da produção estão os municípios de Carapebus, Conceição de Macabu e Casimiro de Abreu tiveram um total de R\$ 1,260 milhões, R\$ 1,495 e R\$ 1,807 milhões, respectivamente. O município de Carapebus mostrou uma concentração de valor na cana-de-açúcar, com R\$ 808 mil, enquanto a produção de abóbora, moranga, jerimum totalizaram R\$ 163 mil e mandioca alcançou R\$ 161 mil. Em Casimiro de Abreu, a mandioca se destacou com um valor de produção de R\$ 850 mil. Entre os outros destaques de Casimiro de Abreu estão: milho em grão (R\$ 447 mil), forrageiras para corte (R\$ 253 mil) e milho forrageiro (R\$101 mil). Conceição de Macabu registrou R\$ 151 mil de cana forrageira, R\$ 336 mil provenientes da mandioca e R\$ 825 mil da cana-de-açúcar.

Macaé tem a maior produção de lavouras temporárias entre os municípios da RH-VIII totalizando de R\$ 10,024 milhões. A produção de mandioca foi de R\$ 817 mil, de forrageiras para corte foi R\$ 944 mil, de arroz em casca foi R\$ 1,208 milhão, de feijão preto em grão foi R\$ 1,416 milhão e de milho em grão foi R\$ 1,767 milhão. O destaque do município é a produção de Cana-de-Açúcar que foi de R\$ 3,168 milhões.

A produção agrícola de Nova Friburgo foi marcada por R\$ 1,023 milhão advindos de mandioca. Por fim, Rio das Ostras teve uma produção de lavouras temporárias de R\$ 4,341 milhões, sendo a cana-de-açúcar o principal produto, com um valor de produção de R\$ 3,899 milhões.

Os dados revelam a diversidade da produção agrícola na região. O abacaxi, por exemplo, gerou R\$ 773,858 milhões em nível nacional, com o estado do Rio de Janeiro contribuindo com R\$ 88,990 milhões. A cultura da abóbora, moranga e jerimum registrou R\$ 366,010 milhões no Brasil e R\$ 6,142 milhões oriundos do ERJ.

A produção de cana-de-açúcar é notável no país, com R\$ 48,827 bilhões produzidos, e teve uma participação do estado do Rio de Janeiro que somou R\$ 265,266 milhões. Especificamente, o município de Rio de Janeiro teve uma produção de R\$ 388 milhões de cana-de-açúcar, inferior à RH-VIII.

Milho em grão teve uma produção nacional de R\$ 34,251 bilhões, sendo que o estado do Rio de Janeiro participou com R\$ 7,313 milhões e a RH-VIII com R\$ 2,535 milhões. Arroz em casca registrou R\$ 8,569 bilhões no país, R\$ 1,351 no estado do Rio de Janeiro e R\$ 1,208 milhões na RH-VIII. A mandioca teve uma produção nacional de R\$ 6,248 bilhões, sendo R\$ 97,750 milhões provenientes do estado do Rio de Janeiro, onde o município de Rio de Janeiro registrou com R\$ 4,683 milhões e a RH-VIII 3,281 milhões.

Estes números refletem a importância da agricultura temporária para a economia nacional e regional, mostrando a variabilidade e a riqueza da produção agrícola no Brasil e, mais especificamente, no estado do Rio de Janeiro e seus municípios.

TABELA 83 – VALOR DA PRODUÇÃO DAS LAVOURAS TEMPORÁRIAS, EM MIL REAIS (2017)

	Brasil	ERJ	Rio de Janeiro	Total RH-VIII ¹	Municípios da RH-VIII					
					Carapebus	Casimiro de Abreu	Conceição de Macabu	Macaé	Nova Friburgo	Rio das Ostras
Total²	236.984.993	515.126	5.167	21.115	1.260	1.807	1.495	10.024	2.188	4.341
Abacaxi	773.858	88.990	X	8	1	X	2	5	X	X
Abóbora, moranga, jerimum	366.010	6.142	25	506	163	46	65	132	86	14
Arroz em casca	8.568.600	1.351	-	1.208	-	-	-	1208	-	-
Batata-inglesa	1.743.694	395	-	117	-	-	-	-	117	-
Cana-de-açúcar	48.827.484	265.266	388	8.790	808	77	825	3168	13	3.899
Feijão preto em grão	785.213	3.075	1	1.612	12	10	6	1416	118	50
Feijão de cor em grão	2.567.905	584	0	102	8	7	1	40	24	22
Feijão fradinho em grão	807.165	1.508	6	72	19	6	8	15	24	X
Feijão verde	129.926	123	X	20	-	-	X	7	13	-
Mandioca (aipim, macaxeira)	6.248.928	97.750	4683	3.281	161	850	336	817	1.023	94
Melancia	531.981	162	-	14	8	-	-	6	-	-
Milho em grão	34.250.904	7.313	6	2.535	72	447	51	1767	21	177
Tomate rasteiro (industrial)	583.632	1.716	X	338	-	-	X	-	338	-
FORAGEIRAS PARA CORTE	260.555	7.907	24	1.226	X	253	X	944	14	15
Cana forrageira	502.571	14.295	-	253	3	X	151	70	22	7
Milho forrageiro	3.752.286	12.627	-	569	4	101	35	428	1	X
Outros produtos	666.425	4.952	-	44	X	2	X	1	X	41

Notas:

1 – A coluna da RH-VIII foi tabulada pela RHA e apresenta a soma dos municípios dessa região.

2 – O Total não equivale à soma da coluna e é um valor apresentado pelo IBGE.

- "X" se refere a valores inibidos para não identificar o informante; "-" se refere a um zero absoluto, não resultante de um cálculo ou arredondamento.

Fonte: SIDRA/IBGE, Tabela 9292 (2024b).

8.6 AQUICULTURA

No Brasil, as vendas totais de produtos da aquicultura somam R\$ 3,346 bilhões, em 2017. Dentro da aquicultura brasileira, o estado do Rio de Janeiro, além de peixes, tem certa diversidade de suas produções com ostras, vieiras e alevinos, larvas de camarões, sementes de ostras, vieiras e mexilhões e peixes ornamentais, totalizando R\$ 15,905 bilhões. Já o município do Rio de Janeiro totalizou um montante de R\$ 160 mil.

A produção de camarões no Brasil em 2017 alcançou o montante de R\$ 770,017 milhões, porém. Ostras e vieiras no estado do Rio de Janeiro, somam R\$ 1,435 milhões. No que tange à criação de mexilhões, alevinos, larvas de camarões, sementes de ostras, vieiras, mexilhões e peixes ornamentais, estes agregam um valor de R\$ 189,517 milhões no âmbito nacional, com o ERJ contribuindo com R\$ 2,266 milhões.

Neste contexto, a piscicultura se evidencia com uma participação de R\$ 11,284 milhões no estado do Rio de Janeiro. Ao analisar a Tabela 84, é possível observar que a aquicultura no município do Rio de Janeiro registrou R\$ 160 mil na venda de peixes, valor inferior ao total da RH-VIII que foi de R\$ 1,097 milhões, em 2017.

Nos municípios, nota-se que em Carapebus houve uma produção na piscicultura de R\$ 9 mil, Casimiro de Abreu, com R\$ 12 mil, enquanto Macaé e Nova Friburgo registraram valores de R\$ 85 mil e R\$ 991 mil, respectivamente.

A produção nacional de carne de rãs foi de R\$ 4,576 milhões, com o ERJ apresentando uma contribuição de R\$ 536 mil. O município de Macaé se envolve simbolicamente nessa produção.

Enquanto o estado do Rio de Janeiro vendeu um total de R\$ 315,691 milhões de itens tipo frangos, a RH-VIII produziu um total de R\$ 801 mil reais, um montante superior ao do município de Rio de Janeiro. Nova Friburgo (R\$ 224 mil) e Macaé (R\$ 201 mil) detêm os maiores valores de venda de galinhas, galos, frangas, frangos e pintos entre os municípios da RH-VIII, seguidos de Rio das Ostras (R\$ 131 mil), Casimiro de Abreu (R\$ 116 mil), Carapebus (R\$ 98 mil) e Conceição de Macabu (R\$ 31 mil).

Salienta-se que parte das vendas não estão abordadas na tabela por não estarem representadas nos municípios da RH-VIII, então foram suprimidos itens da aquicultura como camarões, ostras/vieiras, mexilhões e alevinos, larvas de camarões, sementes de ostras, vieiras e mexilhões e peixes ornamentais etc.

TABELA 84 – VALOR DA VENDA DA AQUICULTURA E RÃS E FRANGOS, EM MIL REAIS (2017)

	Brasil	ERJ	Rio de Janeiro	Total RH-VIII ¹	Municípios da RH-VIII					
					Carapebus	Casimiro de Abreu	Conceição de Macabu	Macaé	Nova Friburgo	Rio das Ostras
Peixes	2.355.746	11.284	160	1.097	9	X	12	85	991	X
Carne de rãs	4.576	536	X	-	-	-	-	X	-	-
Galinhas, galos, frangas, frangos e pintos	12.469.352	315.691	285	801	98	116	31	201	224	131

Notas:

1 – A coluna da RH-VIII foi tabulada pela RHA e apresenta a soma dos municípios dessa região.

- “X” se refere a valores inibidos para não identificar o informante; “-” se refere a um zero absoluto, não resultante de um cálculo ou arredondamento.

Fonte: SIDRA/IBGE, Tabela 9272, 9274 e 9276 (2024b).

8.7 SILVICULTURA

Na Tabela 85, a análise dos indicadores de silvicultura e venda de produtos relacionados para estado do Rio de Janeiro, em 2017, mostra um panorama diversificado. O município do Nova Friburgo liderou na produção na silvicultura com R\$ 1,229 milhões, seguido de Conceição de Macabu com R\$ 648 mil e Macaé com R\$ 58 mil. O município do Rio de Janeiro teve produção inferior à RH-VIII totalizou R\$ 331 mil.

Na venda de produtos da silvicultura, o ERJ registrou R\$ 31,122 milhões, dos quais o município de Nova Friburgo, Conceição de Macabu e Macaé foram responsáveis por R\$ 558 mil, R\$ 67 mil e R\$ 50 mil, respectivamente. Os dados mostram uma concentração de atividades de silvicultura e um maior volume de negócios no município de Nova Friburgo em comparação com os outros municípios da RH-VIII.

O município de Nova Friburgo apresentou tanto em produção quanto em vendas, valores para a categoria "Lenha", onde a produção atinge R\$ 320 mil e as vendas R\$ 293 mil. Por outro lado, o município de Conceição de Macabu, apesar de ter uma produção menor comparativamente, registrou vendas, na categoria "Madeira em tora outra finalidade", com uma produção de R\$ 83 mil e vendas de R\$ 67 mil. Já os municípios de Carapebus e Casimiro de Abreu não dispõem dados de vendas, apesar de terem registros de produção em algumas categorias.

Destaca-se que a casca de acácia negra, a madeira em tora para papel e as mudas de pinheiro foram suprimidas na Tabela 85 por não terem sido identificadas nos municípios da RH-VIII.

TABELA 85 – VALOR DA PRODUÇÃO E VENDA NA SILVICULTURA, EM MIL REAIS (2017)

	Brasil	ERJ	Rio de Janeiro	Total RH-VIII ¹	Municípios da RH-VIII				
					Carapebus	Casimiro de Abreu	Conceição de Macabu	Macaé	Nova Friburgo
Total Produção²	16.368.797	41.315	331	1.935	X	X	648	58	1.229
Árvore em pé	1.651.596	7.939	X	565	-	-	565	-	-
Lenha	2.464.187	14.611	-	320	-	X	-	X	320
Madeira em tora outra finalidade	4.285.370	13.050	-	83	X	X	83	X	X
Outros produtos	1.838.153	1.475	-	-	-	-	-	-	X
Mudas de eucalipto	287.428	613	-	-	-	-	-	-	X
Mudas de outras espécies florestais	52.499	3.593	X	-	-	-	-	-	X
Total da Venda²	10.516.232	31.122	119	675	-	-	67	50	558
Árvore em pé	915.380	7.086	X	-	-	-	-	-	-
Lenha	1.274.323	11.948	-	293	-	-	-	X	293
Madeira em tora outra finalidade	3.240.106	9.045	-	67	-	-	67	X	X
Outros produtos	856.526	1.433	-	-	-	-	-	-	X
Mudas de eucalipto	192.705	423	-	-	-	-	-	-	X
Mudas de outras espécies florestais	30.736	1.159	X	-	-	-	-	-	X

Notas:

1 – A coluna da RH-VIII foi tabulada pela RHA e apresenta a soma dos municípios dessa região.

2 – O Total não equivale à soma da coluna e é um valor apresentado pelo IBGE.

- “X” se refere a valores inibidos para não identificar o informante; “-” se refere a um zero absoluto, não resultante de um cálculo ou arredondamento.

Fonte: SIDRA/IBGE – Censo Agropecuário, Tabela 9282 (2024b).

8.8 PRODUÇÃO E VENDA NA EXTRAÇÃO VEGETAL

Com uma produção variada da extração vegetal o estado do Rio de Janeiro apresentou um valor total de R\$ 6,421 milhões e da venda de R\$ 3,191 milhões. Por exemplo, a produção de lenha foi de R\$ 5,374 milhões de um total brasileiro de R\$ 435,476 milhões (Tabela 86). As vendas acompanham estes montantes, com R\$ 2,908 milhões em lenha (Tabela 87). Outros produtos alcançaram R\$ 91 mil, no ERJ, mostrando que há algum nível de atividade comercial nessa categoria.

Para a RH-VIII, os dados são insuficientes, uma vez que a maioria das categorias está marcada com um "X", indicando que o valor foi inibido para não identificar o informante. Isso vale para Macaé em relação a produção de palmito e Nova Friburgo para pinhão.

Quanto aos demais produtos, não há indício de produtividade nos municípios da RH-VIII. Finalmente, para o município do Rio de Janeiro, os dados mostram uma venda de produtos da extração vegetal, com o valor de R\$ 11 mil. Esse valor é inferior se comparado ao total nacional de R\$ 2,365 bilhões, o que indica que, apesar da presença de atividade econômica, sua participação no contexto estadual e nacional é mínima.

A RH-VIII não apresenta produção da extração vegetal, exceto em alguns casos em que o valor atribuído pelo IBGE foi "X", indicando que o informante foi ocultado. Por isso, os itens nulos, indicados por "-", da Tabela 86 e Tabela 87 foram suprimidos, exceto quando houve produção no estado do Rio de Janeiro. Assim, foram ocultados os seguintes itens da extração vegetal: açai (fruto), andiroba (semente), araticum (fruto), babaçu (coco), babaçu (amêndoa), bacaba (fruto), bacuri, baru (amêndoa), borracha (látex líquido), borracha (látex coagulado), buriti (coco), buriti (palha), butiá (fibra), cacau (amêndoa), cagaita (fruto), camu-camu (fruto), carnaúba (cera), carnaúba (pó de palha), casca de angico, castanha-do-brasil (castanha-do-pará), caucho (goma elástica), copaíba (óleo), cumaru (semente), cupuaçu, erva-mate, ipecacuanha (raiz), jaborandi (folha), jambu (folha), licuri (coquilho), licuri (cera), maçaranduba (goma não elástica), macaúba (fruto), mangaba (fruto), maniçoba (goma elástica), madeira em toras para papel, murici, murumuru (semente), oiticica (semente), pequi, piaçava (fibra), pinhão, pupunha (coco), sorva (goma não elástica), ucuuba (amêndoa), imbú ou umbu e tucumã.

TABELA 86 – VALOR DA PRODUÇÃO NA EXTRAÇÃO VEGETAL, EM MIL REAIS (2017)

	Brasil	ERJ	Rio de Janeiro	RH-VIII ¹	Conceição de Macabu	Macaé	Nova Friburgo
Total²	2.364.769	6.421	11	-	X	X	X
Cajarana	2.459	8	X	-	-	-	-
Juçara (fruto)	1.019	324	-	-	-	-	-
Lenha	435.476	5.374	X	-	-	-	-
Madeira em toras outra finalidade	416778	434	-	-	-	-	-
Palmito	18360	62	-	-	-	X	-
Outros produtos	279645	215	-	-	X	-	-

1 – A coluna da RH-VIII foi tabulada pela RHA e apresenta a soma dos municípios dessa região.

2 – O Total não equivale à soma da coluna e é um valor apresentado pelo IBGE.

- “X” se refere a valores inibidos para não identificar o informante; “-” se refere a um zero absoluto, não resultante de um cálculo ou arredondamento.

Fonte: SIDRA/IBGE, Tabela 9284 (2024b).

TABELA 87 – VALOR DA VENDA DE PRODUTOS DA EXTRAÇÃO VEGETAL, EM MIL REAIS (2017)

	Brasil	ERJ	Rio de Janeiro	RH-VIII ¹	Conceição de Macabu	Macaé	Nova Friburgo
Total²	1.279.870	3.191	11	-	X	-	-
Cajarana	1.094	8	X	-	-	-	-
Juçara (fruto)	24	-	-	-	-	-	-
Lenha	63.676	2.908	X	-	-	-	-
Madeira em toras outra finalidade	198.651	136	-	-	-	-	-
Palmito	14.371	48	-	-	-	-	-
Outros produtos	127.105	91	-	-	X	-	-

1 – A coluna da RH-VIII foi tabulada pela RHA e apresenta a soma dos municípios dessa região.

2 – O Total não equivale à soma da coluna e é um valor apresentado pelo IBGE.

- “X” se refere a valores inibidos para não identificar o informante; “-” se refere a um zero absoluto, não resultante de um cálculo ou arredondamento.

Fonte: SIDRA/IBGE, Tabela 9284 (2024b).

8.9 HORTICULTURA

Os valores da produção de horticultura em mil reais para o ano de 2017 podem ser observados na Tabela 88. Explicita-se que foram suprimidas as hortaliças que não apresentaram produção pelos municípios da RH-VIII, sendo elas a alcachofra, a alcaparra, o aspargo, lentilha, boldo, bucha (esponja vegetal), camomila, cará, caruru, erva-doce, gengibre, mudas e outras formas de propagação (produzidas para plantio), e orégano.

Em 2017, o valor total da produção no Brasil foi de R\$ 8,346 bilhões, enquanto o total no ERJ foi de R\$ 513,370 milhões e o total da RH-VIII foi de R\$ 95,707 milhões. São destaques na produção da RH-VIII: couve-flor (R\$ 18,428 milhões), tomate (R\$ 15.839 milhões), alface (R\$

14,026 milhões) e brócolis (R\$ 11,367 milhões). Ainda na casa dos milhões de reais, estas culturas são seguidas das produções de: morango, abobrinha, inhame, cogumelos, jiló, couve e coentro.

Entre os municípios da RH-VIII, Nova Friburgo desponta com a maior contribuição, totalizando R\$ 93,997 milhões, e Rio das Ostras tem a menor, com apenas R\$ 35 mil. Ao analisar os produtos individualmente, Nova Friburgo tem comportamento similar da produção da RH-VIII, a couve-flor tem a maior produção (R\$ 18,428 milhões), na sequência tomate se destaca com uma produção de R\$ 15,827 milhões, alface com um valor de produção de R\$ 13,736 milhões e brócolis com um valor de R\$ 11,336 milhões.

Em termos de desempenho municipal, além de Nova Friburgo, Macaé mostra-se diversificado na produção, sendo as mais relevantes: alface, quiabo, inhame e couve, por exemplo. Os demais municípios da RH-VIII apresentam poucos valores de produção relacionados.

TABELA 88 - VALOR DA PRODUÇÃO DA HORTICULTURA, EM MIL REAIS (2017)

	Brasil	ERJ	Rio de Janeiro	Total RH-VIII ¹	Municípios da RH-VIII					
					Carapebus	Casimiro de Abreu	Conceição de Macabu	Macaé	Nova Friburgo	Rio das Ostras
Total²	8.346.066	513.370	5.015	95.707	209	142	261	1.063	93.997	35
Abobrinha	133.284	14.454	713	3.107	X	X	1	1	3.105	X
Acelga	35.429	1.707	8	730	-	X	-	X	730	-
Agrião	53.332	7.905	31	118	-	X	X	2	116	-
Aipo	6.624	1.358	0	774	X	X	X	-	774	X
Alecrim	3.111	416	29	4	-	X	-	X	4	-
Alface	1.204.557	68.318	448	14.026	13	7	30	234	13.736	6
Alho-porró	27.868	5.170	8	625	-	X	-	0	625	X
Almeirão	60.839	814	23	25	X	2	1	7	15	X
Batata-baroa (mandioquinha)	67.289	204	-	115	-	-	-	X	115	-
Batata-doce	258.969	4.760	22	641	10	2	7	20	602	0
Berinjela	62.664	8.417	157	324	-	4	X	15	304	1
Bertalha	2.159	1.956	360	4	-	X	X	4	-	X
Beterraba	94.379	2.377	3	741	0	X	2	0	739	X
Brócolis	295.132	28.037	3	11.367	X	X	X	1	11.366	-
Cebolinha	303.120	12.534	78	768	3	4	10	74	675	2
Cenoura	294.146	1.701	2	579	X	4	0	1	574	X
Chicória	38.204	3.446	126	55	1	1	13	2	38	X
Chuchu	133.382	13.311	923	39	X	0	1	3	35	-
Coentro	331.535	14.980	127	1.069	X	1	7	49	1.011	1
Cogumelos	135.898	3.036	X	2.060	X	-	-	-	2.060	-

	Brasil	ERJ	Rio de Janeiro	Total RH-VIII ¹	Municípios da RH-VIII					
					Carapebus	Casimiro de Abreu	Conceição de Macabu	Macaé	Nova Friburgo	Rio das Ostras
Couve	320.615	24.892	495	1.593	9	6	14	153	1.407	4
Couve-flor	171.699	30.187	1	18.428	-	X	-	0	18.428	-
Ervilha (vagem)	14.565	4.323	-	1.810	-	-	-	-	1.810	-
Espinafre	50.407	5.038	25	448	-	X	X	2	446	X
Hortelã	19.086	3.110	9	11	-	-	2	5	4	-
Inhame	152.237	8.179	6	2.126	X	67	33	143	1.883	-
Jiló	94.669	20.787	94	1.698	X	15	18	11	1.651	3
Manjeriço	9.086	862	74	9	-	X	3	2	4	-
Maxixe	41.438	2.207	5	131	2	X	4	10	115	X
Milho verde (espiga)	282.274	7.135	16	622	98	X	7	90	427	-
Morango	672.290	3.877	0	3.448	-	-	-	-	3.448	-
Mostarda (semente)	3.623	835	13	2	-	X	0	2	X	-
Nabiça	287	40	-	34	-	-	-	-	34	-
Nabo	2.902	336	X	207	-	-	-	X	207	-
Outros produtos	33.960	1.519	114	113	-	-	-	X	113	-
Pepino	171.724	8.369	1	74	-	X	X	1	73	-
Pimenta	98.561	806	15	138	X	X	0	21	117	X
Pimentão	319.363	21.482	17	1.431	X	2	1	1	1.427	X
Quiabo	191.429	27.362	526	209	23	12	27	117	21	9
Rabanete	13.927	830	X	4	-	-	-	X	4	-
Repolho	227.371	16.768	2	3.944	-	-	-	0	3.944	X
Rúcula	140.746	4.097	374	133	X	-	1	5	127	-

	Brasil	ERJ	Rio de Janeiro	Total RH-VIII ¹	Municípios da RH-VIII					
					Carapebus	Casimiro de Abreu	Conceição de Macabu	Macaé	Nova Friburgo	Rio das Ostras
Salsa	125.350	13.206	46	3.060	X	3	9	62	2.984	2
Taioba	3.640	400	17	19	-	X	6	8	5	-
Tomate (estaqueado)	1.224.902	93.093	3	15.839	-	1	X	11	15.827	X
Vagem (feijão vagem)	74.102	11.053	41	2.223	-	X	X	X	2.223	-

Notas:

1 - A coluna da RH-VIII foi tabulada pela RHA e apresenta a soma dos municípios dessa região.

2 - O Total não equivale à soma da coluna e é um valor apresentado pelo IBGE.

- "X" se refere a valores inibidos para não identificar o informante; "-" se refere a um zero absoluto, não resultante de um cálculo ou arredondamento.

Fonte: SIDRA/IBGE, Tabela 9288 (2024b).

8.10 LAVOURAS PERMANENTES

O panorama agrícola estado do Rio de Janeiro (ERJ), em 2017, revelou um quadro diversificado na produção de lavouras permanentes, com algumas localidades evidenciando especializações produtivas conforme a Tabela 89. Algumas culturas foram suprimidas por não terem apresentado produção nos municípios da RH-VIII.

No ERJ, a produção das lavouras permanentes apresentou um valor total de R\$ 213,542 milhões. Entre os itens com maior valor de produção, a banana atingiu R\$ 64,036 milhões, destacando-se como um dos principais produtos da região. O café arábica, em grão verde, também representou uma parte considerável do valor total, com R\$ 61,639 milhões. Na sequência, a produção da laranja foi de R\$ 23,338 milhões, o coco-da-baía gerou R\$ 15.151 milhões, o maracujá R\$ 9,207 milhões, tangerina, bergamota, mexerica R\$ 8,804 milhões, o limão R\$ 7,295 milhões e goiaba R\$ 5,974 milhões, indicando a importância destes frutos no contexto agrícola estadual.

Em Carapebus, a atividade agrícola, especificamente nas lavouras permanentes, somou um total de R\$ 457 mil. A produção agrícola do município se destacou no cultivo de Coco-da-baía, alcançando R\$252 mil, seguido pelo de laranja a R\$ 129 mil, banana R\$ 34 mil, tangerina, bergamota, mexerica R\$ 9 mil, acerola R\$ 6 mil, manga R\$ 5 mil e goiaba R\$ 4 mil.

Casimiro de Abreu, por sua vez, mostrou uma orientação mais diversificada, com a Banana e a Laranja como suas principais culturas, totalizando valores de produção de R\$1,100 milhões e R\$ 420 mil, respectivamente.

Já Conceição de Macabu se distingue pela produção de banana (R\$ 487 mil), Coco-da-baía (R\$ 374 mil) e Açaí com valores de R\$209 mil.

Macaé emerge como um dos líderes na produção de Banana, com um valor de R\$ 3,714 milhões. Este desempenho não só posiciona Macaé como um ponto focal na produção de Banana no estado, mas também ressalta a importância desta cultura para a economia agrícola regional. A laranja com R\$ 78 mil, o Limão com R\$ 39 mil e tangerina, bergamota e mexerica com R\$ 2 mil, embora em escala menor, representam as culturas cítricas no município.

Nova Friburgo apresentou uma produção significativa em banana, caqui, goiaba e tangerina, bergamota e mexerica com valores de R\$ 2,161 milhões, R\$ 384 mil, R\$ 294 mil e R\$ 216 mil, respectivamente. O município também produz: amora, laranja, limão e maracujá em valores inferiores. Os dados mostram a diversificação de Nova Friburgo e sua capacidade de contribuir com a produção regional.

Entre os municípios com desempenho menos expressivo, Rio das Ostras registrou a produção de banana (R\$ 68 mil), laranja (R\$ 22 mil), coco da baía (R\$ 14 mil) e limão R\$ 8 mil.

A comparação entre os municípios, especialmente no cultivo de Banana, que se apresenta como a cultura de maior valor de produção total, revela Macaé, Nova Friburgo e Casimiro de Abreu como líderes na RH-VIII. Esta liderança reflete as condições climáticas e de solo favoráveis, a existência de estruturas de mercado e de cadeias de suprimentos na região.

Foram suprimidas as lavouras permanentes que não apresentaram produção pelos municípios da RH-VIII, as quais: abacate, agave, sisal (fibra e folha), algodão arbóreo, ameixa, amora (folha), atemoia, azeitona (oliveira), cacau (amêndoa), café canephora (robusta, conilon) em grão (verde), caju (fruto), camu-camu, carambola, cravo-da-índia, dendê (coco), erva-mate, figo, fruta-de-conde, graviola, guaraná, jabuticaba, jambo, kiwi, lichia, lima, louro (folha), maçã, nectarina, nêspera, pera, pêssigo, pimenta-do-reino, pitaia, pitanga, romã, urucum (semente), uva (mesa), uva (vinho ou suco), pupunha (cacho frutos), cupuaçu, mudas de café, mudas de cacau, mudas de caju, mudas de coco-da-baía, mudas de frutas cítricas (laranja, limão, tangerian, etc.), mudas de mamão e 'outros produtos'.

TABELA 89 – VALOR DA PRODUÇÃO DAS LAVOURAS PERMANENTES NOS ESTABELECIMENTOS AGROPECUÁRIOS COM 50 PÉS E MAIS EXISTENTES, EM MIL REAIS (2017)

	Brasil	ERJ	Rio de Janeiro	Total RH-VIII ¹	Municípios da RH-VIII					
					Carapebus	Casimiro de Abreu	Conceição de Macabu	Macaé	Nova Friburgo	Rio das Ostras
Total²	37.596.448	213.542	11.377	10.469	457	1.644	1.250	3.900	3.220	270
Açaí (fruto)	546.200	984	X	209	X	X	209	X	X	-
Acerola	91.627	119	7	8	6	X	X	2	X	X
Amora (fruto)	10.065	59	X	57	X	X	X	X	57	X
Banana	3.704.644	64.036	7.929	7.564	34	1.100	487	3.714	2.161	68
Café arábica em grão (verde)	13.454.201	61.639	X	67	X	X	63	4	X	X
Caqui	78.836	4.673	645	384	X	-	X	X	384	-
Coco-da-baía	592.594	15.151	2.256	709	252	41	374	28	X	14
Goiaba	145.263	5.974	X	307	4	5	X	4	294	X
Jaca	11.397	445	56	11	X	X	X	11	X	X
Laranja	6.344.111	23.338	17	701	129	420	37	78	15	22
Limão	581.678	7.295	243	126	X	23	41	39	15	8
Manga	727.140	1.002	113	11	5	X	X	6	X	X
Mamão	597.275	93	X	1	X	X	1	X	X	X
Maracujá	334.738	9.207	X	60	X	21	X	4	35	X
Palmito	210.471	4.655	3	20	-	18	2	-	-	-
Tangerina, bergamota, mexerica	302.232	8.804	X	234	9	X	7	2	216	X

Notas:

1 – A coluna da RH-VIII foi tabulada pela RHA e apresenta a soma dos municípios dessa região.

2 – O Total não equivale à soma da coluna e é um valor apresentado pelo IBGE.

- "X" se refere a valores inibidos para não identificar o informante; "-" se refere a um zero absoluto, não resultante de um cálculo ou arredondamento.

Fonte: SIDRA/IBGE, Tabela 9290 (2024b).

8.11 AGROINDÚSTRIA

A análise do valor da produção da agroindústria rural no Brasil, em 2017, ilustra a relevância deste setor para a economia, com um total nacional de aproximadamente R\$ 14,827 bilhões. Nesse contexto, o ERJ teve uma participação de R\$ 94,658 milhões e o município do Rio de Janeiro totalizou R\$ 1,150 milhões. A análise detalhada por municípios (Tabela 90) revela um cenário variado, com alguns sobrelavando em produtos específicos, enquanto outros mostram uma gama mais ampla de contribuições menores.

O município de Carapebus, por exemplo, apresentou uma produção de R\$ 607 mil, com destaque para a produção de queijo e requeijão e com uma contribuição para o setor de doces e geleias, que representa R\$ 52 mil deste total. Casimiro de Abreu registrou R\$ 1,381 milhões, com uma participação em doces e geleias totalizando R\$ 808 mil. Conceição de Macabu teve um valor total de R\$ 326 mil, com destaque para queijo e requeijão (R\$ 181 mil).

Macaé contribuiu com R\$ 2,038 milhões, sendo que o queijo e requeijão foram significativos com R\$ 1,810 milhões, indicando uma especialização no setor de laticínios quando comparado à outras produções. Nova Friburgo, destacou-se na produção de queijos e teve um valor total de produção da agroindústria de R\$ 708 mil. Queijo e requeijão contribuíram com R\$ 199 mil. Rio das Ostras teve uma produção total de R\$ 715 mil também destacando-se a produção de queijo e requeijão.

Este panorama da agroindústria rural no ERJ sublinha a importância das capacidades de processamento local e no desenvolvimento de produtos com valor agregado. O apoio à agroindústria rural é relevante, pois ela representa um elo fundamental entre a produção agrícola e o mercado consumidor, agregando valor à produção primária e contribuindo para a sustentabilidade econômica dos produtores rurais. O desenvolvimento deste setor pode ser potencializado por políticas que incentivem a inovação, a qualidade e a certificação de produtos, abrindo novos mercados e fortalecendo a posição competitiva desses municípios no cenário nacional. Desta forma, a capacidade hídrica regional é umas das principais bases da produção.

Foram suprimidas as produções da agroindústria rural que não estão presentes nos municípios da RH-VIII, sendo elas: aguardente de cana, algodão em pluma, caroço de algodão, arroz em grão, café torrado em grão, café torrado e moído, cajuína, creme de leite, fubá de milho, fumo em rolo ou corda, legumes e verduras (processadas), licores, óleos vegetais, rapadura, sucos de frutas, vinho de uva, carne de bovinos (verde), carne de suínos (verde), carne de outros animais (verde), carne tratada (de sol, salgada), embutidos (linguiças, salsichas, etc.), couros e peles, carvão vegetal.

TABELA 90 – VALOR DA PRODUÇÃO DA AGROINDÚSTRIA RURAL, EM MIL REAIS (2017)

	Brasil	ERJ	Rio de Janeiro	Total RH-VIII ¹	Municípios da RH-VIII					
					Carapebus	Casimiro de Abreu	Conceição de Macabu	Macaé	Nova Friburgo	Rio das Ostras
Total²	14.826.754	94.658	1.150	5.018	607	1.381	326	2.038	708	715
Doces e geleias	135.970	3.540	28	1.025	52	808	1	36	128	X
Farinha de mandioca	1.898.099	1.623	-	87	7	16	47	17	X	-
Manteiga	22.656	643	-	3	X	X	-	3	X	X
Melado	42.888	338	-	11	-	-	-	-	11	-
Pães, bolos e biscoitos	213.313	523	X	48	-	24	-	X	24	X
Polpa de frutas	202.922	613	-	38	X	X	38	X	X	-
Queijo e requeijão	2.811.496	63.703	239	3.507	541	234	181	1.810	199	542
Produtos de madeira	164.882	551	-	8	X	X	8	-	X	-
Outros produtos	1.787.936	3.592	10	242	X	X	X	28	171	43
Goma ou tapioca	135.696	187	-	49	X	49	X	X	-	-

Notas:

1 – A coluna da RH-VIII foi tabulada pela RHA e apresenta a soma dos municípios dessa região.

2 – O Total não equivale à soma da coluna e é um valor apresentado pelo IBGE.

- “X” se refere a valores inibidos para não identificar o informante; “-” se refere a um zero absoluto, não resultante de um cálculo ou arredondamento.

- Bovinos (gados, bois); Suínos (porcos).

Fonte: SIDRA/IBGE, Tabela 9295 (2024b).

8.12 FLORICULTURA E PLANTAS ORNAMENTAIS

Na RH-VIII, Nova Friburgo se destaca no setor de floricultura e plantas ornamentais, com um volume total de vendas chegando a R\$ 11,268 milhões (Tabela 91). Este montante é composto principalmente por flores e folhagens para corte, com vendas de R\$ 10,149 milhões. Embora ainda esteja consideravelmente abaixo dos números absolutos observados no estado do Rio de Janeiro, a posição de destaque de Nova Friburgo na floricultura é notável na RH-VIII, resultado das aptidões locais e das condições climáticas propícias que favorecem o cultivo dessas espécies no município.

Além disso, este município apresenta um mercado para plantas ornamentais em vaso e mudas de plantas ornamentais, com R\$ 235 mil e R\$ 237 mil em vendas, respectivamente. Ainda que em valores inferiores quando comparados aos números do município do Rio de Janeiro, as vendas de mudas e outras formas de propagação totalizaram R\$ 592 mil.

TABELA 91 – VALOR DA VENDA DE PRODUTOS DE FLORICULTURA E/OU PLANTAS ORNAMENTAIS, EM MIL REAIS (2017)

	Brasil	ERJ	Rio de Janeiro	Total RH-VIII ¹	Macaé	Nova Friburgo	Rio das Ostras
Total	1.753.807	81.721	17.663	11.268	X	11.268	X
Flores e folhagens para corte	406.887	38.087	1.696	10.149	X	10.149	-
Gramas	197.370	X	X	-	-	-	X
Plantas ornamentais em vaso	569.451	8.785	3.044	235	X	235	X
Mudas de plantas ornamentais	206.899	9.283	5.094	237	X	237	X
Plantas, flores, folhagens medicinais	15.890	2.119	1.340	-	X	X	X
Sementes (produzidas para plantio)	13.090	X	X	-	-	X	-
Mudas e outras formas de propagação (produzidas para plantio)	344.220	13.243	6.402	592	X	592	-

Notas:

1 – A coluna da RH-VIII foi tabulada pela RHA e apresenta a soma dos municípios dessa região.

2 – O Total não equivale à soma da coluna e é um valor apresentado pelo IBGE.

- "X" se refere a valores inibidos para não identificar o informante; "-" se refere a um zero absoluto, não resultante de um cálculo ou arredondamento.

Fonte: SIDRA/IBGE, Tabela 9286 (2024b).

8.13 APICULTURA, OVINOCULTURA, CAPRINOCULTURA, LEITE E OVOS

Na categoria leite de vaca, o ERJ tem uma produção de R\$ 506,692 milhões em vendas. Por outro lado, Nova Friburgo reporta o valor mais baixo entre os municípios da RH-VIII, R\$ 219 mil. Conceição de Macabu lidera na RH-VIII com uma cifra de R\$ 4,669 milhões.

Em relação aos ovos de galinhas, o estado do Rio de Janeiro produziu R\$ 52,810 milhões, em 2017. Em destaque na RH-VIII, Carapebus teve um valor de venda de R\$ 2,359 milhões, Macaé totalizou R\$ 533 mil e Nova Friburgo registrou R\$ 525 mil, seguida de Conceição de Macabu (R\$ 158 mil) e de Casimiro de Abreu (R\$ 125 mil).

O estado do Rio de Janeiro tem uma produção de mel da ordem de R\$ 10,508 milhões (Tabela 92). Comparativamente, Nova Friburgo também se faz presente, com vendas de mel totalizando R\$ 1,990 milhão e Rio das Ostras R\$ 135 mil. Macaé tem presença no setor de apicultura com vendas de R\$ 15 mil. Conceição de Macabu tem uma participação quase simbólica com vendas de R\$ 4 mil em mel.

A produção de leite de cabra está presente na RH-VIII com um total de R\$ 280 mil. Já a produção de leite de ovelha é registrada apenas no estado do Rio de Janeiro, com um valor de R\$ 84 mil. Avançando para a produção de lã, esse item não é produzido na região, mas possui uma produção nacional de R\$ 63,354 milhões.

Quanto aos subprodutos da apicultura – cera de abelha; geleia real, própolis e pólen – o estado do Rio de Janeiro registrou respectivamente R\$ 38 mil e R\$ 522 mil em vendas, enquanto Nova Friburgo registrou números inferiores de R\$ 9 mil e de R\$ 7 mil. Estes números, embora representem uma porção menor do que as vendas de mel, ainda assim são indicativos de atividades que contribuem para a diversidade do setor apícola.

Esses dados demonstram a distribuição desigual das atividades agropecuárias na região, com o município do Rio de Janeiro exibindo, em maioria, valores de venda inferiores aos da RH-VIII.

TABELA 92 – VALOR DA VENDA DE PRODUTOS DA APICULTURA, OVINOCULTURA, CAPRINOCULTURA E LEITE, EM MIL REAIS (2017)

	Brasil	ERJ	Rio de Janeiro	Total RH-VIII ¹	Municípios da RH-VIII					
					Carapebus	Casimiro de Abreu	Conceição de Macabu	Macaé	Nova Friburgo	Rio das Ostras
Leite de vaca	27.726.282	506.692	971	12.564	2.252	1.327	4.669	3.192	219	905
Leite de cabra	32.027	2.170	163	280	18	2	X	47	212	1
Lã	63.354	-	-	0	-	-	-	-	-	-
Leite de ovelha	2.812	84	-	0	-	-	-	-	-	-
Mel	388.371	10.508	318	2.144	X	X	4	15	1.990	135
Cera da abelha	12.109	38	1	9	-	-	X	X	9	X
Geleia real, própolis e pólen	11.408	522	17	7	-	X	X	-	7	X
Ovos de galinhas	10.720.245	52.810	537	3.700	2.359	125	158	533	525	X

Notas:

1 – A coluna da RH-VIII foi tabulada pela RHA e apresenta a soma dos municípios dessa região.

- “X” se refere a valores inibidos para não identificar o informante; “-” se refere a um zero absoluto, não resultante de um cálculo ou arredondamento.

Fonte: SIDRA/IBGE, Tabela 9265, 9253, 9267, 9276, 9270 (2024b).

8.14 EQUINOS, BUBALINOS, BOVINOS, ASININOS E LEITE

Na Tabela 93, tem-se os valores de venda e produção de equinos, bubalinos, bovinos e asininos no Brasil, ERJ e RH-VIII. Quanto às vendas de equinos, o município do Rio de Janeiro registrou o valor de R\$ 3,472 milhões, em 2017 (Tabela 93). Entre os municípios da RH-VIII, Nova Friburgo tem o maior valor com a venda de R\$ 1,747 milhão. Em contrapartida, Macaé registrou o menor valor de venda, R\$ 79 mil nesse mercado.

Os dados referentes aos bubalinos são limitados, já que a maioria dos municípios não apresenta números nessa categoria. Entretanto, o ERJ tem um valor de venda de R\$ 1,366 milhão.

Para bovinos, o estado totalizou R\$ 97,201 milhões, sendo Macaé o município com maior participação na RH-VIII, com R\$ 2,207 milhões, enquanto Casimiro de Abreu teve o registro mais baixo, R\$ 363 mil.

Os asininos quase não tiveram representatividade nas vendas nos municípios avaliados, com o ERJ apresentando uma cifra simbólica de R\$ 116 mil, o que pode ser reflexo de uma demanda baixa ou de uma quase ausência de produção.

TABELA 93 - VENDA E PRODUÇÃO DE EQUINOS, BUBALINOS, BOVINOS E ASININOS, EM MIL REAIS (2017)

	Brasil	ERJ	Rio de Janeiro	Total RH-VIII ¹	Municípios RH-VIII					
					Carapebus	Casimiro de Abreu	Conceição de Macabu	Macaé	Nova Friburgo	Rio das Ostras
Equinos	678.447	39.083	3.472	3.804	399	707	108	79	1.747	764
Bubalinos	187.061	1.366	X	-	-	X	-	-	-	X
Bovinos	9.564.584	97.201	590	5.518	971	363	533	2.207	950	494
Asininos	7.301	116	-	-	-	-	-	X	-	-

Notas:

1 - A coluna da RH-VIII foi tabulada pela RHA e apresenta a soma dos municípios dessa região.

- "X" se refere a valores inibidos para não identificar o informante; "-" se refere a um zero absoluto, não resultante de um cálculo ou arredondamento.

- Bovinos (gados, bois); Bubalinos (búfalos); Equinos (cavalos); Asininos (asnos, jumentos).

Fonte: SIDRA/IBGE, Tabela 9257, 9255, 9250, 7301 e 9259 (2024b).

8.15 INDICADORES AGREGADOS ECONÔMICO-FINANCEIROS E ADMINISTRATIVOS DO SISTEMA NACIONAL DE INFORMAÇÕES SOBRE SANEAMENTO

A compreensão das métricas financeiras e operacionais dos serviços de água e esgotos é essencial para avaliar a eficiência e a sustentabilidade dos municípios ao longo do tempo. Neste sentido, o Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (SNIS), em sua relação de Indicadores Agregados Econômico-financeiros e Administrativos, contemplando dados para os anos de 2017 a 2022, inclui, entre outros, os custos e receitas com os serviços por metro cúbico faturado, as tarifas médias e os indicadores de desempenho financeiro.

O município de Carapebus apresentou um aumento nas despesas totais com serviços por metro cúbico faturado, subindo de R\$ 10,83 em 2017 para R\$ 18,21 em 2022, conforme apontado na Tabela 94. A despesa de exploração por metro cúbico faturado também cresceu de R\$ 7,55 para R\$ 13,28 durante o mesmo período, e a despesa de exploração por economia atingiu R\$ 447,06 em 2021. Além disso, Carapebus registrou uma elevação no índice de despesas com energia elétrica nos sistemas de água e esgotos, passando de 0,49 para 0,91. O município manteve a participação da receita operacional direta de água na receita total, atingindo 100% em vários anos, refletindo a totalidade da receita operacional proveniente da venda direta de água.

Em Casimiro de Abreu, houve flutuações na despesa total com os serviços, começando em R\$ 1,29 por metro cúbico faturado em 2017 e elevando-se para R\$ 7,49 em 2022. O município também apresentou um índice de produtividade de 252,87 em 2017 e 349,26 em 2022, que é uma relação de eficiência entre o número de clientes servidos e a equipe empregada.

As despesas totais com serviços de Macaé oscilaram, mas de modo geral, iniciaram com R\$ 4,80 por metro cúbico faturado em 2017, aumentando para R\$ 5,84 em 2022. A participação da receita operacional direta de água na receita total diminuiu de 79,16% para 47,4% no período, indicando uma variação na contribuição da venda direta de água para a receita operacional.

Em Nova Friburgo, as despesas de exploração por metro cúbico faturado mantiveram-se relativamente estáveis, com um crescimento de R\$ 2,87 em 2017 para R\$ 3,92 em 2022. O município também registrou um índice de produtividade relativamente constante, refletindo aparentemente uma administração equilibrada da força de trabalho.

No município de Rio das Ostras houve um aumento na tarifa média de água de R\$ 3,92 em 2017 para R\$ 5,15 em 2022, e o indicador de desempenho financeiro foi um dos mais altos entre os municípios da RH-VIII, superando 100 nos anos analisados, começando com 131,48 em 2017 e registrando 127,26 em 2022. A tarifa média praticada atingiu R\$ 19,49 em 2019, marcando o ápice entre os municípios.

A cidade do Rio de Janeiro teve um acréscimo no indicador de desempenho financeiro de 136,75 em 2017 para 152,67 em 2021, seguido por uma queda em 2022 para 76,78. A despesa total com os serviços por metro cúbico faturado teve um registro de 3,36 em 2017 e de 8,43 em 2022.

TABELA 94 – INDICADORES AGREGADOS ECONÔMICOS-FINANCEIROS E ADMINISTRATIVOS, POR MUNICÍPIO

Município	Ano	Serviços	Índice de produtividade: economias ativas por pessoal próprio	Despesa total com os serviços por m³ faturado	Tarifa média	Tarifa média água	Indicador de desempenho financeiro	Índice de produtividade: economias ativas por pessoal total (equivalente)	Despesa de exploração por m³ faturado	Despesa de exploração por economia	Participação da receita operacional direta de água na receita operacional total	Participação da receita operacional indireta na receita operacional total	Índice de despesas por consumo de energia elétrica nos sistemas de água e esgotos
Carapebus	2017	Esgotos Água Res. Sólidos	289,52	10,83	3,92	3,92	36,23	210,13	7,55	259,5	99,96	0,04	0,49
Carapebus	2018	Esgotos Água Res. Sólidos	397,97	4,91	3,97	3,97	80,87	295,32	4,25	148,9	100	0	S.I.
Carapebus	2019	Esgotos Água Res. Sólidos	496,13	6,21	5,71	5,71	91,87	370,23	5,58	160,41	100	0	S.I.
Carapebus	2020	Esgotos Água Res. Sólidos	423,25	11,27	4,27	4,27	37,85	291,32	6,22	214	100	0	
Carapebus	2021	Esgotos Água Res. Sólidos	324,87	14,88	3,96	3,96	26,58	257,72	10,15	447,06	99,99	0,01	1,22
Carapebus	2022	Esgotos Água Água Res. Sólidos		18,21	5,2	5,2	28,56		13,28		97,67	2,33	0,91
Casimiro de Abreu	2017	Água e Esgoto Água Res. Sólidos	361,47	1,29	2,14	12,58	165,1	252,87	0,67	446,56	99,83	0,17	0,34
Casimiro de Abreu	2018	Água e Esgoto Água Res. Sólidos	340,78	1,52	0,6	3,61	39,22	188,07	0,92	636,12	99,66	0,31	S.I.
Casimiro de Abreu	2019	Água e Esgoto Água Res. Sólidos	370,74	1,62	0,67	4,25	41,43	194,76	1,05	731,26	99,67	0,31	S.I.
Casimiro de Abreu	2020	Água e Esgoto Água Res. Sólidos	367,62	1,12	0,66	3,97	59,29	170,64	1,07	735,85	97,88	2,1	S.I.
Casimiro de Abreu	2021	Água e Esgoto Água Água e Esgoto Res. Sólidos	325,86	1,2	0,72	4,19	60,31	279,52	1,05	703,21	91,94	8,03	0,87
Casimiro de Abreu	2022	Água e Esgoto Água Água Res. Sólidos	354,24	7,49	5,03	4,6	67,24	349,26	6,01	760,8	67,52	26,05	5,64
Conceição de Macabu	2021	Água e Esgoto	S.I.	S.I.	S.I.	S.I.	0	S.I.	S.I.	S.I.	S.I.	S.I.	S.I.
Conceição de Macabu	2022	Água e Esgoto	S.I.	S.I.	S.I.	S.I.	0	S.I.	S.I.	S.I.	S.I.	S.I.	0,06
Macaé	2017	Esgotos Água e Esgoto Água	381,91	4,8	3,92	3,92	81,61	278,57	3,11	648,27	79,16	0,02	0,36
Macaé	2018	Esgotos Água	401,71	3,36	4,76	5,07	141,86	355,03	2,16	418,89	83,71	0,22	0,45
Macaé	2019	Esgotos Água e Esgoto Água Res. Sólidos	417,58	6,68	6,18	S.I.	92,57	224,92	3,99	930,78	68,1	23,6	S.I.
Macaé	2020	Esgotos Água e Esgoto Água Res. Sólidos	S.I.	5,76	3,86	2.475,29	66,96	S.I.	3,35	S.I.	58,25	29,22	0,92
Macaé	2021	Esgotos Água e Esgoto Água Res. Sólidos	S.I.	7,34	3,99	S.I.	54,4	S.I.	4,4	S.I.	52,62	34,06	S.I.
Macaé	2022	Esgotos Água e Esgoto Água Res. Sólidos	S.I.	5,84	4,05	17,19	69,46	S.I.	4,24	S.I.	47,4	37,49	S.I.
Nova Friburgo	2017	Água e Esgoto Res. Sólidos	466,48	3,73	4,05	4,37	108,69	312,27	2,87	422,27	53,75	2,37	0,42
Nova Friburgo	2018	Água e Esgoto Res. Sólidos	475,65	3,45	4,19	4,47	121,27	314,02	2,96	432,79	53,25	2,13	0,43
Nova Friburgo	2019	Água e Esgoto Res. Sólidos	498,81	4,16	4,57	4,85	109,88	325,04	3,24	470,82	53,42	2	0,64
Nova Friburgo	2020	Água e Esgoto Res. Sólidos	499,82	4,46	4,86	5,19	109	318,56	3,35	481,65	54,32	1,21	0,69
Nova Friburgo	2021	Água e Esgoto Res. Sólidos	486,44	4,82	5,36	5,7	111,17	317,27	3,36	475,6	54,15	1,81	0,7
Nova Friburgo	2022	Água e Esgoto Res. Sólidos	511,51	5,62	6,18	6,56	109,93	338,67	3,92	552,46	53,83	2,04	0,71
Rio das Ostras	2017	Esgotos Esgotos Água	659,14	10,88	14,31	3,92	131,48	340,82	4,67	407,2	27,43	0,01	0,71
Rio das Ostras	2018	Esgotos Água e Esgoto Água	516,34	10,66	17,04	4,09	159,74	444,45	4,48	389,75	23,96	0,26	S.I.
Rio das Ostras	2019	Esgotos Água e Esgoto Água	394,24	14,12	19,49	5,43	138,08	279,11	6,9	532,37	24,12	13,47	S.I.
Rio das Ostras	2020	Esgotos Água e Esgoto Água Res. Sólidos	428,33	12,37	14,99	4,86	121,17	265	6,92	655,25	29,02	10,47	1,04
Rio das Ostras	2021	Esgotos Água e Esgoto Água Res. Sólidos	491,97	10,73	15,34	5,41	142,95	339,78	5,76	592,11	32,81	7,07	
Rio das Ostras	2022	Esgotos Água Água Res. Sólidos	468,35	12,75	16,22	5,15	127,26	241,7	5,94	873,97	26,64	7,79	0,58
Rio de Janeiro	2017	Esgotos Água e Esgoto Res. Sólidos	1.174,42	3,36	4,59	4,04	136,75	800,04	1,97	403,27	49,73	0,14	0,33
Rio de Janeiro	2018	Esgotos Água e Esgoto Res. Sólidos	1.233,13	2,05	5,18	4,79	252,2	972,87	1,29	266,3	51,83	0,12	0,43
Rio de Janeiro	2019	Esgotos Água e Esgoto Res. Sólidos	1.286,26	2,25	5,99	6,53	266,65	1026,17	1,52	285,05	51,98	0,39	0,62
Rio de Janeiro	2020	Esgotos Água e Esgoto Res. Sólidos	1.398,84	4,16	5,94	6,52	142,64	857,35	2,13	371,22	53,22	0,28	0,19
Rio de Janeiro	2021	Esgotos Água e Esgoto Água e Esgoto Água e Esgoto Res. Sólidos	1.435,61	4,36	6,66	6,52	152,67	923,97	2,92	513,65	55,22	0,32	0,89
Rio de Janeiro	2022	Esgotos Água e Esgoto Água e Esgoto Água e Esgoto Água e Esgoto Res. Sólidos	1.004,48	8,43	6,47	6,7	76,78	620,63	5,62	1.047,82	49,25	2,52	0,78

*Nota: S.I.: Sem Informação (Não preenchido pelo prestador de serviços).

Fonte: SNIS (2023).

8.16 TERMOELÉTRICA

A Usina Termoelétrica Norte Fluminense (UTENF), localizada em Macaé, Rio de Janeiro, é operada pela EDF Renewables, subsidiária da EDF, e pela Eletronuclear, corroborando um exemplo estratégico da expansão da capacidade de energia limpa e sustentável no Brasil. Inteirada em 2008 e operacional desde 2013, a UTENF é a maior termoelétrica a gás natural do país, com uma potência de 720 MW capaz de abastecer aproximadamente 2 milhões de residências.

Utilizando 12 turbinas a gás GE Frame 9E, a usina participa da matriz energética brasileira e do desenvolvimento econômico da região de Macaé e do estado do Rio de Janeiro (EDF Renewables, s.d.). Em 2018, a EDF Renewables consolidou seu compromisso ao adquirir 49% da usina, um marco que contrasta com outras instalações como a Usina Termoelétrica Mário Lago (Termomacaé), controlada pela Petrobras e que possui uma capacidade instalada de 923 MW. A diferença nas tecnologias utilizadas, com a UTENF empregando turbinas GE Frame 9E versus as turbinas GE LM-6000 na UTE MLG, apresenta a participação da UTENF na eficiência energética.

No âmbito mais amplo, a EDF Norte Fluminense, uma subsidiária do Grupo EDF, destacou-se em 2022 por seu desempenho operacional e expansão estratégica, conforme revelado em seu relatório anual. No ano de 2022, a UTENF apresentou crescimento operacional quando comparada ao ano anterior. Em 2021, a receita líquida foi de R\$ 2.627.537 mil, enquanto em 2022, a usina conseguiu elevar essa cifra para R\$ 2.683.571 mil. Com relação aos custos de geração e produção de energia, em 2021, os custos foram de R\$ 1.385.644 mil, enquanto em 2022, estes aumentaram para R\$ 1.390.340 mil, ou seja, apenas 0,34% (EDF, 2022). Finalmente, o lucro líquido, que reflete o resultado após todas as despesas e impostos, teve uma evolução positiva. O lucro líquido em 2021 foi de R\$ 688.420 mil, comparado a R\$ 731.092 mil em 2022, um aumento de 6,2%. Este crescimento no lucro líquido é uma indicação clara de que a UTENF não só manteve sua operação eficiente, mas também melhorou sua posição financeira geral durante o período. (EDF, 2022)

A ampliação do portfólio da empresa em 2022, com a entrada no segmento de transmissão por meio do projeto Oiti e a criação da EDF Brasil Holding SA, marcou um ponto de inflexão estratégico para gerir um portfólio diversificado que inclui geração térmica, hídrica e serviços de operação e manutenção. Alinhada aos objetivos de sustentabilidade do Grupo EDF, a EDF Norte Fluminense fortaleceu suas operações com práticas ambientais e sociais responsáveis, contribuindo para a sustentabilidade ambiental e para a conformidade regulatória (EDF, 2022). Tais iniciativas são parte de um esforço para inovar e desenvolver tecnologicamente, focando na melhoria da eficiência operacional e na redução dos impactos ambientais. Estes esforços não

apenas beneficiam a operação direta da EDF, mas também promovem avanços tecnológicos no setor energético como um todo.

Enquanto a Usina Termoelétrica Norte Fluminense, operada pela EDF Renewables, destaca-se como um modelo de eficiência e sustentabilidade, a proximidade e as características compartilhadas com a Termomacaé oferecem um panorama do setor energético na região de Macaé. As duas usinas, embora tenham proprietários e operações distintas, complementam-se no fortalecimento da infraestrutura energética local. A colaboração, mesmo que indireta, entre estas usinas apresenta a região de Macaé como um local da geração de energia no Brasil, impulsionando a economia da região e fomentando avanços tecnológicos no setor.

A Termomacaé S.A., controlada integral da Petróleo Brasileiro S.A. – Petrobras, integra o setor energético do Brasil, operando a Usina Termoelétrica Termomacaé (UTE-TMA) com uma capacidade instalada de 923 MW. Localizada em Macaé, Rio de Janeiro, teve o início de suas operações comerciais em 29 de novembro de 2001. O modelo de negócios da empresa, alinhado com o Plano Estratégico PE 2024-2028, inclui a locação da usina para a Petrobras, destacando a cessão de mão-de-obra para operação e manutenção deste ativo (Termomacaé, 2022).

Em 2022, a Termomacaé S.A. exibiu crescimento, refletido não só pelo avanço em seus indicadores financeiros em comparação com 2021, mas também pela eficácia em suas operações de arrendamento. A receita de arrendamento da Termomacaé evoluiu de R\$ 74.564 mil em 2021 para R\$ 82.596 mil em 2022, o que representa um crescimento de 11%. Quanto aos custos do arrendamento, estes se mantiveram estáveis em ambos os anos, totalizando R\$ 30.152 mil. A estabilidade dos custos, mesmo com o aumento da receita, destaca uma gestão de custos e a capacidade da empresa de maximizar sua margem de lucro bruto, que também aumentou de R\$ 44.412 mil em 2021 para R\$ 52.444 mil em 2022, refletindo um aumento de 18%. Em termos de despesas gerais e administrativas houve uma ligeira retração de R\$ 9.993 mil em 2021 para R\$ 9.724 mil em 2022, ajudando a empresa a manter uma estrutura de custos enxuta e mais eficiente. Este decréscimo contribuiu para a saúde financeira geral da empresa.

Outro indicador importante, as despesas tributárias, apresentou um aumento expressivo, de R\$ 726 mil em 2021 para R\$ 3.539 mil em 2022. Este aumento é atribuído principalmente à maior receita financeira obtida pela aplicação dos recursos em fundos de investimento. Referente ao resultado financeiro líquido, houve um aumento de 19% de um ano para o outro, subindo de R\$ 36.885 mil em 2021 para R\$ 43.907 mil em 2022. Por fim, o lucro líquido da empresa também cresceu, passando de R\$ 58.453 mil em 2021 para R\$ 68.384 mil em 2022, um aumento de 17%. Além disso, a Termomacaé enfatiza seu compromisso com o desenvolvimento sustentável,

respeitando os direitos humanos e promove um ambiente de trabalho seguro e inclusivo (Termomacaé, 2022).

Passando da Termomacaé para a Usina Termoelétrica Marlim Azul, há uma continuação do tema de inovação e desenvolvimento econômico em Macaé. A Marlim Azul, fruto da colaboração entre a Arke Energia, Shell Brasil e Mitsubishi Power, representa um passo adiante na utilização de tecnologias avançadas e na exploração de recursos naturais de forma responsável e se encontra em estágio de pré-operação. Esta usina não só fortalece a diversificação da matriz energética do Brasil com o uso de gás natural do pré-sal, mas também estabelece um novo padrão para projetos de energia que equilibram crescimento econômico e responsabilidade ambiental na região.

O propósito da Marlim Azul é gerir a construção, operação e manutenção da usina, com capacidade de 565 MW e gás natural do pré-sal como combustível. Este projeto, que irá abastecer cerca de 1,5 milhão de residências, é fundamental para a diversificação da matriz energética brasileira. O financiamento de R\$ 1,2 bilhão do Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social (BNDES) viabilizou a usina, posicionando-a como um ativo estratégico para o setor energético do país.

9 ESTUDO DE IMPACTO DO VALOR COBRADO PELO USO DOS RECURSOS HÍDRICOS

O cálculo do impacto do valor cobrado na atividade econômica de cada município foi conduzido com base em simulações e *proxies*. A partir da demanda hídrica de cada setor, determinou-se o potencial de arrecadação em seis cenários distintos, detalhados na seção seguinte. A mensuração do impacto na renda dos setores foi realizada por meio de *proxies* estruturadas considerando a disponibilidade de dados para cada setor avaliado.

9.1 ESTRUTURAÇÃO DOS CENÁRIOS DE ARRECADAÇÃO

9.1.1 Mecanismos de cobrança

Para simular os valores arrecadados, foram aplicados dois mecanismos de cobrança: o mecanismo atualmente em vigor no ERJ e na RH-VIII (Mecanismo A), conforme a Lei Estadual nº 4.247/2003, e o mecanismo aplicado na cobrança utilizada na Bacia Hidrográfica do rio Paraíba do Sul, conforme a Deliberação Ceivap nº 218/2014 (Mecanismo B).

Durante a revisão da literatura e ao compará-lo com outros mecanismos utilizados em bacias brasileiras, percebe-se que a metodologia empregada no ERJ possui uma abordagem de cálculo singular. Um dos principais destaques na formulação está no caso específico da cobrança pelo lançamento de efluentes, na qual essa formulação incorpora um coeficiente relativo à eficiência do tratamento, o que pode mascarar o impacto causado no corpo hídrico receptor, especialmente quando há variação na magnitude das cargas tratadas e lançadas.

Para oferecer uma alternativa ao mecanismo atualmente utilizado no estado, optou-se por empregar o modelo adotado na bacia do rio Paraíba do Sul. Esse modelo foi escolhido devido à sua simplicidade de cálculo e à possibilidade de incorporar alguns coeficientes técnicos, o que viabiliza uma ponderação de acordo com o tipo de uso da água.

9.1.2 Demandas hídricas

Com o intuito de verificar diferentes cenários de arrecadação, foram consideradas três situações de demanda hídrica, as quais estão sintetizadas no Quadro 17.

QUADRO 17 – SÍNTESE DAS SITUAÇÕES DE DEMANDA CONSIDERADAS NO ESTUDO DE IMPACTO DA COBRANÇA

Situações de demandas hídricas	Descrição
1	Valores outorgados
2	Valores outorgados e em análise
3	Maiores estimativas de demandas hídricas (métodos diretos ou indiretos)

Na situação 1 foram considerados os valores de demandas hídricas provenientes das outorgas vigentes de captação e lançamento de efluentes (Inea, 2024⁴⁰), correspondendo a um cenário mais conservador em relação ao cálculo da arrecadação.

Na situação 2, foram considerados os valores de demandas hídricas provenientes das outorgas vigentes, além dos processos em análise. Isso aponta para um cenário prospectivo, no qual se compreende que pelo menos parte das demandas em análise pode já se configurar como demandas consolidadas na região.

E na situação 3, foram considerados as maiores demandas hídricas calculadas, conforme indicados nos Capítulos 4 e 5. Esta situação representa o máximo de demandas possíveis para os setores, ou seja, é o cenário de maior arrecadação pela cobrança na RH-VIII.

Na Tabela 95, na Tabela 96 e na Tabela 97 estão apresentadas as vazões de captação estimadas para cada uma das situações de demanda.

TABELA 95 - VAZÕES DE CAPTAÇÃO DA SITUAÇÃO 1 DE DEMANDAS HÍDRICAS

Municípios	Vazões de captação (m ³ /s)				
	Abastecimento	Aquicultura	Indústria	Irrigação	Termoelétrica
Carapebus	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
Casimiro de Abreu	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
Conceição de Macabu	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
Macaé	1,4280	0,0000	0,2354	0,0000	1,1408
Nova Friburgo	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
Rio das Ostras	0,0000	0,0000	0,0006	0,0000	0,0000

Fonte: Inea (2024).

TABELA 96 - VAZÕES DE CAPTAÇÃO DA SITUAÇÃO 2 DE DEMANDAS HÍDRICAS

Municípios	Vazões de captação (m ³ /s)				
	Abastecimento	Aquicultura	Indústria	Irrigação	Termoelétrica
Carapebus	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
Casimiro de Abreu	0,0027	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
Conceição de Macabu	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
Macaé	1,5378	0,0000	0,2730	0,0002	2,0501
Nova Friburgo	0,0025	0,3259	0,0000	0,0002	0,0000
Rio das Ostras	0,0392	0,0000	0,0015	0,0003	0,0000

Fonte: Inea (2024).

TABELA 97 - VAZÕES DE CAPTAÇÃO DA SITUAÇÃO 3 DE DEMANDAS HÍDRICAS

Municípios	Vazões de captação (m ³ /s)				
	Abastecimento	Aquicultura	Indústria	Irrigação	Termoelétrica
Carapebus	0,0000	0,0000	0,0000	0,0010	0,0000

⁴⁰ Cadastro de outorgas tratado previamente pelo Gerágua.

Municípios	Vazões de captação (m ³ /s)				
	Abastecimento	Aquicultura	Indústria	Irrigação	Termoelétrica
Casimiro de Abreu	0,0025	0,0000	0,0000	0,0010	0,0000
Conceição de Macabu	0,0002	0,0000	0,0000	0,0080	0,0000
Macaé	1,1142	0,0000	0,7404	0,0140	2,0501
Nova Friburgo	0,0127	0,3259	0,0000	0,0040	0,0000
Rio das Ostras	0,4676	0,0000	0,0006	0,0040	0,0000

Fonte: Inea (2024), Ana (2021).

Vale destacar que as vazões mencionadas são generalizadas para cada município. No entanto, para aplicar a metodologia A, atualmente em uso na RH-VIII, o cálculo foi realizado de forma mais detalhada, considerando as particularidades de cada usuário. Assim, foram determinados os coeficientes aplicáveis à fórmula de cobrança com base no cadastro de outorgas fornecido pelo Inea. Por outro lado, no caso do Mecanismo B, os coeficientes foram estimados por município, e não por usuário. Um maior detalhamento pode ser consultado no Apêndice B: Memórias de Cálculo das Simulações de Arrecadação.

9.1.3 Preço Público Unitário

Para estimar a arrecadação nos diferentes cenários, inicialmente, aplicou-se o valor atualmente cobrado na RH-VIII, que corresponde a R\$ 0,06595/m³.

Além disso, foram realizadas simulações com um PPU mais elevado, fixado em R\$ 0,15/m³, definido com base no levantamento bibliográfico realizado no Capítulo 3. Esse valor é semelhante ao praticado no Estado do Ceará, de R\$ 0,159/m³, que é o mais alto entre os praticados no país. O objetivo dessa simulação foi avaliar o impacto do aumento do PPU nos setores usuários. Para efeitos de comparação, também foi considerado um valor intermediário entre os dois, de R\$ 0,08405/m³.

Essas simulações fornecem subsídios importantes para análise das mudanças nos valores do PPU e seu impacto nos diversos setores usuários.

9.1.4 Cenários de arrecadação

Com base nas premissas expressas anteriormente, foram construídos 9 cenários para cada mecanismo de cobrança, os quais podem ser observados no Quadro 18.

QUADRO 18 – CENÁRIOS DE ARRECAÇÃO DA COBRANÇA PELO USO DOS RECURSOS HÍDRICOS NA RH-VIII

Cenário	PPU (R\$/m³)	Demandas	
Mecanismo "A"	A.1.1	0,06595	Valores outorgados até dezembro de 2023
	A.1.2	0,08405	Valores outorgados até dezembro de 2023
	A.1.3	0,15000	Valores outorgados até dezembro de 2023
	A.2.1	0,06595	Valores outorgados e em análise até dezembro de 2023
	A.2.2	0,08405	Valores outorgados e em análise até dezembro de 2023
	A.2.3	0,15000	Valores outorgados e em análise até dezembro de 2023
	A.3.1	0,06595	Maiores estimativas de demandas hídricas (métodos diretos ou indiretos)
	A.3.2	0,08405	Maiores estimativas de demandas hídricas (métodos diretos ou indiretos)
	A.3.3	0,15000	Maiores estimativas de demandas hídricas (métodos diretos ou indiretos)
Mecanismo "B"	B.1.1	0,06595	Valores outorgados até dezembro de 2023
	B.1.2	0,08405	Valores outorgados até dezembro de 2023
	B.1.3	0,15000	Valores outorgados até dezembro de 2023
	B.2.1	0,06595	Valores outorgados e em análise até dezembro de 2023
	B.2.2	0,08405	Valores outorgados e em análise até dezembro de 2023
	B.2.3	0,15000	Valores outorgados e em análise até dezembro de 2023
	B.3.1	0,06595	Maiores estimativas de demandas hídricas (métodos diretos ou indiretos)
	B.3.2	0,08405	Maiores estimativas de demandas hídricas (métodos diretos ou indiretos)
	B.3.3	0,15000	Maiores estimativas de demandas hídricas (métodos diretos ou indiretos)

9.2 RENDA DOS SETORES USUÁRIOS

Na Tabela 98 estão dispostos os valores da geração de renda de cada setor usuário. Para o abastecimento, foi utilizado o dado da "Receita Operacional Direta de Água" para o ano de 2022 do SNIS. Complementarmente, foram encaminhados ofícios às concessionárias de saneamento para obter informações sobre a composição da renda associada às captações na RH. A concessionária "Águas de Nova Friburgo", que atende o município de Nova Friburgo, foi a única que respondeu com valores distintos dos reportados no SNIS. Informaram que a receita total indicada no sistema corresponde a todo o município, sendo a maior parte da contribuição da bacia do Rio Dois Rios. A receita operacional referente à RH-VIII (Lumiar e São Pedro da Serra) foi de R\$ 1.963.828,07 em 2022 e R\$ 2.218.025,38 em 2023. Para as demais concessionárias, foi adotado o valor do indicador no SNIS.

Para Aquicultura foi utilizado o "Valor da venda de produtos da aquicultura" para o ano de 2017 do Censo Agropecuário de 2017 (Sidra/IBGE); para Indústria e Irrigação foi utilizado o Valor Adicionado Bruto (VAB) da Indústria e da Agropecuária para o ano de 2021 (Sidra/IBGE) e, para Termoelétrica os dados foram retirados dos Balanços das empresas Termomacaé S.A e Usina Termoelétrica Norte Fluminense S.A, ambas do ano de 2022.

Como o valor disponível da renda setorial refere-se a anos distintos entre 2017 e 2022, os valores fornecidos servem como *proxies* para o cálculo do impacto na renda, para os quais foram feitas as correções monetárias até 2023. Uma vez que os dados do Valor cobrado pelo uso do recurso hídrico têm como base o ano de 2023, a correção monetária foi realizada com o objetivo de equiparar as rendas setoriais ao ano de 2023.

Destacar as limitações desta análise é crucial, principalmente devido à impossibilidade de determinar a renda específica dos usuários que utilizam água no processo produtivo. O cálculo do impacto é baseado na renda total do setor, não apenas na parcela que realmente consome água. A única exceção é o setor de abastecimento público, que inevitavelmente utiliza água em suas atividades. Essa generalização pode comprometer a precisão dos resultados, especialmente em setores nos quais o uso de água não está diretamente vinculado ao rendimento econômico.

Sendo assim, para dar sequência aos cálculos da *proxy* sobre a renda bruta foi aplicado um deflator do IPCA (Tabela 99) que corrigiu os preços para 2023. Os valores dos índices de preços corrigidos estão na Tabela 100.

TABELA 98 – RENDA GERADA EM CADA SETOR USUÁRIO, VALOR BRUTO (2017-2022)

RENDA BRUTA	ABASTECIMENTO	AQUICULTURA	INDÚSTRIA	IRRIGAÇÃO	TERMOELÉTRICA
	FN002 - Receita operacional direta de água/SNIS - 2022	Valor da venda de produtos da aquicultura / Sidra IBGE - Tabela 9272 - 2017	Valor adicionado bruto a preços correntes da indústria / Sidra IBGE - Tabela 5938 - 2021	Valor adicionado bruto a preços correntes da agropecuária / Sidra IBGE - Tabela 5938 - 2021	Renda Líquida do Balanço Patrimonial / Balanços das empresas - 2022
Carapebus	R\$ 1.485.358,62	R\$ 9.000,00	R\$ 339.637.000,00	R\$ 13.339.000,00	-
Casimiro de Abreu	R\$ 14.322.827,08	-	R\$ 1.173.402.000,00	R\$ 13.479.000,00	-
Conceição de Macabu	-	R\$ 12.000,00	R\$ 15.761.000,00	R\$ 21.308.000,00	-
Macaé	R\$ 81.249.952,61	R\$ 85.000,00	R\$ 5.538.025.000,00	R\$ 75.525.000,00	R\$ 2.766.167.000,00
Nova Friburgo	R\$ 2.218.025,38	R\$ 991.000,00	R\$ 768.817.000,00	R\$ 130.267.000,00	-
Rio das Ostras	R\$ 47.117.751,40	-	R\$ 4.259.841.000,00	R\$ 14.234.000,00	-
RH-VIII	R\$ 146.393.915,09	R\$ 1.097.000,00	R\$ 12.095.483.000,00	R\$ 268.152.000,00	R\$ 2.766.167.000,00

Fonte: SNIS, Águas de Nova Friburgo e IBGE..

TABELA 99 – ÍNDICE DE INFLAÇÃO CORRIGIDO PARA 2023 – DEFLATOR IPCA

Deflator	IPCA 2022-2023	IPCA 2017-2023	IPCA 2021-2023	IPCA 2021-2023	IPCA 2022-2023
	4,62000	37,78511	10,67750	10,67750	4,62000

Fonte: Adaptado de IBGE.

TABELA 100 – RENDA DOS SETORES USUÁRIOS CORRIGIDA PELA INFLAÇÃO, A PREÇOS DE 2023

RENDA COM CORREÇÃO MONETÁRIA	ABASTECIMENTO	AQUICULTURA	INDÚSTRIA	IRRIGAÇÃO	TERMOELÉTRICA
	FN002 - Receita operacional direta de água/SNIS - 2023	Valor da venda de produtos da aquicultura / Sidra IBGE - Tabela 9272 - 2023	Valor adicionado bruto a preços correntes da indústria / Sidra IBGE - Tabela 5938 - 2023	Valor adicionado bruto a preços correntes da agropecuária / Sidra IBGE - Tabela 5938 - 2023	Renda Líquida do Balanço Patrimonial / Balanços das empresas - 2023
Carapebus	R\$ 1.553.982,19	R\$ 12.400,66	R\$ 375.901.733,88	R\$ 14.763.271,46	-
Casimiro de Abreu	R\$ 14.984.541,69	-	R\$ 1.298.691.975,08	R\$ 14.918.219,96	-
Conceição de Macabu	-	R\$ 16.534,21	R\$ 17.443.880,46	R\$ 23.583.161,27	-
Macaé	R\$ 85.003.700,42	R\$ 117.117,35	R\$ 6.129.347.508,61	R\$ 83.589.180,36	R\$ 2.893.963.915,40
Nova Friburgo	R\$ 2.218.025,38	R\$ 1.365.450,46	R\$ 850.907.419,80	R\$ 144.176.256,32	-
Rio das Ostras	R\$ 49.294.591,51	-	R\$ 4.714.685.437,58	R\$ 15.753.835,07	-

9.3 IMPACTO DOS VALORES PRATICADOS NA COBRANÇA SOBRE OS DIFERENTES SEGMENTOS DE USUÁRIOS

O cálculo do Impacto se deu pela aplicação dos valores cobrados aos setores aplicados sobre as rendas brutas dos setores usuários, tratando-se de uma relação percentual.

$$\text{Impacto por setor (\%)} = \left(\frac{\text{Valor Cobrado ao setor}}{\text{Renda do setor}} \right) \times 100$$

As memórias de cálculo encontram-se disponíveis no Apêndice B: Memórias de Cálculo das Simulações de Arrecadação. O impacto na renda foi medido para cada um dos dezoito cenários. Esta renda foi calculada por meio de *proxy* para cada um dos setores usuários, conforme a disponibilidade de dados.

Na Tabela 101, estão dispostas estimativas de arrecadação em cada cenário pelo mecanismo A e na Tabela 102, o impacto da cobrança para os setores em análise. Já na Tabela 103, tem-se a arrecadação pelo mecanismo B e na Tabela 104, o impacto.

TABELA 101 - ARRECAÇÃO POR FINALIDADE, PELO MECANISMO DE COBRANÇA A

Municípios	Abastecimento Público	Aquicultura	Indústria	Irrigação	Termoelétrica	Abastecimento Público	Aquicultura	Indústria	Irrigação	Termoelétrica	Abastecimento Público	Aquicultura	Indústria	Irrigação	Termoelétrica
	Valor Cobrado Anual (R\$/ano)					Valor Cobrado Anual (R\$/ano)					Valor Cobrado Anual (R\$/ano)				
Cenário A 1.1						Cenário A 2.1					Cenário A 3.1				
Carapebus	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	2.911,72	0,00
Casimiro de Abreu	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	2.911,72	0,00
Conceição de Macabu	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	23.293,75	0,00
Macaé	1.789.021,57	0,00	681.671,47	0,00	3.077.837,75	1.965.906,41	0,00	746.602,54	585,00	4.387.290,54	1.789.021,57	0,00	1.481.367,76	40.764,06	4.387.290,54
Nova Friburgo	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	3.836,40	271.084,46	0,00	605,50	0,00	3.836,40	271.084,46	0,00	11.646,88	0,00
Rio das Ostras	0,00	0,00	1.821,93	0,00	0,00	57.094,64	0,00	4.512,87	792,19	0,00	57.094,64	0,00	1.200,46	11.646,88	0,00
RH-VIII	1.789.021,57	0,00	683.493,40	0,00	3.077.837,75	2.026.837,45	271.084,46	751.115,41	1.982,69	4.387.290,54	1.849.952,60	271.084,46	1.482.568,22	93.175,00	4.387.290,54
Cenário A 1.2						Cenário A 2.2					Cenário A 3.2				
Carapebus	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	3.710,84	0,00
Casimiro de Abreu	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	3.710,84	0,00
Conceição de Macabu	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	29.686,73	0,00
Macaé	2.280.019,15	0,00	868.756,44	0,00	3.922.551,37	2.505.450,09	0,00	951.507,86	745,56	5.591.383,93	2.280.019,15	0,00	1.887.929,65	51.951,78	5.591.383,93
Nova Friburgo	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	4.889,30	345.483,68	0,00	771,68	0,00	4.889,30	345.483,68	0,00	14.843,36	0,00
Rio das Ostras	0,00	0,00	2.321,96	0,00	0,00	72.764,29	0,00	5.751,43	1.009,61	0,00	72.764,29	0,00	1.529,93	14.843,36	0,00
RH-VIII	2.280.019,15	0,00	871.078,40	0,00	3.922.551,37	2.583.103,68	345.483,68	957.259,29	2.526,85	5.591.383,93	2.357.672,73	345.483,68	1.889.459,58	118.746,92	5.591.383,93
Cenário A 1.3						Cenário A 2.3					Cenário A 3.3				
Carapebus	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	6.622,56	0,00
Casimiro de Abreu	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	6.622,56	0,00
Conceição de Macabu	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	52.980,48	0,00
Macaé	4.069.040,71	0,00	1.550.427,92	0,00	7.000.389,12	4.471.356,50	0,00	1.698.110,41	1.330,56	9.978.674,47	4.471.356,50	0,00	3.369.297,41	92.715,84	9.978.674,47
Nova Friburgo	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	8.725,69	616.568,14	0,00	1.377,18	0,00	8.725,69	616.568,14	0,00	26.490,24	0,00
Rio das Ostras	0,00	0,00	4.143,89	0,00	0,00	129.858,93	0,00	10.264,30	1.801,80	0,00	129.858,93	0,00	2.730,39	26.490,24	0,00
RH-VIII	4.069.040,71	0,00	1.554.571,81	0,00	7.000.389,12	4.609.941,12	616.568,14	1.708.374,70	4.509,54	9.978.674,47	4.609.941,12	616.568,14	3.372.027,80	211.921,92	9.978.674,47

TABELA 102 - IMPACTO POR FINALIDADE, PELO MECANISMO DE COBRANÇA A

Municípios	Abastecimento Público	Aquicultura	Indústria	Irrigação	Termoelétrica	Abastecimento Público	Aquicultura	Indústria	Irrigação	Termoelétrica	Abastecimento Público	Aquicultura	Indústria	Irrigação	Termoelétrica
	Arrecadação / Renda (%)					Arrecadação / Renda (%)					Arrecadação / Renda (%)				
Cenário A 1.1						Cenário A 2.1					Cenário A 3.1				
Carapebus	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,02%	0,00%
Casimiro de Abreu	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,02%	0,00%
Conceição de Macabu	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,10%	0,00%
Macaé	2,10%	0,00%	0,01%	0,00%	0,11%	2,31%	0,00%	0,01%	0,00%	0,15%	2,10%	0,00%	0,02%	0,05%	0,15%
Nova Friburgo	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,17%	19,85%	0,00%	0,00%	0,00%	0,17%	19,85%	0,00%	0,01%	0,00%
Rio das Ostras	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,12%	0,00%	0,00%	0,01%	0,00%	0,12%	0,00%	0,00%	0,07%	0,00%
RH-VIII	1,17%	0,00%	0,01%	0,00%	0,11%	1,32%	17,93%	0,01%	0,00%	0,15%	1,32%	17,93%	0,01%	0,03%	0,15%
Cenário A 1.2						Cenário A 2.2					Cenário A 3.2				
Carapebus	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,03%	0,00%
Casimiro de Abreu	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,02%	0,00%
Conceição de Macabu	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,13%	0,00%
Macaé	2,68%	0,00%	0,01%	0,00%	0,14%	2,95%	0,00%	0,02%	0,00%	0,19%	2,95%	0,00%	0,03%	0,06%	0,19%
Nova Friburgo	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,22%	25,30%	0,00%	0,00%	0,00%	0,22%	25,30%	0,00%	0,01%	0,00%
Rio das Ostras	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,15%	0,00%	0,00%	0,01%	0,00%	0,15%	0,00%	0,00%	0,09%	0,00%
RH-VIII	1,49%	0,00%	0,01%	0,00%	0,14%	1,69%	22,86%	0,01%	0,00%	0,19%	1,69%	22,86%	0,01%	0,04%	0,19%
Cenário A 1.3						Cenário A 2.3					Cenário A 3.3				
Carapebus	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
Casimiro de Abreu	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
Conceição de Macabu	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
Macaé	4,79%	0,00%	0,03%	0,00%	0,24%	5,26%	0,00%	0,03%	0,00%	0,34%	5,26%	0,00%	0,03%	0,00%	0,34%
Nova Friburgo	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,39%	45,15%	0,00%	0,00%	0,00%	0,39%	45,15%	0,00%	0,00%	0,00%
Rio das Ostras	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,26%	0,00%	0,00%	0,01%	0,00%	0,26%	0,00%	0,00%	0,01%	0,00%
RH-VIII	2,66%	0,00%	0,01%	0,00%	0,24%	3,01%	40,79%	0,01%	0,00%	0,34%	3,01%	40,79%	0,01%	0,00%	0,34%

TABELA 103 – ARRECAÇÃO POR FINALIDADE, PELO MECANISMO DE COBRANÇA B

Municípios	Abastecimento Público	Aquicultura	Indústria	Irrigação	Termoelétrica	Abastecimento Público	Aquicultura	Indústria	Irrigação	Termoelétrica	Abastecimento Público	Aquicultura	Indústria	Irrigação	Termoelétrica	
	Valor Cobrado Anual (R\$/ano)					Valor Cobrado Anual (R\$/ano)					Valor Cobrado Anual (R\$/ano)					
Cenário B 1.1						Cenário B 2.1						Cenário B 3.1				
Carapebus	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	67,19	0,00	50,33	1.819,82	0,00	
Casimiro de Abreu	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	8.567,63	0,00	0,00	0,00	0,00	8.272,19	0,00	0,00	1.819,82	0,00	
Conceição de Macabu	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	740,09	0,00	0,00	14.558,59	0,00	
Macaé	4.341.400,89	0,00	979.384,76	0,00	4.764.591,46	4.672.721,96	0,00	1.142.397,13	365,63	8.575.078,30	3.456.512,40	0,00	3.082.655,11	25.477,54	8.575.078,30	
Nova Friburgo	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	9.018,73	135.542,23	0,00	378,44	0,00	38.697,75	135.542,23	25,40	7.279,30	0,00	
Rio das Ostras	1.846,18	0,00	2.602,76	0,00	0,00	126.184,00	0,00	6.446,96	495,12	0,00	1.473.417,36	0,00	3.188,31	7.279,30	0,00	
RH-VIII	4.343.247,06	0,00	981.987,52	0,00	4.764.591,46	4.816.492,33	135.542,23	1.148.844,08	1.239,18	8.575.078,30	4.977.706,98	135.542,23	3.085.919,16	58.234,38	8.575.078,30	
Cenário B 1.2						Cenário B 2.2						Cenário B 3.2				
Carapebus	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	85,63	0,00	64,15	2.319,28	0,00	
Casimiro de Abreu	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	10.919,02	0,00	0,00	0,00	0,00	10.542,49	0,00	0,00	2.319,28	0,00	
Conceição de Macabu	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	943,20	0,00	0,00	18.554,21	0,00	
Macaé	5.532.899,84	0,00	1.248.177,25	0,00	6.072.235,22	5.955.152,10	0,00	1.455.928,41	465,97	10.928.511,47	4.405.153,41	0,00	3.928.690,85	32.469,86	10.928.511,47	
Nova Friburgo	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	11.493,92	172.741,84	0,00	482,30	0,00	49.318,36	172.741,84	32,38	9.277,10	0,00	
Rio das Ostras	2.352,86	0,00	3.317,08	0,00	0,00	160.815,25	0,00	8.216,32	631,01	0,00	1.877.797,26	0,00	4.063,35	9.277,10	0,00	
RH-VIII	5.535.252,70	0,00	1.251.494,33	0,00	6.072.235,22	6.138.380,29	172.741,84	1.464.144,73	1.579,28	10.928.511,47	6.343.840,36	172.741,84	3.932.850,72	74.216,82	10.928.511,47	
Cenário B 1.3						Cenário B 2.3						Cenário B 3.3				
Carapebus	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	152,82	0,00	114,48	4.139,10	0,00	
Casimiro de Abreu	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	19.486,66	0,00	0,00	0,00	0,00	18.814,68	0,00	0,00	4.139,10	0,00	
Conceição de Macabu	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1.683,29	0,00	0,00	33.112,80	0,00	
Macaé	9.874.300,73	0,00	2.227.562,01	0,00	10.836.826,68	10.627.874,06	0,00	2.598.325,53	831,60	19.503.589,77	7.861.665,82	0,00	7.011.345,96	57.947,40	19.503.589,77	
Nova Friburgo	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	20.512,66	308.284,07	0,00	860,74	0,00	88.016,11	308.284,07	57,78	16.556,40	0,00	
Rio das Ostras	4.199,04	0,00	5.919,84	0,00	0,00	286.999,25	0,00	14.663,28	1.126,13	0,00	3.351.214,62	0,00	7.251,66	16.556,40	0,00	
RH-VIII	9.878.499,77	0,00	2.233.481,85	0,00	10.836.826,68	10.954.872,62	308.284,07	2.612.988,81	2.818,46	19.503.589,77	11.321.547,34	308.284,07	7.018.769,88	132.451,20	19.503.589,77	

TABELA 104 – IMPACTO POR FINALIDADE, PELO MECANISMO DE COBRANÇA B

Municípios	Abastecimento Público	Aquicultura	Indústria	Irrigação	Termoelétrica	Abastecimento Público	Aquicultura	Indústria	Irrigação	Termoelétrica	Abastecimento Público	Aquicultura	Indústria	Irrigação	Termoelétrica
	Arrecadação / Renda (%)					Arrecadação / Renda (%)					Arrecadação / Renda (%)				
Cenário B 1.1					Cenário B 2.1					Cenário B 3.1					
Carapebus	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,01%	0,00%
Casimiro de Abreu	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,06%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,06%	0,00%	0,00%	0,01%	0,00%
Conceição de Macabu	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,06%	0,00%
Macaé	5,11%	0,00%	0,02%	0,00%	0,16%	5,50%	0,00%	0,02%	0,00%	0,30%	4,07%	0,00%	0,05%	0,03%	0,30%
Nova Friburgo	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,41%	9,93%	0,00%	0,00%	0,00%	1,74%	9,93%	0,00%	0,01%	0,00%
Rio das Ostras	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,26%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	2,99%	0,00%	0,00%	0,05%	0,00%
RH-VIII	2,84%	0,00%	0,01%	0,00%	0,16%	3,15%	8,97%	0,01%	0,00%	0,30%	3,25%	8,97%	0,02%	0,02%	0,30%
Cenário B 1.2					Cenário B 2.2					Cenário B 3.2					
Carapebus	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,01%	0,00%	0,00%	0,02%	0,00%
Casimiro de Abreu	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,07%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,07%	0,00%	0,00%	0,02%	0,00%
Conceição de Macabu	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,08%	0,00%
Macaé	6,51%	0,00%	0,02%	0,00%	0,21%	7,01%	0,00%	0,02%	0,00%	0,38%	5,18%	0,00%	0,06%	0,04%	0,38%
Nova Friburgo	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,52%	12,65%	0,00%	0,00%	0,00%	2,22%	12,65%	0,00%	0,01%	0,00%
Rio das Ostras	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,33%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	3,81%	0,00%	0,00%	0,06%	0,00%
RH-VIII	3,62%	0,00%	0,01%	0,00%	0,21%	4,01%	11,43%	0,01%	0,00%	0,38%	4,14%	11,43%	0,03%	0,03%	0,38%
Cenário B 1.3					Cenário B 2.3					Cenário B 3.3					
Carapebus	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,01%	0,00%	0,00%	0,03%	0,00%
Casimiro de Abreu	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,13%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,13%	0,00%	0,00%	0,03%	0,00%
Conceição de Macabu	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,14%	0,00%
Macaé	11,62%	0,00%	0,04%	0,00%	0,37%	12,50%	0,00%	0,04%	0,00%	0,67%	9,25%	0,00%	0,11%	0,07%	0,67%
Nova Friburgo	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,92%	22,58%	0,00%	0,00%	0,00%	3,97%	22,58%	0,00%	0,01%	0,00%
Rio das Ostras	0,01%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,58%	0,00%	0,00%	0,01%	0,00%	6,80%	0,00%	0,00%	0,11%	0,00%
RH-VIII	6,45%	0,00%	0,02%	0,00%	0,37%	7,16%	20,40%	0,02%	0,00%	0,67%	7,40%	20,40%	0,05%	0,04%	0,67%

9.4 CONSIDERAÇÕES SOBRE O IMPACTO NOS SETORES USUÁRIOS

Ao avaliar os cenários com base no mecanismo de cobrança atualmente empregado no ERJ, ou seja, o Mecanismo "A", surgem pontos de interesse que merecem discussão.

- **Cenários A.1.1, A.1.2 e A.1.3**

No cenário de menor arrecadação, com a Situação 1 de demandas hídricas (considerando apenas processos outorgados vigentes), o impacto da cobrança nos setores usuários está entre 0,01% e 2,66%. O impacto é observado apenas nos setores de abastecimento público, indústria e termoeletrônica. O maior valor foi observado no cenário A.1.3, com PPU de 0,15 R\$/m³, no setor de abastecimento público, com um total de 2,66% em sendo mais expressivo em Macaé, em que quase 4,8% da renda do setor seria destinada ao pagamento pelo uso dos recursos hídricos. Nos demais setores, com os processos atualmente outorgados e cobrados, o impacto da cobrança não supera 1% da renda dos setores usuários independentemente do PPU aplicado.

Entretanto, é muito provável que a seleção dos processos de outorga vigentes para estimar o valor que pode ser arrecadado não represente fielmente a situação real. Isso ocorre porque os volumes captados provavelmente são maiores e alguns dos processos em análise referem-se a demandas já consolidadas.

- **Cenários A.2.1, A.2.2 e A.2.3**

A análise dos cenários com a Situação 2 de demandas hídricas, que também leva em conta os processos de outorga em análise, revela uma mudança notável no impacto aos usuários. Mesmo com o PPU atual de 0,06596 R\$/m³, o valor cobrado pelo uso de recursos hídricos na Aquicultura em Nova Friburgo é significativo e representa, em *proxy*, quase 18%.

Os impactos são mais expressivos nesse setor e chegam a mais de 40% da renda no cenário A.2.3, com o maior PPU. No entanto, os valores apresentados não correspondem aos valores de fato arrecadados, pois a cobrança nesse setor respeita atualmente a alíquota de 0,5% dos custos de produção (Lei nº 4.246, de 16 de dezembro de 2003). A análise reforça a necessidade de estabelecer limites na cobrança para a aquicultura, cujos usos dos recursos hídricos não se traduzem na mesma proporção em ganhos financeiros.

O impacto no setor de Abastecimento público variou entre 1,32% e 3,01% na RH-VIII, tendo o maior impacto no município de Macaé, onde se observou o impacto de 5,26% com o PPU de 0,15 R\$/m³. Nos setores da indústria e termoeletrônica, os impactos são menos sentidos, variando entre 0,01% e 0,03%, e 0,15% e 0,34%, respectivamente.

- **Cenários A.3.1, A.3.2 e A.3.3**

Nestes cenários, que consideram as maiores demandas hídricas nos setores avaliados, a situação se assemelha ao discutido no tópico anterior. Isso ocorre porque, para as finalidades de abastecimento público, aquicultura e termoeletrica, as maiores demandas hídricas correspondem aos processos de outorga vigentes e em análise. No setor de abastecimento público, observa-se um aumento do impacto para 5,26% em Macaé, com aumento do PPU para 0,15 R\$/m³.

- **Cenários B**

Considerando o mecanismo alternativo de cobrança, nos cenários que contemplam apenas os processos vigentes de outorga (B.1.1, B.1.2 e B.1.3), o impacto da cobrança foi pouco significativo. Contudo, foi observado um maior impacto no setor de abastecimento público, representando 2,84% no PPU atual e 6,45% no PPU de 0,15 R\$/m³. Destaca-se que, com o aumento do PPU, o impacto no município de Macaé especificamente, chega a mais de 10% da renda deste setor.

Na Situação 2 de demandas hídricas, que também considera os processos de outorga em análise (B.1.1, B.1.2 e B.1.3), o impacto no setor de abastecimento variou de 3,15% a 7,16%, considerando o PPU atualmente praticado (0,06595 R\$/m³) e o maior valor simulado (0,15 R\$/m³), respectivamente. Nesta situação, destacam-se também os impactos da cobrança sobre o setor de aquicultura, que variaram de 8,97% a 20,40%. Com o mecanismo de cobrança B, os impactos no setor de aquicultura, apesar de ainda serem os mais expressivos, são menores do que os observados na aplicação do mecanismo A.

Mais uma vez, os setores de indústria, termoeletrica e irrigação foram menos afetados. A indústria, apesar de não possuir demandas tão expressivas na RH-VIII (correspondendo a aproximadamente 9% da demanda total), movimenta altos valores na economia, refletidos pelos altos valores de arrecadação do VAB industrial. Já as termoeletricas possuem altos volumes outorgados no município de Macaé e uma alta arrecadação, conforme os Balanços das empresas analisadas. A irrigação possui pouca representatividade na RH, não estando entre as principais vocações econômicas na RH.

9.5 PERSPECTIVAS DE IMPACTOS FUTUROS

No contexto da avaliação do impacto futuro, foram considerados os horizontes de planejamento de 5, 10 e 20 anos (2028, 2033 e 2043, respectivamente) como marcos temporais para avaliação do impacto. É importante ressaltar que, dentro deste contexto, foram realizadas

projeções para a demanda, levando em conta a demanda atual, as perspectivas de crescimento e variação da renda dos setores usuários, além de aspectos como a inflação e a taxa de crescimento esperada para os setores. Adicionalmente, foi considerado um escalonamento progressivo do PPU.

9.5.1 Projeção da Arrecadação da Cobrança pelo uso dos Recursos Hídricos na RH-VIII

- **Demanda Hídrica**

A quantificação das demandas hídricas futuras baseou-se nas projeções do Manual de Usos Consuntivos da Água no Brasil (ANA, 2021), um estudo realizado pela ANA que apresenta a projeção das demandas hídricas do país até 2040, por município. As taxas de crescimento do Manual de Usos Consuntivos foram adotadas para os setores de abastecimento público, indústria, irrigação.

Foram necessários ajustes para refletir as condições locais, especialmente no setor de termoeletricas. Em Macaé, no qual essas atividades são significativas e até predominantes, as projeções da ANA para a demanda hídrica de termoeletricas apresentaram decréscimo e estagnação. Essa perspectiva pode estar associada à recente mudança de vocação da região, que era uma dinâmica improvável de ser mapeada na época do estudo, considerando sua metodologia e escala.

Portanto, as projeções de demanda hídrica para o setor industrial e termoeletrico foram recalculadas com base na análise da variação do VAB Industrial ao longo dos últimos 20 anos. Apesar de a análise da série histórica deste indicador não refletir com precisão as dinâmicas atuais, considerando as grandes mudanças ocorridas na dinâmica dos setores na região, como a incidência da pandemia de Covid, o declínio da indústria de petróleo e gás e a pretensão de tornar o município um polo de produção de energia, essa estimativa proporciona um norte de como pode vir a ser o crescimento desses setores na região.

Para a aquicultura, que não foi considerada como uso consuntivo de água no estudo da ANA, foi necessário adotar metodologias alternativas para estimar o crescimento de sua demanda hídrica. Para isso, avaliou-se a evolução do Valor de Produção da Aquicultura (IBGE, 2022) nos municípios da RH-VIII como base para estimar uma taxa de crescimento a ser considerada. Além disso, essas análises levaram em conta o incentivo de crescimento do setor por parte de programas governamentais.

- **Redução de consumo**

Além do aumento das demandas associadas ao processo de crescimento, também foi considerada a evolução tecnológica em benefício ao uso mais eficiente da água na RH. Nesse sentido, foram incorporados coeficientes de redução no consumo de água pelos diferentes setores, refletindo a expectativa de que as práticas de uso de água se tornem progressivamente mais eficientes.

No setor de abastecimento público, essa redução foi avaliada a partir da diminuição no índice de perdas para 25% até 2033, conforme preconizado nas metas do Plano Nacional de Saneamento Básico (Brasil, 2019).

Na indústria, estimou-se uma redução de 15% no consumo de água por meio da adoção de práticas de reúso, conforme apontado por Scarlati (2013).

Para a irrigação, a expectativa é de uma redução de 30% no consumo a longo prazo, com a implementação de sistemas de irrigação mais eficientes, como o gotejamento (Embrapa, 2013).

Nas termoeletricas, prevê-se uma significativa redução de 90% do consumo a longo prazo, devido à adoção de tecnologias de refrigeração baseadas em sistemas de aerocondensador (EDF Norte Fluminense, 2019).

- **Escalonamento do PPU**

Além disso, os PPU's apresentados na subseção 9.1.3 foram escalonados com os ajustes inflacionários ao longo dos anos, além de um aumento de R\$ 0,01 a cada horizonte de tempo (5, 10 e 20 anos). Tais incrementos e projeções de cenários estão em conformidade com as necessidades e expectativas de desenvolvimento sustentável da região. Os memoriais de cálculo podem ser verificados nas Planilhas de cálculo fornecidas em conjunto ao Estudo (Apêndice C: Memórias de Cálculo das Simulações de Arrecadação futura).

9.5.2 Projeção da Renda dos Setores

A projeção da renda dos setores exigiu uma série de testes para identificar a melhor *proxy*. Cada setor usuário teve uma metodologia conforme a melhor qualidade explicativa de projeção dos dados. No Quadro 19, encontra-se a síntese dos procedimentos adotados em cada setor dada a característica da série de dados disponível.

QUADRO 19 – SÍNTESE METODOLÓGICA DA PROJEÇÃO DOS SETORES USUÁRIOS PARA 2028, 2033 E 2043

SETORES USUÁRIOS	Fonte	Procedimentos
Abastecimento	FN002 - Receita operacional direta de água/SNIS - 2023	A série contém dados de 2002 a 2023 das empresas e companhias presentes em cada um dos municípios. O valor da receita operacional direta de água foi somado por município e o comportamento da série mostra uma tendência de expansão do setor no conjunto dos municípios da região. Por mais que os dados projetados refletissem uma expansão do setor, optou-se por usar a média anual geométrica calculada sobre os últimos 5, 10 e 20 anos. A opção pela média geométrica vem da necessidade de utilizá-la nos setores de agropecuária e indústria. Optou-se, portanto, por esta via para que ficasse mais coerente com os demais setores usuários.
Aquicultura	Valor da venda de produtos da aquicultura / Sidra IBGE - Tabela 9272 - 2023	A série da aquicultura tem somente um ano (2017) e foi projetada conforme inflação IPCA. A série do Índice de Preços ao Consumidor Amplo (IPCA) foi projetada conforme média geométrica, mas aplicada conforme o regime de metas de inflação do BACEN que projeta 3% a.a. Caso fosse aplicada a média geométrica a inflação cresceria próxima a 5% a.a..
Indústria	Valor adicionado bruto a preços correntes da indústria / Sidra IBGE - Tabela 5938 - 2023	A série de VAB da indústria vai de 2002 a 2021 e precisou ser atualizada para 2023 pela inflação. A série passou pela correção monetária via IPCA mostrando que os valores correntes distorceriam muito as projeções que antes dos valores constantes apontavam para crescimento. Enfim, depois de alguns testes de projeção por município e por região, optou-se por representar os valores futuros do VAB da indústria por média geométrica anual da região calculada sobre os últimos 5, 10 e 20 anos.
Irrigação	Valor adicionado bruto a preços correntes da agropecuária / Sidra IBGE - Tabela 5938 - 2023	Os dados do VAB da agropecuária se comportam da mesma forma que os dados da indústria. Então a projeção da renda futura do setor foi feita sobre a média geométrica da região, calculado sobre os últimos 5, 10 e 20 anos.
Termoelétrica	Renda Líquida do Balanço Patrimonial / Balanços das empresas - 2023	Dado baixo número de registros anuais, as rendas das termoelétricas foram projetadas conforme a inflação IPCA.

Fonte: RHA (2024).

9.5.3 Impactos futuros

Os impactos futuros da cobrança ao longo de 5, 10 e 20 anos, levando em conta os cenários prospectivos de arrecadação e de renda dos setores, incluindo os cenários de variação das demandas, do PPU e do mecanismo, são apresentados na Tabela 105, Tabela 106, Tabela 107, Tabela 108, Tabela 109 e Tabela 110.

Na Tabela 105, são apresentadas as projeções do mecanismo de cobrança A, atualmente utilizado no ERJ, considerando os processos de outorga vigentes e as projeções de demanda para curto, médio e longo prazos. Observa-se um impacto no setor de termoelétricas em Macaé, especialmente no cenário projetado para os próximos 5 anos (até 2028). Com o aumento do PPU para R\$ 0,150, o impacto no setor termoelétrico torna-se mais significativo no cenário de até 10 anos (2033).

O setor de abastecimento público também é impactado em Macaé, de mais de 4% da renda do setor, no cenário A.1.3. Observa-se uma tendência de diminuição dos impactos ao longo do

tempo em cada cenário, em todos os setores, em função da implementação de boas práticas no uso da água frente ao aumento do progressivo do PPU.

TABELA 105 – PROJEÇÃO DO IMPACTO POR FINALIDADE, PELO MECANISMO DE COBRANÇA A (SITUAÇÃO DE DEMANDAS 1)

PROCESSOS DE OUTORGA VIGENTES	Cenário	A.1.1																			
	PPU inicial	0,06595																			
	Demandas	Processos de outorga vigentes																			
MUNICÍPIOS	ABASTECIMENTO PÚBLICO				AQUICULTURA				INDÚSTRIA				IRRIGAÇÃO				TERMOELÉTRICA				
	2023	2028	2033	2043	2023	2028	2033	2043	2023	2028	2033	2043	2023	2028	2033	2043	2023	2028	2033	2043	
	Carapebus	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
	Casimiro de Abreu	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
	Conceição de Macabu	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
	Macaé	2,10%	2,20%	2,26%	2,35%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,01%	0,01%	0,01%	0,01%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,11%	0,10%	0,08%	0,06%
	Nova Friburgo	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
	Rio das Ostras	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
	RH-VIII	1,17%	1,22%	1,26%	1,31%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,01%	0,01%	0,01%	0,01%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,11%	0,10%	0,08%	0,06%
PROCESSOS DE OUTORGA VIGENTES	Cenário	A.1.2																			
	PPU inicial	0,08405																			
	Demandas	Processos de outorga vigentes																			
MUNICÍPIOS	ABASTECIMENTO PÚBLICO				AQUICULTURA				INDÚSTRIA				IRRIGAÇÃO				TERMOELÉTRICA				
	2023	2028	2033	2043	2023	2028	2033	2043	2023	2028	2033	2043	2023	2028	2033	2043	2023	2028	2033	2043	
	Carapebus	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
	Casimiro de Abreu	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
	Conceição de Macabu	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
	Macaé	2,68%	2,42%	2,17%	1,78%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,01%	0,01%	0,01%	0,01%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,14%	0,11%	0,07%	0,04%
	Nova Friburgo	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
	Rio das Ostras	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
	RH-VIII	1,49%	1,34%	1,20%	0,99%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,01%	0,01%	0,01%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,14%	0,11%	0,07%	0,04%
PROCESSOS DE OUTORGA VIGENTES	Cenário	A.1.3																			
	PPU inicial	0,150																			
	Demandas	Processos de outorga vigentes																			
MUNICÍPIOS	ABASTECIMENTO PÚBLICO				AQUICULTURA				INDÚSTRIA				IRRIGAÇÃO				TERMOELÉTRICA				
	2023	2028	2033	2043	2023	2028	2033	2043	2023	2028	2033	2043	2023	2028	2033	2043	2023	2028	2033	2043	
	Carapebus	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
	Casimiro de Abreu	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
	Conceição de Macabu	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
	Macaé	4,79%	4,11%	3,54%	2,80%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,03%	0,02%	0,02%	0,02%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,24%	0,18%	0,12%	0,07%
	Nova Friburgo	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
	Rio das Ostras	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
	RH-VIII	2,66%	2,28%	1,96%	1,56%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,01%	0,01%	0,01%	0,01%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,24%	0,18%	0,12%	0,07%

Legenda: Impacto inferior a 0,05%; Impacto entre 0,05% e 5%; Impacto entre 5% e 10%; Impacto entre 10% e 50%; Impacto superior a 50%.

Ao analisar o Tabela 106, que apresenta o impacto futuro pelo mecanismo A, com processos de outorga vigentes e em análise, é evidente o crescente impacto sobre a aquicultura, independentemente do PPU adotado. No entanto, é importante destacar que atualmente não há nenhum usuário desse setor sendo cobrado na RH-VIII, pois todos os processos de outorga ainda estão em análise. Outro setor em que os impactos se tornam mais visíveis é o de abastecimento humano, que em Macaé supera 5% da renda no cenário A.3.3.

Como o crescimento econômico dos setores não está diretamente relacionado apenas ao consumo de água, o impacto tende a diminuir ao longo do tempo nos casos em que a taxa de crescimento da renda supera o crescimento das demandas hídricas. Essa situação sugere a possibilidade de aumentar o PPU ao longo do tempo, considerando a valorização econômica dos recursos hídricos no futuro, devido à necessidade de proteger e garantir a quantidade e qualidade da água na região, especialmente frente às incertezas trazidas pelas mudanças climáticas.

No caso da aquicultura, mesmo com a redução do impacto, é evidente a necessidade de metodologias diferenciadas para cobrança ou da estipulação de um valor máximo a ser cobrado.

No que diz respeito às maiores demandas hídricas, o impacto pelo mecanismo A é apresentado na Tabela 107. Assim como observado nos cenários A.3, tem-se a situação mais crítica para a aquicultura. As maiores demandas hídricas foram provenientes do cadastro de outorga, sendo então as mesmas utilizadas para a construção dos cenários anteriormente apresentados.

Nesses cenários, com demandas estimadas para o setor de agricultura, tem-se pela primeira vez um impacto acima de 0,05% para os usuários de irrigação.

Aqui é possível concluir ainda, que o setor de termoeletrônica não apresentou significativo em nenhum dos cenários previstos, demonstrando que a cobrança pode não ter o impacto almejado na sensibilização quanto ao uso eficiente dos recursos hídricos para estes usuários.

TABELA 107 – PROJEÇÃO DO IMPACTO POR FINALIDADE, PELO MECANISMO DE COBRANÇA A (SITUAÇÃO DE DEMANDAS 3)

MUNICÍPIOS	ABASTECIMENTO PÚBLICO				AQUICULTURA				INDÚSTRIA				IRRIGAÇÃO				TERMOELÉTRICA			
	2023	2028	2033	2043	2023	2028	2033	2043	2023	2028	2033	2043	2023	2028	2033	2043	2023	2028	2033	2043
	Carapebus	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,02%	0,02%	0,03%	0,03%	0,00%	0,00%	0,00%
Casimiro de Abreu	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,02%	0,02%	0,03%	0,03%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
Conceição de Macabu	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,10%	0,12%	0,13%	0,17%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
Macaé	2,31%	2,42%	2,48%	2,59%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,02%	0,03%	0,03%	0,03%	0,05%	0,06%	0,07%	0,08%	0,15%	0,14%	0,11%	0,08%
Nova Friburgo	0,17%	0,18%	0,19%	0,19%	19,85%	22,29%	24,35%	29,24%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,01%	0,01%	0,01%	0,01%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
Rio das Ostras	0,12%	0,12%	0,13%	0,14%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,07%	0,09%	0,10%	0,13%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
RH-VIII	1,32%	1,39%	1,42%	1,48%	17,93%	20,14%	22,00%	26,42%	0,01%	0,01%	0,01%	0,01%	0,03%	0,04%	0,04%	0,05%	0,15%	0,14%	0,11%	0,08%

MUNICÍPIOS	ABASTECIMENTO PÚBLICO				AQUICULTURA				INDÚSTRIA				IRRIGAÇÃO				TERMOELÉTRICA			
	2023	2028	2033	2043	2023	2028	2033	2043	2023	2028	2033	2043	2023	2028	2033	2043	2023	2028	2033	2043
	Carapebus	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,03%	0,03%	0,03%	0,03%	0,00%	0,00%	0,00%
Casimiro de Abreu	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,02%	0,03%	0,03%	0,02%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
Conceição de Macabu	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,13%	0,13%	0,13%	0,13%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
Macaé	2,95%	2,66%	2,38%	1,95%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,03%	0,03%	0,03%	0,02%	0,06%	0,06%	0,06%	0,06%	0,19%	0,15%	0,10%	0,06%
Nova Friburgo	0,22%	0,20%	0,18%	0,15%	25,30%	24,44%	23,33%	22,08%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,01%	0,01%	0,01%	0,01%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
Rio das Ostras	0,15%	0,14%	0,12%	0,11%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,09%	0,10%	0,10%	0,09%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
RH-VIII	1,69%	1,52%	1,36%	1,12%	22,86%	22,07%	21,08%	19,95%	0,01%	0,01%	0,01%	0,01%	0,04%	0,04%	0,04%	0,04%	0,19%	0,15%	0,10%	0,06%

MUNICÍPIOS	ABASTECIMENTO PÚBLICO				AQUICULTURA				INDÚSTRIA				IRRIGAÇÃO				TERMOELÉTRICA			
	2023	2028	2033	2043	2023	2028	2033	2043	2023	2028	2033	2043	2023	2028	2033	2043	2023	2028	2033	2043
	Carapebus	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,04%	0,04%	0,04%	0,04%	0,00%	0,00%	0,00%
Casimiro de Abreu	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,04%	0,04%	0,04%	0,04%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
Conceição de Macabu	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,22%	0,22%	0,21%	0,20%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
Macaé	5,26%	4,52%	3,89%	3,08%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,05%	0,05%	0,04%	0,04%	0,11%	0,11%	0,10%	0,10%	0,34%	0,26%	0,17%	0,10%
Nova Friburgo	0,39%	0,34%	0,29%	0,23%	45,15%	41,56%	38,10%	34,81%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,02%	0,02%	0,02%	0,02%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
Rio das Ostras	0,26%	0,23%	0,20%	0,17%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,17%	0,16%	0,16%	0,15%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
RH-VIII	3,01%	2,59%	2,23%	1,77%	40,79%	37,54%	34,42%	31,44%	0,03%	0,02%	0,02%	0,02%	0,07%	0,07%	0,07%	0,06%	0,34%	0,26%	0,17%	0,10%

Legenda: ■ Impacto inferior a 0,05%; ■ Impacto entre 0,05% e 5%; ■ Impacto entre 5% e 10%; ■ Impacto entre 10% e 50%; ■ Impacto superior a 50%.

Na Tabela 108, as projeções do mecanismo de cobrança B, considerando a arrecadação vinculada apenas aos usos outorgados, os setores que apresentam algum impacto são o abastecimento público e o setor termoelétrico. Para ambos, apesar de existentes, os impactos são baixos. No caso do abastecimento público, é expressivo o impacto no município de Macaé, que chega a 11,62% com PPU de R\$ 0,15/m³, mas decresce ao longo do horizonte apresentado, variando, em 2043 de 3,77% (PPU R\$ 0,06595/m³) a 6,01 % (PPU R\$ 0,15/m³). Para o setor termoelétrico, os impactos não superam 0,3% mesmo para o maior valor de PPU avaliado (0,15 R\$/m³) e diminuem progressivamente ao longo dos 20 anos analisados.

TABELA 108 – PROJEÇÃO DO IMPACTO POR FINALIDADE, PELO MECANISMO DE COBRANÇA B (SITUAÇÃO DE DEMANDAS 1)

PROCESSO DE OUTORGA VIGENTE	Cenário	B.1.1																			
	PPU inicial	0,06595																			
	Demandas	Processos de outorga vigentes																			
MUNICÍPIOS	ABASTECIMENTO PÚBLICO				AQUICULTURA				INDÚSTRIA				IRRIGAÇÃO				TERMOELÉTRICA				
	2023	2028	2033	2043	2023	2028	2033	2043	2023	2028	2033	2043	2023	2028	2033	2043	2023	2028	2033	2043	
Carapebus	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	
Casimiro de Abreu	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	
Conceição de Macabu	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	
Macaé	5,11%	4,82%	4,56%	3,77%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,02%	0,02%	0,01%	0,01%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,11%	0,09%	0,07%	0,04%	
Nova Friburgo	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	
Rio das Ostras	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	
RH-VIII	2,84%	2,68%	2,54%	2,09%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,01%	0,01%	0,01%	0,01%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,11%	0,09%	0,07%	0,04%	
Cenário	B.1.2																				
PPU inicial	0,08405																				
Demandas	Processos de outorga vigentes																				
MUNICÍPIOS	ABASTECIMENTO PÚBLICO				AQUICULTURA				INDÚSTRIA				IRRIGAÇÃO				TERMOELÉTRICA				
	2023	2028	2033	2043	2023	2028	2033	2043	2023	2028	2033	2043	2023	2028	2033	2043	2023	2028	2033	2043	
Carapebus	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	
Casimiro de Abreu	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	
Conceição de Macabu	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	
Macaé	6,51%	5,55%	4,75%	3,37%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,02%	0,02%	0,02%	0,01%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,14%	0,10%	0,07%	0,04%	
Nova Friburgo	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	
Rio das Ostras	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	
RH-VIII	3,62%	3,08%	2,64%	1,87%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,01%	0,01%	0,01%	0,01%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,14%	0,10%	0,07%	0,04%	
Cenário	B.1.3																				
PPU inicial	0,15																				
Demandas	Processos de outorga vigentes																				
MUNICÍPIOS	ABASTECIMENTO PÚBLICO				AQUICULTURA				INDÚSTRIA				IRRIGAÇÃO				TERMOELÉTRICA				
	2023	2028	2033	2043	2023	2028	2033	2043	2023	2028	2033	2043	2023	2028	2033	2043	2023	2028	2033	2043	
Carapebus	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	
Casimiro de Abreu	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	
Conceição de Macabu	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	
Macaé	11,62%	9,90%	8,47%	6,01%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,04%	0,03%	0,03%	0,02%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,24%	0,18%	0,12%	0,07%	
Nova Friburgo	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	
Rio das Ostras	0,01%	0,01%	0,01%	0,01%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	
RH-VIII	6,45%	5,50%	4,71%	3,34%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,02%	0,01%	0,01%	0,01%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,24%	0,18%	0,12%	0,07%	

Legenda: ■ Impacto inferior a 0,05%; ■ Impacto entre 0,05% e 5%; ■ Impacto entre 5% e 10%; ■ Impacto entre 10% e 50%; ■ Impacto superior a 50%.

Nos cenários que englobam os processos de outorga vigentes e em análise, os impactos são mais significativos em ambos os mecanismos, mas nas simulações com o Mecanismo B tendem a ser mais amenos (diluídos) que na adoção do mecanismo A, em quase todos os setores, com exceção do abastecimento público. Conforme a Tabela 109, os impactos do mecanismo B tendem a ser maiores no curto prazo, mas também intensos no longo prazo, no entanto mais amenos que no mecanismo A.

O setor mais impactado, entre os municípios da região, é o de abastecimento público. Em termos de intensidade, o setor de aquicultura é o mais representativo, principalmente no curto prazo, visto que o impacto dilui no decorrer dos anos. Os impactos da aquicultura se concentram em intensidade no município de Nova Friburgo.

O setor termoeletrico também tem impacto em Macaé, para o PPU de R\$ 0,150 principalmente.

Enfim, comparativamente, o impacto mais intenso na aquicultura está no mecanismo A, chegando a 45,15%, em Nova Friburgo. São os impactos mais intensos registrados entre os mecanismos. No mecanismo B, na aquicultura, o maior impacto é de 31,38%. Em ambos os mecanismos os impactos reduzem no decorrer dos anos.

TABELA 109 – PROJEÇÃO DO IMPACTO POR FINALIDADE, PELO MECANISMO DE COBRANÇA B (SITUAÇÃO DE DEMANDAS 2)

PROCESSOS DE OUTORGA VIGENTES E EM ANÁLISE	Cenário	B.2.1																			
	PPU inicial	0,06595																			
	Demandas	Processos de outorga vigentes e em análise																			
MUNICÍPIOS	ABASTECIMENTO PÚBLICO				AQUICULTURA				INDÚSTRIA				IRRIGAÇÃO				TERMOELÉTRICA				
	2023	2028	2033	2043	2023	2028	2033	2043	2023	2028	2033	2043	2023	2028	2033	2043	2023	2028	2033	2043	
Carapebus	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	
Casimiro de Abreu	0,06%	0,05%	0,04%	0,04%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	
Conceição de Macabu	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	
Macaé	5,50%	5,19%	4,91%	4,06%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,02%	0,02%	0,02%	0,02%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,20%	0,16%	0,12%	0,08%	
Nova Friburgo	0,33%	0,31%	0,30%	0,25%	10,77%	13,61%	16,90%	8,47%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	
Rio das Ostras	0,25%	0,24%	0,23%	0,20%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	
RH-VIII	3,14%	2,97%	2,81%	2,33%	9,73%	12,29%	15,27%	7,66%	0,01%	0,01%	0,01%	0,01%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,20%	0,16%	0,12%	0,08%	
Cenário	B.2.2																				
PPU inicial	0,08405																				
Demandas	Processos de outorga vigentes e em análise																				
MUNICÍPIOS	ABASTECIMENTO PÚBLICO				AQUICULTURA				INDÚSTRIA				IRRIGAÇÃO				TERMOELÉTRICA				
	2023	2028	2033	2043	2023	2028	2033	2043	2023	2028	2033	2043	2023	2028	2033	2043	2023	2028	2033	2043	
Carapebus	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	
Casimiro de Abreu	0,07%	0,06%	0,04%	0,03%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	
Conceição de Macabu	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	
Macaé	7,01%	5,97%	5,11%	3,62%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,03%	0,02%	0,02%	0,01%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,25%	0,19%	0,13%	0,07%	
Nova Friburgo	0,42%	0,36%	0,31%	0,22%	13,73%	15,67%	17,58%	7,57%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	
Rio das Ostras	0,32%	0,28%	0,24%	0,18%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	
RH-VIII	4,01%	3,42%	2,93%	2,08%	12,40%	14,15%	15,88%	6,84%	0,01%	0,01%	0,01%	0,01%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,25%	0,19%	0,13%	0,07%	
Cenário	B.2.3																				
PPU inicial	0,15																				
Demandas	Processos de outorga vigentes e em análise																				
MUNICÍPIOS	ABASTECIMENTO PÚBLICO				AQUICULTURA				INDÚSTRIA				IRRIGAÇÃO				TERMOELÉTRICA				
	2023	2028	2033	2043	2023	2028	2033	2043	2023	2028	2033	2043	2023	2028	2033	2043	2023	2028	2033	2043	
Carapebus	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	
Casimiro de Abreu	0,13%	0,10%	0,08%	0,06%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	
Conceição de Macabu	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	
Macaé	12,50%	10,66%	9,12%	6,47%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,05%	0,04%	0,03%	0,03%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,45%	0,34%	0,23%	0,13%	
Nova Friburgo	0,76%	0,65%	0,56%	0,39%	24,50%	27,96%	31,38%	13,51%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	
Rio das Ostras	0,57%	0,50%	0,44%	0,32%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,01%	0,01%	0,01%	0,01%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	
RH-VIII	7,15%	6,10%	5,22%	3,71%	22,13%	25,26%	28,35%	12,20%	0,02%	0,02%	0,02%	0,01%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,45%	0,34%	0,23%	0,13%	

Legenda: ■ Impacto inferior a 0,05%; ■ Impacto entre 0,05% e 5%; ■ Impacto entre 5% e 10%; ■ Impacto entre 10% e 50%; ■ Impacto superior a 50%.

Quando se trata das maiores demandas hídricas, passa a ter impacto na indústria e na irrigação em ambos os mecanismos A e B. No mecanismo B o maior número de municípios impactados está no abastecimento público, setor em que os impactos se tornam mais intensos à medida que o PPU aumenta. Os municípios mais impactados no abastecimento público são Macaé e Rio das Ostras (Tabela 110).

Na aquicultura, no município de Nova Friburgo, os impactos são significativos, sendo o maior registro de 31,38%.

Na indústria, o município de Macaé apresentou impactos de até 0,07%. Já irrigação, os municípios impactados foram Conceição de Macabu, Macaé e Nova Friburgo. O setor da indústria tem impactos mais intensos quando aplicado o mecanismo A e mais amenos no mecanismo B. Contudo, não foram significativos em nenhum dos casos.

No mecanismo B, no setor termoeletrico, o município de Macaé recebe impacto semelhante (0,40%) ao mecanismo A (0,34%), ambos no curto prazo, que se diluem no longo prazo.

TABELA 110 – PROJEÇÃO DO IMPACTO POR FINALIDADE, PELO MECANISMO DE COBRANÇA B (SITUAÇÃO DE DEMANDAS 3)

MAIORES DEMANDAS HÍDRICAS	Cenário B.3.1																					
	PPU inicial 0,06595																					
	Demandas Maiores demandas hídricas																					
MUNICÍPIOS	ABASTECIMENTO PÚBLICO				AQUICULTURA				INDÚSTRIA				IRRIGAÇÃO				TERMOELÉTRICA					
	2023	2028	2033	2043	2023	2028	2033	2043	2023	2028	2033	2043	2023	2028	2033	2043	2023	2028	2033	2043		
Carapebus	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,01%	0,01%	0,01%	0,01%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%		
Casimiro de Abreu	0,05%	0,04%	0,04%	0,03%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,01%	0,01%	0,01%	0,01%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%		
Conceição de Macabu	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,06%	0,07%	0,07%	0,07%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%		
Macaé	3,99%	3,77%	3,57%	2,95%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,05%	0,05%	0,05%	0,04%	0,03%	0,03%	0,03%	0,03%	0,18%	0,14%	0,10%	0,06%		
Nova Friburgo	1,67%	1,58%	1,50%	1,23%	10,77%	13,61%	16,90%	8,47%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,01%	0,01%	0,01%	0,01%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%		
Rio das Ostras	2,96%	2,85%	2,76%	2,38%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,05%	0,05%	0,05%	0,05%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%		
RH-VIII	3,20%	3,04%	2,90%	2,43%	9,73%	12,29%	15,27%	7,66%	0,02%	0,02%	0,02%	0,02%	0,02%	0,02%	0,02%	0,02%	0,18%	0,14%	0,10%	0,06%		
Cenário B.3.2																						
PPU inicial 0,08405																						
Demandas Maiores demandas hídricas																						
MUNICÍPIOS	ABASTECIMENTO PÚBLICO				AQUICULTURA				INDÚSTRIA				IRRIGAÇÃO				TERMOELÉTRICA					
	2023	2028	2033	2043	2023	2028	2033	2043	2023	2028	2033	2043	2023	2028	2033	2043	2023	2028	2033	2043		
Carapebus	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,02%	0,01%	0,01%	0,01%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%		
Casimiro de Abreu	0,07%	0,05%	0,04%	0,03%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,02%	0,01%	0,01%	0,01%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%		
Conceição de Macabu	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,08%	0,07%	0,07%	0,06%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%		
Macaé	5,09%	4,34%	3,71%	2,63%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,06%	0,06%	0,05%	0,04%	0,04%	0,04%	0,03%	0,03%	0,23%	0,17%	0,11%	0,06%		
Nova Friburgo	2,12%	1,82%	1,56%	1,10%	13,73%	15,67%	17,58%	7,57%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,01%	0,01%	0,01%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%		
Rio das Ostras	3,78%	3,28%	2,87%	2,13%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,06%	0,06%	0,05%	0,04%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%		
RH-VIII	4,08%	3,50%	3,01%	2,17%	12,40%	14,15%	15,88%	6,84%	0,03%	0,03%	0,02%	0,02%	0,03%	0,02%	0,02%	0,02%	0,23%	0,17%	0,11%	0,06%		
Cenário B.3.3																						
PPU inicial 0,15																						
Demandas Maiores demandas hídricas																						
MUNICÍPIOS	ABASTECIMENTO PÚBLICO				AQUICULTURA				INDÚSTRIA				IRRIGAÇÃO				TERMOELÉTRICA					
	2023	2028	2033	2043	2023	2028	2033	2043	2023	2028	2033	2043	2023	2028	2033	2043	2023	2028	2033	2043		
Carapebus	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,03%	0,03%	0,03%	0,02%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%		
Casimiro de Abreu	0,12%	0,09%	0,07%	0,05%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,03%	0,03%	0,02%	0,02%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%		
Conceição de Macabu	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,14%	0,13%	0,13%	0,11%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%		
Macaé	9,09%	7,74%	6,63%	4,70%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,11%	0,10%	0,09%	0,07%	0,07%	0,07%	0,06%	0,05%	0,40%	0,30%	0,19%	0,10%		
Nova Friburgo	3,79%	3,24%	2,79%	1,96%	24,50%	27,96%	31,38%	13,51%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,01%	0,01%	0,01%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%		
Rio das Ostras	6,74%	5,86%	5,12%	3,80%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,11%	0,10%	0,09%	0,08%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%		
RH-VIII	7,28%	6,24%	5,38%	3,87%	22,13%	25,26%	28,35%	12,20%	0,05%	0,05%	0,04%	0,03%	0,04%	0,04%	0,04%	0,03%	0,40%	0,30%	0,19%	0,10%		

Legenda: Impacto inferior a 0,05%; Impacto entre 0,05% e 5%; Impacto entre 5% e 10%; Impacto entre 10% e 50%; Impacto superior a 50%.

9.5.4 Impactos: Abastecimento Público

O incremento do PPU no decorrer dos anos também interfere nos usuários finais do setor de abastecimento e saneamento. As empresas prestadoras de serviço na região estão no Quadro 20. Elas fazem investimentos no setor sistematicamente e isto é um custo repassado ao consumidor final. Em 2022, o investimento realizado em abastecimento de água pelo prestador de serviços foi de R\$ 18.876.104,93. Da mesma forma, a captação de água bruta é valorada pelo PPU e, também, repassadas à demanda final.

QUADRO 20 – EMPRESAS PRESTADORAS DE SERVIÇO DE ABASTECIMENTO E SANEAMENTO

Município	Empresa prestadora de serviço	
Carapebus	Rio+ Saneamento BL3 S. A.	RIO+
	Companhia Estadual de Águas e Esgotos	CEDAE
Casimiro de Abreu	ÁGUAS DO RIO 1 SPE S.A.	RIO1
	Serviço Autônomo de Água e Esgoto	SAAE
	Companhia Estadual de Águas e Esgotos	CEDAE
Conceição de Macabu	Prefeitura Municipal de Conceição de Macabu	PMCM
	Companhia Estadual de Águas e Esgotos	CEDAE
Macaé	Companhia Estadual de Águas e Esgotos	CEDAE
	Prefeitura Municipal de Macaé	PMM
	Empresa Pública Municipal de Saneamento	ESANE
Nova Friburgo	Águas de Nova Friburgo Ltda	CANF
Rio das Ostras	Companhia Estadual de Águas e Esgotos	CEDAE
	Rio+ Saneamento BL3 S.A	RIO+
	Serviço Autônomo de Água e Esgoto de Rio das Ostras	SAAE-RO

Fonte: SNIS (2024).

Neste setor o PPU é repassado por meio das tarifas de água, e esgoto, aos 673.882 habitantes da região. Juntas as empresas têm uma receita operacional direta total de R\$ 415.668.883,30, sendo que a receita operacional direta de água é de R\$ 214.643.794,41 e representa 51,6% do total faturado pelas empresas. As receitas são obtidas pelas tarifas de água e de esgoto, e suas médias estão no Quadro 21. O impacto no consumidor final pode ser mensurado por metro cúbico de água e os percentuais de representatividade no PPU estão nas últimas três colunas.

O maior impacto é o do maior PPU de R\$ 0,15 em Casimiro de Abreu (3,0%) e Macaé (3,7%). Isto ocorre porque quanto menor a tarifa, mais representativo se torna o PPU por m³. De modo geral, entre os municípios o impacto varia de 0,4% a 3,7%, sendo que os menores impactos estão em Rio das Ostras.

Na média, os impactos sucessivos do incremento do PPU de R\$ 0,06595, R\$ 0,08405 e R\$ 0,1500, são respectivamente 1,0%, 1,2% e 2,2% na região.

QUADRO 21 - TARIFA MÉDIA PRATICADA DE ÁGUA E ESGOTO

Unidade territorial	(a) Tarifa média praticada	(b) Tarifa média de água	(c) Tarifa média de esgoto	PPU R\$ 0,06595 / (a)	PPU R\$ 0,08405 / (a)	PPU R\$ 0,1500 / (a)
RJ TOTAL da AMOSTRA	6,86	7,66	8,54	1,0	1,2	2,2
Carapebus	5,2	5,2	-	1,3	1,6	2,9
Casimiro de Abreu	5,03	4,6	-	1,3	1,7	3,0
Conceição de Macabu	-	-	-	-	-	-
Macaé	4,05	17,19	1,91	1,6	2,1	3,7
Nova Friburgo	6,18	6,56	5,78	1,1	1,4	2,4
Rio das Ostras	16,22	5,15	-	0,4	0,5	0,9

10 CUSTOS FIXOS PREVISTOS

Os recursos decorrentes da cobrança pelo uso dos recursos hídricos são destinados, de forma geral, à gestão dos recursos hídricos e à manutenção e fortalecimento do Comitê da bacia. Algumas despesas são fixas, ou estão pré-definidas na RH-VIII. Entre elas, são apresentadas nesse tópico: a manutenção da entidade delegatária, a execução das ações previstas no Plano de Recursos Hídricos e o pagamento à RH-IX pela transposição do Rio Macabu. Isto posto, é importante que a arrecadação seja suficiente para, minimamente, cobrir tais despesas.

10.1 ENTIDADE DELEGATÁRIA

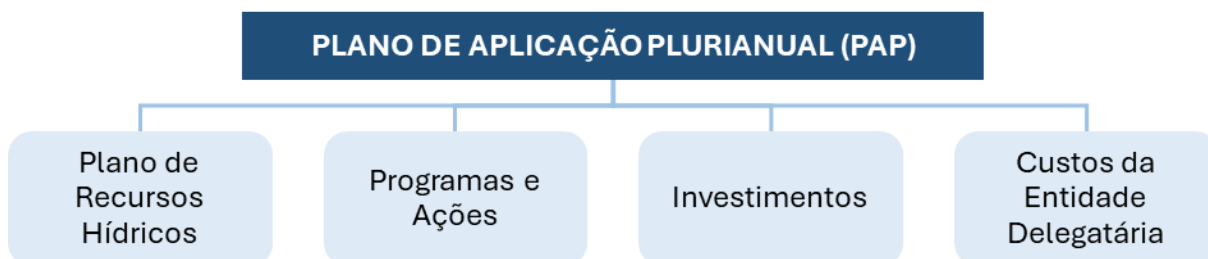
As entidades delegatárias com função de Agência de Água, como é o caso do CILSJ, oferecem o suporte técnico e administrativo aos Comitês de Bacia Hidrográfica, exercendo, entre outras, a função de secretaria executiva.

A viabilidade de uma Agência de Água é garantida através da cobrança pelo uso dos recursos hídricos em suas áreas de atuação (Ana, s.d.). Desta forma, o tamanho da estrutura organizacional da agência de bacia é produto das escolhas e capacidades dos usuários dos corpos d'água nas suas localidades.

Conforme estabelecido pela Lei Estadual nº 5.639, de 6 de janeiro de 2010, as parcerias entre essas entidades e o órgão gestor são reguladas por contratos de gestão, os quais também monitoram os resultados alcançados. Os recursos orçamentários destinados a essas entidades devem ser adequadas para o cumprimento de suas obrigações, conforme estipulado nos contratos de gestão.

Para execução de suas atividades, a entidade delegatária em conjunto com o comitê de bacia elaboram um Plano de Aplicação Plurianual (PAP) dos recursos arrecadados, o qual é um instrumento de planejamento e orientação dos desembolsos a serem executados com recursos da cobrança pelo uso dos recursos hídricos. A composição básica do PAP está apresentada na Figura 29.

FIGURA 29 - DESPESAS COMPONENTES DO PLANO DE APLICAÇÃO PLURIANUAL.



Segundo o PAP da Região Hidrográfica dos rios Macaé e das Ostras para o período de 2024 – 2028, estabelecido pela Resolução CBH Macaé nº 179, de 08 de dezembro de 2023, o custeio administrativo da Entidade Delegatária é estimado em cerca de R\$ 948.811,89 em 2024. Adicionalmente, devido à incorporação do Escritório de Projetos nos custos totais da Entidade Delegatária, verifica-se um montante adicional de R\$ 102.992,16.

10.2 PLANO DE RECURSOS HÍDRICOS

No Plano de Recursos Hídricos da Região Hidrográfica Macaé e das Ostras (PRH Macaé/Ostras), elaborado em 2014, foram estipuladas ações para sua implementação, com um horizonte de planejamento de 20 anos. O plano está em fase de revisão e, provavelmente, custos e ações serão revistos. Contudo, para os fins desta análise, faz-se válida a avaliação dos custos previstos no PRH a partir do ano de 2024, os quais correspondem a R\$ 894.800,00 ao ano.

10.3 TRANSPOSIÇÃO DO RIO MACABU

No âmbito do CBH Macaé, tem sido amplamente discutido o pagamento à RH-IX de parte dos recursos arrecadados com a cobrança pelo uso dos recursos hídricos. Isso ocorre devido à transposição do Rio Macabu, localizado na RH-IX, para o Rio São Pedro, na RH-VIII, o que contribui significativamente para a segurança hídrica da bacia hidrográfica do Rio Macaé.

Na Resolução CBHMO nº 61/2016, ficou estabelecido um aporte anual de R\$ 40.000,00 à RH-IX, valor destinado a investimentos a montante da Barragem da Tapera, no município de Trajano de Moraes. No entanto, persiste o debate em torno desse repasse, com discussões sobre as formas ideais de compensação à RH-IX pela transposição do Rio Macabu para o Rio São Pedro.

Para estimar um cenário mais crítico, foram consideradas legislações estaduais, como a Resolução Ceivap nº 233/2016, que definiu que o valor para a cobrança pelo uso das águas captadas e transpostas da bacia do Rio Paraíba do Sul para a bacia do Rio Guandu seria de 20% dos recursos arrecadados pela cobrança na bacia hidrográfica do Rio Guandu.

Na situação atual do CBHMO, com base na arrecadação em 2022, de R\$ 2.695.422,88, estima-se que o valor destinado à RH-IX seria de cerca de R\$ 539.084,58.

10.4 ANÁLISE DE ARRECADAÇÃO MÍNIMA

Considerando como cenário hipotético de referência o cenário A.1.2⁴¹, calcularam-se os custos fixos da manutenção da entidade delegatária, implementação do PRH e pagamento à RH-IX pela transposição do Rio Macabu, estimados para os anos de 2023, 2028, 2033 e 2043, apresentados na Tabela 112.

Nesse cenário, tem-se as demandas já outorgadas e as que estão em análise, possibilitando uma estimativa de vazões que representam uma arrecadação potencial na RH-VIII.

Na Tabela 111, tem-se a síntese da estimativa de arrecadação nesses anos na RH-VIII. Contudo, os valores de arrecadação do setor da aquicultura foram fixados em 0,5% da arrecadação prevista para os referidos anos, uma vez que o alto impacto no setor nos cenários simulados demonstrou que a aplicação do mesmo mecanismo de cobrança é incompatível com a capacidade de pagamento desses usuários.

TABELA 111 - SÍNTESE DA ARRECADAÇÃO NA COBRANÇA PELO USO DOS RECURSOS HÍDRICOS NA RH-VIII (CENÁRIO DE REFERÊNCIA)

Setores	Arrecadação			
	2023	2028	2033	2043
Abastecimento Público	R\$ 2.583.103,68	R\$ 2.730.292,04	R\$ 2.860.033,19	R\$ 2.866.818,26
Aquicultura*	R\$ 7.557,51	R\$ 10.253,27	R\$ 13.491,00	R\$ 18.262,56
Indústria	R\$ 957.259,29	R\$ 1.004.656,33	R\$ 1.054.307,09	R\$ 1.193.747,96
Irrigação	R\$ 2.526,85	R\$ 2.767,61	R\$ 2.994,65	R\$ 3.286,13
Termoelétrica	R\$ 5.591.383,93	R\$ 4.996.125,19	R\$ 3.945.140,30	R\$ 3.033.260,57
Total	R\$ 9.141.831,25	R\$ 8.744.094,44	R\$ 7.875.966,23	R\$ 7.115.375,47

Nota: * Valor arrecadado fixado em 0,5% da renda do setor.

É importante ressaltar que a arrecadação nesse cenário é superior à observada hodiernamente na região, o que ocorre em função da base de dados utilizada, na qual existem cadastros recentes que não estavam ainda contemplados no sistema de cobrança do Inea, em especial no setor termoelétrico, em que as novas outorgas levam a um aumento de mais de 100% do valor a ser cobrado.

TABELA 112 - SÍNTESE DOS CUSTOS FIXOS DA GESTÃO DE RECURSOS HÍDRICOS NA RH-VIII

Componentes	Custos			
	2023	2028	2033	2043
Entidade delegatária	R\$ 1.051.804,05	R\$ 1.219.329,17	R\$ 1.413.536,69	R\$ 1.638.676,44
Plano de Recursos Hídricos	R\$ 894.800,00	R\$ 1.037.318,44	R\$ 1.202.536,38	R\$ 1.394.069,24

⁴¹ O cenário de referência foi definido considerando que as premissas do cenário A.1.2 representam uma situação de aumento de arrecadação futura plausível para a RH-VIII.

Componentes	Custos			
	2023	2028	2033	2043
Transposição Rio Macabu	R\$ 1.371.274,69	R\$ 1.311.614,17	R\$ 1.181.394,93	R\$ 1.067.306,32
Destinado ao Inea-RJ	R\$ 914.183,13	R\$ 874.409,44	R\$ 787.596,62	R\$ 711.537,55
Arrecadação anual mínima	R\$ 4.232.061,86	R\$ 4.442.671,22	R\$ 4.585.064,62	R\$ 4.811.589,55

Nota: * 10% do valor cobrado é destinado ao INEA-RJ.

Ao vislumbrar uma possibilidade futura para a arrecadação na região, alguns pontos chave são ressaltados. A pressão sobre o uso dos recursos hídricos frente ao desenvolvimento econômico da região, evidencia a necessidade de ações de sensibilização dos usuários de água, de forma que leve à diminuição do consumo efetivo de água pelos usuários. Nesse mesmo sentido, a cobrança atua como instrumento de sensibilização com o aumento do PPU, tornando vantajoso ao usuário investir na melhoria dos processos produtivos que utilizam água.

Contudo, nota-se que o valor total arrecadado tende a diminuir com o tempo, totalmente relacionado à diminuição do uso de água nas termelétricas, que são os usuários mais expressivos deste recurso na atualidade.

A comparação entre o valor arrecadado e os custos fixos a gestão dos recursos hídricos na RH-VIII nos próximos 20 anos está apresentada na Tabela 113. É possível notar que os custos fixos representam um contingente significativo dos recursos arrecadados. Para que a gestão dos recursos hídricos na região se consolide e se torne progressivamente mais eficiente, é necessário que a arrecadação seja suficiente para garantir a atuação do CBHMO.

É importante destacar que a inadimplência leva, muitas vezes, à diminuição entre o valor estimado e o valor de fato arrecadado, exaltando a importância das campanhas de regularização dos usuários e a sensibilização destes sobre a importância da proteção dos recursos hídricos, nos âmbitos qualitativo e quantitativo. Assim, ressalta-se a importância da regularização para alcançar os valores aqui simulados e, conseqüentemente, para o desenvolvimento das ações do comitê.

Na busca pela garantia da proteção dos recursos hídricos no ERJ, o processo de análise das outorgas pelo Inea é minucioso e, em função disso, há uma grande quantidade de processos ainda em análise, mas que podem representar usos já consolidados e que poderiam ser cobrados.

TABELA 113 – SÍNTESE: ARRECADAÇÃO E CUSTOS FIXOS

Item/Ano	2023	2028	2033	2043
Arrecadação	R\$ 6.178.654,27	R\$ 6.042.104,56	R\$ 5.660.840,47	R\$ 5.445.324,36
Custos Fixos	R\$ 2.873.402,19	R\$ 3.162.963,29	R\$ 3.465.199,14	R\$ 3.849.544,34
Relação: Custos Fixos/Arrecadação	46,51%	52,35%	61,21%	70,69%

Vale mencionar que a situação mais crítica entre a arrecadação e os custos fixos do comitê, é justamente a situação atual vivida pelo CBH. Em material enviado pelo Inea (Inea, 2024), foi informado que montante arrecadado em 2023 foi de R\$ 2.162.359,24. Nesse caso, a arrecadação não é suficiente para arcar com os três custos fixos já estabelecidos, a manutenção da entidade delegatária, a implementação do PRH Macaé/Ostras (2014) e a destinação ao Inea, os quais totalizam R\$ 2.162.839,97 e representam 100,2% do valor arrecadado.

Ao observar os resultados da análise temporal da arrecadação, notam-se alguns pontos importantes para a melhoria desse instrumento na RH-VIII. Primeiramente, o maior valor arrecadado em potencial é advindo da finalidade termoeletrica, a qual é pouco impactada pela cobrança. De forma geral, há margem para o aumento do PPU de forma gradativa, podendo ser inclusive diferenciado para cada setor. Os usuários de abastecimento público são afetados pelo aumento do PPU, devendo ser tratado com a devida cautela, dada a natureza do serviço prestado. Outro setor visivelmente sensível ao aumento do PPU é o de aquicultura, como já discutido anteriormente.

Assim, entende-se que a revisão da cobrança e a regularização dos usuários são caminhos primordiais para a sustentabilidade econômico-financeira do comitê e, consequentemente, da valorização da gestão dos recursos hídricos na RH-VIII.

11 CONSIDERAÇÕES FINAIS E RECOMENDAÇÕES

A partir dos resultados dos impactos da cobrança pelo uso da água na RH-VIII, atuais e futuros, observa-se que as *proxies* dos valores cobrados atualmente são baixas em relação à capacidade de pagamento dos setores usuários, o que pode comprometer a eficiência do instrumento da cobrança em estimular a racionalização do uso dos recursos hídricos. Assim, entende-se que o Comitê tem condições de avançar na incrementação dos valores de cobrança na RH-VIII.

Vale ressaltar, contudo, que a cobrança para o setor da aquicultura necessita de parâmetros diferenciados, como aqueles já estabelecidos na Lei Estadual nº 4.246, de 16 de dezembro de 2003, em que o valor cobrado para esta atividade não deve exceder a 0,5% (cinco décimos por cento) dos custos de produção.

Com essa situação em mente e, considerando que no Estado do Rio de Janeiro utiliza-se uma metodologia única de cobrança para todas as Regiões Hidrográficas, a qual pode não contemplar as particularidades de cada bacia hidrográfica, são apresentadas na sequência, sugestões para o aprimoramento do instrumento da cobrança na RH-VIII.

11.1 APRIMORAMENTO DA COBRANÇA PELO LANÇAMENTO DE POLUENTES

A metodologia atual de cobrança aplicada no ERJ considera apenas o percentual do efluente que é tratado em relação ao total produzido e o nível de eficiência de redução de Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO). No entanto, em regiões com vocação industrial, a DBO pode não ser o único parâmetro relevante para avaliar os custos associados ao lançamento de poluentes nos corpos d'água. É crucial, portanto, identificar os parâmetros de qualidade da água mais significativos para os recursos hídricos e relacioná-los com as atividades potencialmente poluidoras.

Os principais poluentes dos corpos hídricos da RH-VIII podem ser avaliados a partir dos resultados das análises de qualidade da água conduzidas pelo Inea, especialmente a relação das condições de qualidade da água a jusante dos pontos de lançamento de efluentes dos usuários outorgados. Além disso, a caracterização dos efluentes gerados pode ser consultada por meio das licenças ambientais.

Outras metodologias de cálculo, apresentadas no item *Experiências Internacionais*, consideram diversos parâmetros para cobrança pelo lançamento de efluentes industriais, tais como: Sólidos em suspensão, DBO, DQO, nitrogênio, fósforo, metais, toxicidade, compostos halogenados, substâncias perigosas, temperatura, entre outros.

Ao contemplar diferentes parâmetros, torna-se mais rígido o controle do efluente lançado, além de condicionar o valor cobrado à eficiência do tratamento dos efluentes não

somente em relação a poluição orgânica, mas buscando mitigar os efeitos deletérios de outros componentes residuais comuns de efluentes industriais, os quais podem causar malefícios ao ambiente aquático, como a eutrofização e mortandade de peixes e organismos aquáticos, além de prejuízos diretos ou indiretos à saúde humana.

11.2 ABATIMENTO NA COBRANÇA RELACIONADO A BOAS PRÁTICAS

Ao integrar melhores práticas de gestão hídrica em um sistema de cobrança, a premissa de que usuários que adotam práticas mais eficientes são menos onerados pode servir como um incentivo eficaz. Esse mecanismo não só promove a sensibilização sobre a importância da conservação dos recursos hídricos, mas também recompensa aqueles que implementam medidas sustentáveis.

É possível aplicar um coeficiente de minoração sobre o PPU, resultando em valores mais baixos para os usuários que demonstram um uso responsável dos recursos, levando em consideração fatores como:

- Práticas de reúso;
- Redução de perdas;
- Utilização de tecnologias mais eficientes;
- Investimento em técnicas mais eficientes de tratamento de efluentes.

11.3 ESCALONAMENTO DO PPU

Com a avaliação de diferentes cenários futuros, com demandas iniciais distintas e PPU's iniciais também, nota-se que os impactos ocorrem de forma semelhante em todos eles. O Setor de abastecimento público e de aquicultura são os mais sensíveis a alterações nos PPU's, enquanto os outros setores permaneceram com impactos consideravelmente baixos (inferiores a 0,5% da renda) na extensa maioria dos casos, inclusive com PPU inicial de R\$ 0,15/m³. É seguro afirmar que há margem para aumento do PPU, o qual deve ser feito de forma gradual, escalonada. As simulações consideraram a correção do PPU com a inflação, já aplicada atualmente na RH-VIII, juntamente com um aumento de R\$ 0,01 a cada período analisado. Esse aumento foi atrelado a uma melhoria dos processos dos usuários, intuindo que uma maior oneração levaria a maior sensibilização, com vistas a reduzir o valor a eles cobrando.

Com o valor do PPU baixo, ou seja, com pouco impacto na arrecadação dos setores econômicos, observa-se uma baixa sensibilização dos usuários quanto ao uso racional dos recursos hídricos. O PPU médio apresentado, de R\$ 0,08405/m³ ocasionou um impacto tolerável na maior parte dos usuários, sendo inclusive irrisórios para os setores de indústria e irrigação. O setor de aquicultura, contudo, precisa ser tratado diferentemente independentemente do PPU adotado.

Recomenda-se ao CBH a revisão do valor do PPU, o qual pode iniciar em valores próximo ao médio apresentado e, possivelmente, ser diferenciado para cada setor, na busca de uma interferência mais significativa nos setores industrial e termoeletrico, que são tão relevantes para a região.

11.4 MUDANÇA DE METODOLOGIA

Um dos princípios deste estudo em torno da cobrança foi apresentar os resultados de uma metodologia alternativa de cobrança, diferente da atualmente utilizada atualmente no ERJ. Ao observar os resultados, evidencia-se que, na maior parte dos casos, a aplicação do mecanismo de cobrança utilizado na bacia do rio Paraíba do Sul (Mecanismo B) provocaria impactos inferiores que o mecanismo aplicado no ERJ. De maneira geral, o mecanismo B parece atender melhor à identidade dos setores da atividade econômica por apresentar-se mais completo e versátil para captar as variações da cobrança pelo uso de recursos hídricos na região. Outra vantagem diz respeito à consideração da concentração da carga poluente ao invés de simplesmente a eficiência de tratamento. Assim, ao condicionar o valor cobrado à carga efetivamente lançada, a cobrança se alinha ainda mais ao objetivo de buscar a promoção da proteção dos recursos hídricos.

Ainda que esse não seja o mecanismo a ser aplicado, é possível concluir que uma mudança de metodologia pode trazer benefícios ao sistema de cobrança da RH-VIII. Contudo, é importante destacar que o Mecanismo B apresenta maior complexidade, o que pode dificultar o entendimento da metodologia por parte dos usuários e dos atores estratégicos. Ao considerar a mudança de metodologia é primordial prezar pela simplicidade, para garantir a compreensão e aplicação e, conseqüentemente, a eficiência quanto ao seu objetivo.

11.5 REVISÃO DOS USOS INSIGNIFICANTES

Parte da vazão outorgada na RH-VIII é referente a usos que são considerados atualmente como insignificantes. O montante total de usos insignificantes, representa 0,005% da vazão total outorgada. Contudo, buscar metodologias alternativas para definição de usos insignificantes, ou estabelecer um valor mínimo de cobrança para esses usuários, pode ser uma maneira de aprimorar o instrumento de cobrança pelo uso dos recursos hídricos na região.

Dito isto, ressalta-se que a avaliação dos critérios de outorga pode ser estabelecida pelo CBH Macaé Ostras no âmbito do Plano de Recursos Hídricos, que está em atualização e contemplará diretrizes para aprimoramento dos instrumentos de gestão.

11.6 ANÁLISE DA RENDA DOS SETORES

A análise realizada levou em consideração uma série de proxies para a determinação da renda dos setores usuários, com exceção do setor de termoeletrica. Para avaliar precisamente o impacto, seria importante determinar a renda dos usuários dos setores que de fato demandam água da RH-VIII, visto que a maior parte dos dados utilizados se refere à escala municipal.

Assim, ainda que a análise aqui apresentada se mostre um instrumento válido em termos de estimativas e projeções, pode não representar com exatidão o impacto sentido pelos usuários. No caso do abastecimento público, tais informações foram solicitadas via ofício, contudo não foram enviadas até a data de finalização deste documento. Contudo, a automatização das planilhas de cálculo apresentadas nos *Apêndices* permite que, em posse de informações atualizadas, o CBH Macaé/Ostras possa verificar os impactos e simular a arrecadação.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABERS, R.; KECK, M. E. Practical authority: Agency and institutional change in Brazilian water politics. Oxford University Press, USA, 2013.

ACSELRAD, M. V.; AZEVEDO, J. P. S.; FORMIGA-JOHNSON, R. M. Cobrança pelo uso da água no Estado do Rio de Janeiro, Brasil (2004-2013): histórico e desafios atuais. Engenharia Sanitária e Ambiental, v. 20, p. 199-208, 2015.

Acteon Environment Research And Consultancy (ACTEON). *Economic instruments for mobilising financial resources for supporting IWRM. Additional information and ilustrations for the OECD initiative.* 2010.

Agência das Bacias PCJ. **Cobrança pelo uso da Água.** 2023. Disponível em: <https://agencia.baciaspcj.org.br/instrumento-de-gesto/cobranca-pelo-uso-da-agua/>. Acesso: fev. 2024.

Agência das Bacias PCJ. Cobrança pelo Uso dos Recursos Hídricos nas Bacias PCJ. 2024. Disponível em: <https://agencia.baciaspcj.org.br/wp-content/uploads/FOLDER-COBRANCA-2024.pdf>. Acesso: jan. 2024.

Agência das Bacias PCJ. Uso da água. 2019. Disponível em: <https://agencia.baciaspcj.org.br/bacias-pcj/uso-da-agua/>. Acesso: jan. 2024.

Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico (ANA). **Atlas Água: Segurança do Abastecimento Urbano.** Sistema Nacional de Informações sobre Recursos Hídricos. Brasília, DF: ANA, 2021a.

Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico (ANA). **Atlas Irrigação: Uso da Água na Agricultura Irrigada.** Brasília, DF: ANA, 2021b.

Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico (ANA). Bacias Hidrográficas Ottocodificadas (Níveis Otto 1-7) Brasília, DF: ANA, 2017. Disponível em: <https://metadados.snirh.gov.br/geonetwork/srv/api/records/b228d007-6d68-46e5-b30d-a1e191b2b21f>. Acesso em: fev. 2024.

Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico (ANA). Cadastro Nacional de Usuários de Recursos Hídricos (CNARH). Banco de dados de outorgas. Disponível em: <https://metadados.snirh.gov.br/geonetwork/srv/por/catalog.search#/metadata/a13c9093-34bd-403f-88db-6ffbad2069e6> Acesso: ago. 2023.

Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico (ANA). Catálogo de metadados da ANA. Cobrança pelo Uso dos Recursos Hídricos - CBHs Estaduais com Cobrança Implementada. 2022. Disponível em: https://dadosabertos.ana.gov.br/datasets/a5304f9cf9894e739b36c052369fbfb3_3/explore?location=-13.086249%2C-43.951500%2C5.00&showTable=true. Acesso: jan. 2024.

Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico (ANA). Catálogo de metadados da ANA. Cobrança pelo Uso dos Recursos. 2022. Disponível em: <https://metadados.snirh.gov.br/geonetwork/srv/api/records/f355241d-8ab4-4712-9e19-02f235c330d6>. Acesso: jan. 2024.

Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico (ANA). Catálogo de metadados da ANA. Disponibilidade Hídrica Superficial (BHO 2017 5K). ANA, 2020a. Disponível em: <https://metadados.snirh.gov.br/geonetwork/srv/api/records/7ac42372-3605-44a4-bae4-4dee7af1a2f8>. Acesso: fev. 2024.

Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico (ANA). Cobrança pelo Uso da Água avança no país e Estados já observam ganhos com a implementação deste instrumento de gestão hídrica. 2023b. Disponível em: <https://www.gov.br/ana/pt-br/assuntos/noticias-e-eventos/noticias/cobranca-pelo-uso-da-agua-avanca-no-pais-e-estados-ja-observam-ganhos-com-a-implementacao-deste-instrumento-de-gestao-hidrica#:~:text=2023%20foi%20um%20ano%20de,foi%20aprovado%20em%20difer.> Acesso: jan. 2024.

Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico (ANA). Cobrança. Disponível em: <https://www.gov.br/ana/pt-br/assuntos/gestao-das-aguas/politica-nacional-de-recursos-hidricos/cobranca/>. Acesso: jan. 2024.

Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico (ANA). Cobrança. **Informações Gerais – PCJ**. S.d. Disponível em: <https://www.gov.br/ana/pt-br/assuntos/gestao-das-aguas/politica-nacional-de-recursos-hidricos/cobranca/pcj>. Acesso: fev. 2024.

Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico (ANA). Conjuntura dos Recursos Hídricos. Informe Anual. 2023a. Disponível em: <https://www.snirh.gov.br/portal/centrais-de-conteudos/conjuntura-dos-recursos-hidricos/conjunturainforme2023.pdf>. Acesso: fev. 2024.

Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico (ANA). **Conjuntura Recursos Hídricos Brasil**. Brasília, DF: ANA, 2021c. Disponível em: <https://www.snirh.gov.br/portal/snirh/centrais-de-conteudos/conjuntura-dos-recursos-hidricos>. Acesso em: dez. 2023.

Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico (ANA). Histórico da Cobrança. 2023. Disponível em: <https://www.gov.br/ana/pt-br/assuntos/gestao-das-aguas/politica-nacional-de-recursos-hidricos/cobranca/historico-da-cobranca>. Acesso: jan. 2024.

Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico (ANA). **Impacto da Mudança Climática nos Recursos Hídricos no Brasil**. Brasília, DF: ANA, 2024.

Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico (ANA). **Manual de Usos Consuntivos da Água no Brasil**. Brasília: ANA, 2019a.

Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico (ANA). **Manual de Usos Consuntivos da Água no Brasil – Demanda Hídrica por microbacia – 2020 e 2040**. Brasília: ANA, 2022.

Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico (ANA). Resolução ANA nº 172, de 20 de dezembro de 2023. Estabelece os preços unitários para o cálculo da cobrança pelo uso de recursos hídricos de domínio da União para o exercício 2024. Disponível em: <https://www.in.gov.br/en/web/dou/-/resolucao-ana-n-172-de-20-de-dezembro-de-2023-532709746>. Acesso: jan. 2024.

Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico (ANA). Sistema Nacional de Informações sobre Recursos Hídricos. Hidroweb. ANA, s.d. Disponível em: <https://www.snirh.gov.br/hidroweb/serieshistoricas>. Acesso em: fev. 2024

Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico (ANA). **Atlas esgotos: despoluição de bacias hidrográficas**. Secretaria Nacional de Saneamento Ambiental. Brasília: ANA, 2017.

Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico (ANA). **Atlas esgotos: despoluição de bacias hidrográficas. Estações de Tratamento de Esgoto -2019**. Secretaria Nacional de Saneamento Ambiental. Brasília: ANA, 2019b.

Agência Portuguesa do Ambiente (APA). **Taxa de Recursos Hídricos**. 2021. Disponível em: <https://apambiente.pt/agua/taxa-de-recursos-hidricos>. Acesso: dez. 2023.

Agência Portuguesa do Ambiente (APA). **Taxas ambientais 2023**. 2023. Disponível em: https://apambiente.pt/sites/default/files/_Agua/DRH/Licenciamento/TRH/TaxasAmbientais_APA_2023.pdf. Acesso: dez. 2023.

ALEMANHA. *Abwasserabgabengesetz. Gesetz über Abgaben für das Einleiten von Abwasser in Gewässer*. 2018. Disponível em: <https://www.gesetze-im-internet.de/abwag/>. Acesso: dez. 2024.

BADEN-WÜRTTEMBERG (ALEMANHA). *Gesetz zur Änderung der Vorschriften über das Wasserentnahmeentgelt. Drucksache 14 / 6491*. 2010. Disponível em: https://um.baden-wuerttemberg.de/fileadmin/redaktion/m-um/intern/Dateien/Dokumente/3_Umwelt/Wasser/Rechtsvorschriften/Gesetzentwurf_Novellierung_Wasserentnahmeentgelt.pdf. Acesso: dez. 2023.

BADEN-WÜRTTEMBERG (ALEMANHA). *Umweltministerium Baden-Württemberg. Wasserentnahmeentgelt (WEE)*. Disponível em: <https://um.baden-wuerttemberg.de/de/umwelt-natur/wasser/rechtsvorschriften/wasserentnahmeentgelt>. Acesso: dez. de 2023.

BADEN-WÜRTTEMBERG (ALEMANHA). *Wassergesetz für Baden-Württemberg (WG) in der Fassung der Bekanntmachung vom 20. Januar 2005*. 2011. Disponível em: <https://www.landesrecht-bw.de/bsbw/document/jlr-WasGBW2005V8P17e/part/s>. Acesso: jan. de 2024.

BOYD, C. E.; GROSS, A. Water use and conservation for inland aquaculture ponds. *Fisheries management and Ecology*, v. 7, n. 1-2, p. 55-63, 2000. Disponível em: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1046/j.1365-2400.2000.00181.x>. Acesso: nov. 2023.

BRASIL. **Lei nº 7.990, de 28 de dezembro de 1989**. Institui, para os Estados, Distrito Federal e Municípios, compensação financeira pelo resultado da exploração de petróleo ou gás natural, de recursos hídricos para fins de geração de energia elétrica, de recursos minerais em seus respectivos territórios, plataformas continental, mar territorial ou zona econômica exclusiva, e dá outras providências. (Art. 21, XIX da CF). Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l7990.htm. Acesso: abr. 2024.

BRASIL. **Lei nº 9.433, de 8 de janeiro de 1997**. Institui a Política Nacional de Recursos Hídricos, cria o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos, regulamenta o inciso XIX do art. 21 da Constituição Federal, e altera o art. 1º da Lei nº 8.001, de 13 de março de 1990, que modificou a Lei nº 7.990, de 28 de dezembro de 1989. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/LEIS/L9433.html. Acesso: jan. 2024.

BRASIL. **Lei nº 9.648, de 27 de maio de 1998**. Altera dispositivos das Leis no 3.890-A, de 25 de abril de 1961, no 8.666, de 21 de junho de 1993, no 8.987, de 13 de fevereiro de 1995, no 9.074, de 7 de julho de 1995, no 9.427, de 26 de dezembro de 1996, e autoriza o Poder Executivo a promover a reestruturação das Centrais Elétricas Brasileiras - ELETROBRÁS e de suas subsidiárias e dá outras providências. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/Leis/L9648cons.htm. Acesso: abr. 2024.

BRASIL. **Lei nº 14.026, de 15 de julho de 2020**. Atualiza o marco legal do saneamento básico e altera a Lei nº 9.984, de 17 de julho de 2000, para atribuir à Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico (ANA) competência para editar normas de referência sobre o serviço de saneamento, a Lei nº 10.768, de 19 de novembro de 2003, para alterar o nome e as atribuições do cargo de Especialista em Recursos Hídricos, a Lei nº 11.107, de 6 de abril de 2005, para vedar a prestação por contrato de programa dos serviços públicos de que trata o art. 175 da

Constituição Federal, a Lei nº 11.445, de 5 de janeiro de 2007, para aprimorar as condições estruturais do saneamento básico no País, a Lei nº 12.305, de 2 de agosto de 2010, para tratar dos prazos para a disposição final ambientalmente adequada dos rejeitos, a Lei nº 13.089, de 12 de janeiro de 2015 (Estatuto da Metrôpole), para estender seu âmbito de aplicação às microrregiões, e a Lei nº 13.529, de 4 de dezembro de 2017, para autorizar a União a participar de fundo com a finalidade exclusiva de financiar serviços técnicos especializados. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2019-2022/2020/lei/l14026.htm. Acesso: fev. 2024

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Secretaria de Recursos Hídricos. **Desenvolvimento de matriz de coeficientes técnicos para recursos hídricos no Brasil: relatório final dos coeficientes técnicos de recursos hídricos das atividades industrial e agricultura**. Brasília, 2011.

BRÊDA, J.; DE PAIVA, R.; COLLISCHON, W; BRAVO, J.; SIQUEIRA, V.; STEINKE, E. **Impactos das mudanças climáticas no equilíbrio hídrico da América do Sul a partir de um modelo hidrológico em escala continental orientado pelas projeções do CMIP5**. *Mudanças Climáticas* 159, 503–522 (2020). Disponível em: <https://doi.org/10.1007/s10584-020-02667-9> Acesso em: dez. 2023.

BUDYKO, M. **Climate and life**. Academic Press, Nova Iorque, 1974.

CALDERARO, G.; SALGADO, L. H. S.; LANDUCI, F. S. Identificação de locais adequados para a implementação de carciniculturas na região Norte Fluminense do estado Rio de Janeiro (RJ). In: I Simpósio de Bolsistas da Fiperj. **Anais Eletrônicos**. Rio de Janeiro: 2022. p. 12.

CAMPOS, J. N. B.; NÉRIS, L. F. A. **Mudanças Climáticas e Disponibilidades Hídricas no Semiárido: Resultados Preliminares**. In: CAMPOS, J.N.B.; SERVAIN, J. *Clima do Atlântico Tropical e Impactos Sobre o Nordeste (CATIN)*. Fortaleza: CNPq/IRD, 2009.

CANEDO DE MAGALHÃES, P. Plano de Recursos Hídricos para a Fase Inicial da Cobrança na Bacia do Rio Paraíba do Sul: Prioridade para Outorga de Direitos de Usos de Recursos Hídricos. PGRH-RE-010-R0 - Volume 6. Rio de Janeiro: COPPETEC, 2002.

CASTRO, C. N. **Gestão das águas: experiências internacional e brasileira**. Texto para discussão, 2012.

CEARÁ. Decreto nº 35.501, de 15 de junho de 2023. **Dispõe sobre a atualização da tabela pelo uso dos recursos hídricos de domínio do estado do Ceará ou da União, por delegação de competência, e dá outras providências**. 2023. Disponível em: https://www.cogerh.com.br/wp-content/uploads/2023/06/publicacao_decreto_35_501.pdf. Acesso: fev. 2024.

CEARÁ. Lei nº 12.664, de 30 de dezembro de 1996. **Dispõe sobre o Fundo Estadual dos Recursos Hídricos - FUNORH, altera a Lei Nº 12.245, de 30 de dezembro de 1993, e dá outras providências**. 1996. Disponível em: <https://bela.ce.gov.br/index.php/legislacao-do-ceara/organizacao-tematica/ciencia-e-tecnologia-e-educacao-superior/item/2814-lei-n-12-664-de-30-12-96-d-o-de-30-12-96>. Acesso: fev. 2024.

COLLICCHIO, E. et al. **Cenários prospectivos de mudanças climáticas para o estado do Tocantins**. In: *Agricultura e mudanças do clima no estado do Tocantins: vulnerabilidades, projeções e desenvolvimento*. Palmas, TO: EdUFT, pt. II, cap. 6, p. 133-163, 2022.

COLLICCHIO, E.; ROCHA, H. R. da (org.). **Agricultura e mudanças do clima no estado do Tocantins: vulnerabilidades, projeções e desenvolvimento**. Palmas, TO: EdUFT, 2022.

Comitê das Bacias Hidrográficas dos rios Macaé e das Ostras (CBH Macaé Ostras). **Plano de Recursos Hídricos da Região Hidrográfica Macaé e das Ostras**. 2014. Disponível em: <https://cbhmacae.eco.br/gestao-da-bacia/plano-da-bacia/>. Acesso em: jul. 2023.

Comitê das Bacias Hidrográficas dos rios Macaé e das Ostras (CBH Macaé Ostras). **Gestão da Bacia**. 2023. Disponível em: <https://cbhmacae.eco.br/gestao-da-bacia/>. Acesso: jan. 2024.

Comitê das Bacias Hidrográficas dos rios Macaé e das Ostras (CBH Macaé Ostras). **Relatório de Cobrança e Arrecadação 2019**. 2019. Disponível em: https://cbhmacae.eco.br/wp-content/uploads/2021/03/Cobranc%CC%A7a_e_Arrecadac%CC%A7a%CC%83o_-_2019.pdf. Acesso: fev. 2024.

Comitê das Bacias Hidrográficas dos rios Macaé e das Ostras (CBH Macaé Ostras). **Relatório de Cobrança e Arrecadação 2021**. 2021. Disponível em: https://cbhmacae.eco.br/wp-content/uploads/2022/02/Cobranc%CC%A7a_e_Arrecadac%CC%A7a%CC%83o_-_2021r1.pdf. Acesso: fev. 2024.

Comitê das Bacias Hidrográficas dos rios Macaé e das Ostras (CBH Macaé Ostras). **CBH Macaé realiza primeira reunião do Grupo de Trabalho para discutir a transposição do Rio Macabu**. s.d. Disponível em: <https://cbhmacae.eco.br/cbh-macae-realiza-primeira-reuniao-do-grupo-de-trabalho-para-discutir-a-transposicao-do-rio-macabu/>. Acesso: fev. 2024.

Comitê das Bacias Hidrográficas dos rios Macaé e das Ostras (CBH Macaé Ostras). **Resolução CBH-Macaé nº 61 de 18 de março de 2016**. Altera a redação da Resolução 52/2014 que aprova a aplicação de recursos financeiros da cobrança pelo uso da água da subconta do CBH Macaé, no montante anual de R\$ 40.000,00 (quarenta mil reais) para ser destinado a investimentos, de acordo com os programas constantes do PRH da RH VIII, na região localizada a montante da Barragem da Tapera, no alto curso do rio Macabu, no município de Trajano de Moraes, na RH IX, jurisdição do Comitê de Bacia Hidrográfica do Baixo Paraíba do Sul e Itabapoana. 2016. Disponível em: https://cbhmacae.eco.br/wp-content/uploads/2015/12/resolucao_61_2016-CBH-Macae_.pdf. Acesso: abr. 2024.

Comitê das Bacias Hidrográficas dos rios Macaé e das Ostras (CBH Macaé Ostras). **Resolução CBH-Macaé nº 160, de 7 de dezembro de 2022**. Revoga a Resolução CBH Macaé nº122, de de 16 de outubro de 2020, e aprova a nova regulamentação do Programa de PSA e Boas Práticas da Região Hidrográfica VIII do Estado do Rio de Janeiro. 2022. Disponível em: https://cbhmacae.eco.br/wp-content/uploads/2015/12/resolucao_61_2016-CBH-Macae_.pdf. Acesso: abr. 2024.

Comitê das Bacias Hidrográficas dos rios Macaé e das Ostras (CBH Macaé Ostras). **Relatório de Cobrança e Arrecadação 2022**. 2022. Disponível em: https://cbhmacae.eco.br/wp-content/uploads/2023/01/Cobranca_e_Arrecadacao_-_2022.pdf. Acesso: fev. 2024.

Comitê das Bacias Hidrográficas dos rios Macaé e das Ostras (CBH Macaé Ostras). **Plano de Recursos Hídricos da Região Hidrográfica Macaé e das Ostras**. Relatório síntese e diagnóstico integrado (RS). 2014. Disponível em: <https://cbhmacae.eco.br/wp-content/uploads/2020/03/RS-Relat%C3%B3rio-S%C3%ADntese-e-Diagn%C3%B3stico-Integrado-RS.pdf>. Acesso em: fev. 2024.

Comitê das Bacias Hidrográficas dos rios Macaé e das Ostras (CBH Macaé Ostras). **Bacia Hidrográfica**. S.d. Disponível em: https://cbhmacae.eco.br/wp-content/uploads/2023/01/Cobranca_e_Arrecadacao_-_2022.pdf. Acesso: fev. 2024.

Comitê das Bacias Hidrográficas dos rios Macaé e das Ostras (CBH Macaé Ostras). **Reunião ordinária do grupo de trabalho transposição**. 2023. Disponível em:

https://cbhmacae.eco.br/wp-content/uploads/2024/02/20240216124627_Reuniao-Ordinaria-GT-Transposicao-02.10.23.pdf. Acesso: abr. 2024.

Comitê das Bacias Hidrográficas dos rios Macaé e das Ostras (CBH Macaé Ostras). **Reunião ordinária do grupo trabalho transposição RH IX ofício CBH Macaé n.º 95/2023**. 2023. Disponível em: https://cbhmacae.eco.br/wp-content/uploads/2024/02/20240216124628_Reuniao-Ordinaria-GT-Transposicao-04.08.23.pdf. Acesso: abr. 2024.

Comitê das Bacias Hidrográficas dos rios Macaé e das Ostras (CBH Macaé Ostras). **Reunião ordinária do grupo trabalho transposição RH IX ofício CBH Macaé n.º 51/2023**. 2023. Disponível em: https://cbhmacae.eco.br/wp-content/uploads/2024/02/20240216124628_Reuniao-Ordinaria-GT-Transposicao-12.05.23-1.pdf. Acesso: abr. 2024.

Comitê de Integração da Bacia Hidrográfica do Rio Paraíba do Sul (CEIVAP). Análise Crítica da Cobrança. Contrato de Gestão INEA n.º 01/2010. 2019. Disponível em: <https://www.cbhriodoisrios.org.br/conteudo/relatorio-cobranca-2019.pdf>. Acesso: jan. 2024.

Comitê de Integração da Bacia Hidrográfica do Rio Paraíba do Sul (CEIVAP). Relatório do levantamento da bibliografia e dos impactos da cobrança. 2019. Disponível em: http://sigaceivap.org.br/publicacoesArquivos/ceivap/arq_pubMidia_Processo_196-2017_P2.pdf. Acesso: jan. 2024.

Comitê de Integração da Bacia Hidrográfica do Rio Paraíba do Sul (CEIVAP). **Sobre o comitê**. S.d. Disponível em: <https://www.ceivap.org.br/sobre-o-comite>. Acesso: jan. 2024.

Comitê de Integração da Bacia Hidrográfica do Rio Paraíba do Sul (CEIVAP). **Deliberação CEIVAP n.º 233/2016**. Altera dispositivos referentes à cobrança pelas águas transpostas da Bacia do rio Paraíba do Sul para a Bacia do rio Guandu 2016. Disponível em: <https://www.ceivap.org.br/deliberacao/2016/deliberacao-ceivap-233.pdf>. Acesso: abr. 2024.

Comitê de Integração da Bacia Hidrográfica do Rio Paraíba do Sul (CEIVAP). **Deliberação CEIVAP n.º 339/2023**. Aprova o Plano de Execução Orçamentária Anual – POA da Bacia Hidrográfica do rio Paraíba do Sul para o exercício de 2024. Disponível em: <https://www.ceivap.org.br/deliberacao/2023/deliberacao-ceivap-339.pdf>. Acesso: abr. 2024.

Companhia de Gestão dos Recursos Hídricos (COGERH). **Tarifas**. 2023. Disponível em: <https://portal.cogerh.com.br/tarifas-cobranca/>. Acesso: fev. 2024.

CONCEIÇÃO, R. B. da; KUPERMAN, E. **Atlas Escolas Geográfico Municipal de Conceição de Macabu/RJ**. Rio de Janeiro: Imperial Editora, 2018. Ebook. Disponível em: <https://www.cp2.g12.br/blog/mpcp2/files/2017/02/RENATOCONCEICAOPRODEDUC-compressed.pdf>. Acesso em: fev. 2024.

Conselho de Recursos Hídricos do Ceará (CONERH). Resolução CONERH n.º 09, de 16 de dezembro de 2022. **Dispõe sobre a cobrança pelo uso dos recursos hídricos superficiais e subterrâneos de domínio do estado do Ceará ou da União, por delegação de competência**. 2022. Disponível em: <https://www.cogerh.com.br/wp-content/uploads/2023/06/RESOLUCAO-CONERH-N-09-2022-16-DE-DEZEMBRO-DE-2022.pdf>. Acesso: fev. 2024.

Conselho Nacional de Meio Ambiente (Conama). **Resolução Conama n.º 430, de 13 de maio de 2011**. Dispõe sobre as condições e padrões de lançamento de efluentes, complementa e altera a Resolução n.º 357, de 17 de março de 2005, do Conselho Nacional do Meio Ambiente-Conama. Brasília, DF. 2011.

Conselho Nacional De Recursos Hídricos (CNRH). Resolução nº 48, de 21 de março de 2005. **Estabelece critérios gerais para a cobrança pelo uso dos recursos hídricos. 2005.** Disponível em: <https://www.ibama.gov.br/sophia/cnia/legislacao/MMA/RE0048-210305.PDF>. Acesso: jan. 2024.

Consórcio Intermunicipal Lagos São João (CILSJ). Ato convocatório nº 05/2023. **ANEXO A: Escopo de Projeto.** (2023).

CONSÓRCIO PCJ. **Sobre nós.** 2023. Disponível em: <https://agua.org.br/sobre-nos/>. Acesso: fev. 2024.

DE ALMEIDA GONZALEZ, Denise. **Por trás da beleza das flores: análise da sustentabilidade na produção e roteirização turística das flores em Lumiar e São Pedro da Serra/Nova Friburgo-RJ.** Tese de Doutorado em Geografia – Universidade do Estado do Rio de Janeiro. Área de concentração: Cultura e Natureza. 2023.

DINAMARCA. LBK nr 478 af 14/04/2020. **Bekendtgørelse af lov om afgift af spildevand.** 2020. Disponível em: <https://www.retsinformation.dk/eli/lt/2020/478>. Acesso em: fev. 2024.

DOS SANTOS, M. F. M.; ALIPRANDI, D. C. O turismo e os impactos socioespaciais no município de Rio das Ostras/RJ. **Petróleo Royalties e Região**, v. 19, n. 69, 2021.

EMATER. **Acompanhamento Sistemático da Produção Agrícola - ASPA**, estado do Rio de Janeiro, RIO/CPLAN/NIDOC, 2010. Disponível em: http://www.emater.rj.gov.br/areaTecnica/aspa2010_culturas_correcao.HTM. Acesso: abr. 2024.

Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa). **Aquicultura: manejo e aproveitamento de efluentes.** 2013. Disponível em: <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/972692/1/Doc95.pdf>. Acesso em: fev. 2024.

Environmental Agency (EA). *Environment Agency Scheme of Abstraction Charges 2020/21.* Inglaterra, 2020. Disponível em: https://assets.publishing.service.gov.uk/media/6241c9f9d3bf7f32abac1417/Withdrawn_Environment_Agency_Scheme_of_Abstraction_Charges_2020-21.pdf. Acesso: dez. 2023.

European Commission (EC). *Ensuring that polluters pay – Denmark.* 2021. Disponível em: <https://environment.ec.europa.eu/system/files/2021-10/Denmark.pdf>. Acesso: dez. 2023.

European Federation of National Associations of Water & Wastewater Services (EUREAU). *Overview on Water and Wastewater in Europe – Country profiles and European statistics.* Brussels, jun. 2009.

FARIAS, I.; FERREIRA, L. S. B. P.; SILVA, R. N.; ALBUQUERQUE JUNIOR, C. L.; LAPA, K. R. Parâmetros técnicos para outorga de direito de uso da água para aquicultura no estado de Santa Catarina, Brasil. *Revista de Gestão de Água da América Latina*, v. 18, n. 2021, 2021. Disponível em: https://abrh.s3.sa-east-1.amazonaws.com/Sumarios/223/a12dfea9777ee1245bca3ae35dcc9153_957881365d21f9735d9c8dbf3d2e1bb7.pdf. Acesso: nov. 2023.

Federação das Indústrias do Estado do Rio de Janeiro (Firjan). *Mapa do Desenvolvimento do Estado do Rio de Janeiro (2016 – 2025): Agenda Regional Norte Fluminense.* [Rio de Janeiro, 2016a]. Disponível em:

https://www.firjan.com.br/data/files/92/A3/F1/4D/7A3265100AB8C955A8A809C2/J-019-16%20Agenda%20Regional_Norte_WEB.pdf. Acesso: fev. 2024.

Federação das Indústrias do Estado do Rio de Janeiro (Firjan). Mapa do Desenvolvimento do Estado do Rio de Janeiro (2016 - 2025): Agenda Regional Leste Fluminense. [Rio de Janeiro, 2016b]. Disponível em: https://www.firjan.com.br/data/files/8B/93/A2/BC/7A3265100AB8C955A8A809C2/J-019-16%20Agenda%20Regional_Leste_WEB.pdf. Acesso: fev. 2024.

Federação das Indústrias do Estado do Rio de Janeiro (Firjan). Mapa do Desenvolvimento do Estado do Rio de Janeiro (2016 - 2025): Agenda Regional Centro-Norte Fluminense. [Rio de Janeiro, 2016c]. Disponível em: https://www.firjan.com.br/data/files/25/93/1D/2C/7A3265100AB8C955A8A809C2/J-019-16%20Agenda%20Regional_Centro-Norte_WEB.pdf. Acesso: fev. 2024.

Federação das Indústrias do Estado do Rio de Janeiro (Firjan). **Orientações para obtenção de outorga do uso da água**. Guia de procedimentos passo a passo. Rio de Janeiro: Firjan, 2020. Disponível em: <https://www.firjan.com.br/lumis/portal/file/fileDownload.jsp?fileId=2C908A8A725D39700172859E2D983C20>. Acesso em: fev. 2024.

FERREIRA, M. I. P.; AZEVEDO, A.; SILVA, N. R. Gestão dos recursos pesqueiros no Brasil e panorama da pesca artesanal em Macaé, RJ. **Boletim do Observatório Ambiental Alberto Ribeiro Lamego**, Campos dos Goytacazes/RJ, v. 6 n. 2, p. 37-58, 2012.

FINKLER, N. R. Cobrança pelo uso da água no Brasil: uma revisão metodológica. *Desenvolvimento e Meio ambientes*, v. 33, 2015.

FONTES, A. T. Cobrança pelo uso da água e escassez de recursos hídricos: proposta de modelo de cobrança e aplicação na bacia do rio Atibaia. 2003. Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo.

FRANÇA. *Code de l'environnement*. 2023. Disponível em: https://www.legifrance.gouv.fr/codes/texte_lc/LEGITEXT000006074220/2024-01-31. Acesso em: dez. 2023.

FRANÇA. *Loi n° 2006-1772 du 30 décembre 2006 sur l'eau et les milieux aquatiques*. 2006. Disponível em: <https://www.legifrance.gouv.fr/loda/id/JORFTEXT000000649171>. Acesso: dez. de 2023.

FRANÇA. *Zones de répartition des eaux (ZRE) - Métropole*. 2018. Disponível em: <https://geo.data.gouv.fr/fr/datasets/3789fdd3c9146d5b151d98833668e4d006a5a7b9>. Acesso: jan. de 2024.

FREIRE, C. C. Outorga e cobrança: instrumentos de gestão aplicados à água subterrânea. *Águas Subterrâneas*, 2002.

FREITAS, L. N., FERREIRA, M. I. P., PINHEIROS, K., MELLO, D. S., & OLIVEIRA, V. D. P. S. Barragem e transposição do Rio Macabu: conflitos gerados pelo uso da água e a integração de bacias hidrográficas no gerenciamento de recursos hídricos. **Boletim do Observatório Ambiental Alberto Ribeiro Lamego**, v. 8, n. 2, p. 57-75, 2014.

FREITAS, M. A. V; SOITO, J. L. S. **Energia e recursos hídricos**. In.: *Parcerias Estratégicas: Edição Especial - Mudança do clima no Brasil: vulnerabilidade, impactos e adaptação*. Brasília, DF, n 27, p 1 - 360. Dez. 2008. Disponível em: https://www.researchgate.net/profile/Dieter-Muehe/publication/258093077_Vulnerabilidade_impactos_e_adaptacao_a_mudancas_do_cli

ma_a_zona_costeira/links/543292250cf22395f29c2918/Vulnerabilidade-impactos-e-adaptacao-a-mudancas-do-clima-a-zona-costeira.pdf#page=150. Acesso em: out. 2023.

GIRAUD, J. *Une taxe en moins pour les irrigants*. 2018. Disponível em: <http://joelgirauddepute.fr/index.php/2018/11/19/une-taxe-en-moins-pour-les-irrigants/>. Acesso: dez. 2023.

GODECKE, M. V. Cobrança pelo uso da água: a experiência internacional e brasileira como referenciais para o Estado do Rio Grande do Sul. *Revista Eletrônica em Gestão, Educação e Tecnologia Ambiental*, p. 113-126, 2014.

GOMES, L. C. D.; SALVADOR, N. N. B.; LORENZO, H. C. Conflitos pelo uso dos recursos hídricos e o caso de Araraquara-SP. *Ambiente & Sociedade*, v. 24, 2021. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/asoc/a/3VKVTys9Zqn7cPgNGwDHZZv/?lang=pt#:~:text=A%20pesquisa%20realizada%20confirmou%20a,%C3%A1gua%20concentrada%20em%20poucos%20usu%C3%A1rios..> Acesso: nov. 2023.

GOMES, L. C. D.; SALVADOR, N. N. B.; LORENZO, H. C. Conflitos pelo uso dos Recursos Hídricos e o caso de Araraquara-SP. *Ambiente & Sociedade*, v. 24, 2021.
HICON e Ecologus. **Projeto P&D Assoreamento de Cursos d'Água - Impactos à Geração Termelétrica e Medidas Mitigadoras - O Caso do Rio Macaé**. 2011.

Infraestrutura Nacional de Dados Espaciais (INDE). Divisão Político-Administrativa do Estado do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro, RJ: IBGE/Seas, 2018. Disponível em: <https://metadados.inde.gov.br/geonetwork/srv/por/catalog.search#/metadata/457bd44c-ba5c-494d-aa37-5a2d963eabae>. Acesso em: fev. 2023

Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). Cadastro Central de Empresas. CEMPRE, 2021. Disponível em: <https://sidra.ibge.gov.br/pesquisa/cempre/tabelas/brasil/2021>. Acesso em: fev. 2024

Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). Censo 2010. 2010. Disponível em: <https://censo2010.ibge.gov.br/>. Acesso: fev. 2024.

Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). **Censo 2022**. 2022. Disponível em: <https://censo2022.ibge.gov.br/panorama/downloads.html?localidade=BR>. Acesso: ago. 2023.

Instituto de Energia e Meio Ambiente (IEMA). **Uso de água e emissões atmosféricas em Usinas Termoeletricas**. Série Termoeletricidade em Foco. Informe Técnico 03. 2016. Disponível em: https://energiaeambiente.org.br/wp-content/uploads/2016/01/FS-agua-emissoes_1.pdf. Acesso: ago. 2024.

Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (Ipea). **Relatório de Pesquisa Caracterização e Quadros de Análise Comparativa da Governança Metropolitana no Brasil: análise comparativa das funções públicas de interesse comum (Componente 2)**. In.: Governança Metropolitana no Brasil - Região Metropolitana do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro, 2015. Disponível em: https://www.ipea.gov.br/redeipea/images/pdfs/governanca_metropolitana/150909_analise_componente2_riode_janeiro.pdf. Acesso: jan. 2024.

Instituto Estadual do Ambiente (Inea). **Declaração de Carga Poluidora**. s.d. Disponível em: <https://www.inea.rj.gov.br/declaracao-de-carga-poluidora/>. Acesso: fev. 2024.

Instituto Estadual do Ambiente (Inea). Gestão Ambiental 3. **Outorga de direito de uso dos recursos hídricos**. Rio de Janeiro: Inea, 2010. Disponível em: <https://www.inea.rj.gov.br/wp->

content/uploads/2019/01/3-Outorga-de-uso-dos-recursos-h%C3%ADricos-365-Mb.pdf.
Acesso: fev. 2024.

Instituto Estadual do Ambiente (Inea). **Guia Rápido para Cadastro e Regularização do Uso de Recursos Hídricos**. 2018. Disponível em: <https://www.inea.rj.gov.br/wp-content/uploads/2018/12/Guia-R%C3%A1pido-%C3%81guas-do-Rio.pdf>. Acesso: nov. 2023.

Instituto Estadual do Ambiente (Inea). **Monitoramento hidrometeorológico**. s.d. Disponível em: <https://www.inea.rj.gov.br/ar-agua-e-solo/monitoramento-hidrometeorologico/>. Acesso: fev. 2024.

Instituto Estadual do Ambiente (Inea). Resolução INEA nº 288, de 28 de novembro de 2023. **Dá publicidade aos preços públicos unitários de cobrança pelo uso de recursos hídricos de domínio do estado do rio de janeiro para o exercício 2024**. 2023. Disponível em: <https://www.gov.br/ana/pt-br/assuntos/gestao-das-aguas/politica-nacional-de-recursos-hidricos/cobranca/ResoluoINEAn2882023.pdf>. Acesso: fev. 2024.

Instituto Estadual do Ambiente (Inea). **Banco de Dados do Cadastro de Outorgas**. Informações Cadastro Cobrança RH-VIII. Enviado por e-mail em 01 fevereiro de 2024. Rio de Janeiro, 2024.

Instituto Internacional Ayara de Educação e Cultura – Instituto Ayara de Educação para a Sustentabilidade. **Ação Civil Pública Ambiental Climática 5004416-37.2022.4.02.5116/RJ** Macaé, RJ: Ayara, 2023. Disponível em: <https://jusclima2030.jfrs.jus.br/litigio/instituto-internacional-arayara-de-protecao-ao-patrimonio-publico-e-social-vs-uniao-e-outros%EF%BF%BC/>. Acesso em: fev. 2024.

Instituto Mineiro De Gestão Das Águas (Igam). **Portaria IGAM nº 53, de 21 de dezembro de 2023**. Estabelece os preços unitários para o cálculo da cobrança pelo uso de recursos hídricos de domínio do Estado de Minas Gerais para o exercício 2023. Disponível em: <https://www.siam.mg.gov.br/sla/download.pdf?idNorma=58407>. Acesso: jan. 2024.

Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC). **Freshwater resources and their management**. Cambridge, UK: Cambridge University Press, 2007b. 155 p. Disponível em: <https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/2018/02/ar4-wg2-chapter3-1.pdf>. Acesso em: dez. 2023.

ITUASSU, D. R.; SPERA, S. T. Abordagem prática do dimensionamento da demanda hídrica em projetos de piscicultura. **Circular Técnica**, nº. 2, p. 1–17, 2018. Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/172636/1/2018-cpamt-daniel-ituassu-dimensionamento-demanda-hidrica-projetos-piscicultura.pdf>. Acesso: nov. 2023.

JØRGENSEN, L. F.; STOCKMARR, J. *Groundwater monitoring in Denmark: characteristics, perspectives and comparison with other countries*. **Hydrogeology journal**, v. 17, n. 4, p. 827, 2009.

LANDUCI, F. S. (Org.). Fundação Instituto da Pesca do Estado do Rio de Janeiro (Fiperj). **Plano estratégico para o desenvolvimento sustentável da aquicultura costeira fluminense (2021-2031)**. Rio de Janeiro: Pod, 2021.

LANNA, A. E. L. Hidroeconomia. In: *Águas Doces do Brasil: Capital Ecológico, Uso e Conservação*. São Paulo: Ed. Escrituras, 1999. cap.16.

MACAÉ. **Os Impactos Recentes da Crise do Setor de Petróleo em Macaé**. Rio de Janeiro, s.d. Disponível em: <https://www.maca.e.rj.gov.br/midia/conteudo/arquivos/1574430375.pdf>. Acesso em: fev. 2024

MAGALHÃES FILHO, L. N. L.; MARINHO FILHO, G. M.; ENRIQUE, F. **Comparação de modelos de cobrança pelo uso da água: uma abordagem entre exemplos europeus, do Brasil e sugestões para implementação na bacia do Rio Formoso-To.** XX SIMPÓSIO DE RECURSOS HÍDRICOS DO NORDESTE. Anais. Bento Gonçalves, 2013.

MAGALHÃES JÚNIOR, A. P. Perspectivas de efetivação da cobrança pelo uso da água no Brasil com base no caso da porção mineira da bacia do Paraíba do Sul. **Revista Geografias**, p. 7-21, 2009.

MATOS, A. S. T.; JÚNIOR, J. L.; PEREIRA, J. A. M.; FERREIRA, M. I. P. F.; SOUZA, P. R. N.; RODRIGUES, P. P. G. W. Monitoramento ambiental da qualidade da água no Rio Macaé associado ao lançamento de efluentes de termelétrica: um estudo de caso do lançamento de efluentes da UTE Mário Lago no rio Macaé, RJ. **Boletim do Observatório Ambiental Alberto Ribeiro Lamego**. v.4, n.1, p. 127-139, 2010. Disponível em: <https://editoraessentia.iff.edu.br/index.php/boletim/article/view/2177-4560.20100007/634>. Acesso em: fev. 2024.

Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação (MCTI). **Projeções de Mudanças Climáticas no Brasil**. 2024. Disponível em: <http://pclima.inpe.br/analise/API/>. Acesso: abr. 2024.

Ministério do Turismo (MTur). **Atividades Turísticas dos Municípios do Mapa do Turismo Brasileiro**. Brasília, DF: MTur, 2024. Disponível em: <https://www.mapa.turismo.gov.br/mapa/init.html#/home>. Acesso em: fev. 2024.

MIRANDA, C. V. Análise da cobrança pelo uso de recursos hídricos em águas de domínio da União: Estudo de caso da bacia hidrográfica do rio Doce (MG). **Research, Society and Development**, v. 10, n. 4, p. e5610413785-e5610413785, 2021.

Natural Resources Wales (NRW). **Environmental Permitting Charging Scheme 2023/2024**. 2023. Disponível em: <https://naturalresources.wales/media/exzp0kft/environmental-permitting-charging-scheme-2023-24-final-with-annex.pdf>. Acesso: dez. 2023.

Natural Resources Wales (NRW). **Water Abstraction Charges Scheme 2023/2024**. 2023. Disponível em: <https://naturalresources.wales/about-us/what-we-do/what-we-regulate/our-charges/water-abstraction-charges-scheme-april-2023-to-april-2024/?lang=en>. Acesso: dez. 2023.

Office International de L'eau (OIEAU). **Experiências francesas e brasileiras em termos de planejamento, governança, e financiamento de organismos de bacia**. 2018. Disponível em: https://www.oieau.fr/eaudoc/system/files/benchmarking_20-08-2018.pdf. Acesso: dez. 2023.

OLIVEIRA, V. P. S.; MELLO, D. S.; PINHEIROS, K.; FERREIRA, M. I. P.; FREITAS, L. N. Barragem e transposição do Rio Macabu: conflitos gerados pelo uso da água e a integração de bacias hidrográficas no gerenciamento de recursos hídricos. **Boletim do Observatório Ambiental Alberto Ribeiro Lamego**, Campos dos Goytacazes/RJ, v.8 n.2, p. 57-75, 2014.

Operador Nacional do Sistema Elétrico (ONS). **Estimativas das Vazões para as Atividades de Uso Consuntivo da Água em Bacias do Sistema Interligado Nacional – SIN**. Brasília: ONS: FAHMA-DZETA: ANA: ANEEL: MME, 2005.

Organisation for Economic Co-operation and Development (OECD). **A comprehensive allocation regime in Denmark**. 2017b. Capítulo 4. Disponível em: <https://www.oecd-ilibrary.org/sites/9789264281554-7->

en/index.html?itemId=/content/component/9789264281554-7-en#note-e-000023. Acesso: dez. 2023.

Organisation for Economic Co-operation and Development (OECD). **Cobranças pelo uso de recursos hídricos no Brasil. Caminhos a seguir.** 2017a. Disponível em: https://read.oecd-ilibrary.org/environment/cobranças-pelo-uso-de-recursos-hidricos-no-brasil_9789264288423-pt. Acesso: dez. 2023.

Organisation for Economic Co-operation and Development (OECD). **Environmental Performance Reviews: Denmark 2019.** 2019. Disponível em: https://read.oecd-ilibrary.org/environment/oecd-environmental-performance-reviews-denmark-2019_1eeec492-en#page136. Acesso: dez. 2023.

Organisation for Economic Co-operation and Development (OECD). **Pricing Water Resources and Water and Sanitation Services.** 2019. Disponível em: https://read.oecd-ilibrary.org/environment/pricing-water-resources-and-water-and-sanitation-services_9789264083608-en#page46. Acesso: dez. 2023.

PESSOA, C. A. P. **Cobrança sobre usos da água como instrumento econômico de gestão: o caso do reservatório de Salto Grande (Americana, SP).** 2002. Tese de Doutorado. Dissertação de mestrado, Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo.

PORTUGAL. **Decreto-Lei n.º 46/2017, de 3 de maio.** Diário da República, 2017. Disponível em: <https://diariodarepublica.pt/dr/detalhe/decreto-lei/46-2017-106960762>. Acesso: dez. 2024.

PRADO, R. B., FERRAZ, R. P. D., FIDALGO, E. C. C., GONÇALVES, A. O., DANTAS, M., SILVEIRA, M. D. M. L., ... & DOURADO, F. **Diagnóstico do Meio Físico da Bacia Hidrográfica do Rio Macabu, RJ.** Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2004.

RADISSON, L. **La redevance pour obstacle sur les cours d'eau est supprimée.** 2018. Disponível em: <https://www.actu-environnement.com/ae/news/redevance-obstacle-cours-eau-supprimee-32414.php4>. Acesso: dez. 2023.

RIO DE JANEIRO (Estado). **Decreto nº 41.628 de 12 de janeiro de 2009.** Estabelece a estrutura organizacional do Instituto Estadual do Ambiente – INEA, criado pela Lei nº. 5101, de 04 de outubro de 2007, e dá outras providências. 2009. Disponível em: <https://www.cbhriodoisrios.org.br/downloads/decreto-41628.pdf>. Acesso em: fev. 2024.

RIO DE JANEIRO (Estado). **Lei estadual nº 6.081/2011.** Declara o Município de Macaé como “Capital do Petróleo” no Estado do Rio de Janeiro. Disponível em: <https://gov-rj.jusbrasil.com.br/legislacao/1030012/lei-6081-11>. Acesso em: fev. 2024.

RIO DE JANEIRO (Estado). **Lei Estadual nº 10.178, de 09 de novembro de 2023.** Modifica a Lei Estadual nº 6081, de 21 de novembro de 2011 que declara o município de Macaé como Capital do Petróleo no Estado do Rio de Janeiro, para declarar o município de Macaé como "Capital da Energia". Rio de Janeiro: Assembleia Legislativa do Rio de Janeiro, 2022. Disponível em: <http://alerjln1.alerj.rj.gov.br/contlei.nsf/f25edae7e64db53b032564fe005262ef/62773b58428c85f903258a670077bc5a?OpenDocument&Highlight=0,CAPITAL,DA,ENERGIA>. Acesso: fev. 2024.

RIO DE JANEIRO (Estado). **Lei nº 3.239 de 02 de agosto de 1999.** Institui a política estadual de recursos hídricos; cria o sistema estadual de gerenciamento de recursos hídricos; regulamenta a constituição estadual, em seu artigo 261, parágrafo 1º, inciso vii; e dá outras providências. Rio de Janeiro, 1999. Disponível em: <https://www.jusbrasil.com.br/legislacao/205541/lei-3239-99>. Acesso em: fev. 2024.

RIO DE JANEIRO (Estado). Projeto de Lei nº 6443/2022. Modifica a Lei Estadual nº 6081, de 21 de novembro de 2011 que declara o município de Macaé como Capital do Petróleo no Estado do Rio de Janeiro, para declarar o município de Macaé como "Capital da Energia". Rio de Janeiro: Assembleia Legislativa do Rio de Janeiro, 2022. Disponível em: http://www3.alerj.rj.gov.br/lotus_notes/default.asp?id=144&URL=L3NjcHJvMTkyMy5uc2YvMGM1YmY1Y2RIOTU2MDFmOTAzMjU2Y2FhMDAyMzEzMWlvYTFjZTc3M2FIMGM4NzdhZjAzMjU4OGUwMDA1NTIzODk/T3BlbkRvY3VtZW50JkhpZ2hsaWdodD0wLDIwMjIwMzA2NDQz&%5Ch#. Acesso: fev. 2024.

SANTOS, C. L. Usos múltiplos e proposta de revisão de metodologia de cobrança pelo uso da água. Rio de Janeiro: AGEVAP, 2018. Disponível em: <https://www.agevap.org.br/conteudo/metodologia-cobranca.pdf>. Acesso: jan. 2024.

Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas (SEBRAE). **Definição de porte de estabelecimentos segundo o número de empregados**. 2013. Disponível em: https://sebrae.com.br/Sebrae/Portal%20Sebrae/UFs/SP/Pesquisas/MPE_conceito_e_mpregados.pdf. Acesso em: fev. 2024.

Silva, F. R. **Caracterização da atividade pesqueira artesanal marinha nos desembarques realizados na foz do Rio das Ostras e foz do Rio São João, RJ, Brasil**. Dissertação (Mestrado). Macaé: UFRJ, Programa de Pós-graduação em Ciências Ambientais e Conservação. Prof. Aloísio Teixeira, 2019. 63 p.

Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (SNIS). **Diagnóstico dos Serviços de Água e Esgotos - 2021**. Brasília, 2022. Disponível em https://www.gov.br/mdr/pt-br/assuntos/saneamento/snis/produtos-do-snis/diagnosticos/diagnosticos_snis. Acesso em: fev. 2024.

Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (SNIS). Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (SNIS). **Diagnóstico dos Serviços de Água e Esgotos - 2022**. Brasília: Ministério das Cidades, 2023. Disponível em: <https://www.gov.br/cidades/pt-br/acao-a-informacao/acoes-e-programas/saneamento/snis/produtos-do-snis/diagnosticos-snis>. Acesso em: fev. 2024.

SOARES, S. J. C., LIMA, N. S., GONZAGA, L. F., SERRA, L. M., PEREIRA, D. R.; GERUDE, O. J. A. Análise do efluente final gerado em uma usina termoeétrica no distrito industrial do município de São Luís - MA / Analysis of the final effluent generated in a thermoelectric plant in the industrial district of the municipality of São Luís - MA. **Brazilian Journal of Development**, v. 6, n. 5, p. 26020-26041, 2020. Disponível em: <https://ojs.brazilianjournals.com.br/ojs/index.php/BRJD/article/view/9791/8207>. Acesso em: fev. 2024.

SOUSA, R. M. de, VIOLA, M. R., CHOU, S. C., ALVES, M. V. G., & AVANZI, J. C. Projeções climáticas regionalizadas para o estado do Tocantins, Brasil, nos cenários RCP 4.5 e RCP 8.5. **Revista Brasileira de Climatologia**, v. 24, 2021. Disponível em: < <https://doi.org/10.5380/abclima.v24i0.57052>>.

SOUSA, R. M. de. Mudanças climáticas futuras simuladas pelos modelos regionais Eta-HadGEM2-ES e Eta-MIROC5 para o estado do Tocantins.2017.92f. **Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais e Ambientais) - Universidade Federal do Tocantins**, Programa de Pós-Graduação em Ciências Florestais e Ambientais, Gurupi, 2017.

SPECK, S. **The use of economic instruments in Nordic and Baltic environmental policy 2001-2005**. Nordic Council of Ministers, 2006.

THOMAS, P. T. Proposta de uma metodologia de cobrança pelo uso da água vinculada à escassez. Rio de Janeiro: COPPE/UFRJ, M. Sc. Engenharia Civil, 2002.

THORLING, L. Grundvandsovervaagning 1989-2014 [Groundwater surveillance 1989-2014]. GEUS, 2015. Disponível em: <https://www.geus.dk/Media/A/7/g-o-2014.pdf>. Acesso: dez. de 2023.

VON SPERLING, M. **Wastewater Characteristics, Treatment and Disposal. Wastewater Characteristics**. 2007. Volume 1.

VON SPERLING, M.; CHERNICHARO, C. A. L. **Biological Wastewater Treatment in Warm Climate Regions**. Department of Sanitary and Environmental Engineering. UFMG. London: IWA Publishing, 2005. 856p.

WEATHERSPARK. Clima característico em Londres - Reino Unido durante o ano. 2023. Disponível em: <https://pt.weatherspark.com/y/45062/Clima-caracter%C3%ADstico-em-Londres-Reino-Unido-durante-o-ano>. Acesso: dez. 2023.

APÊNDICE A: METODOLOGIAS DE CÁLCULO DA DEMANDA HÍDRICA

CADASTRO DE OUTORGAS

A outorga de direito de uso de recursos hídricos é um instrumento de gestão que garante a utilização da água, um recurso de domínio público conforme a Constituição Federal. Definida pela Lei nº 9.433/1997, sua função é controlar a quantidade e a qualidade da água e assegurar os direitos de acesso a esse recurso. Ao solicitar a outorga, o usuário deve informar a finalidade de uso da água, que pode incluir: abastecimento público, aquicultura em tanque escavado, consumo humano, criação animal, esgotamento sanitário, indústria, irrigação, mineração, termoeletrônica, serviços e outras finalidades. A finalidade "outras" abrange usos que não se encaixam nos mencionados anteriormente.

A emissão de outorga é responsabilidade dos órgãos de gestão de recursos hídricos, conforme a jurisdição do corpo d'água. Nos rios federais, a avaliação é feita pela ANA, enquanto nos rios estaduais do Rio de Janeiro, é realizada pelo Inea. A outorga para captações subterrâneas é exclusivamente competência dos Estados.

O Cadastro de Outorgas consiste no conjunto das outorgas emitidas que representam as interferências diretas que ocorrem nos corpos hídricos, por meio das captações e dos lançamentos de efluentes; por isso, é considerado um método direto de quantificação de demandas.

O cadastro também inclui usos considerados insignificantes, que não exigem outorga. Cada Estado define os critérios para captações subterrâneas e superficiais que podem ser classificadas como insignificantes e isentas de outorga. No Estado do Rio de Janeiro, conforme as Leis Estaduais nº 4.247/2003 e 5.234/2008, os critérios para usos insignificantes são:

- Derivações e captações para usos de até 0,4 L/s, com seus efluentes tendo no máximo a vazão de 34.560 L/dia;
- Captações subterrâneas e seus respectivos efluentes com uma vazão de até 5.000 L/dia;
- Pequenas Centrais Hidrelétricas (PCHs) que possuam uma potência instalada de até 1 MW.

Para avaliar as demandas hídricas da RH-VIII, foram utilizados os processos do Cadastro de Outorgas com base em dados da Gerência de Instrumentos de Recursos Hídricos e Governança das Águas (GERAGUA). Essa base é empregada no cálculo da Cobrança pelo Uso dos Recursos Hídricos na região e inclui a análise prévia dos processos, determinando quais se enquadram como uso insignificante. Foram avaliados tanto os processos já outorgados quanto os em análise, que fazem parte do processo de cobrança.

Na RH-VIII, todos os corpos hídricos são estaduais, e a responsabilidade pela emissão de outorgas é exclusiva do Inea. O Cadastro de Outorgas inclui informações sobre captações superficiais, subterrâneas e lançamentos de efluentes.

Durante a consolidação do cadastro, observou-se que muitos processos ainda estavam em análise. Foram considerados os processos outorgados e em análise. A base encaminhada possui um recorte temporal até dezembro de 2023.

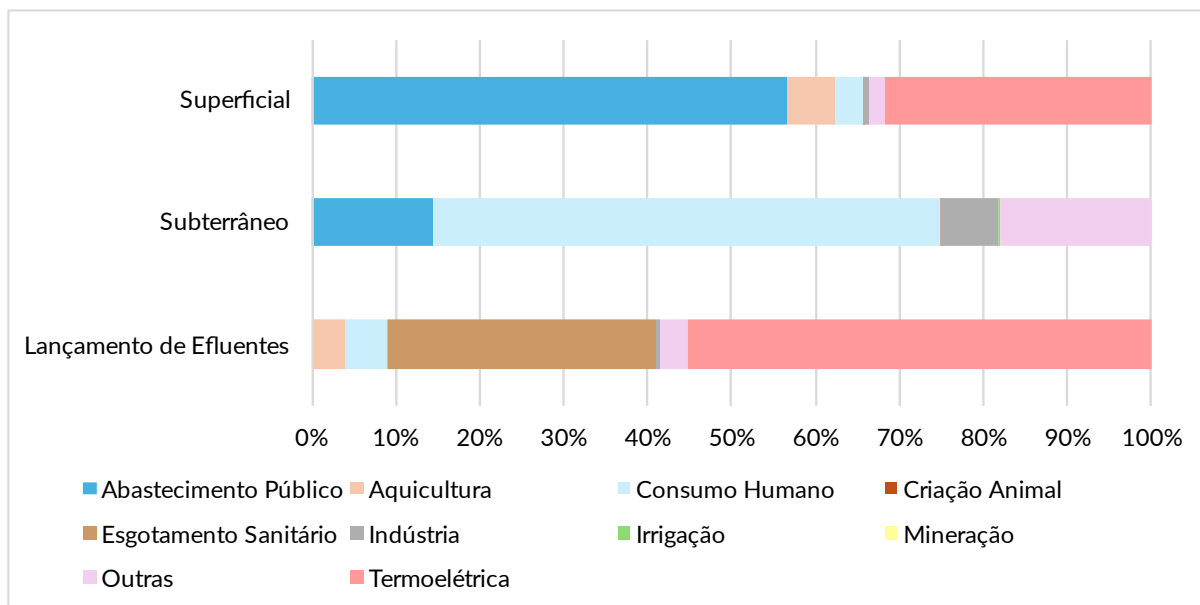
Resultados Preliminares

Na RH, foram identificadas 10 finalidades de uso dos recursos hídricos:

- Abastecimento Público;
- Aquicultura em tanque escavado;
- Consumo humano;
- Criação animal;
- Esgotamento Sanitário;
- Indústria;
- Irrigação;
- Mineração;
- Outras e;
- Termoelétrica.

Na Figura 1, são apresentados os percentuais de vazões para captações superficiais e subterrâneas, além das vazões de lançamento de efluentes, indicadas por finalidades

FIGURA 1 – DISTRIBUIÇÃO PERCENTUAL DAS VAZÕES DOS PROCESSOS DE OUTORGAS DE CAPTAÇÕES SUPERFICIAIS, SUBTERRÂNEAS E LANÇAMENTO DE EFLUENTES DA RH-VIII.



Fonte: Adaptado de Inea (2024).

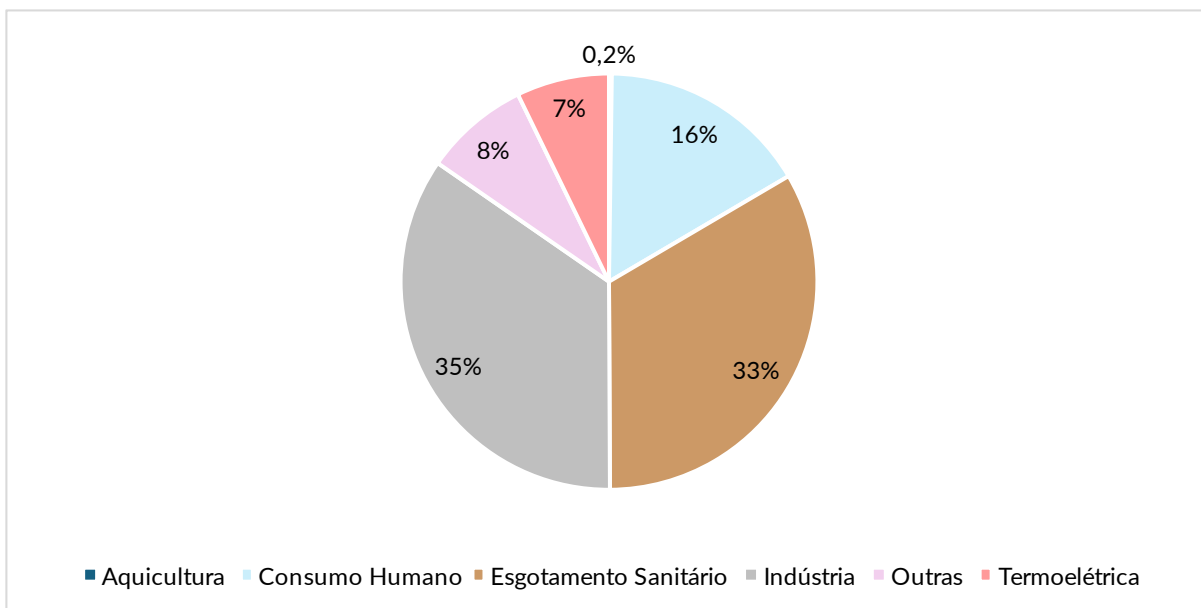
Para captações superficiais, o abastecimento público representa 57% da vazão indicada no cadastro, seguido pela termoelétrica com 32%. As finalidades de aquicultura (6%), consumo humano (3%) e outras (2%) também são relevantes, enquanto criação animal, irrigação, e indústria e mineração têm menos de 1% cada.

Nas captações subterrâneas, o consumo humano predomina representando 61% das vazões, seguido por outras finalidades como: outras (18%), abastecimento público (14%) e indústria (7%).

Nos lançamentos de efluentes, os maiores volumes são para a termoelétrica (55%) e esgotamento sanitário (32%). Aquicultura (4%), consumo humano (5%) e outras (3%) têm menor representação.

Além das informações sobre vazões de captação e lançamento, o Cadastro de Outorgas também fornece dados sobre as concentrações de poluentes nos lançamentos de efluentes, incluindo a concentração de DBO bruta e tratada. Esses dados foram agrupados por finalidade e analisados em relação à concentração de DBO após o tratamento dos efluentes (Figura 2).

FIGURA 2 – ANÁLISE PERCENTUAL DA DBO TRATADA NOS LANÇAMENTOS DE EFLUENTES OUTORGADOS DA RH-VIII.



Fonte: Adaptado de Inea (2024).

A concentração de DBO lançada na RH-VIII é majoritariamente atribuída à indústria, esgotamento sanitário e consumo humano, que somam mais de 80% do total. Termoelétricas e outras finalidades representam uma pequena parcela. É importante notar que esta concentração se refere aos efluentes lançados nos corpos d'água da região. A carga efetiva depende da vazão de lançamento, que determina a quantidade total de DBO lançada por cada usuário.

MANUAL DE USOS CONSUNTIVOS DA ÁGUA NO BRASIL

O Manual de Usos Consuntivos da Água no Brasil (ANA, 2019a)⁴² apresenta estimativas dos usos consuntivos dos recursos hídricos, segmentando-os por setores de usuários, abrangendo o período de 1931 a 2021 no diagnóstico. Ainda, o estudo fornece projeções estimadas até o ano de 2040. Esses dados estão apresentados por município e para as seções fluviais da Base Hidrográfica Ottocodificada (BHO), adaptadas para as respectivas ottobacias, referentes aos anos de 2020 e 2040, tornando-os acessíveis e úteis para o planejamento e gestão dos recursos hídricos no Brasil.

O Manual emprega uma abordagem metodológica específica para cada finalidade: abastecimento público, consumo humano, criação animal, indústria, irrigação, mineração e termoelétrica. A seguir é apresentada uma descrição da metodologia utilizada na estimativa das

⁴² O Manual de Usos Consuntivos da Água do Brasil foi publicado no ano de 2019, contudo em 2022, teve as suas estimativas em escalas municipal e em ottobacias atualizadas.

demandas hídricas para as finalidades abordadas no item Caracterização das Demandas de Captação.

- **Abastecimento Público**

Para a finalidade de abastecimento público o Manual de Usos Consuntivos da Água no Brasil (ANA, 2019a) considera coeficientes técnicos e estimativas populacionais em seus cálculos. Para isso, são utilizadas informações censitárias e projeções do IBGE, bem como os indicadores disponibilizados pelo Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (SNIS).

O uso *per capita* corresponde aos volumes efetivamente distribuídos aos habitantes, calculado pela soma dos volumes hidrometrados nas unidades consumidoras, juntamente com estimativas dos volumes utilizados por habitantes não submetidos à medição. Isso está representado na Equação 1, que relaciona os seguintes indicadores do SNIS:

- AG_{001} : População total atendida com o abastecimento de água;
- AG_{008} : Volume de água micro medido;
- AG_{013} : Quantidade de Economias residenciais ativas de água;
- AG_{014} : Quantidade de economias ativas de água micro medidas;

$$Usopercapita = \{AG_{008} \left[AG_{014} \left(\frac{AG_{001}}{AG_{013}} \right) \right] \} \frac{10^6}{365} \quad \text{Equação 1}$$

Os valores de retirada são estimados com base nos indicadores do uso per capita, representados pelos volumes que são efetivamente distribuídos a população, considerando as perdas no sistema de distribuição (vazamentos na rede de distribuição o que resulta em água que não é de fato utilizada). Novamente são utilizados indicadores do SNIS na estimativa da $Perda_{média}$ Equação 2 e, com base nas equações citadas anteriormente, pode-se definir a $Retirada_{per capita}$ Equação 3, $Consumo_{per capita}$ Equação 4 e $Retorno_{per capita}$ Equação 5.

$$Perda_{média} = \frac{[(AG_{006} + AG_{018} - AG_{019}) - AG_{010}]}{(AG_{006} + AG_{018} - AG_{019})} \quad \text{Equação 2}$$

$$Retirada_{per capita} = Usopercapita (1 - Perda_{média})^{-1} \quad \text{Equação 3}$$

$$Consumo_{per capita} = Usopercapita (1 - C) + (Retirada_{per capita} - Usopercapita)(1 - C) \quad \text{Equação 4}$$

$$Retorno_{per capita} = (Retirada_{per capita} - Usopercapita)C + (Usopercapita \cdot C) \quad \text{Equação 5}$$

Em que:

- AG_{006} : Volume de água produzido;
- AG_{010} : Volume de água consumido;

- AG_{018} : Volume de água tratada importado;
- AG_{019} : Volume de água tratada exportado
- C : coeficiente de retorno, adotado o valor de 0,8.

Importante destacar, que os coeficientes utilizados nesses cálculos consideram apenas a população que é atendida pelas concessionárias de distribuição de água, baseados nos indicadores do SNIS. Com isso, para os moradores que não são atendidos pela rede de abastecimento público, conclui-se que as perdas na distribuição são semelhantes às da população atendida.

Para a população rural, os coeficientes de retirada utilizados são padronizados de acordo com cada estado, conforme proposto pelo Operador Nacional do Sistema Elétrico (ONS). Esses coeficientes têm como base o uso médio *per capita* (L/(hab.dia)) para a população rural (ONS, 2005). Os coeficientes de retorno, consideraram 80%, o que significa que 20% correspondem à retirada.

- **Indústria**

A abordagem para estimar o consumo de água na indústria envolve a aplicação de coeficientes técnicos, que levam em conta as vazões médias por empregado e a tipologia industrial, ao número de trabalhadores em uma categoria específica dentro de um determinado município. Tal abordagem foi desenvolvida com base na disponibilidade de dados sobre o número de trabalhadores em diferentes setores industriais ao longo das décadas.

Para criar a matriz de coeficientes técnicos de retirada, foi utilizado como base o Cadastro Nacional de Usuários de Recursos Hídricos (CNARH). Ao considerar as tipologias, foi adotado a Classificação Nacional de Atividades Econômicas (CNAE 2.0), a qual apresenta 24 para indústria de transformação. Sempre que possível, o estudo buscou obter um nível hierárquico mais detalhado, levando em consideração o número de registros disponíveis, sua variabilidade e representatividade. Contudo, quando não foi possível o estudo aplicou o coeficiente correspondente ao grupo ou a divisão. No Quadro 1 estão representados alguns desses coeficientes técnicos utilizados no cálculo dessa estimativa, para as tipologias industriais que são existentes nas RH-VIII.

Os coeficientes técnicos de consumo para as tipologias industriais foram baseados em um estudo do Ministério do Meio Ambiente (MMA) (Brasil, 2011). Embora o estudo utilize o volume da produção e não o número de empregados como variável explicativa para a demanda hídrica, adotaram-se os fatores de proporcionalidade entre os coeficientes de retirada e consumo (%). Os valores foram propostos e validados com a participação de representantes do setor industrial.

QUADRO 1 – COEFICIENTES TÉCNICOS UTILIZADOS PARA A ESTIMATIVA DAS DEMANDAS HÍDRICAS PARA O SETOR INDUSTRIAL

CNAE	Tipologia Industrial	Retirada (L/(empregado.dia))	Consumo (%)
10	Fabricação de produtos alimentícios	4.600	75,9
11	Fabricação de bebidas	8.713	24,4
14	Confecção de artigos de vestuários e acessórios	510	18,5
17	Fabricação de celulose, papel e produtos de papel	8.865	16,6
19	Fabricação de coque, de produtos derivados do petróleo e de biocombustíveis	18.147	85
24	Metalurgia	3.781	24,3
25	Fabricação de produtos de metal, exceto máquinas e equipamentos	281	46,8

Fonte: Adaptado de ANA (2019).

Com isso, as equações Equação 6, Equação 7 e a Equação 8 representam respectivamente, as vazões de retirada, consumo e retorno para o uso industrial.

$$Q_{\text{retirada}} = \sum (E_{\text{tipologia, trabalhadores}} \cdot k_r(\text{tipologia, trabalhadores})) \quad \text{Equação 6}$$

$$Q_{\text{consumo}} = \sum (Q_{\text{retirada, tipologia}} \cdot k_c(\text{tipologia, trabalhadores})) \quad \text{Equação 7}$$

$$Q_{\text{retorno}} = Q_{\text{retirada}} - Q_{\text{consumo}} \quad \text{Equação 8}$$

Em que:

- $E_{\text{tipologia}}$: número de empregados por tipologia industrial para um determinado município;
- k_r : coeficiente de retirada por tipologia industrial (litros / número de empregados por dia);
- k_c : coeficiente de consumo, em porcentagem.

• Irrigação

A estimativa da demanda hídrica do setor de irrigação baseia-se no balanço hídrico das áreas irrigadas. Nessa estimativa contabiliza-se a fração de água necessária para o cultivo das culturas que não é suprida naturalmente pela chuva e solo. Essa abordagem simplifica os processos relacionados à interação entre a agricultura e o ciclo hidrológico, baseando-se em três grupos de informações cruciais: clima, culturas e sistemas de irrigação.

O procedimento geral envolve a aquisição de informações sobre as condições climáticas e as características da cultura, visando calcular a evapotranspiração real e a precipitação efetiva. Isso inclui detalhes sobre as áreas irrigadas, os tipos de culturas e seus calendários de plantio nos municípios. Em relação aos sistemas de irrigação, estes são cruciais para estimar a eficiência

do uso da água, o que permite identificar as porções perdidas (ou seja, a água retirada que não é aproveitada pelas plantas), bem como as perdas decorrentes de evaporação e arraste, que não retornam diretamente aos corpos d'água. Os principais tipos de sistemas de irrigação, com as suas respectivas eficiências e perdas de evaporação / arraste estão apresentados no Quadro 2.

QUADRO 2 – TIPOS DE SISTEMA DE IRRIGAÇÃO E SUAS RESPECTIVAS EFICIÊNCIAS E PERDA EVAPORAÇÃO / ARRASTE

Sistema de irrigação	Eficiência (%)	Perda evaporação / arraste (%)
Inundação	60	-
Sulcos	75	0
Aspersão (pivô central)	85	8
Aspersão (outros métodos)	80	12,6
Localizados (gotejamento, microaspersão etc.)	90	0
Outros métodos de irrigação e/ou molhação	60	0

Fonte: Adaptado de ANA (2019).

Dessa forma, os cálculos para se obter as vazões de retirada, retorno e consumo estão representadas nas equações, Equação 9, Equação 10, e Equação 11, respectivamente.

$$Q_{retirada} = \frac{\sum(ET_{rc} - P_e) A}{E_a} \quad \text{Equação 9}$$

$$Q_{retorno} = Q_{retirada}(1 - E_a - P_{ea}) \quad \text{Equação 10}$$

$$Q_{consumo} = Q_{retirada} - Q_{retorno} \quad \text{Equação 11}$$

Em que:

- ET_{rc} (Evapotranspiração real): envolve a evapotranspiração de referência e potencial de evapotranspiração da cultura;
- P_e (Precipitação efetiva): corresponde à parcela da precipitação total efetivamente utilizada pelas culturas, com o objetivo de atender as necessidades de evapotranspiração;
- A : Área irrigada;
- E_a : Eficiência de aplicação;
- P_{ea} (Perdas por evaporação/arraste): estão relacionados com o tipo e a eficiência do sistema de irrigação (Quadro 2).

O Manual realizou ainda algumas adaptações específicas na metodologia para estimativa de usos de algumas culturas (arroz cultivado sob inundações e cana-de-açúcar), conforme abordado no Atlas Irrigação (ANA, 2021b), para melhor caracterização dessas.

- **Termoelétrica**

A estimativa da demanda hídrica do setor termoelétrico baseia-se na aplicação de coeficientes técnicos (litros por energia gerada) às séries de geração de energia, ou seja, a energia que é efetivamente gerada. Quando não há essa informação disponível, deve-se utilizar o potencial de geração de energia. Esses coeficientes são agrupados quatro categorias, relacionando a tecnologia utilizada na conversão do calor em energia elétrica (ciclo termodinâmico) com o tipo de sistema de resfriamento de cada Usina Termoelétrica. Além disso, o Manual de Usos Consuntivos da Água do Brasil, utilizou dados fornecidos diretamente pela ONS, publicações específicas, como IEMA (2016), Arroyo (2012) e do Plano Nacional de Energia 2030 (Brasil, 2007) para aplicar os coeficientes técnicos. Dessa forma, a correlação entre o tipo de combustível, sistema de resfriamento e ciclo termodinâmico estão apresentadas no Quadro 3.

QUADRO 3 – CORRELAÇÃO ENTRE TIPO DE COMBUSTÍVEL, SISTEMA DE RESFRIAMENTO E CICLO TERMODINÂMICO

Combustível	Sistema de resfriamento	Ciclo termodinâmico
Biogás	Circulação aberta	Combinado
Carvão Mineral	Circulação aberta	Rankine
Gás de refinaria	Circulação aberta	Combinado
Gás Natural	Torre Úmida	Combinado
Óleo Combustível	Circulação aberta	Rankine
Efluente gasoso	Circulação aberta	Combinado
Enxofre	Circulação aberta	Combinado
Gás de Alto Forno	Circulação aberta	Combinado
Gás de processo	Circulação aberta	Combinado
Gás Siderúrgico	Circulação aberta	Combinado

Fonte: Adaptado de ANA (2019).

Além disso, a Agência Nacional de Energia Elétrica (Aneel) disponibiliza dados georreferenciados sobre as usinas termoelétricas em todo o Brasil para a população. Esses dados incluem informações como: localização, início de operação, potência outorgada, potência fiscalizada, destino da energia e combustível. Com base nesses dados, a Equação 12 representa o cálculo para se estimar a vazão de retirada, a Equação 13 refere-se a vazão de consumo e a Equação 14 à vazão de retorno.

$$Q_{retirada} = \frac{E_{el}C_r}{3600000} \quad \text{Equação 12}$$

$$Q_{consumo} = Q_{retirada}C_c \quad \text{Equação 13}$$

$$Q_{retorno} = Q_{retirada} - Q_{consumo} \quad \text{Equação 14}$$

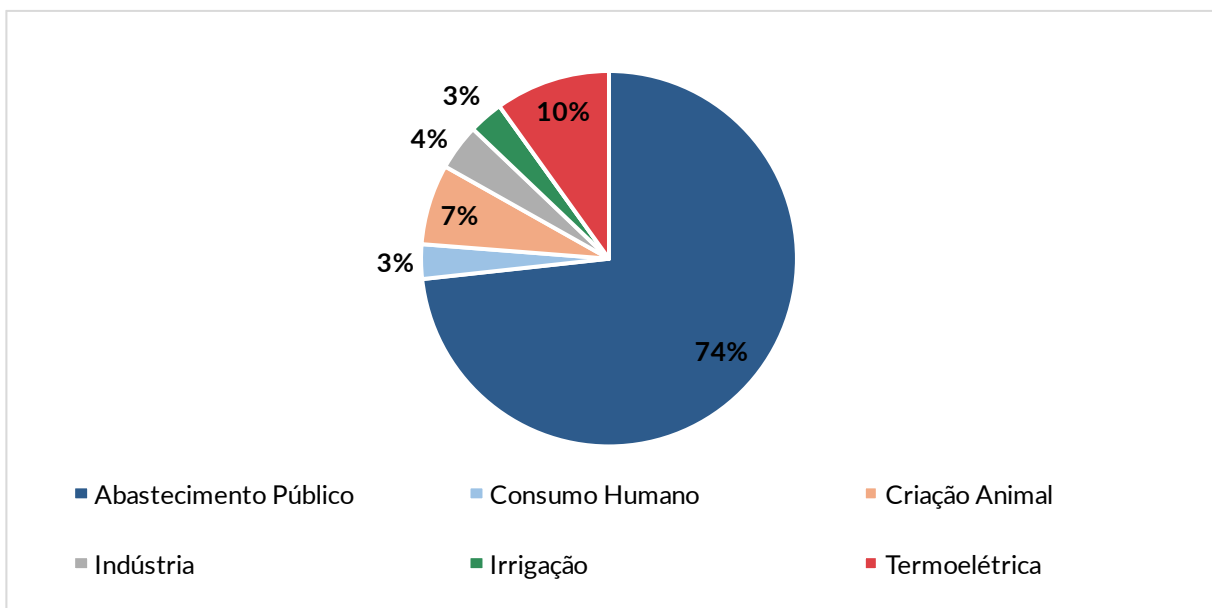
Em que:

- E_{el} : energia elétrica gerada ou a potência outorgada (kW);
- C_r : coeficiente de retirada (L.kW/h);
- C_c : coeficiente de consumo (%).

Resultados preliminares

O Manual de Usos Consuntivos da Água do Brasil aborda a demanda hídrica para diversas finalidades, incluindo abastecimento público, consumo humano, criação animal, indústria, irrigação, mineração e termoeletrica. Com base nesse manual, foi possível quantificar, por meio das *ottobacias*, as vazões de retirada da RH-VIII. Os resultados das porcentagens dessas finalidades estão representados na Figura 3. Observa-se que o abastecimento público representa a maioria dessas vazões (74%), seguido pelas termoeletricas (10%), criação animal (7%), indústria (4%), por fim, a irrigação e o consumo humano, cada um com 3%.

FIGURA 3- PORCENTAGEM DAS VAZÕES DE RETIRADA DO MANUAL DE USOS CONSUNTIVOS DA ÁGUA DO BRASIL.



Fonte: Adaptado de ANA (2020b).

ATLAS ÁGUAS – SEGURANÇA HÍDRICA DO ABASTECIMENTO URBANO

Atlas Águas é uma iniciativa da ANA, desenvolvida em colaboração com prestadores de serviços de abastecimento de água e parceiros institucionais. Este Atlas visa a atualização e aprimoramento do "Atlas Brasil: Abastecimento Urbano de Água", lançado em 2011 (ANA, 2021a). O Atlas de 2021 incorpora os conceitos e ferramentas do Plano Nacional de Segurança Hídrica (PNSH), expandindo o conceito de segurança hídrica para a dimensão específica do abastecimento de água nas cidades brasileiras. Em sua base de dados, constam os croquis referentes a caracterização dos sistemas de abastecimento público, por município, assim como a localização das suas captações e as vazões desses pontos. Todas essas informações foram fornecidas pelas concessionárias responsáveis pelo abastecimento público.

Com isso, o "Atlas Águas – Segurança Hídrica do Abastecimento Urbano de Água" oferece uma análise das condições de abastecimento de água nas áreas urbanas do Brasil e propõe medidas estruturais e de gestão necessárias para garantir a segurança hídrica nessas localidades. O estudo avalia todos os mananciais e sistemas de abastecimento urbano de água do país, fornecendo soluções para atender às demandas presentes e futuras, considerando um horizonte de planejamento até o ano de 2035. O documento também apresenta os investimentos necessários para garantir o abastecimento de água a 100% da população urbana do país, cobrindo desde a captação até o tratamento e distribuição de água.

De acordo com o Quadro 4 e os dados apresentados no Atlas Águas, todos os municípios da RH-VIII possuem sistemas de abastecimento de água do tipo isolado, ou seja, a água a captada dentro dessa região hidrográfica é consumida localmente. Além disso, observa-se também que as captações na área de estudo são exclusivamente superficiais. Por fim, ANA (2021) apresenta a localização dos pontos de captação realizados pelas concessionárias de saneamento básico, dessa forma foi possível estimar a demanda hídrica para a finalidade abastecimento público.

QUADRO 4 – CARACTERIZAÇÃO DOS SISTEMAS DE CAPTAÇÃO LOCALIZADOS NA RH-VIII

Município	Tipo de captação	Sistema de Captação	Tipo de Sistema de Abastecimento de Água	Corpo Hídrico/Poço captado
Casimiro de Abreu	Superficial	Casimiro de Abreu	Isolado	Córrego Mutumbo
				Ribeirão da Luz
				Córrego da Luz
Rio das Ostras	Superficial	Rio das Ostras	Isolado	Rio Macaé
Macaé	Superficial	Sistema Isolado Macaé 1	Isolado	Rio Macaé
Macaé	Superficial	Sistema Isolado Macaé 2	Isolado	Nascente Mato Roçado
			Isolado	Nascente Atalaia

Fonte: Adaptado de ANA (2021a).

ATLAS ESGOTOS: DESPOLUIÇÃO DE BACIAS HIDROGRÁFICAS

O Atlas Esgotos: Despoluição de Bacias Hidrográficas consistem em um conjunto de produtos elaborados pela ANA, os quais foram finalizados em 2017. Essa publicação se baseou em uma análise do saneamento básico no Brasil, com foco no esgotamento sanitário, avaliando suas implicações na qualidade da água e os investimentos necessários em tratamento de esgoto, além de propostas de diretrizes e estratégias para realização das ações.

Em sua base de dados, constam croquis dos Sistemas de Esgotamento Sanitário (SES), para cada sede municipal, detalhando a população atendida com coleta, tratamento de esgoto, soluções individuais e a que não tem acesso a esse serviço, bem como os tipos de tratamento das ETEs, quando existentes, e os corpos receptores dos lançamentos. Nos municípios com mais de 50.000 habitantes, como Macaé e Rio das Ostras, essas informações foram fornecidas pelos provedores dos serviços de esgotamento sanitário enquanto nos demais municípios, o levantamento se baseou em dados secundários. Por exemplo, provenientes SNIS e estudos do IBGE, incluindo o Censo Demográfico de 2010, a Pesquisa Nacional de Saneamento Básico de 2000 e de 2008 e a Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios de 2001 a 2011.

No ano de 2019, a base de dados sobre as ETEs foi atualizada e disponibilizada de forma espacializada, detalhando o tipo de tratamento e sua eficiência de remoção de DBO. Nessa atualização, observou-se que os croquis não mais representavam com assertividade os SES dos municípios da RH-VIII, uma vez que não contemplavam todas as ETEs em operação até 2019, as quais estão apresentadas no Quadro 5.

QUADRO 5 - ESTAÇÕES DE TRATAMENTO DE ESGOTO ATIVAS DOS MUNICÍPIOS DA RH-VIII E EFICIÊNCIAS DE REMOÇÃO DE DBO

Municípios	ETE	Tipo de Tratamento	Eficiência de remoção de DBO
Carapebus	ETE Carapebus*	Reator Anaeróbio + Filtro Aeróbio + Decantador	60,0%
Casimiro de Abreu	ETE Professor Souza*	Reator Anaeróbio + Filtro Aeróbio + Decantador	60,0%
	ETE Casimiro de Abreu*	Reator Anaeróbio (RAFA, RALF, UASB, DAFA)	78,0%
Conceição de Macabu	-	-	-
Macaé	ETE Mutum	Reator Anaeróbio + Filtro Aeróbico	96,0%
	ETE Macaé	Reator Anaeróbio + Filtro Biológico	81,0%
	ETE Sana	Reator Anaeróbio + Filtro Aeróbio + Decantador	85,0%
	ETE Glicério	Fossa Séptica + Filtro Anaeróbio/Biológico	55,0%
	ETE Lagomar	Reator Anaeróbio + Filtro Anaeróbio + Filtro Aeróbio + Decantador	85,0%
	ETE Mares Verdes	Reator Anaeróbio + Filtro Aeróbio + Decantador	85,0%

Municípios	ETE	Tipo de Tratamento	Eficiência de remoção de DBO
Nova Friburgo	ETE Centro*	Lodos Ativados MBBR/IFAS (Reator de Biofilme Móvel/Lodos Ativados com Biofilme Fixo Integrado)	85,0%
	ETE Olaria*	Lodos Ativados MBBR/IFAS (Reator de Biofilme Móvel/Lodos Ativados com Biofilme Fixo Integrado)	85,0%
	ETE Campo do Coelho*	Lodos Ativados MBBR/IFAS (Reator de Biofilme Móvel/Lodos Ativados com Biofilme Fixo Integrado)	85,0%
Rio das Ostras	ETE Âncora	Lodos ativados em batelada	90,0 %

Nota: *ETE localizada fora dos limites da RH-VIII.

Para as soluções individuais considerou-se 60% de eficiência de remoção de DBO.

Fonte: ANA (2019b).

Com isso em mente, os índices de atendimento dos croquis foram atualizados a partir de indicadores do Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (SNIS), referentes ao ano de 2022, como o IN056 – Índice de atendimento total de esgoto referido aos municípios atendidos com água e o IN016 – Índice de tratamento de esgoto. A atualização das informações levou às considerações apresentadas na Tabela 1.

TABELA 1 – ÍNDICE DE ATENDIMENTO DOS SISTEMAS DE ESGOTAMENTO SANITÁRIO DOS MUNICÍPIOS DA RH-VIII

Municípios	Índice de atendimento por tipo de solução (%)			
	Coleta e tratamento	Coleta sem tratamento	Sistema individual	Sem coleta e sem tratamento
Carapebus	78,0%	1,0%	11,8%	9,2%
Casimiro de Abreu	95,0%	0,0%	5,0%	0,0%
Conceição de Macabu	0,0%	80,0%	5,0%	15,0%
Macaé	84,0%	15,6%	0,4%	0,0%
Nova Friburgo	97,0%	3,0%	0,0%	0,0%
Rio das Ostras	100,0%	0,0%	0,0%	0,0%

Fonte: Adaptado de ANA (2019b) e SNIS (2023).

A cargas de DBO geradas em cada município foram estimadas seguindo a carga *per capita* utilizada na elaboração do Atlas Esgotos (ANA, 2017), de 0,054 kg DBO/hab./dia. A população urbana foi atualizada a partir dos dados do censo do IBGE (2022) e nos cálculos considerou-se o recorte da população que reside nos limites da RH-VIII. Assim, obteve-se a carga bruta de DBO a partir da (Equação 15).

$$DBO_{br} = pop_{urb} \times 0,054 \quad (\text{Equação 15})$$

Em que DBO_{br} é a carga de DBO bruta em kg/dia gerada em cada município e pop_{urb} é a população que reside nos limites da RH-VIII. A carga de DBO remanescente após o tratamento – e que de fato é lançada nos corpos hídricos da região – foi estimada a partir dos índices de

atendimento e das eficiências de remoção de DBO apresentadas na Tabela 1 e no Quadro 5. É importante mencionar que parte das ETEs apresentadas não estão situadas dentro da RH-VIII. No entanto, as taxas médias de remoção foram inferidas a partir dessas informações, considerando a população urbana dos municípios que se reside na RH-VIII e podem levar à construção de ETEs no futuro. A Equação 16) foi utilizada no cálculo da carga remanescente de DBO.

$$DBO_{rmsc} = DBO_{br} \times I_{ct} \times (1 - Ef_{méd}) + DBO_{br} \times I_{si} \times (1 - Ef_{si}) + DBO_{br} \times I_{st} \quad \text{Equação 16}$$

Na qual:

- DBO_{rmsc} : DBO remanescente em kg/dia;
- I_{ct} : Índice de população atendida com tratamento de esgoto;
- $Ef_{méd}$: Eficiência média de remoção de DBO das ETEs existentes;
- I_{si} : Índice de população atendida com soluções individuais;
- Ef_{si} : Eficiência média de remoção de DBO de soluções individuais;
- I_{st} : Índice de população sem tratamento de esgoto.

SISTEMA NACIONAL DE INFORMAÇÕES SOBRE SANEAMENTO

O Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (SNIS) é um instrumento consolidado de conhecimento sobre os serviços de saneamento básico no Brasil. Ele reúne uma ampla gama de informações, incluindo aspectos institucionais, administrativos, operacionais, gerenciais, econômico-financeiros, contábeis e relacionados à qualidade dos serviços de saneamento básico. Esses dados são obtidos diretamente dos prestadores de serviços e dos municípios por meio do preenchimento de formulários em plataforma digital (SNISWeb). Os dados passam por análise de consistência em duas fases, a primeira, pela identificação automática de informações faltantes e inconsistências, e a segunda por meio da análise dos relatórios gerados pelo SNISWeb, sendo solicitadas justificativas ou correções para os prestadores de serviço.

Desde 1995, o SNIS vem coletando informações sobre os serviços de abastecimento de água e esgotamento sanitário, abrangendo dados como a população atendida por rede de água e esgoto, o número de ligações ativas, o volume de água consumido, os volumes de esgoto coletados e tratados, as perdas de água, a situação econômico-financeira dos prestadores e os investimentos realizados.

- **Abastecimento Público**

O cálculo das demandas hídricas do abastecimento público na RH-VIII se baseou no IN022 - Consumo médio *per capita* em L/hab.dia. Com esse dado, utilizou-se a informação AG001: População total atendida com abastecimento de água multiplicada pela taxa de proporção de residentes dos municípios ($taxa_i$), na área da RH-VIII, obtidos por meio de análises dos setores censitários do IBGE⁴³, para determinar a vazão demandada por essa população (Equação 17). É importante ressaltar que alguns municípios são atendidos por mais de um prestador de serviço, sendo nesses casos utilizada a média do indicador IN022.

$$Q_{abastecimento} = (AG001 \times taxa_i) \times IN022 \quad \text{Equação 17}$$

- **Esgotamento Sanitário**

Para calcular a carga de DBO proveniente do esgotamento sanitário na RH-VIII, utilizou-se a população atendida por esse serviço, obtida a partir dos dados fornecidos pelo SNIS: ES001 - População total atendida com esgotamento sanitário. Esse valor foi multiplicado pela taxa de proporção da área do município que está dentro da bacia hidrográfica.

Ainda, foi utilizado o indicador IN016 - Índice de tratamento de esgoto, sobre o qual é possível inferir quanto do esgoto sanitário coletado pelo prestador de serviço é destinado às ETEs e, conseqüentemente, quanto é lançado *in natura* nos corpos receptores. Por fim, foi utilizado um indicador adaptado de outra base, a do Atlas Esgotos, que contempla a eficiência média dos tratamentos das ETEs. Essas informações e indicadores podem ser observados na Tabela 2.

TABELA 2 - INDICADORES UTILIZADOS NO CÁLCULO DAS CARGAS DE DBO DO ESGOTAMENTO SANITÁRIO A PARTIR DOS DADOS DO SNIS

Município	Sigla do prestador	População atendida com esgotamento sanitário na RH-VIII*	IN016 - Índice de tratamento de esgoto (%)	Eficiência média de tratamento (%)
Carapebus	PMC	109	94	60,0
Casimiro de Abreu	SAAE-CA	764	100	71,5
Conceição de Macabu	PMCM	142	0	0,0
Macaé	PMM	54.999	100	81,2
	BRK	191.392	81	81,2
Nova Friburgo	CANF	6.439	98	85,0
Rio das Ostras	BRK	30.341	100	90,0
	SAAE-RO	2.943	100	90,0

⁴³ Correspondem à menor proporção de área utilizada, para fins de controle cadastral, que formam áreas contínuas, localizadas em um único quadro urbano ou rural.

Notas: *Adaptado considerando ES001 - População total atendida com esgotamento sanitário e parcela da população urbana do município residente RH-VIII, com base nos dados dos setores Censitários do IBGE (2022)⁴⁴.
Fonte: Adaptado de SNIS (2023) e ANA (2019b).

A cargas de DBO bruta (DBO_{bruta}) gerada em cada município foram estimadas a partir da população atendida com esgotamento sanitário na RH-VIII (pop_{at}) e da carga *per capita* de geração de esgoto (ANA, 2017), de 0,054 kg DBO/hab./dia. Assim, obteve-se a carga bruta de DBO e a carga remanescente (DBO_{rmsc}) foram determinadas por meio das equações Equação 18) e Equação 19).

$$DBO_{bruta} = pop_{atendida} \times 0,054 \quad \text{Equação 18}$$

$$DBO_{rmsc} = DBO_{br} \times I_{trat} \times (1 - Ef_{méd}) + DBO_{br} \times (1 - I_{trat}) \quad \text{Equação 19}$$

Na qual:

- I_{trat} : Índice de tratamento de esgoto;
- $Ef_{méd}$: Eficiência média de tratamento;

ESTIMATIVA DA CARGA PELA TIPOLOGIA INDUSTRIAL

Para definir as tipologias das indústrias localizadas na RH-VIII foram utilizados dados provenientes do Cadastro de Outorgas (Inea, 2024) complementado por uma análise geoespacial que comparou os dados governamentais com imagens de satélite e com o banco de dados *online*.

Com base no Cadastro Nacional de Pessoa Jurídica (CNPJ), identificou-se o porte declarado das indústrias, bem como o número de funcionários associado a cada porte. Os critérios de porte se basearam nos parâmetros estabelecidos pelo Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas (Sebrae) em 2013. De acordo com o Quadro 6 existem atualmente quatro portes de empresas e cada uma possui uma quantidade limite de funcionários.

QUADRO 6 – CRITÉRIOS DE PORTES DAS EMPRESAS, DE ACORDO COM O NÚMERO DE FUNCIONÁRIOS

Porte da empresa	Quantidade de funcionários
Microempresas	19
Pequenas empresas	100
Médias empresas	300
Grandes empresas	600

Fonte: Adaptado de Sebrae (2013).

⁴⁴ Correspondem à menor proporção de área utilizada, para fins de controle cadastral, que formam áreas contínuas, localizadas em um único quadro urbano ou rural.

Outra informação importante constante no CNPJ das empresas é a tipologia industrial. A partir dos dados provenientes da Pesquisa Industrial Anual Empresa (Pia-Empresa) e da Pesquisa Industrial Anual Produto (Pia-Produto), referentes ao ano de 2021 (IBGE, 2021) foi possível determinar a relação entre a produção e o número de funcionários para cada tipologia industrial. Ambas as pesquisas fornecem dados em escala nacional, logo a relação determinada anteriormente também está nessa mesma escala. Desta forma, a partir da quantidade de funcionários declarada no porte da empresa localizada na RH-VIII, determinou-se a produção de cada uma das indústrias levantadas por meio de imagens de satélites.

A quantificação das cargas de DBO lançadas nos recursos hídricos pelas indústrias da RH-VIII baseou-se nas características dos efluentes industriais descritas no capítulo "Wastewater Characteristics" do livro "Wastewater Characteristics, Treatment and Disposal" (Von Sperling, 2007). Von Sperling (2007) levantou valores padrão para a geração de DBO bruta em kg/unidade de produção em cada uma das tipologias industriais analisadas e foi aplicada a Equação 20, que relaciona a produção diária industrial com a carga específica de DBO. Os dados de DBO em função das tipologias industriais existentes na RH-VIII podem ser verificados no Quadro 7 e na Equação 20.

$$Carga_{DBO\ bruta} = Produção\ diária * Carga\ específica_{DBO} \quad \text{Equação 20}$$

QUADRO 7 – CARACTERÍSTICAS DA CARGA BIODEGRADÁVEL DE ACORDO COM A TIPOLOGIA INDUSTRIAL

Tipo	Atividade	Unidade de Produção	Carga específica de DBO (kg/unidade)
Alimentos	Abate	Tonelada	0,6
Bebidas	Fabricação de bebidas sem álcool	Metros Cúbicos	3,0
Indústria Não Metálica	Fabricação de vidro	Tonelada	0,0
	Concreto	Tonelada	0,00
Indústria Química	Petrolífera	Barril	0,05
Indústria papelreira	Produção de papel	Tonelada	10,00
Indústria de Transformação	Fundição	Tonelada	0,6
Indústria Têxtil	Produção de sapato	Par de Sapato	15

Fonte: Adaptado de Von Sperling (2007).

Após o cálculo da DBO bruta, foi adotada 60% de remoção das cargas orgânicas, conforme estipulado na Resolução Conama nº430/2011. Importante destacar, que essa metodologia corresponde a uma extrapolação que tem por objetivo identificar possíveis

usuários irregulares, já que não são todas as empresas que em seus processos produtivos envolvam lançamentos de efluentes em corpos hídricos.

PLANO ESTADUAL DE RECURSOS HÍDRICOS DO RIO DE JANEIRO

O Plano Estadual de Recursos Hídricos do Rio de Janeiro (PERHI) é um instrumento de gestão, elaborado em 2014. Na etapa de diagnóstico foram estimadas as demandas hídricas por município e por Região Hidrográfica, para os setores: Abastecimento Humano, Setor Industrial, Agricultura, Criação animal e Mineração.

No âmbito deste estudo, foram considerados os setores de abastecimento humano, setor industrial e agricultura, aqui denominados abastecimento público, indústria e irrigação, nesta ordem. As metodologias de cálculo utilizadas no PERHI/RJ estão pormenorizadas a seguir.

- **Abastecimento Público:**

Nas áreas urbanas, as demandas hídricas do abastecimento humano foram calculadas a partir da multiplicação entre a população urbana do município e o consumo per capita, acrescendo sobre o resultado o percentual de perdas, definido a partir de dados do SNIS.

A distribuição espacial da população foi realizada por meio de uma simplificação, que consistiu em associar a localização das populações rurais e urbanas à localização do distrito sede do município.

No que diz respeito às demandas de captação para o abastecimento da população rural, foi empregado um coeficiente de retirada "per capita" de 125 litros por habitante por dia. Não foram considerados índices de perdas para esse tipo de abastecimento.

- **Irrigação:**

Foi utilizada a metodologia proposta pela ANA (ANA, 2007) e ONS (ONS, 2005), a qual envolve o emprego de parâmetros como a evapotranspiração real das culturas, a precipitação efetiva ao longo dos meses, o calendário de colheita, o coeficiente de cultura em função dos estágios de desenvolvimento da planta, o coeficiente de umidade da cultura e a eficiência de aplicação dos sistemas de irrigação, dentre outros.

Para o cultivo da cana-de-açúcar, foi aplicado um acréscimo arbitrário de 5% sobre o valor encontrado. Essa medida teve como objetivo compensar possíveis perdas decorrentes de deficiências técnicas e falhas operacionais nos sistemas de irrigação.

No caso da Fruticultura, considerou-se que as regiões de cultivo possuem condições edafoclimáticas semelhantes. Como o coco é a cultura local que mais demanda água e ocupa a

maior área, foi adotado como "cultura tipo" para avaliação das demandas da fruticultura no norte fluminense.

Para a rizicultura, observou-se que a irrigação é realizada em três fases do cultivo: enchimento dos quadros, período de demanda normal e esvaziamento dos quadros. Diferentes fórmulas foram aplicadas para estimar a demanda em cada etapa.

Por outro lado, a estimativa da demanda hídrica na Olericultura não foi possível por meio dessa metodologia. Isso se deve à heterogeneidade de práticas, condições fisiográficas e pedológicas, além do fato de que os agricultores no estado não seguem procedimentos técnicos para otimizar o uso da água nas culturas, mesmo com a assistência da Emater. Por isso, recorreu-se ao cadastro do Cadastro Nacional de Usuários de Recursos Hídricos (CNARH) para utilizar o coeficiente de demanda específica de água na irrigação, aplicando-o às áreas irrigadas.

- **Indústria**

As demandas hídricas do Setor Industrial foram estimadas com base no banco de dados de outorga do CNARH.

APÊNDICE B: MEMÓRIAS DE CÁLCULO DAS SIMULAÇÕES DE ARRECADAÇÃO

- ❖ [Memórias de cálculo cenários A e B](#)

APÊNDICE C: MEMÓRIAS DE CÁLCULO DAS SIMULAÇÕES DE ARRECADAÇÃO FUTURA

- ❖ [Memórias de cálculo cenários A e B](#)