



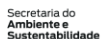
PROG02 – Demanda Hídrica

Quantitativa

22006_CILSJ_PROG02_R00

Revisão e Complementação do Plano de Recursos Hídricos da Região
Hidrográfica Lagos São João, no Rio de Janeiro





DEMANDA HÍDRICA QUANTITATIVA

QUADRO DE CODIFICAÇÃO

Código do Documento		22006_CILSJ_PROG02_R00 - Quantitativa	
Título		Demanda Hídrica Quantitativa	
Aprovação por:		Lawson Francisco de Souza Betrame	
Data da Aprovação:		27/03/2024	
Controle de Revisões			
Revisão Nº	Natureza	Data	Aprovação
00	Emissão Inicial	27/03/2024	LB

EQUIPE DA CONTRATANTE

CILSJ - Consórcio Intermunicipal Lagos São João

Raquel Trevisan - Secretária Executiva

Cláudia Magalhães - Coordenadora Administrativa

Marianna Cavalcante - Coordenadora de Projetos

Leonardo Nascimento - Analista Técnico

Jéssica Berbat - Analista Técnica

Samara Miranda - Assistente Administrativa

Crislane Santos - Assistente Administrativa

Robson Souza - Assistente Administrativo

Diretoria Colegiada Comitê de Bacia Hidrográfica Lagos São João

Eduardo Gomes Pimenta - Presidente do CBH

Caroline Souza Fernandes - Vice-Presidente

Leandro Coutinho de Mattos - Secretário Executivo

Jorge Augusto da Costa Oliveira - Diretor Administrativo do Subcomitê Lagoa de Araruama

Dalva Rosa Mansur Diretora - Administrativa do Subcomitê do rio Una e Cabo de Búzios

Edna Ferreira Calheiros Saraiva - Diretora Administrativa do Subcomitê Lagoa de Saquarema

Gabriela Figueiredo da Conceição - Diretor Administrativo do Subcomitê do rio São João

Grupo de Trabalho para Acompanhamento da Revisão do Plano de Bacia

Prefeitura Municipal

Mário Flávio Moreira (COORDENADOR) - Prefeitura Municipal de São Pedro da Aldeia

Keila Ferreira da Silva - Prefeitura Municipal de Arraial do Cabo

Flávio Antonio da Costa Gomes - Prefeitura Municipal de São Pedro da Aldeia

Sociedade Civil

Thais Baptista Sanson – Instituto de Pesquisas e Educação para o Desenvolvimento Sustentável – IPEDS

Kátia Regina Martins de Souza Lima – Movimento de Mulheres de Iguaba Grande – MOMIG

Usuário

Caroline Souza Fernandes - Concessionária Águas de Juturnaíba - CAJ

Suzana Nascimento Nunes de Souza - Concessionária Águas de Juturnaíba - CAJ

Felipe Luz Liberato - Prolagos S.A Concessionária

Stephani de Souza Brunetti - Prolagos S.A Concessionária

Jorge Carmo de Mello - Associação Livre dos Aquicultores das Águas do São João - ALA

Irene Alves de Mello - Associação Livre dos Aquicultores das Águas do São João - ALA

EQUIPE DA ÁGUA E SOLO ESTUDOS E PROJETOS

EQUIPE CHAVE

COORDENADOR

Lawson Francisco de Souza Beltrame - Engº. Agrônomo - CREA RS010020

GERENTE E COORDENADORA ADJUNTA

Larissa da Silva Soares - Engª Ambiental – CREA RS254720

ESPECIALISTA EM PLANEJAMENTO E GESTÃO DE RECURSOS HÍDRICOS

Antônio Eduardo Leão Lanna – Engº. Civil - CREA RS006673

ESPECIALISTA EM RECURSOS HÍDRICOS

Luiz Fernando de Abreu Cybis – Engº. Civil - CREA RS039005

ESPECIALISTA EM SANEAMENTO

Mariângela Correia Laydner – Engª. Civil - CREA RS071373

ESPECIALISTA EM HIDROGEOLOGIA

André Luiz Bonacin da Silva – Geólogo - CREA SP5060931217

ESPECIALISTA EM CIÊNCIAS AGRÁRIAS

Lauro Bassi – Engº. Agrônomo - CREA SC102738

ESPECIALISTA EM DEMOGRAFIA E ECONOMIA

Jana Alexandra da Silva - Cientista Social

ESPECIALISTA EM GERENCIAMENTO DE BANCO DE DADOS E SIG

Elisa de Mello Kich – Engª. Ambiental - CREA RS211253

EQUIPE DE APOIO

Fernando Setembrino Cruz Meirelles – Engº. Agrônomo - CREA RS054128

Lucas Rodrigo Kehl – Engº. Ambiental - CREA RS 261618

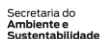
Laís Helena Mazzali Gaeversen – Engª. Ambiental - CREA RS245799

Lucas Ronzoni Calviera – Eng. Ambiental

Luiza Vivian – Eng. Ambiental

Fernando Moura Antunes – Biólogo

Elvio Giasson – Engº Agrônomo



DEMANDA HÍDRICA QUANTITATIVA

Fernanda Maysonnave – Designer

Fabiane Cazulo Juchen – Eng^a. Hídrica CREA RS262950

Pomy Yara Meirelles – Mobilização Social

Marques Henrique Campos de Oliveira – Hidrometrista

EQUIPE COMPLEMENTAR

Heloísa Franke – Graduanda em Eng. Ambiental

Pedro Wainberg Bohrer – Graduando em Eng. Ambiental

Julia Rei – Graduanda em Eng. Ambiental

Marcela Teixeira – Graduanda em Eng. Ambiental

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	12
2	CENARIZAÇÃO	20
2.1	Matriz FOFA.....	20
2.2	Sementes do Futuro	22
2.3	Cenários	22
2.3.1	Antecedentes.....	25
2.3.2	Prospecção de cenários para a RH VI	31
2.4	Projeções das demandas hídricas	37
2.4.1	Cenário Tendencial.....	37
2.4.2	Projeções para os demais cenários.....	54
3	BALANÇO HÍDRICO QUANTITATIVO	62
3.1	Síntese metodológica	62
3.2	Descrição do modelo de balanço hídrico	62
3.3	Dados de entrada do modelo de balanço hídrico	64
3.4	Resultado do balanço hídrico quantitativo.....	64
4	CONCLUSÕES.....	70
	ANEXOS.....	72

ÍNDICE DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1.1 - Fluxograma das Etapas de Revisão e Complementação do PRH-RHVI destaque para a Etapa 3 - Prognóstico.	14
Figura 1.2 - Mapa das UHPs da Região Hidrográfica VI.....	16
Figura 1.3 - Mapa dos municípios na RH-VI.	19
Figura 2.1 - Matriz FOFA.....	20
Figura 2.2 - Matriz FOFA do Sistema de Gerenciamento de Recursos Hídricos da RH VI....	21
Figura 2.3 - Proposta de Cenários para o Gerenciamento de Recursos Hídricos no Brasil até 2040	26
Figura 2.4 - Cenários prospectivos para a Região Norte e Noroeste/RJ	28
Figura 2.5 - Cenários para o Estado do Rio de Janeiro 2012-2031	29
Figura 2.6 - Cenários prospectivos para a RH VI.....	35
Figura 2.7 Evolução das demandas hídricas totais em cada cenário.	61
Figura 3.1 - Esquema de representação do módulo de Balanço Hídrico do WARM-GIS.	63
Figura 3.2. Balanço hídrico considerando disponibilidade de 40% da vazão Q95 nos cenários.	68
Figura 3.3. Balanço hídrico considerando disponibilidade da vazão Q95 nos cenários.	69

ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 1.1 - Características das UHPs da RH-VI.....	17
Tabela 1.2 - Área de cada município dentro da RH-VI.....	18
Tabela 2.1 - Sementes de futuro prospectadas para a RH VI.....	22
Tabela 2.2 - Hipótese sobre o comportamento das incertezas críticas	29
Tabela 2.3 - Descrição dos cenários do Plano Estratégico do Governo do RJ 2012-2031.	30
Tabela 2.4 - Tendências de peso em cada cenário.....	30
Tabela 2.5 Curva Logística e Projeção Geométrica de Crescimento Populacional	38
Tabela 2.6 - Evolução e projeção da população total municipal corrigida pelo Censo 2022 no Cenário Tendencial (habitantes).....	41
Tabela 2.7 - Taxas geométricas de crescimento anual da população urbana municipal corrigida pelo Censo 2022 no Cenário Tendencial (%)	42
Tabela 2.8 - Evolução e projeção da população urbana municipal corrigida pelo Censo 2022 no Cenário Tendencial (habitantes).....	43
Tabela 2.9 - Taxas geométricas de crescimento anual da população urbana municipal corrigida pelo Censo 2022 no Cenário Tendencial (%)	44
Tabela 2.10 - Evolução e projeção da população rural municipal corrigida pelo Censo 2022 no Cenário Tendencial (habitantes).....	45
Tabela 2.11 - Taxas geométricas de crescimento anual da população rural municipal corrigida pelo Censo 2022 no Cenário Tendencial (%).....	46
Tabela 2.12 - Demandas hídricas de abastecimento humano urbano no Cenário Tendencial .	47
Tabela 2.13 - Taxas geométricas médias anuais de crescimento da demanda para abastecimento humano urbano	47
Tabela 2.14 - Demandas hídricas de abastecimento humano rural no Cenário Tendencial.....	48
Tabela 2.15 - Taxas geométricas médias anuais de crescimento da demanda para abastecimento humano rural.....	48
Tabela 2.16 Demandas hídricas da irrigação no Cenário Tendencial	49
Tabela 2.17 Taxas geométricas médias anuais de crescimento da demanda da irrigação.....	49
Tabela 2.18 Demandas hídricas da mineração no Cenário Tendencial	50
Tabela 2.19 Taxas geométricas médias anuais de crescimento da demanda da criação de animais.....	50

Tabela 2.20 Demandas hídricas industriais no Cenário Tendencial.....	51
Tabela 2.21 Taxas geométricas médias anuais de crescimento da demanda industrial	51
Tabela 2.22 Demandas hídricas da mineração no Cenário Tendencial	52
Tabela 2.23 Taxas geométricas médias anuais de crescimento da demanda da mineração	52
Tabela 2.24 Demandas hídricas totais no Cenário Tendencial.....	53
Tabela 2.25 Taxas geométricas médias anuais de crescimento da demanda total	53
Tabela 2.26 - Hipóteses sobre as taxas de crescimento das demandas hídricas nos cenários alternativos, tendo por referência os incrementos no Cenário Tendencial.....	55
Tabela 2.27 - Demandas hídricas para abastecimento da população urbana nas parcelas municipais dentro da RH VI (m3/s)	56
Tabela 2.28 Demandas hídricas para abastecimento da população rural nas parcelas municipais dentro da RH VI (m3/s)	56
Tabela 2.29 Demandas hídricas da indústria de transformação nas parcelas municipais dentro da RH VI (m3/s)	57
Tabela 2.30 Demandas hídricas da mineração nas parcelas municipais dentro da RH VI (m3/s)	57
Tabela 2.31 Demandas hídricas da criação de animais nas parcelas municipais dentro da RH VI (m3/s)	58
Tabela 2.32 Demandas hídricas da irrigação nas parcelas municipais dentro da RH VI (m3/s)	59
Tabela 2.33 Demandas hídricas totais nas parcelas municipais dentro da RH VI (m3/s).....	60
Tabela 3.1. Balanços hídricos quantitativo por UHP.	66
Tabela 5.1 Taxas geométricas de crescimento da demanda hídrica para abastecimento urbano	72
Tabela 5.2 Taxas geométricas de crescimento da demanda hídrica para abastecimento rural.....	73
Tabela 5.3 Taxas geométricas de crescimento da demanda hídrica para indústria	74
Tabela 5.4 Taxas geométricas de crescimento da demanda hídrica para mineração	74
Tabela 5.5 Taxas geométricas de crescimento da demanda hídrica para criação de animais ..	75
Tabela 5.6 Taxas geométricas de crescimento da demanda hídrica para irrigação	76
Tabela 5.7 Taxas geométricas de crescimento da demanda hídrica total.....	76
Tabela 5.8 Taxas aritméticas de crescimento da área para irrigação (ha/ano)	77
Tabela 5.9 Taxas aritméticas de crescimento da demanda hídrica para irrigação (m3/s/ano) ..	78

SIGLAS

SIGLA	DESCRIÇÃO
ANA	AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS
CBH-LSJ	COMITÊ DE BACIA LAGOS SÃO JOÃO
CNRH	CONSELHO NACIONAL DE RECURSOS HÍDRICOS
CONAMA	CONSELHO NACIONAL DE MEIO AMBIENTE
DA	DIAGNÓSTICO AMBIENTAL
DBO	DEMANDA BIOQUÍMICA DE OXIGÊNIO
ETE	ESTAÇÕES DE TRATAMENTO DE ESGOTO
FT	FÓSFORO TOTAL
GT	GRUPO DE TRABALHO
HGE	HIDROLOGIA EM GRANDE ESCALA
IBGE	INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA
INEA	INSTITUTO ESTADUAL DO AMBIENTE
NA	NITROGÊNIO AMONÍACAL
NMP	NÚMERO MAIS PROVÁVEL
NN	NITRITO
OD	OXIGÊNIO DISSOLVIDO
PBIAS	COEFICIENTE PERCENT BIAS
PERH	PLANO ESTADUAL DE RECURSOS HÍDRICOS
RH	REGIÃO HIDROGRÁFICA
RMSE	ROOT MEAN SQUARED ERROR
UHP	UNIDADES HIDROLÓGICAS DE PLANEJAMENTO



CONSÓRCIO
INTERMUNICIPAL
LAGOS
SÃO JOÃO

FUNDRHI
FUNDO ESTADUAL DE RECURSOS HÍDRICOS



inea
instituto estadual
do ambiente

Secretaria do
Ambiente e
Sustentabilidade



GOVERNO DO ESTADO
RIO DE JANEIRO



DEMANDA HÍDRICA
QUANTITATIVA

APRESENTAÇÃO

A **ÁGUA E SOLO ESTUDOS E PROJETOS LTDA (CNPJ: 02.563.448/0001-49)** vem apresentar a **MODELAGEM DE QUALIDADE DOS RIOS** para execução das atividades referentes ao Termo de Contrato CILSJ 31/2022, firmado entre a empresa, denominada CONTRATADA, e o **CONSÓRCIO INTERMUNICIPAL LAGOS SÃO JOÃO (CNPJ: 03.612.270/0001-41)**, cujo objeto é a **“CONTRATAÇÃO DE SERVIÇO DE PESSOA JURÍDICA PARA A REVISÃO E COMPLEMENTAÇÃO DO PLANO DE RECURSOS HÍDRICOS DA REGIÃO HIDROGRÁFICA LAGOS SÃO JOÃO”**.

1 INTRODUÇÃO

Os Planos de Recursos Hídricos de Bacias Hidrográficas, estabelecidos sob os preceitos da Política Nacional de Recursos Hídricos, regulamentada pela Lei Federal nº 9.433/97, configura-se como uma ferramenta estratégica para a elaboração de ações voltadas à restauração da qualidade e quantidade dos recursos hídricos, bem como à preservação dos diversos usos da água. O processo de elaboração desse instrumento segue as diretrizes estabelecidas pela Resolução CNRH nº. 145/2012, estabelecendo minimamente as etapas de diagnóstico, prognóstico e plano de ações. Essas fases abrangem tanto os recursos hídricos superficiais quanto os subterrâneos, estabelecendo metas de curto, médio e longo prazo, juntamente com ações concretas para sua execução.

Atualmente, o Plano de Bacia Hidrográfica da Região Lagos São João publicado em 2005, até a presente data, não passou por revisões. Por este motivo, precisa ser complementado e atualizado, conforme preconizado na política e com objetivo de integrar todos os atores e múltiplos usos da água existentes na bacia.

A fim de aplicar os recursos financeiros devidos ao Comitê de Bacia Hidrográfica Lagos São João (CBH-LSJ) e cumprir o que determina o inciso VIII do Artigo 4º da Lei Estadual nº 3239, de 02 de agosto de 1999 (PERH/RJ) que estabelece as diretrizes sobre a proteção das áreas de recarga dos aquíferos, contra poluição e super exploração dos mananciais do Estado do Rio de Janeiro; a Plenária do CBH-LSJ deliberou, por meio de suas Resoluções nº 100 e nº 107, a Elaboração do Plano de Ordenamento de Usos Múltiplos da Laguna de Araruama e a Revisão do Plano de Recursos Hídricos da Região Hidrográfica Lagos São João, respectivamente. Suas implementações, visam à fundamentação e orientação dos tomadores de decisão para fins de proteção, conservação e recuperação dos recursos hídricos da bacia, permitindo a obtenção de uma visão geral da problemática relativa aos variados usos dos recursos hídricos.

Com base nas fases anteriores, que envolveram a elaboração do plano de trabalho e mobilização social, assim como a produção do diagnóstico ambiental da Região Hidrográfica VI, este documento foi elaborado para apresentar o detalhamento do Prognóstico da RH-VI (Figura 1.1). O Prognóstico tem como objetivo oferecer uma visão da evolução da situação dos recursos hídricos da bacia, considerando um ou mais cenários. Além disso, busca proporcionar uma perspectiva de futuro, abordando a compatibilização entre disponibilidades e demandas, tanto qualitativas quanto quantitativas, e levando em conta os interesses internos e externos à bacia.



CONSÓRCIO
INTERMUNICIPAL
LAGOS
SÃO JOÃO

FUNDRHI
FUNDO ESTADUAL DE RECURSOS HÍDRICOS



inea instituto estadual
do ambiente

Secretaria do
Ambiente e
Sustentabilidade



GOVERNO DO ESTADO
RIO DE JANEIRO



DEMANDA HÍDRICA QUANTITATIVA

Assim, esta etapa desempenha um papel crucial no processo de gestão dos recursos hídricos, sendo fundamental para fornecer uma compreensão aprofundada da situação presente e futura da bacia. Este relatório refere-se à avaliação das demandas quantitativa para a RH-VI, análise de extrema importância na etapa do prognóstico.

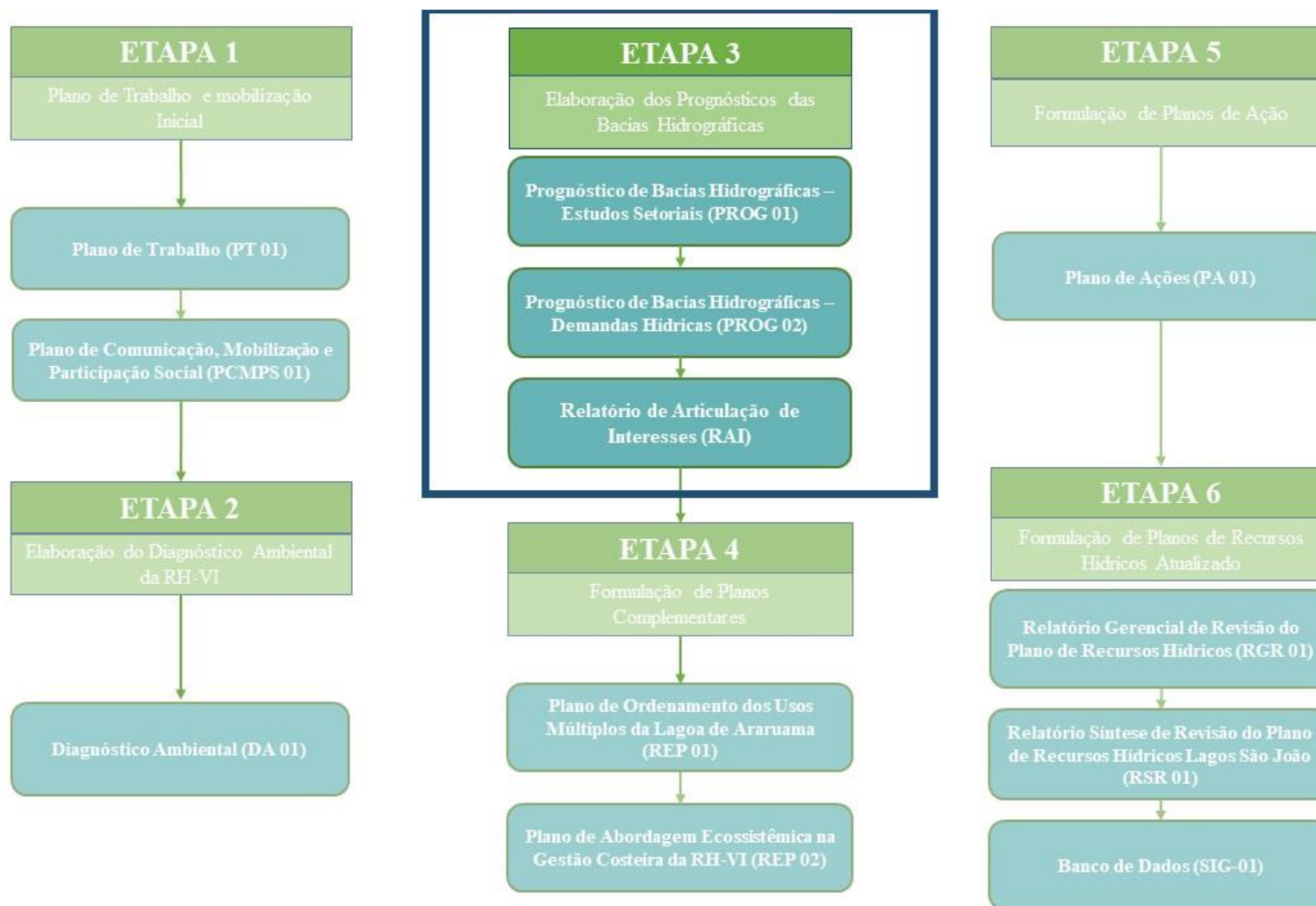


Figura 1.1 - Fluxograma das Etapas de Revisão e Complementação do PRH-RHVI destaque para a Etapa 3 - Prognóstico.

A Região Hidrográfica Lagos São João (RH-VI) é uma das nove regiões estabelecidas pelo Conselho Estadual de Recursos Hídricos do Rio de Janeiro. Gerenciada pelo Instituto Estadual do Ambiente (INEA), a RH-VI abrange as Bacias Hidrográficas do Rio São João, Rio Una, Lagoa de Araruama e Lagoa de Saquarema. Essa área está situada na Região dos Lagos e Baixada Litorânea do Estado do Rio de Janeiro, sendo a Superintendência de Lagos São João (Suplaj) responsável pela gestão ambiental e de recursos hídricos nesse território específico.

O Plano Estadual de Recursos Hídricos do Rio de Janeiro (INEA, 2014) estabelece as Unidades Hidrológicas de Planejamento (UHP) como subdivisões das Regiões Hidrográficas para análise das disponibilidades e demandas de recursos hídricos. Na RH-VI, o plano original dividiu a região em quatro UHPs: VI-a1 (Rio São João, montante do Reservatório de Juturnaíba), VI-a2 (Rio São João, jusante do Reservatório), VI-b (Rio Una) e VI-c (Búzios, Lagoas Saquarema, Jacaré e Araruama).

Conforme acordado com o Grupo de Trabalho (GT-Plano) e apresentado no relatório do diagnóstico, no âmbito da Revisão e Complementação do Plano de Recursos Hídricos da Região Hidrográfica Lagos São João, foi realizada uma nova divisão das UHPs para a RH-VI. Essa reestruturação foi orientada pela aplicação de critérios técnicos, buscando uma representação mais precisa da realidade local da região.

A Figura 1.2 destaca a nova divisão das UHPs que serão empregadas no atual Plano de Recursos Hídricos. Em seguida, a Tabela 1.1 apresenta as características fundamentais de cada UHP, incluindo seus principais corpos hídricos (juntamente com os comprimentos parciais dos rios incluídos na UHP e a área das lagoas), bem como a porcentagem da área dos municípios da região abrangida por cada UHP.



Figura 1.2 - Mapa das UHPs da Região Hidrográfica VI.

Fonte: Elaboração Própria.

Tabela 1.1 - Características das UHPs da RH-VI.

UHP	Área Total (km ²)	Principais Corpos Hídricos inseridos na UHP	Área dos municípios inseridos na UHP (% em relação à área total do município)	Sedes municipais inseridas na UHP
VI - a: Rio São João (montante do Reservatório de Juturnaíba)	617,60	Reservatório de Juturnaíba (14,72km ²), Rio São João (51,20km), Rio Crubixais ou Pirineus (16,48km), Rio da Bananeira (16,23km) e Rio Maratuã (14,62km).	Silva Jardim (58,58%), Cachoeiras de Macacu (5,14%), Araruama (2,68%), Rio Bonito (0,23%), Nova Friburgo (0,06%).	-
VI - b: Rio São João (jusante do Reservatório de Juturnaíba)	807,18	Rio São João (81,21km), Rio da Aldeia Velha (30,48km), Rio Dourado (20,44km), Rio Lontra (20,17km) e Vala do Consórcio (19,24km).	Casimiro de Abreu (76,18%), Cabo Frio (44,50%), Araruama (21,70%), Silva Jardim (12,91%), Rio das Ostras (3,88%), São Pedro da Aldeia (2,24%), Nova Friburgo (0,03%), Macaé (0,01%).	Casimiro de Abreu e Rio das Ostras
VI - c: Rios Capivari e Bacaxá	733,32	Reservatório de Juturnaíba (14,85km ²), Rio Bacaxá (43,79km), Rio Capivari (26,18km), Rio das Sete Voltas (17,14km), Rio do Ouro (13,48km).	Rio Bonito (57,51%), Araruama (31,03%), Silva Jardim (28,46%), Saquarema (0,36%), Cachoeiras de Macacu (0,23%)	Silva Jardim
VI - d: Rio Una	462,85	Rio Uma (24,51km), Rio Papicu (20,67km), Rio Carijó (16,71km), Córrego da Bogá (13,30km) e Rio Godinho (9,65km).	São Pedro da Aldeia (65,15%), Iguaba Grande (32,50%), Cabo Frio (30,35%), Armação dos Búzios (18,23%), Araruama (14,47%)	-
VI - e: Lagoa de Saquarema	250,24	Lagoa de Saquarema (23,23km ²), Lagoa de Jaconé (3,16km ²), Rio Roncador (20,08km), Rio Jundiá (12,35km) e Rio Tingui (11,72km).	Saquarema (66,01%), Maricá (4,71%), Rio Bonito (0,11%), Tanguá (0,01%)	Saquarema
VI - f: Lagoa de Araruama	676,93	Lagoa de Araruama (219,49km ²), Lagoa Vermelha (2,46km ²), Lagoa de Jacarepiá (1,55km ²), Rio Santana ou Regamé (17,33km) e Rio do Limão (13,22km).	Arraial do Cabo (100%), Iguaba Grande (67,50%), Saquarema (33,59%), São Pedro da Aldeia (32,62%), Araruama (30,12%), Cabo Frio (17,56%), Rio Bonito (0,17%)	Araruama, Iguaba Grande, São Pedro da Aldeia, Cabo Frio e Arraial do Cabo
VI - g: Armação dos Búzios	100,60	Lagoa do Però (0,13km ²), Lagoa de Geribá (0,11km ²), Lagoa da Ferradura (0,11km ²), Lagoa da Praia do Canto (0,03km ²) e Lagoa da Usina (0,01km ²).	Armação dos Búzios (81,56%), Cabo Frio (7,59%)	Armação dos Búzios

De acordo com dados do site do CBHLSJ, a RH-VI abrange 3.648 km² e inclui 13 municípios. Oito municípios (Silva Jardim, Araruama, Cabo Frio, Armação de Búzios, Saquarema, Iguaba Grande, São Pedro da Aldeia e Arraial do Cabo) estão totalmente inseridos na RH-VI, enquanto cinco municípios (Rio Bonito, Cachoeira de Macacu, Casimiro de Abreu, Maricá e Rio das Ostras) têm inserção parcial.

A Figura 1.3 apresenta a localização de cada município na região hidrográfica, incluindo o percentual do território de cada município inserido na RH-VI, com base nos dados do IBGE. A população total desses municípios é de 1.179.076, representando 7% da população do estado (IBGE, 2022c), embora nem todos sejam residentes da RH-VI. A Tabela 1.2 apresenta as áreas de cada município, o percentual dentro da RH-VI e uma análise sobre a localização das sedes municipais na região.

Tabela 1.2 - Área de cada município dentro da RH-VI.

Município	Área (km ²)	Percentual dentro da RH (%)	Sede dentro da RH
Araruama	638,28	100%	Sim
Armação dos Búzios	70,98	100%	Sim
Arraial do Cabo	152,11	100%	Sim
Cabo Frio	413,45	100%	Sim
Cachoeiras de Macacu	954,75	5,36%	Não
Casimiro de Abreu	462,92	76,18%	Sim
Iguaba Grande	50,98	100%	Sim
Maricá	361,57	4,70%	Não
Rio Bonito	459,46	58,01%	Não
Rio das Ostras	228,04	3,87%	Não
São Pedro da Aldeia	332,49	100%	Sim
Saquarema	352,13	100%	Sim
Silva Jardim	937,755	100%	Sim

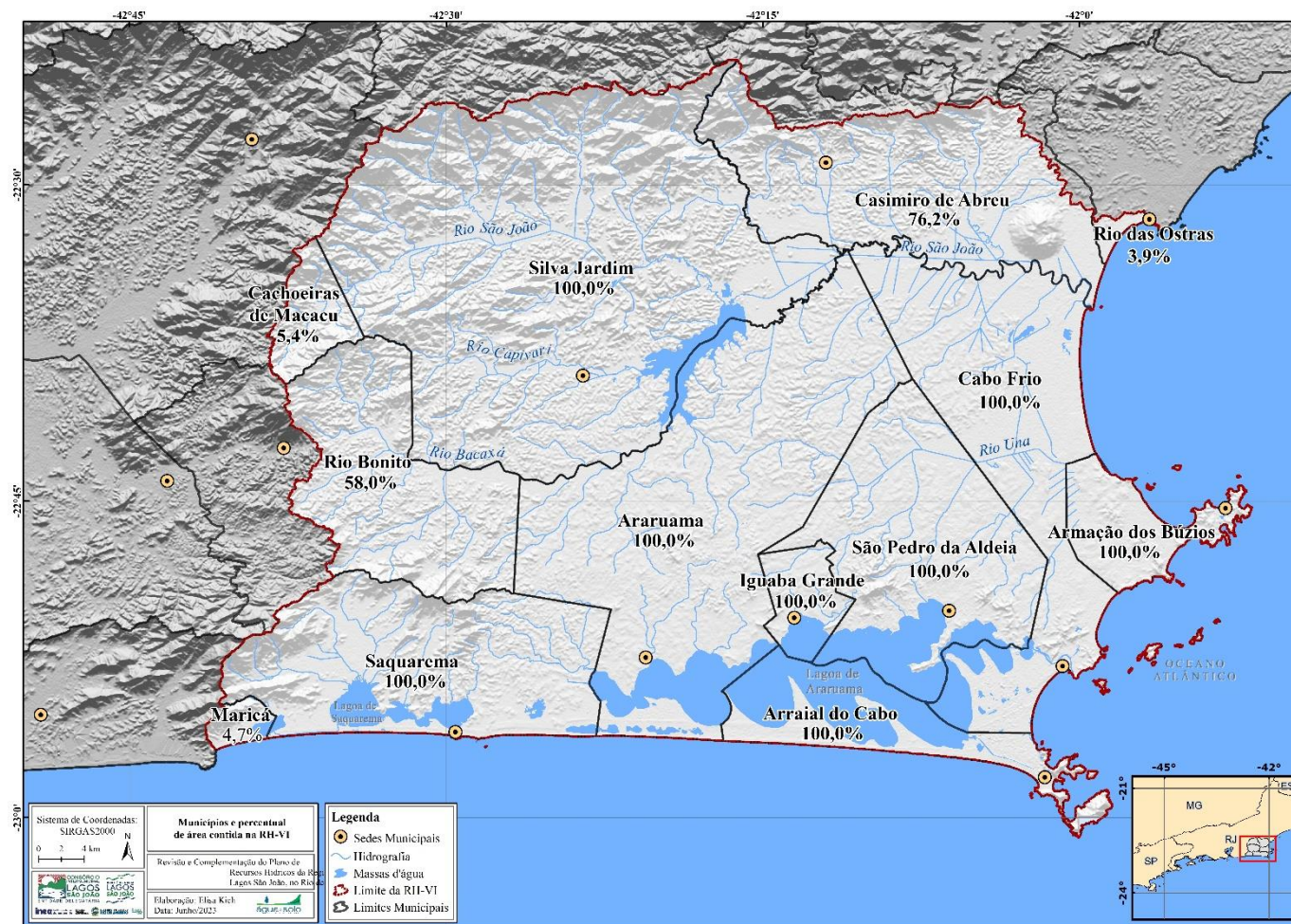


Figura 1.3 - Mapa dos municípios na RH-VI.
Fonte: Elaboração Própria.

2 CENARIZAÇÃO

Esse capítulo apresenta a proposta de cenarização para o futuro da RH-VI. Os cenários propostos foram construídos com base nos estudos setoriais, apontamentos dos atores envolvidos e principais limitantes identificadas pela equipe técnica.

2.1 Matriz FOFA

Em Oficina de Mobilização realizada em 13 de abril de 2023 foi solicitado aos participantes que construíssem uma Matriz Fofa para a RH VI. Esta matriz é uma ferramenta gerencial que examina o ambiente interno e externo de uma organização buscando identificar elementos favoráveis a serem aproveitados, e desfavoráveis a serem evitados ou mitigados, visando a obtenção de melhorias e a otimização do desempenho. Sua construção se resume simplesmente na identificação de elementos favoráveis do ambiente interno, as Forças, e do ambiente externo, as Oportunidades, que deverão ser aproveitados para alavancar a organização. Também devem ser buscados os elementos desfavoráveis do ambiente interno, as Fraquezas, e do ambiente externo, as Ameaças, para que sejam evitadas ou terem seus impactos mitigados no gerenciamento da organização. A Figura 2.1 exemplifica a natureza desta matriz.

	Ambiente interno	Ambiente externo
FAVORÁVEIS	FORÇAS ➤ O que existe de favorável no ambiente natural e humano? ➤ Que recursos são disponíveis? ➤ Que infraestrutura está disponível? ➤ Qual a organização dos instituições?	OPORTUNIDADES ➤ Que possibilidades inexploradas existem? ➤ Que tendência ou novidades podem ser aproveitadas? ➤ Como transformar as forças em oportunidades?
DESAVORÁVEIS	FRAQUEZAS ➤ O que necessita ser melhorado? ➤ Onde existem menos recursos? ➤ Quais as carências na infraestrutura? ➤ Quais os problemas de organização institucional?	AMEAÇAS ➤ Que ameaças naturais, ambientais, econômicas, políticas e institucionais podem prejudicar o sistema?

Figura 2.1 - Matriz FOFA
Fonte: Elaboração própria.

Uma dinâmica de grupo foi realizada como parte do processo de mobilização e os participantes agregaram suas percepções, construindo a Matriz FOFA do Sistema de Gerenciamento de Recursos Hídricos da RH VI, reproduzida na Figura 2.2.

	Ambiente interno	Ambiente externo
FAVORÁVEIS	FORÇAS - Qualidade das águas; - Belezas cênicas; - Natureza preservada; - Gestão de recursos hídricos ativa; - Unidades de conservação instituídas; - Crescimento na capacidade de abastecimento de água e na cobertura da coleta e do tratamento de esgotos; - Sociedade civil organizada; - Atuação das ONGs e instituições de defesa ambiental; - Plano atual com ações implementáveis; - Maturidade do comitê de bacia, com capacidade de diálogo; - Reflorestamento de áreas prioritárias; - Estudos aprovados (enchentes); - Reservatório de Juturnaíba.	OPORTUNIDADES - Ações de educação ambiental; - Turismo, esportes aquáticos; - Planos regionais de saneamento; - ICMS ecológico; - Instituições de ensino com debate ecológico; - Ações de comunicação popular; - Desenvolvimento de program - Empresas e cooperativas para coleta seletiva; as de recuperação ambiental; - Atualização do Plano Estadual de Recursos Hídricos em conjunto com o de Segurança Hídrica; - Plano de gerenciamento costeiro integrado ao plano de bacia; - ODS - Agenda 2030; - Água doce (lagoa de Jacarepiá); - Abastecimento da região leste do Rio de Janeiro, com águas do reservatório de Juturnaíba (PSA).
DESAVORÁVEIS	FRAQUEZAS - Destinação dos efluentes: lagoa Araruama; - Não há consenso sobre lançamento de efluentes (corpos receptores); - Falta de investimento público (metas de abastecimento e esgotamento sanitário); - Eficiência do sistema de esgotamento sanitário, não acompanha o crescimento populacional; - Uma única fonte de abastecimento de água (Reservatório de Juturnaíba); - Iniciativas de saneamento descentralizadas e não integradas; - Plano de bacia desatualizado; - Planos municipais desatualizados; - Falta de execução dos planos de ação existentes, falta de contingente; - Barra de Saquarema (abertura / assoreamento); - Enchentes - Capivari (Silva Jardim); - Falta de coleta seletiva de resíduos sólidos; - Maturidade ambiental da população; - Indecisões políticas e descontinuidade de políticas públicas; - Falta de estudos para lidar com problemas; - Comunicação deficiente - atores; - Falta de integração das iniciativas; - Falta de fiscalização ambiental; - Não cumprimento das legislações ambientais; - Não existência do CAR; - Falta de diálogo: sociedade e prefeituras; - Legislações municipais flexíveis (conservação ambiental não prioritária); - Falta de monitoramento das nascentes e cabeceiras.	AMEAÇAS - Instalação de terminal portuário da Ponta Negra; - Ocupações clandestinas; - Não complementar o sistema de saneamento; - Oferta hídrica naturalmente reduzida; - Dados de monitoramento não utilizados; - Especulação imobiliária; - Turismo sem controle.

Figura 2.2 - Matriz FOFA do Sistema de Gerenciamento de Recursos Hídricos da RH VI
Fonte: Elaboração própria.

Estes elementos, agregados ao diagnóstico integrado previamente apresentado, serviram de subsídios para as análises prospectivas que serão elaboradas na sequência.

2.2 Sementes do Futuro

Para efeitos de prospecção de futuros alternativos para a RH VI, as sementes de futuro que o Diagnóstico Integrado prévio permite identificar são apresentadas no Tabela 2.1.

Tabela 2.1 - Sementes de futuro prospectadas para a RH VI

Sementes de futuro	Na RH VI
Tendências de Peso	- Encarecimento da exploração ou esgotamento do petróleo e do gás natural da Bacia de Campos; - Descarbonização da economia, com redução do uso de combustíveis fósseis; - Redução dos royalties do petróleo e do gás natural recebido pelos municípios, como consequência das tendências acima; - Redução das oportunidades turísticas mais qualificadas nas zonas mais congestionadas;
Fatos portadores de futuro	- Busca de alternativa para o crescimento econômico regional, desvinculado da cadeia produtiva do petróleo; - Indústria criativa; - Transição energética; - Fruição do ambiente natural protegido; - Variabilidades ou mudanças climáticas;
Incertezas Críticas	- Qual alternativa econômica os municípios da RH VI conseguem implantar, além da oferta de serviços para o turismo e o lazer? - Ordenamento territorial: haverá efetividade no gerenciamento da ocupação do solo nos municípios da RH VI, evitando o processo de degradação ambiental? - Qual o tipo de turismo prevalecerá em cada região da RH VI em função das políticas públicas implementadas?
Surpresas inevitáveis	Impacto da variabilidade e mudança climática na disponibilidade hídrica regional;
Cisnes Negros	- Acidente na Bacia de Campos ou em terminais de transporte de petróleo polui o litoral da RH VI; - Poluição acidental ou provocada do reservatório de Juturnaíba, prejudicando o suprimento de água aos sistemas de abastecimento;
Coringas (Wild Cards)	Por definição, não há como antecipar.

Fonte: Elaboração própria.

2.3 Cenários

Cenários são narrativas que visam explorar as possíveis formas com que o futuro pode ocorrer, visando a formulação antecipada de estratégias durante o processo de planejamento. Nesse sentido, os cenários permitem antecipar potencialidades, gargalos e conflitos que requeiram intervenções no sistema objeto do plano.

A antecipação da estratégia perante aos cenários futuros visa: i) evitar ou mitigar efeitos negativos; ii) permitir que os atores se organizem para lidar com a imprevisibilidade do futuro e iii) evidenciar oportunidades a serem aproveitadas pelo sistema objeto de planejamento.

Muito importante destacar que cenários são formulados por meio de hipóteses sobre o comportamento de variáveis sobre as quais o sistema objeto de planejamento não tem controle. As variáveis que o sistema pode controlar devem conformar as estratégias para enfrentamento dos cenários.

Por isto, esta separação entre variáveis não-controláveis, que levam aos cenários, e as controláveis, que levam às estratégias é fundamental neste processo de planejamento. E não é tarefa trivial, pois existem variáveis parcialmente controláveis entre as duas categorias. Para isto, há necessidade de previamente serem definidas as variáveis que o sistema consegue, as não consegue controlar, e aquelas cujo controle é apenas parcial.

Em certos casos, em que se constata que o sistema não controla as variáveis que se supõe que deveria ter controle, fica constatada a falta de governança. O que deveria determinar que antes de prosseguir no processo de planejamento - que o sistema não será capaz de implementar - que sejam buscadas previamente as condições necessárias de governança que, em termos operacionais, significa que o sistema deve efetivamente controlar as variáveis que necessita ter controle para estabelecer estratégias implementáveis.

As variáveis que um Sistema de Gerenciamento de Recursos Hídricos deve controlar são os instrumentos de gerenciamento:

1. **Planos de recursos hídricos:** de acordo com o sistema, nacional, estadual ou de bacia hidrográfica, com seus respectivos planos, que propõem estratégias e planos de ação para o gerenciamento dos recursos hídricos da unidade de planejamento em tela;
2. **Enquadramento de corpos de água em classes, de acordo com os usos pretendidos:** metas de qualidade de água a serem alcançadas, em função das exigências qualitativas dos usos de água que se pretende realizar nos corpos hídricos; como são metas, devem fazer parte dos planos, e devem ser implementadas pelos instrumentos de outorgas, a seguir comentados;
3. **Outorgas de direitos de uso de água:** concessão, autorização ou permissão de uso de água (retirada, despejo de efluentes, uso local não consuntivo), na busca de conciliação entre as disponibilidades e as demandas hídricas;
4. **Cobrança pelo uso de água:** sinalização da escassez de água aos seus usuários, incitando-os a aumentar a eficiência de uso (objetivo econômico), e alternativa de

- geração de recursos para aplicação na bacia (objetivo financeiro), em medidas de promovam o alcance de quantidades e qualidades adequadas das águas;
5. **Criação de áreas de restrição para proteção dos recursos hídricos:** estabelecimento de restrições de uso e ocupação de áreas que possam contribuir para aumento de quantidade e melhoria da qualidade de água;
 6. **Sistema de Informações sobre Recursos Hídricos:** repositório de informações que são necessárias para o monitoramento da quantidade e da qualidade de água, das demandas existentes, outorgadas ou não, das intervenções que potencial ou efetivamente alteram a quantidade e a qualidade de água, e de estratégias e medidas propostas para compatibilização das disponibilidades e as demandas de água, em quantidade e em quantidade, entre outras.

Todas as demais variáveis não são controláveis. Por exemplo, o estabelecimento de metas para a cobertura e eficiência de remoção de poluentes para os serviços de esgotamento sanitário não são controláveis pelos Sistemas de Recursos Hídricos. O que estes sistemas podem fazer é, por meio das outorgas de lançamento de efluentes, fixarem restrições que levem o Sistema de Saneamento Básico a estabelecer as coberturas e as eficiências comentadas, para atender as restrições.

Obviamente, o controle que se entende deva ocorrer sobre os instrumentos de gerenciamento de recursos hídricos não se pretende que seja absoluto. Em várias situações deve haver longas negociações entre as partes envolvidas, buscando viabilizar ou facilitar a implementação destes controles. Para superar estas complexidades foram criados colegiados representativos das partes envolvidas, visando promover as negociações e a implementação das decisões, na forma de Comitês de Bacia Hidrográfica e Conselhos de Recursos Hídricos. Não obstante atuação destes colegiados, podem haver contenciosos que levem a instâncias decisórias superiores e até a área judiciária, como última instância. Qualquer sistema de planejamento apresenta suas incertezas, e os controles não podem ser categorizados de forma absoluta entre os que se tem e os que não se tem governabilidade. Geralmente eles se encontram entre estes dois extremos, e cabe ao sistema objeto de planejamento avaliar o que pode ser considerado controlável ou não.

Por exemplo, os planos de ações dos planos de recursos hídricos já foram criticados serem “tigres de papel” e “promessas a serem cumpridas por outros”¹. Isto pois muitas vezes foram

¹ OECD (2015), Governança dos Recursos Hídricos no Brasil, OECD Publishing, Paris, <https://doi.org/10.1787/9789264238169-pt>.

previstas intervenções sem que houvesse qualquer garantia de que os atores envolvidos aceitassem a responsabilidade para realiza-las e houvesse recursos financeiros para as suas implementações. Por isto, seria desejável que entre as variáveis parcialmente controláveis fossem incluídas as implementações de certas ações previstas. E se prever antecipadamente às suas implementações o desenvolvimento de um processo de negociação com os atores envolvidos.

Enfim, se planejar fosse algo simples, bastaria após aprovado o resultado partir-se para a implementação das ações previstas. Como está longe de ser algo simples, sempre deve ser aceita a existência de incertezas, o que não impede que ações sejam propostas e aprovadas, e esforços sejam realizados para as suas implementações. Finalmente, os processos de monitoramento da implementação dos planos são necessários para avaliar até que ponto as premissas realizadas – entre elas as relacionadas às variáveis controláveis – estavam corretas e, nos casos contrários, promover a atualização dos planos incorporando as novas informações.

2.3.1 Antecedentes

As mais recentes referências de prospecção de cenários que podem orientar o Plano de Recursos Hídricos da RH VI são:

1. No âmbito nacional, com horizonte 2040: Plano Nacional de Recursos Hídricos 2022-2040²;
2. No âmbito estadual, com horizonte 2030: Plano Estadual de Recursos Hídricos do Rio de Janeiro³;
3. No âmbito regional, com horizonte 2035: Plano de Desenvolvimento Sustentável do Norte e Noroeste do Estado do Rio de Janeiro⁴.

Com exceção do PNRH 2022-2040, que é recente, os demais foram baseados em conjunturas que ocorreram há mais de 10 anos, estando, portanto, defasados. Porém, suas análises poderão sugerir abordagens que possam ser consideradas nas prospecções de futuras alternativas da RH VI. Isto justifica as suas análises.

² BRASIL/MDR (2022). Plano Nacional de Recursos Hídricos 2022-2040. Plano de Ação: Estratégia Nacional para o Gerenciamento dos Recursos Hídricos 2022-2040.

³ INSTITUTO ESTADUAL DO AMBIENTE - INEA (2013). Elaboração do Plano Estadual de Recursos Hídricos do Estado do Rio de Janeiro R8 – Cenário econômico e demográfico. Fundação Coppetec Laboratório de Hidrologia e Estudos de Meio Ambiente – Junho 2013.

⁴ SEPLAG/RJ (2010). Plano de Desenvolvimento Sustentável do Norte e Noroeste do Estado do Rio de Janeiro – Cenários e Estratégias. Secretaria de Estado de Planejamento e Gestão do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro: Setembro de 2010.

2.3.1.1 Cenário Nacional: PNRH 2022-2040

Os cenários foram elaborados considerando o horizonte de 2040, e adotando com as dimensões econômica e socioambiental como referencial, como ilustrado na Figura 2.3.

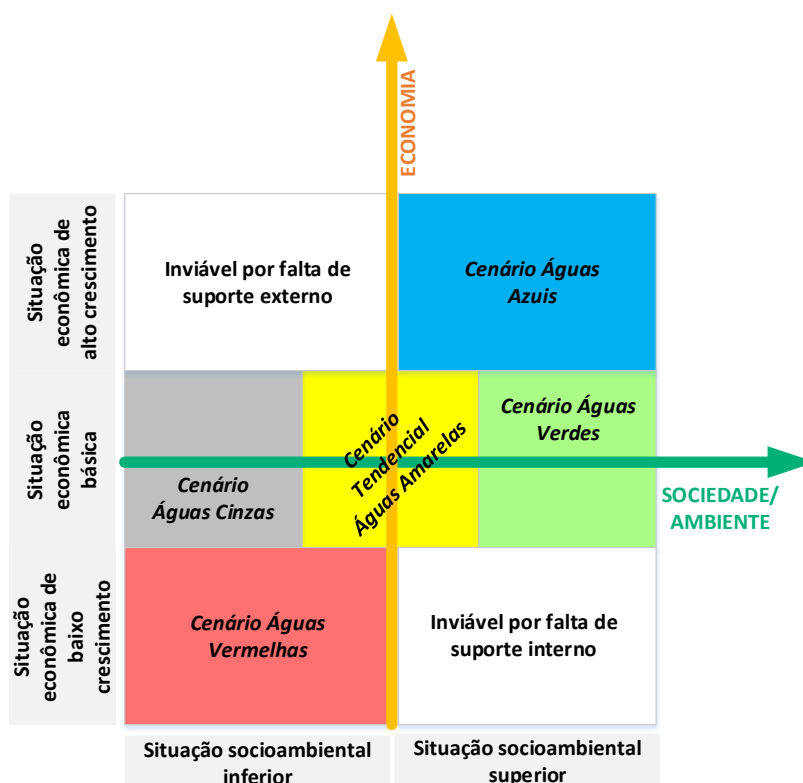


Figura 2.3 - Proposta de Cenários para o Gerenciamento de Recursos Hídricos no Brasil até 2040
Fonte: Elaboração própria

As Incertezas Críticas relacionadas à dimensão econômica consideraram a demanda mundial por produtos brasileiros de exportação, a geração de energia elétrica e a produção industrial e minerária. Elas são afetadas pelos movimentos dos mercados internos e externos. A dimensão socioambiental apresenta como incerteza crítica as pressões mundiais relacionadas a evitar que países se valham da baixa consideração com questões sociais (equidade social) ou ambientais (sustentabilidade ambiental) para fins de posicionamento competitivo no comércio mundial.

Foi entendido que um cenário que pressuponha alto crescimento econômico conjugado com retrocesso socioambiental seria inviável devido às pressões externas, que já ocorrem, dificultando o posicionamento dos produtos brasileiros nos mercados globais, por meio de barreiras ambientais. Também, um cenário que conjugasse baixo crescimento econômico com avanços socioambientais seria igualmente inviável devido à falta de condições internas para sua

promoção: apoio da população, do setor produtivo, e capacidade gerencial dos órgãos de controle.

Com isto, além do Cenário considerado Tendencial, denominado Cenário Águas Amarelas, restaram mais 4 cenários que foram considerados plausíveis, cujas caracterizações são apresentadas na sequência:

1. **Cenário Águas Vermelhas:** é um cenário de estagnação econômica conjugado com retrocesso ambiental. Até 2040 o país apresenta baixas taxas de crescimento econômico que podem ter como uma das causas, mas também como consequência, os retrocessos socioambientais e consequentes dificuldades de colocação de seus produtos nos mercados externos, devido a barreira ambientais.
2. **Cenário Águas Cinzas:** este cenário conjuga o cenário básico para a economia, tendencial, com retrocessos ambientais que é uma das possíveis causas de não alcançar um alto crescimento econômico, mas, certamente, não a única.
3. **Cenário Águas Verdes:** este é um cenário no qual são promovidos avanços na dimensão socioambiental mantendo-se a economia no cenário tendencial; nele, considerável esforço do país é dirigido para a superação dos problemas sociais e ambientais, buscando atender a exigências dos mercados externos e promovendo uma maior coesão na sociedade brasileira.
4. **Cenário Águas Azuis:** é o melhor cenário, que conjuga alto crescimento econômico com avanços socioambientais.

Estes cenários, apesar de estabelecerem alternativas contrastadas para fins de planejamento dos recursos hídricos do país, carecem de uma visão regional, e dos problemas específicos da RH VI. Podem ser consideradas orientações caso possam ser estabelecidas convergências com os cenários da RH VI.

2.3.1.2 Cenários do PDSNN-RJ 2010-2035

A Secretaria de Estado de Planejamento e Gestão do Rio de Janeiro – SEPLAG/RJ contratou a elaboração do Plano de Desenvolvimento Sustentável do Norte e Noroeste do Estado do Rio de Janeiro, cujo relatório final foi disponibilizado em setembro de 2010. O relatório denominado Cenários e Estratégias apresentou visões de futuro com horizonte em 2035 da região

Norte/Nordeste do RJ⁵, uma pouco mais ao norte da RH VI. Eles consideram uma das principais forças motrizes a cadeia produtiva do petróleo e do gás natural do eixo Macaé-Campos de Goytacazes, sendo ilustrados da Figura 2.4.

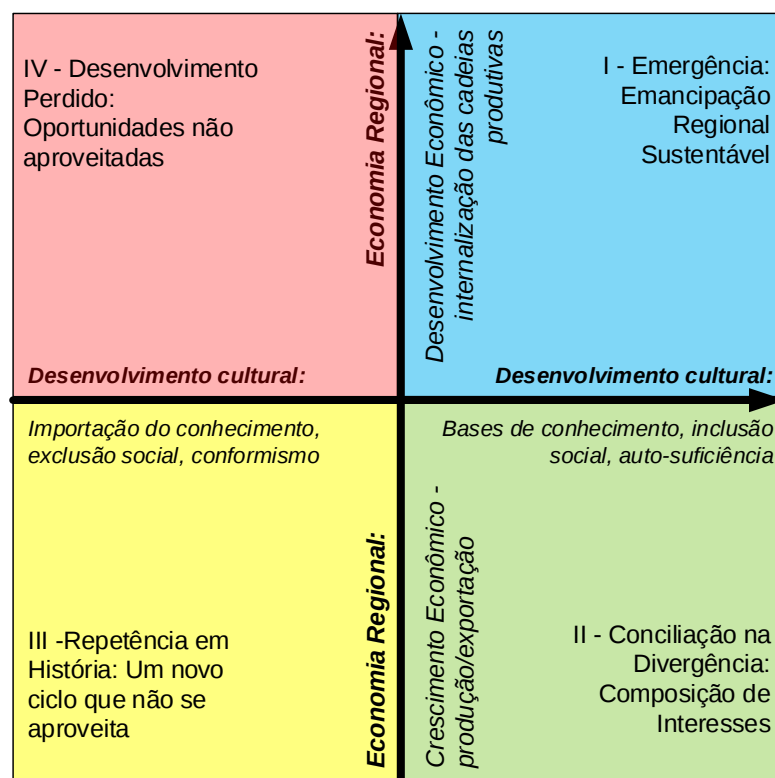


Figura 2.4 - Cenários prospectivos para a Região Norte e Noroeste/RJ
Fonte: SEPLAG/RJ (2010)

Os cenários foram elaborados a partir da composição de duas dimensões, representadas por variáveis que constituem as incertezas críticas síntese para o desenvolvimento sustentável no N/NO Fluminense, de acordo com as hipóteses sobre as incertezas críticas reveladas na Tabela 2.2.

⁵ Os municípios considerados foram Campos de Goytacazes, Carapebus, Cardoso Moreira, Conceição do Macabu, Macaé, Quissamã, São Fidelis, São Francisco de Itabapoana, São João da Barra, na região Norte, e Aperibé, Bom Jesus de Itabapoana, Cambuci, Itaiva, Itaocara, Itaperuna, Laje do Muriaé, Miracema, Natividade, Porciúncula, Santo Antônio de Pádua, São José de Ubá e Varre-Sal na região Noroeste.

Tabela 2.2 - Hipótese sobre o comportamento das incertezas críticas

Dimensão	Visão exógena	Visão endógena
Economia Regional	Crescimento econômico regional conduzido por grandes empresas e conglomerados, voltados para atender aos mercados externos, nacional e internacional, particularmente atuando nas atividades da indústria extrativa;	Desenvolvimento econômico , constituído pela parceria e alianças dos agentes anteriores com os agentes e líderes regionais, internalizando e agregando valor às cadeias de produções mais diversificadas;
Desenvolvimento da cultura e da gestão regional	Cultura conservadora, conformista e complacente , que dirige de fora, ou aceita que isto aconteça, que se importa e se preocupa com a maximização de resultados no curto prazo, que consome ou depende os seus lucros ou os transfere para o exterior, e que tenta conviver com a exclusão;	Cultura direcionada para a autonomia participativa e a governança regional , criação de um ambiente de produção e guarda do conhecimento e da tecnologia vinculados, participação no financiamento (<i>funding</i>) com a reinversão de saldos em resultados em investimentos rentáveis, da cultura do empreendedorismo, criação e inovação, e da efetiva inclusão socioeconômica sem tréguas.

Fonte: SEPLAG/RJ (2010)

Apesar da defasagem da conjuntura face a qual foi elaborado, este estudo considerou duas dimensões que confrontam visões convencionais e progressistas, com focos regionais, que são de relevância para a RH VI.

2.3.1.3 Cenários para o PERH-RJ 2015-2035

Os cenários do PERH-RJ adotaram o referencial do Plano Estratégico do Governo do Rio de Janeiro 2012-2031⁶, considerando duas incertezas críticas: a situação da economia nacional e a qualidade da gestão governamental estadual. A Figura 2.5 os ilustra, e suas descrições são apresentadas no Tabela 2.3.

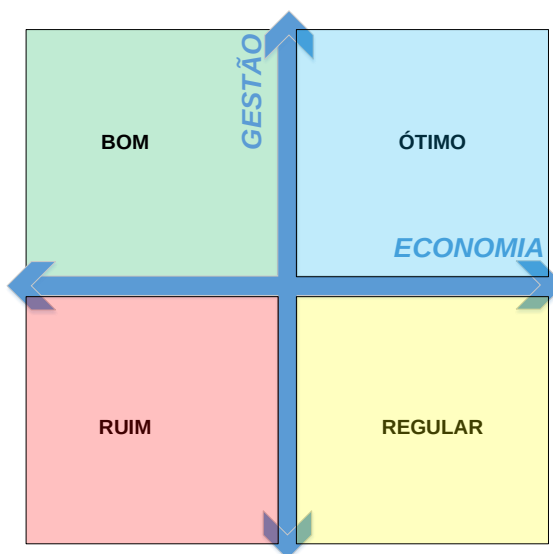


Figura 2.5 - Cenários para o Estado do Rio de Janeiro 2012-2031

Fonte: GOVERNO DO RIO DE JANEIRO (2012)

⁶ GOVERNO DO RIO DE JANEIRO (2012). Plano Estratégico do Governo do Rio de Janeiro 2012-2031.

Foram estabelecidos contrastes entre o âmbito nacional (economia) e estadual (governança) que não incluem diretamente a complexidades inerentes ao desenvolvimento econômico da RH VI.

Tabela 2.3 - Descrição dos cenários do Plano Estratégico do Governo do RJ 2012-2031.

Cenário	Ideia-Força	Descrição
Ótimo	Cenário desejado, particularizando-se pela gestão governamental qualificada e pela economia em forte crescimento;	O Rio de Janeiro supera seus principais entraves internos e se insere em um ciclo duradouro de desenvolvimento sustentável, aproveitando-se das principais oportunidades oferecidas pelo contexto externo favorável. Combina acentuado crescimento econômico, fortalecimento institucional, redução da pobreza e das desigualdades sociais e o uso sustentável do capital natural, vivenciando um processo de intensa recuperação de sua imagem no Brasil e no exterior;
Bom	Gestão governamental qualificada em uma economia em lento crescimento;	O Rio de Janeiro promove uma transformação persistente e positiva mesmo diante de um contexto econômico predominantemente desfavorável. Aproveita as escassas oportunidades e faz da adversidade um ambiente propício à inovação e à quebra de paradigmas em várias áreas, experimentando um processo de intensa recuperação de sua imagem no Brasil e no exterior;
Regular	Gestão governamental decadente em uma economia em forte crescimento;	O Rio de Janeiro e o Brasil apresentam dinâmicas divergentes. Mesmo diante das oportunidades trazidas pelo crescimento econômico, o estado “patina” internamente e não se mostra capaz de aproveitá-las, vivenciando acirramento das desigualdades sócio regionais e degradação do patrimônio natural;
Ruim	Gestão governamental decadente e economia em lento crescimento.	As dificuldades trazidas pelo ambiente nacional de baixo crescimento são potencializadas pela baixa iniciativa estratégica dos atores políticos, econômicos e sociais fluminenses, culminando na persistência de um quadro de decadência e degradação, marcado por crescimento econômico baixo, elevadas desigualdades sociais e meio ambiente em processo de degradação.

Fonte: GOVERNO DO RIO DE JANEIRO (2012)

Considerando estes cenários, os impactos na Gestão Estadual de Recursos Hídricos são revelados no Tabela 2.4.

Tabela 2.4 - Tendências de peso em cada cenário

Cenário	Tendências Consolidadas de Maior Impacto Regional
Ótimo	- Intensificação do processo de urbanização e metropolização; - Aquecimento global e aumento da relevância da questão ambiental; - A emergência da nova classe média; - Atração e implantação de grandes projetos de investimento; - Crescimento e envelhecimento populacional.
Bom	- Melhoria do ambiente de negócios e atração de investimentos produtivos; - Desenvolvimento puxado setor de serviços avançados; - Melhora do balanço hídrico.
Regular	- Aumento da taxa de desemprego e da informalidade da economia; - Especialização e menor competitividade da indústria e dos serviços; - Piora do balanço hídrico.
Ruim	- Espaço urbano marcado pela ocupação territorial desordenada; - Retrocesso da indústria de transformação e da qualidade do setor de serviços; - Piora substancial do balanço hídrico.

Fonte: INEA (2013).

2.3.2 *Prospecção de cenários para a RH VI*

A avaliação retrospectiva e a análise conjuntural realizadas mostram a existência de duas forças motrizes principais que poderão conformar o futuro da RH VI, e que se constituem em incertezas críticas: o tipo de crescimento econômico e o ordenamento territorial. O tipo de turismo que prevalecerá em cada região da RH VI é uma terceira incerteza crítica que será consequência das duas anteriores.

A dimensão crescimento econômico estabelece alinhamentos com as dimensões Economia ou Economia Regional dos cenários previamente considerados, em especial com o do PDSNN-RJ 2010-2035. Este último, inclusive, considera as alternativas de estratégias voltadas a um desenvolvimento endógeno, voltado à região, e exógeno, voltado ao aproveitamento das oportunidades do mercado externo, nacional ou internacional.

A dimensão do ordenamento territorial encontra similaridades com a dimensão Sociedade e ambiente do PNRH 2022-2040, Gestão do PERH-RJ 2015-2035 e, com alguma liberdade, com a dimensão Desenvolvimento Cultural do PDSNN-RJ 2010-2035.

A economia regional tem nas atividades turísticas e de lazer os principais vetores. Em algumas regiões esta vocação econômica chegou próxima a um limite, ou já o ultrapassou, a partir do qual qualquer intensificação adicional pode resultar em degradação qualitativa, e na perda dos atrativos que previamente oferecia. Portanto, a atividade de turismo deve ser gerenciada com cautelas, buscando zonas menos congestionadas e mais resilientes a impactos do excesso de ocupação.

Mais recentemente, com a exploração do pré-sal da Bacia de Campos, a cadeia do hidrocarboneto, basicamente o petróleo e o gás natural, assumiram algum protagonismo, não em função de suas externalidades na economia regional, mas ao aumento das receitas municipais com o pagamento de royalties. Entretanto, as perspectivas desta atividade não são promissoras em termos futuros. Tanto por não gerar economias externas, como foi analisado previamente, quanto pelo fato dos royalties tendem a se reduzir, seja pelo esgotamento da produção, seja pela possível cassação da liminar que manteve os royalties exclusivamente para os estados e municípios confrontantes aos campos de extração de petróleo e gás natural. Em prazos mais longos, ainda existe o processo de descarbonização da economia que tende a reduzir o preço do petróleo e do gás natural, que seriam substituídos por outras alternativas energéticas.

Portanto, aos municípios restam duas opções: uma será aceitar passivamente a redução dos royalties e o comprometimento das receitas municipais. Outra seria a busca de outra vocação econômica que possa sustentar o crescimento econômico, para além do turismo. Isto pois, como se comentou acima, tentar uma maior intensificação da atividade turística representaria aumentar o congestionamento da região, comprometendo os atrativos naturais e a busca dos serviços atuais.

A falta de tradição, vocação e potencial agropecuário, e as dificuldades de atração e os conflitos que resultariam da opção industrial, do tipo convencional, leva à opção que talvez seja a única que se pode conceber para a RH VI: a Indústria Criativa.

A Indústria criativa é o setor da economia que tem o Capital Intelectual como a principal matéria-prima na produção de bens e serviços. O Capital Intelectual é formado pelo conhecimento e experiência adquiridos por cada pessoa, ao longo de sua trajetória de vida. Como cada indivíduo é único, as experiências de vida, sociais, pessoais e profissionais ao se articularem e se complementarem em uma comunidade, geram um ecossistema de inovação que pode sustentar a economia regional de forma virtuosa. Para que isto se realize, porém, devem ser criadas condições para que sejam promovidas as articulações e complementações dos Capitais Intelectuais individuais, formando o Capital Intelectual comunitário, algo que depende de políticas públicas de incentivo.

O que se percebe na RH VI é a existência de Capital Intelectual individual, formado por professores e alunos da rede de ensino, pesquisadores e profissionais que ali se estabeleceram na busca de melhor qualidade de vida, comunidades tradicionais de pescadores que detém conhecimento sobre o ambiente e o defendem como patrimônio comunitário. Alguns são aposentados, mas ainda atuantes, seja em atividades de consultoria, seja em organizações da sociedade civil voltadas à proteção do ambiente e à promoção da equidade social, ou voltadas ao desenvolvimento do turismo comunitário. Parte deste grupo pode incorporar à RH VI o que tem sido denominado como “bônus grisalho”.

Bônus grisalho é uma metáfora que se refere à população idosa que se mantém ativa, colocando seu Capital Intelectual às causas que lhe interessa, ou simplesmente na atividade para a qual se especializou. Este bônus se coloca como compensação à redução do bônus demográfico, que representa o quociente da População em Idade Ativa – PIA e a população total - PT. A PIA não contabiliza os menores de idade e os aposentados; quando a taxa de natalidade se reduz, por

opção familiar, e a taxa de mortalidade também, devido aos avanços da medicina e a busca de vida mais saudável, a PIA é reduzida em relação à população total, reduzindo o bônus demográfico.

Para compensar a redução do bônus demográfico a solução proposta é aumentar a produtividade, fazendo com que a PIA seja mais produtiva, promovendo investimentos em seu capital intelectual e no capital físico, na forma de equipamentos modernos e eficientes que aumentem a produtividade do trabalho.

Isto pode ser representado matematicamente pela equação que segue:

$$Renda\ per\ capita = \frac{PIB}{PT} = \frac{PIA}{PT} \times \frac{PIB}{PIA}$$

Onde PIB é o Produto Interno Bruto, PT é a população total, PIA é a população em idade ativa. O quociente $\frac{PIA}{PT}$ corresponde ao bônus demográfico e o quociente $\frac{PIB}{PIA}$ é o bônus de produtividade.

O terceiro bônus, o bônus grisalho, tem sido proposto se incorporar à economia, pelo estímulo que os idosos se mantenham ativos, retardando a aposentadoria, fazendo assim com que seja incrementada a PIA.

Portanto, a formação do Capital Intelectual da RH VI pode ser estimulada pelo aumento da produtividade de toda sociedade regional e pela criação de oportunidades para que os idosos se mantenham ativos. O aumento de produtividade pode ser obtido pela capacitação da população ocupada, algo a que a rede de ensino da RH VI pode se dedicar. O bônus grisalho pode ser promovido pela valorização e incorporação da experiência dos idosos à PIA da RH VI.

Indústria criativa e inovação são processos que podem andar juntos. Portanto, a criação de uma indústria criativa e inovadora, que incorpore o bônus de produtividade e o bônus grisalho ao processo produtivo, pode ser a opção para promover uma alternativa econômica para a RH VI. Com isto, haveria promoção do seu crescimento econômico, sem estabelecer conflitos com o ambiente, que é um dos atrativos para a atividade de turismo e lazer, base de sua economia atual.

Por outro lado, o ordenamento territorial é a força motriz que permitiria evitar o processo de degradação gerado pelo excessivo adensamento populacional que tem caracterizado o desenvolvimento regional. Esta degradação é basicamente causada pela insuficiência da

cobertura de serviços de esgotamento sanitário, que não consegue evitar que poluentes alcancem os sistemas lagunares regionais, especialmente a Lagoa de Araruama.

Embora grandes progressos tenham sido realizados por meio do cordão de coleta de esgotos pluviais em tempo seco na Lagoa de Araruama eles, por um lado, não evitam que em épocas de chuva os esgotos extravasem para a lagoa. Por outro lado, existe o impasse de onde destinar o esgoto coletado, após tratamento.

Um sistema de esgotamento sanitário que impedisse em grande parte o lançamento de poluentes nos sistemas lagunares tem custos altos, com tratamentos que demandam eficiências cada vez maiores, e o problema dos lançamentos. As opções que têm sido propostas – lançamento no Rio São Una e lançamento marítimo – têm encontrado repúdio por parte de segmentos da sociedade local, devido a alegados problemas de comprometimento da qualidade das águas dos corpos receptores. E, especialmente o lançamento marítimo, tem a barreira dos altos custos alegados.

Devido a isto, o ordenamento territorial, que é da atribuição dos municípios, seria a alternativa complementar a ser adotada para controle da poluição, evitando o aumento do adensamento populacional em locais sem a devida cobertura de serviços de coleta, tratamento e destinação final de esgotos.

A conjunção destas duas forças motrizes – indústria criativa e ordenamento territorial - da RH VI permite prospectar cenários futuros da RH VI, de acordo com o que ilustra a Figura 2.6.

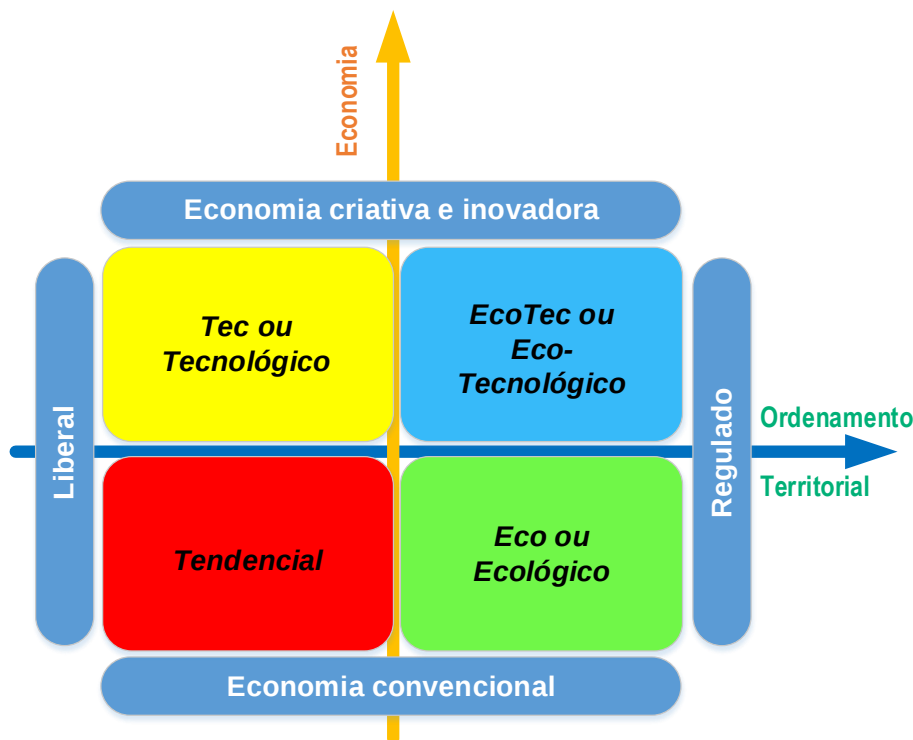


Figura 2.6 - Cenários prospectivos para a RH VI
Fonte: Elaboração própria.

Nesta ilustração o eixo da ordenada, vertical, representa a força motriz do crescimento econômico. Caso haja manutenção da Indústria Convencional, são encontradas as situações dos quadrantes inferiores no gráfico. Caso ocorra a transição para a Indústria Criativa, serão encontrados os quadrantes superiores do gráfico.

O eixo da abcissa, horizontal na ilustração da Figura 2.6, mede a efetividade do ordenamento territorial. Nos quadrantes à esquerda estão as situações em que o ordenamento é pouco efetivo, liberal, no sentido de que as forças do mercado imobiliário atuam com alguma liberalidade. Os quadrantes à direita representam situações onde o ordenamento é atuante, restritivo à adensamentos populacionais em desacordo com a capacidade do sistema de esgotamento sanitário, como forma de proteção às águas e ao ambiente.

A Figura 2.6 define em seus quadrantes os quatro cenários prospectados para a RH VI, cujas narrativas serão a seguir apresentadas:

- **Cenário Tendencial:** o quadrante esquerdo inferior representa a situação em que os investimentos na Indústria Criativa não são suficientes para promover um crescimento significativo da economia, além daquele que historicamente vem ocorrendo. Nele, como acontece atualmente, o ordenamento territorial é pouco funcional e pouco restritivo ao adensamento populacional. O processo de crescimento populacional é mantido, algo que gradualmente afeta a qualidade das águas regionais, comprometendo a atividade turística e de lazer que, porém, se mantém com o perfil socioeconômico atual. Este cenário foi designado como Tendencial, pois se trata da permanência das forças motrizes que atualmente ocorrem na RH VI.
- **Cenário Eco ou Ecológico:** neste cenário o crescimento econômico se mantém como na atualidade, mas o ordenamento territorial é implementado de forma rigorosa e efetiva, para evitar a degradação que o adensamento populacional poderá potencializar. Sendo um cenário de crescimento populacional contido, já que a economia não deslancha como nos cenários dos quadrantes superiores, o ordenamento territorial estará mais voltado à solução dos problemas já criados com a ocupação das bacias, especialmente nas áreas litorâneas, lagunares e oceânicas. O problema será de onde virão os recursos para adequação da cobertura dos serviços de saneamento, já que a economia, embora não recessiva, não apresenta dinamismo suficiente para gerá-los. Pode-se, porém, contar com a preocupação dos executivos e legislativos municipais, pressionados pela sociedade, em conter a degradação ambiental. E a geração de receitas com a expansão das atividades de turismo e lazer, que são oportunizadas pelo ambiente único da região, e ampliadas pela melhor qualidade ambiental. O perfil socioeconômico destas atividades tende a apresentar um aspecto de valorização da natureza, das oportunidades de esporte e aventura, e de fruição da cultura regional. Em função disto, a proteção ambiental avança, sendo a razão da designação deste cenário.
- **Cenário Tec ou Tecnológico:** este cenário é caracterizado por crescimento acelerado da economia, tracionada pela Economia Criativa, mas sem alterações na efetividade do ordenamento territorial. Com isto, há uma tendência que o adensamento populacional seja acelerado pelas oportunidades de emprego e renda, sem que ocorram soluções efetivas para o controle da poluição ambiental. Mesmo que a Indústria Criativa seja não poluente, o adensamento populacional sem ordenamento acaba por superar a capacidade dos sistemas de esgotamento sanitário e de suporte do sistema lagunas, destinatário final

dos efluentes. Com isto, o sistema lagunar, em especial a Lagoa de Araruama sofre com cargas cada vez mais elevadas de poluentes, o que poderá ao longo do tempo comprometer sua qualidade e seus atrativos, prejudicando a atração turística e de lazer que exerce. A despeito dos esforços das comunidades tradicionais para alterar este quadro de degradação. A atividade turística e de lazer adota um perfil socioeconômico menos sofisticado que o atual. A alta demanda de cobertura de serviços de esgotamento sanitário não consegue ser atendida devido à falta de recursos para investimentos, já que são destinados à promoção da economia. Trata-se assim do pior cenário, que se constitui em uma ameaça que deve ser preocupação da gestão de recursos hídricos da RH VI.

- **Cenário Eco-Tec, ou Eco-Tecnológico:** neste cenário ocorre a conciliação entre o crescimento econômico compatibilizado pela Indústria Criativa, não poluente, e a proteção ambiental. Investimentos significativos nos sistemas de coleta, tratamento e destinação final de esgotos mitigam, controlam e evitam a poluição dos atrativos ambientais da RH VI. Estes investimentos são oportunizados pela maior arrecadação dos municípios e pelas compensações ambientais previstas nas licenças ambientais que são aplicadas nos sistemas de proteção ambiental. Com esta situação, a economia regional cresce e gera receitas para manter a proteção ambiental, sendo que o turismo e o lazer se mantêm e geram mais receitas para investimentos. A atividade de turismo, devido à dinâmica econômica estabelecida, tende a apresentar uma versão mais sofisticada em relação à atual, atendendo a clientes com maior poder aquisitivo atraindo investimento em resorts e outros equipamentos sofisticados para este público, o que pode afastar aqueles menor poder aquisitivo, devido ao encarecimento dos serviços e a valorização do solo.

2.4 Projeções das demandas hídricas

2.4.1 Cenário Tendencial

As projeções das demandas hídricas consuntivas partiram das estimativas realizadas no Diagnóstico, que tiveram por referência o Atlas Águas: segurança hídrica do abastecimento urbano da ANA (2021a). Notar que foram estimativas realizadas em 2020, quando ainda não eram conhecidos os resultados do Censo Populacional de 2021, que foram parcialmente conhecidos em 2022 e 2023. Em função destas novas informações, foram realizados ajustes nas projeções populacionais e nas demais hídricas das populações urbanas e rurais, bem como

inserido o efeito veraneio. Neste último caso, se trata da população flutuante nos períodos de festas de fim de ano e de carnaval. Detalhes das abordagens podem ser encontrado no relatório mencionado.

Por questões de uniformidade com as avaliações realizadas pela ANA, nas quais a projeção das demandas foi realizada considerando a permanência das forças motrizes que atualmente ocorrem na RH VI. Os critérios de projeção do Atlas Águas serão explicados na sequência.

Deve ser esclarecido que para se obter os valores de demanda hídrica em cada categoria foram acumuladas as demandas estimadas ou projetadas em cada município nas otobacias inseridas na RH VI.

2.4.1.1 Demandas hídricas da população urbana e rural

Para as estimativas das demandas humanas, como foi explicado no relatório de Diagnóstico, as populações totais em cada município foram projetadas até 2050. Posteriormente foram desagregadas em urbana e rural, tendo por base as taxas projetadas de urbanização. Finalmente, taxas de uso de água por habitante foram aplicadas, obtendo-se as demandas hídricas correspondentes.

As projeções populacionais foram realizadas como a seguir é explicado.

2.4.1.1.1 Projeção da população total

Nos municípios com população total crescente até 2018 foi adotada a curva logística até a população de saturação, quando as projeções passaram a ser feitas com as taxas geométricas calculadas com base nas estimativas o IBGE até 2018, para cada município. A Tabela 2.5 detalha brevemente ambas as abordagens. Nos municípios que apresentam decréscimo de população, adotou-se a projeção geométrica para todo período. Adotou-se também um ajuste final para que totais estaduais projetados fossem idênticos às projeções do IBGE até 2050.

Tabela 2.5 Curva Logística e Projeção Geométrica de Crescimento Populacional

As duas abordagens são usualmente adotadas na projeção de populações humanas ou animais, entre outras variáveis temporais. Elas serão brevemente resumidas.

Curva Logística

A Curva Logística foi apresentada por Verhulst, em seus estudos sobre crescimento populacional realizados após Malthus, em 1798. Malthus advogou a possibilidade de crescimento exponencial da população, sem limitações, até o esgotamento dos recursos materiais. Quetelet, em 1835, especulou que existiriam limites graduais para este crescimento, e que evitariam a situação catastrófica hipotetizada por Malthus. Com base nestas especulações, Verhulst apresentou a Curva Logística em 1845 na forma de “S”, representando a gradual desaceleração do crescimento devido ao esgotamento dos recursos. Um resumo destas teorias pode ser encontrado em ALMEIDA E OLIVEIRA (2015).

A função logística tem encontrado aplicações em estudos de crescimento populacional, que foram sua origem e, também, na ecologia, química, economia, geociências, sociologia etc. Nela, o estágio inicial de crescimento é aproximadamente exponencial, como previsto por Malthus. Conforme a população aumenta, porém, inicia-se um processo de contenção a este aumento, devido a restrições cada vez mais intensas relacionadas às disponibilidades de espaço, de água, de alimentos, a ocorrência de congestionamentos, à perda de qualidade de vida, entre outros. Isto determina que a velocidade de crescimento se reduza gradualmente. Há um ponto de saturação da população no qual o crescimento é interrompido. A população tende assintoticamente a este valor de saturação, que estabelece um limite superior, que não é ultrapassado. A equação abaixo apresenta matematicamente esta relação:

$$P_t = \frac{P_s}{1 + c \cdot e^{K_1 \cdot (t-t_0)}}$$

Na equação P_t é população no ano t ; t_0 é o ano de origem das projeções; P_s é a População de Saturação; c é a taxa máxima de crescimento populacional por unidade de tempo; K_1 é a declividade da curva, sendo c e K_1 , coeficientes a serem ajustados.

Existem equações para estimativa dos parâmetros P , c e K_1 . Porém, eles também podem ser estimados por regressão não linear. As condições necessárias para ajuste são: $P_0 < P_1 < P_2$ (ou seja, a população é crescente) e $P_0 * P_2 < P_1^2$ (ou seja, a população em um ano intermediário, elevada ao quadrado, deve ser maior que o produto da população em ano anterior e posterior ao considerado). Pode-se demonstrar que o ponto de inflexão na curva, ou seja, em que a taxa de crescimento é máxima, ocorre no tempo:

$$t' = t_0 - \frac{\ln(c)}{K_1} \text{ com valor populacional igual a } P_{t'} = \frac{P_s}{2}.$$

Este ponto de inflexão tem importância pois estima o momento no qual os investimentos na infraestrutura urbana (água, esgotos, transporte, segurança etc.) começarão a ser menos demandantes de recursos.

Projeção Geométrica

A Projeção Geométrica, como a Curva Logística, apresenta uma estrutura exponencial, não sendo, porém, limitada por uma População de Saturação. Essa simplificação permite que tenha apenas um parâmetro, a taxa geométrica de crescimento. Existem duas formulações equivalentes para esta projeção:

$$P_t = P_{t_0} * (1 + i)^{(t-t_0)}$$

Nesta equação P_t é a população projetada para o ano t , P_{t_0} é a população no ano t_0 anterior e i é a taxa geométrica de crescimento anual.

Na segunda formulação a equação é:

$$P_t = P_{t_0} * e^{k_g * (t-t_0)}$$

Sendo o coeficiente k_g é a taxa geométrica de crescimento anual.

As taxas de crescimento têm a seguinte correspondência:

$$i = e^{k_g} - 1 \text{ ou } k_g = \ln(1 + i)$$

Na abordagem adotada na atualização do PERH/PE optou-se pela primeira formulação por permitir que a taxa geométrica represente o percentual de aumento populacional interanual.

Com base nestas hipóteses, a Tabela 2.6 apresenta as projeções da população total em cada município da RH VI, considerando a correção referente ao Censo Populacional de 2021 e a população flutuante. A Tabela 2.7 informa as taxas geométricas de crescimento anual da população, com sua tendência decrescente, em termos futuros

2.4.1.1.2 Desagregação da população total em urbana e rural

As taxas anuais de urbanização, dada pela população urbana dividida pelo total, foram projetadas pela Curva Logística, e estimadas as populações urbanas e rurais, tendo por referência a população total projetada em cada ano.

A Tabela 2.8 mostra as projeções da população e a Tabela 2.9 as correspondentes taxas geométricas anuais de crescimento. Da mesma forma, a Tabela 2.10 e a Tabela 2.11 mostram as mesmas variáveis para a população rural em cada município.

DEMANDA HÍDRICA QUANTITATIVA

Tabela 2.6 - Evolução e projeção da população total municipal corrigida pelo Censo 2022 no Cenário Tendencial (habitantes)

Municípios	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2028	2033	2038
Araruama	114.250	115.381	116.845	117.717	118.488	119.376	119.969	122.307	123.430	124.541	125.640	126.726	129.072	141.277	154.272	168.040
Armação dos Búzios	28.279	29.202	30.262	31.162	32.051	32.928	33.793	35.083	36.070	37.058	38.046	39.033	39.728	42.996	45.881	48.361
Arraial do Cabo	28.010	28.268	28.572	28.783	28.985	28.937	29.135	29.893	30.173	30.456	30.742	31.030	31.351	33.009	34.753	36.591
Cabo Frio	190.787	193.276	196.436	198.449	200.246	201.843	203.274	207.199	209.099	210.877	212.531	214.057	217.858	236.075	252.740	267.638
Cachoeiras de Macacu	54.713	54.567	54.478	54.225	53.954	53.667	53.497	54.307	54.212	54.111	54.002	53.887	54.402	57.049	59.825	62.736
Casimiro de Abreu	36.360	37.244	38.295	39.111	39.892	40.639	41.353	42.518	43.317	44.093	44.844	45.570	46.392	50.161	53.332	55.919
Iguaba Grande	23.475	23.906	24.432	24.808	25.158	25.482	25.777	26.368	26.716	27.046	27.358	27.651	28.144	30.432	32.399	34.042
Maricá	131.355	138.916	147.391	155.169	163.013	170.923	178.792	188.810	197.487	206.242	215.063	223.938	227.963	246.001	260.575	271.963
Rio Bonito	56.001	55.857	55.775	55.522	55.253	54.992	54.688	55.522	55.419	55.309	55.192	55.068	55.579	58.208	60.961	63.844
Rio das Ostras	110.992	115.378	120.605	124.688	128.540	132.180	135.606	139.338	142.314	145.008	147.422	149.562	152.505	164.121	171.508	175.987
São Pedro da Aldeia	89.739	90.932	92.411	93.413	94.337	95.190	95.912	98.049	99.150	100.224	101.271	102.290	104.027	112.611	120.925	128.852
Saquarema	75.906	77.092	78.539	79.568	80.531	81.426	82.339	84.297	85.440	86.565	87.670	88.755	90.353	98.262	105.943	113.278
Silva Jardim	21.356	21.320	21.281	21.209	21.138	21.068	21.000	21.471	21.481	21.490	21.500	21.509	21.562	21.829	22.099	22.372
RH VI	961.223	981.340	1.005.322	1.023.824	1.041.585	1.058.652	1.075.136	1.105.163	1.124.308	1.143.021	1.161.282	1.179.076	1.198.936	1.292.029	1.375.212	1.449.623

Fonte: Elaboração própria, tendo por base ANA (2021).

DEMANDA HÍDRICA QUANTITATIVA

Tabela 2.7 - Taxas geométricas de crescimento anual da população urbana municipal corrigida pelo Censo 2022 no Cenário Tendencial (%)

Municípios	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2028	2033	2038
Araruama	1,27%	0,75%	0,66%	0,75%	0,50%	1,95%	0,92%	0,90%	0,88%	0,86%	1,85%	1,80%	1,76%	1,70%
Armação dos Búzios	3,63%	2,98%	2,85%	2,74%	2,63%	3,82%	2,81%	2,74%	2,67%	2,59%	1,78%	1,47%	1,20%	0,97%
Arraial do Cabo	1,08%	0,74%	0,70%	-0,17%	0,68%	2,60%	0,94%	0,94%	0,94%	0,94%	1,04%	1,04%	1,04%	1,04%
Cabo Frio	1,64%	1,02%	0,91%	0,80%	0,71%	1,93%	0,92%	0,85%	0,78%	0,72%	1,78%	1,52%	1,28%	1,07%
Cachoeiras de Macacu	-0,16%	-0,46%	-0,50%	-0,53%	-0,32%	1,51%	-0,17%	-0,19%	-0,20%	-0,21%	0,95%	0,95%	0,95%	0,95%
Casimiro de Abreu	2,82%	2,13%	2,00%	1,87%	1,76%	2,82%	1,88%	1,79%	1,70%	1,62%	1,80%	1,43%	1,11%	0,85%
Iguaba Grande	2,20%	1,54%	1,41%	1,29%	1,16%	2,29%	1,32%	1,24%	1,15%	1,07%	1,78%	1,44%	1,15%	0,90%
Maricá	6,10%	5,28%	5,05%	4,85%	4,60%	5,60%	4,60%	4,43%	4,28%	4,13%	1,80%	1,37%	1,03%	0,76%
Rio Bonito	-0,15%	-0,45%	-0,49%	-0,47%	-0,55%	1,53%	-0,19%	-0,20%	-0,21%	-0,22%	0,93%	0,93%	0,93%	0,93%
Rio das Ostras	4,53%	3,39%	3,09%	2,83%	2,59%	2,75%	2,14%	1,89%	1,66%	1,45%	1,97%	1,20%	0,71%	0,41%
São Pedro da Aldeia	1,63%	1,08%	0,99%	0,90%	0,76%	2,23%	1,12%	1,08%	1,04%	1,01%	1,70%	1,53%	1,37%	1,22%
Saquarema	1,88%	1,31%	1,21%	1,11%	1,12%	2,38%	1,36%	1,32%	1,28%	1,24%	1,80%	1,62%	1,45%	1,28%
Silva Jardim	-0,18%	-0,34%	-0,33%	-0,33%	-0,32%	2,24%	0,04%	0,04%	0,04%	0,04%	0,25%	0,25%	0,25%	0,25%
RH VI	2,44%	1,84%	1,73%	1,64%	1,56%	2,79%	1,73%	1,66%	1,60%	1,53%	1,68%	1,40%	1,17%	0,99%

Fonte: Elaboração própria, tendo por base ANA (2021).

DEMANDA HÍDRICA QUANTITATIVA

Tabela 2.8 - Evolução e projeção da população urbana municipal corrigida pelo Censo 2022 no Cenário Tendencial (habitantes)

Municípios	CD	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2028	2033	2038
Araruama	3300209	109.232	110.895	112.901	114.358	115.737	116.940	117.863	120.516	121.989	123.464	124.693	125.913	128.399	141.045	154.194	168.018
Armação dos Búzios	3300233	28.279	29.202	30.262	31.162	32.051	32.928	33.793	35.083	36.070	37.058	38.046	39.033	39.728	42.996	45.881	48.361
Arraial do Cabo	3300258	28.010	28.268	28.572	28.783	28.985	28.937	29.135	29.893	30.173	30.456	30.742	31.030	31.351	33.009	34.753	36.591
Cabo Frio	3300704	143.908	145.295	147.162	148.146	148.948	149.600	150.109	152.434	153.239	153.933	154.513	154.979	157.730	170.920	182.985	193.772
Cachoeiras de Macacu	3300803	47.421	47.315	47.260	47.062	46.849	46.618	46.490	47.214	47.152	47.085	47.006	46.922	47.469	50.277	53.206	56.264
Casimiro de Abreu	3301306	29.271	29.895	30.648	31.208	31.736	32.240	32.715	33.542	34.075	34.585	35.082	35.555	36.128	38.714	40.845	42.702
Iguaba Grande	3301876	23.475	23.906	24.432	24.808	25.158	25.482	25.777	26.368	26.716	27.046	27.358	27.651	28.144	30.432	32.399	34.042
Maricá	3302700	129.656	137.509	146.290	154.401	162.597	170.567	178.501	188.583	197.330	206.159	214.994	223.881	227.918	245.993	260.574	271.963
Rio Bonito	3304300	42.063	42.285	42.559	42.708	42.848	42.853	42.826	43.697	43.838	43.979	43.970	43.959	44.586	47.517	50.216	52.842
Rio das Ostras	3304524	104.903	108.978	113.841	117.617	121.168	124.521	127.667	131.095	133.808	136.249	138.430	140.349	143.083	153.856	160.675	164.832
São Pedro da Aldeia	3305208	84.097	85.388	86.954	88.079	89.136	89.962	90.664	92.704	93.765	94.803	95.768	96.707	98.364	106.523	114.398	121.899
Saquarema	3305505	71.944	72.944	74.186	75.027	75.801	76.504	77.218	78.906	79.824	80.719	81.589	82.434	83.787	90.414	96.736	103.119
Silva Jardim	3305604	16.290	16.416	16.540	16.638	16.737	16.783	16.830	17.312	17.425	17.538	17.603	17.669	17.779	18.238	18.589	18.886
RH VI		858.549	878.297	901.607	919.997	937.750	953.936	969.589	997.348	1.015.404	1.033.075	1.049.795	1.066.081	1.084.467	1.169.933	1.245.451	1.313.292

Fonte: Elaboração própria, tendo por base ANA (2021).

DEMANDA HÍDRICA QUANTITATIVA

Tabela 2.9 - Taxas geométricas de crescimento anual da população urbana municipal corrigida pelo Censo 2022 no Cenário Tendencial (%)

Municípios	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2028	2033	2038
Araruama	1,52%	1,81%	1,29%	1,21%	1,04%	0,79%	2,25%	1,22%	1,21%	1,00%	0,98%	1,97%	1,84%	1,77%	1,71%
Armação dos Búzios	3,27%	3,63%	2,98%	2,85%	2,74%	2,63%	3,82%	2,81%	2,74%	2,67%	2,59%	1,78%	1,47%	1,20%	0,97%
Arraial do Cabo	0,92%	1,08%	0,74%	0,70%	-0,17%	0,68%	2,60%	0,94%	0,94%	0,94%	0,94%	1,04%	1,04%	1,03%	1,04%
Cabo Frio	0,96%	1,29%	0,67%	0,54%	0,44%	0,34%	1,55%	0,53%	0,45%	0,38%	0,30%	1,78%	1,52%	1,28%	1,07%
Cachoeiras de Macacu	-0,22%	-0,12%	-0,42%	-0,45%	-0,49%	-0,27%	1,56%	-0,13%	-0,14%	-0,17%	-0,18%	1,17%	1,15%	1,13%	1,12%
Casimiro de Abreu	2,13%	2,52%	1,83%	1,69%	1,59%	1,47%	2,53%	1,59%	1,50%	1,44%	1,35%	1,61%	1,25%	0,96%	0,85%
Iguaba Grande	1,84%	2,20%	1,54%	1,41%	1,29%	1,16%	2,29%	1,32%	1,24%	1,15%	1,07%	1,78%	1,44%	1,15%	0,90%
Maricá	6,06%	6,39%	5,54%	5,31%	4,90%	4,65%	5,65%	4,64%	4,47%	4,29%	4,13%	1,80%	1,37%	1,03%	0,76%
Rio Bonito	0,53%	0,65%	0,35%	0,33%	0,01%	-0,06%	2,03%	0,32%	0,32%	-0,02%	-0,03%	1,43%	1,19%	1,06%	0,99%
Rio das Ostras	3,88%	4,46%	3,32%	3,02%	2,77%	2,53%	2,68%	2,07%	1,82%	1,60%	1,39%	1,95%	1,18%	0,70%	0,41%
São Pedro da Aldeia	1,54%	1,83%	1,29%	1,20%	0,93%	0,78%	2,25%	1,14%	1,11%	1,02%	0,98%	1,71%	1,54%	1,37%	1,22%
Saquarema	1,39%	1,70%	1,13%	1,03%	0,93%	0,93%	2,19%	1,16%	1,12%	1,08%	1,04%	1,64%	1,46%	1,29%	1,28%
Silva Jardim	0,77%	0,76%	0,59%	0,59%	0,28%	0,28%	2,86%	0,65%	0,65%	0,37%	0,37%	0,63%	0,44%	0,34%	0,29%
RH VI	2,30%	2,65%	2,04%	1,93%	1,73%	1,64%	2,86%	1,81%	1,74%	1,62%	1,55%	1,72%	1,41%	1,17%	1,00%

Fonte: Elaboração própria, tendo por base ANA (2021).

DEMANDA HÍDRICA QUANTITATIVA

Tabela 2.10 - Evolução e projeção da população rural municipal corrigida pelo Censo 2022 no Cenário Tendencial (habitantes)

Municípios	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2028	2033	2038
Araruama	5.018	4.486	3.944	3.359	2.751	2.436	2.106	1.791	1.441	1.077	947	813	673	232	78	22
Armação dos Búzios	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Arraial do Cabo	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Cabo Frio	46.879	47.981	49.274	50.303	51.298	52.243	53.165	54.765	55.860	56.944	58.017	59.078	60.128	65.155	69.755	73.866
Cachoeiras de Macacu	7.292	7.252	7.218	7.163	7.105	7.049	7.007	7.093	7.060	7.026	6.996	6.965	6.932	6.772	6.619	6.472
Casimiro de Abreu	7.089	7.349	7.647	7.903	8.156	8.399	8.638	8.976	9.242	9.507	9.762	10.015	10.265	11.446	12.486	13.216
Iguaba Grande	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Maricá	1.699	1.407	1.101	768	416	356	291	227	157	83	69	57	44	8	1	-
Rio Bonito	13.938	13.572	13.216	12.814	12.405	12.139	11.862	11.825	11.581	11.330	11.222	11.109	10.994	10.691	10.745	11.002
Rio das Ostras	6.089	6.400	6.764	7.071	7.372	7.659	7.939	8.243	8.507	8.759	8.993	9.213	9.422	10.265	10.833	11.155
São Pedro da Aldeia	5.642	5.544	5.457	5.334	5.201	5.228	5.248	5.345	5.384	5.421	5.503	5.583	5.663	6.089	6.527	6.953
Saquarema	3.962	4.148	4.353	4.541	4.730	4.922	5.121	5.391	5.616	5.846	6.081	6.321	6.566	7.848	9.208	10.159
Silva Jardim	5.066	4.904	4.741	4.571	4.401	4.285	4.170	4.159	4.056	3.952	3.896	3.840	3.783	3.590	3.509	3.485
RH VI	102.674	103.043	103.715	103.827	103.835	104.716	105.547	107.815	108.903	109.945	111.487	112.995	114.469	122.097	129.761	136.331

Fonte: Elaboração própria, tendo por base ANA (2021).

DEMANDA HÍDRICA QUANTITATIVA

Tabela 2.11 - Taxas geométricas de crescimento anual da população rural municipal corrigida pelo Censo 2022 no Cenário Tendencial (%)

Municípios	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2028	2033	2038
Araruama	- 10,60 %	- 12,08 %	- 14,83 %	- 18,10 %	- 11,45 %	- 13,55 %	- 14,96 %	- 19,55 %	- 25,23 %	- 12,07 %	- 14,19 %	- 17,20 %	- 17,52 %	- 17,70 %	- 19,71 %
Armação dos Búzios															
Arraial do Cabo															
Cabo Frio	2,35%	2,69%	2,09%	1,98%	1,84%	1,76%	3,01%	2,00%	1,94%	1,88%	1,83%	1,78%	1,52%	1,28%	1,07%
Cachoeiras de Macacu	-0,55%	-0,47%	-0,76%	-0,81%	-0,79%	-0,60%	1,23%	-0,46%	-0,48%	-0,43%	-0,44%	-0,47%	-0,48%	-0,45%	-0,42%
Casimiro de Abreu	3,67%	4,05%	3,35%	3,20%	2,98%	2,85%	3,91%	2,96%	2,87%	2,68%	2,59%	2,50%	2,02%	1,60%	0,85%
Iguaba Grande															
Maricá	- 17,19 %	- 21,75 %	- 30,25 %	- 45,83 %	- 14,42 %	- 18,26 %	- 21,99 %	- 31,02 %	- 47,29 %	- 15,95 %	- 17,47 %	- 22,75 %	- 26,66 %	- 49,60 %	
Rio Bonito	-2,63%	-2,62%	-3,04%	-3,19%	-2,14%	-2,28%	-0,31%	-2,07%	-2,16%	-0,96%	-1,00%	-1,04%	-0,21%	0,33%	0,62%
Rio das Ostras	5,11%	5,69%	4,54%	4,26%	3,89%	3,66%	3,83%	3,20%	2,97%	2,67%	2,45%	2,27%	1,43%	0,88%	0,41%
São Pedro da Aldeia	-1,74%	-1,57%	-2,25%	-2,49%	0,52%	0,38%	1,85%	0,74%	0,67%	1,51%	1,46%	1,43%	1,47%	1,34%	1,21%
Saquarema	4,69%	4,94%	4,32%	4,16%	4,06%	4,04%	5,27%	4,17%	4,09%	4,02%	3,94%	3,88%	3,47%	3,11%	1,28%
Silva Jardim	-3,20%	-3,32%	-3,59%	-3,72%	-2,64%	-2,68%	-0,26%	-2,48%	-2,56%	-1,41%	-1,44%	-1,50%	-0,71%	-0,27%	-0,01%
RH VI	0,36%	0,65%	0,11%	0,01%	0,85%	0,79%	2,15%	1,01%	0,96%	1,40%	1,35%	1,30%	1,30%	1,18%	0,88%

Fonte: Elaboração própria, tendo por base ANA (2021).

2.4.1.1.3 Projeção das demandas hídricas da população urbana e rural

Como já foi comentado no relatório de Diagnóstico, as populações estimadas no Atlas Águas correspondem aos totais municipais; mas também são apresentadas as populações por ottobacias. Com base nestas estimativas e correspondentes projeções, foram acumuladas as demandas hídricas populacionais nas ottobacias que se inserem na parte do município que faz parte da RH VI, resultando na Tabela 2.12 e na Tabela 2.13, que apresentam as demandas hídricas da população e a as correspondentes taxas de crescimento médio anual, para a população urbana, e a Tabela 2.14 e a Tabela 2.15 que apresentam valores análogos correspondendo à população rural.

Tabela 2.12 - Demandas hídricas de abastecimento humano urbano no Cenário Tendencial

Municípios	2023	2028	2033	2038
Araruama	0,409	0,414	0,415	0,414
Armação dos Búzios	0,421	0,427	0,430	0,430
Arraial do Cabo	0,245	0,247	0,247	0,247
Cabo Frio	0,580	0,591	0,597	0,599
Cachoeiras de Macacu	-	-	-	-
Casimiro de Abreu	0,065	0,068	0,070	0,071
Iguaba Grande	0,138	0,140	0,141	0,141
Maricá	0,008	0,008	0,008	0,009
Rio Bonito	0,077	0,080	0,081	0,082
Rio das Ostras	0,109	0,118	0,127	0,133
São Pedro da Aldeia	0,247	0,249	0,250	0,250
Saquarema	0,129	0,131	0,132	0,132
Silva Jardim	0,017	0,017	0,017	0,017
RH VI	2,445	2,489	2,515	2,526

Fonte: Elaboração própria, tendo por base ANA (2021).

Tabela 2.13 - Taxas geométricas médias anuais de crescimento da demanda para abastecimento humano urbano

Municípios	De 2018	De 2023	De 2028	De 2033
	Para 2023	Para 2028	Para 2033	Para 2038
Araruama	1,32%	0,24%	0,06%	-0,03%
Armação dos Búzios	1,38%	0,27%	0,12%	0,02%
Arraial do Cabo	0,73%	0,15%	0,01%	-0,06%
Cabo Frio	1,35%	0,35%	0,21%	0,09%
Cachoeiras de Macacu	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
Casimiro de Abreu	1,48%	0,71%	0,56%	0,38%
Iguaba Grande	1,42%	0,26%	0,12%	0,02%
Maricá	1,62%	0,46%	0,31%	0,16%
Rio Bonito	1,29%	0,76%	0,47%	0,27%
Rio das Ostras	2,56%	1,58%	1,39%	0,96%
São Pedro da Aldeia	1,22%	0,23%	0,08%	-0,01%
Saquarema	1,16%	0,29%	0,15%	0,08%
Silva Jardim	0,77%	0,54%	0,27%	0,13%
RH VI	1,32%	0,36%	0,20%	0,09%

Fonte: Elaboração própria, tendo por base ANA (2021).

Tabela 2.14 - Demandas hídricas de abastecimento humano rural no Cenário Tendencial

Municípios	2023	2028	2033	2038
Araruama	0,001	0,000	0,000	0,000
Armação dos Búzios	-	-	-	-
Arraial do Cabo	-	-	-	-
Cabo Frio	0,084	0,085	0,086	0,087
Cachoeiras de Macacu	0,001	0,001	0,001	0,001
Casimiro de Abreu	0,013	0,014	0,015	0,016
Iguaba Grande	-	-	-	-
Maricá	0,000	-	-	-
Rio Bonito	0,011	0,010	0,010	0,009
Rio das Ostras	0,001	0,001	0,001	0,001
São Pedro da Aldeia	0,008	0,008	0,008	0,008
Saquarema	0,009	0,010	0,011	0,012
Silva Jardim	0,005	0,005	0,005	0,005
RH VI	0,133	0,135	0,138	0,139

Fonte: Elaboração própria, baseada em ANA (2021)

Tabela 2.15 - Taxas geométricas médias anuais de crescimento da demanda para abastecimento humano rural

Municípios	De 2018	De 2023	De 2028	De 2033
	Para 2023	Para 2028	Para 2033	Para 2038
Araruama	-18,26%	-20,5%	-21,0%	-57,5%
Armação dos Búzios	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
Arraial do Cabo	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
Cabo Frio	1,35%	0,35%	0,21%	0,07%
Cachoeiras de Macacu	-0,69%	-0,96%	-1,10%	-1,26%
Casimiro de Abreu	2,43%	1,51%	1,23%	0,67%
Iguaba Grande	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
Maricá	-28,23%	-100%	0,00%	0,00%
Rio Bonito	-1,71%	-1,08%	-0,55%	-0,45%
Rio das Ostras	2,91%	1,85%	1,60%	1,04%
São Pedro da Aldeia	0,54%	0,07%	0,04%	-0,03%
Saquarema	3,45%	2,36%	2,01%	0,88%
Silva Jardim	-1,90%	-1,06%	-0,60%	-0,49%
RH VI	0,84%	0,33%	0,34%	0,13%

Fonte: Elaboração própria, tendo por base ANA (2021).

2.4.1.2 Demandas hídricas da agricultura irrigada

As estimativas de demanda hídricas correspondentes devem considerar as áreas irrigadas, o clima, as características das culturas e dos sistemas de irrigação. As projeções realizadas indicam que a pequena área irrigada de cana-de-açúcar no município de Araruama, em 2019, seria descontinuada em termos futuros, bem como a área fertirrigada desta cultura. Restaria a irrigação de outras culturas, irrigadas por diferentes sistemas. A Tabela 2.16 resume os resultados, sendo que as taxas geométricas de crescimento médio anual são calculadas na Tabela 2.17. As lâminas de irrigação médias foram estimadas para cada município, considerando os sistemas e culturas predominantes. Estas lâminas foram usadas para estimativa das demandas hídricas para irrigação na RH VI.

Tabela 2.16 Demandas hídricas da irrigação no Cenário Tendencial

Municípios	2023	2028	2033	2038
Araruama	0,074	0,085	0,097	0,109
Armação dos Búzios	0,001	0,001	0,001	0,001
Arraial do Cabo	-	-	-	-
Cabo Frio	0,005	0,005	0,006	0,007
Cachoeiras de Macacu	0,000	0,000	0,000	0,000
Casimiro de Abreu	0,005	0,006	0,006	0,007
Iguaba Grande	-	-	-	-
Maricá	-	-	-	-
Rio Bonito	-	-	-	-
Rio das Ostras	0,000	0,000	0,000	0,000
São Pedro da Aldeia	0,000	0,000	0,001	0,001
Saquarema	0,060	0,069	0,079	0,089
Silva Jardim	0,001	0,001	0,002	0,002
RH VI	0,146	0,169	0,193	0,216

Fonte: Elaboração própria, baseada em ANA (2021).

Tabela 2.17 Taxas geométricas médias anuais de crescimento da demanda da irrigação

Municípios	De 2018	De 2023	De 2028	De 2033
	Para 2023	Para 2028	Para 2033	Para 2038
Araruama	8,68%	2,89%	2,70%	2,32%
Armação dos Búzios	8,58%	2,80%	2,69%	2,33%
Arraial do Cabo	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
Cabo Frio	4,77%	2,91%	2,68%	2,36%
Cachoeiras de Macacu	-9,79%	2,93%	2,63%	2,31%
Casimiro de Abreu	3,36%	2,84%	2,70%	2,31%
Iguaba Grande	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
Maricá	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
Rio Bonito	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
Rio das Ostras	3,12%	2,87%	2,72%	2,30%
São Pedro da Aldeia	2,15%	2,72%	2,89%	2,35%
Saquarema	-0,85%	2,87%	2,68%	2,31%
Silva Jardim	-13,32%	2,92%	2,60%	2,30%
RH VI	3,49%	2,88%	2,69%	2,32%

Fonte: Elaboração própria, tendo por base ANA (2021).

2.4.1.3 Demandas hídricas da criação animal

Os rebanhos animais são informados pelo IBGE em suas Pesquisas Pecuárias Municipais, atualizadas anualmente. As demandas de retiradas de água em 2023 foram estimadas aplicando-se os coeficientes técnicos pertinentes, de acordo com o que foi descrito no relatório de Diagnóstico. Nas projeções até 2030 foram aplicados os incrementos médios observados no curto (2006-2014) e médio prazos (2000-2014) nas 137 mesorregiões brasileiras, agrupadas em quatro tipologias de rebanhos: bovinos, suínos, galináceos e outros (ANA, 2019b). A partir de 2031 foi adotado um incremento constante considerando o período de 2000 a 2017, onde foi registrado o maior crescimento anual.

As demandas hídricas resultantes foram lançadas na Tabela 2.18, sendo as taxas geométricas de crescimento médio anual calculadas na Tabela 2.19.

Tabela 2.18 Demandas hídricas da mineração no Cenário Tendencial

Municípios	2023	2028	2033	2038
Araruama	0,030	0,030	0,030	0,031
Armação dos Búzios	0,002	0,002	0,003	0,003
Arraial do Cabo	-	-	-	-
Cabo Frio	0,018	0,018	0,019	0,020
Cachoeiras de Macacu	0,001	0,001	0,001	0,001
Casimiro de Abreu	0,018	0,017	0,017	0,017
Iguaba Grande	0,002	0,002	0,002	0,002
Maricá	0,000	0,000	0,000	0,000
Rio Bonito	0,018	0,021	0,024	0,027
Rio das Ostras	0,001	0,001	0,001	0,001
São Pedro da Aldeia	0,015	0,015	0,015	0,015
Saquarema	0,006	0,006	0,006	0,005
Silva Jardim	0,042	0,047	0,051	0,055
RH VI	0,153	0,161	0,168	0,176

Fonte: Elaboração própria, baseada em ANA (2021).

Tabela 2.19 Taxas geométricas médias anuais de crescimento da demanda da criação de animais

Municípios	De 2018	De 2023	De 2028	De 2033
	Para 2023	Para 2028	Para 2033	Para 2038
Araruama	1,90%	-0,04%	0,12%	0,28%
Armação dos Búzios	3,08%	2,56%	2,38%	2,22%
Arraial do Cabo	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
Cabo Frio	0,62%	0,12%	0,72%	1,24%
Cachoeiras de Macacu	-1,20%	-1,74%	-1,4%	-0,92%
Casimiro de Abreu	0,49%	-0,83%	-0,3%	0,17%
Iguaba Grande	-0,91%	-0,13%	0,57%	1,17%
Maricá	-0,26%	0,20%	-0,1%	-0,31%
Rio Bonito	3,49%	2,91%	2,53%	2,24%
Rio das Ostras	-0,04%	-0,72%	-0,2%	0,24%
São Pedro da Aldeia	-0,24%	-0,06%	0,02%	0,09%
Saquarema	1,83%	-1,22%	-1,3%	-1,31%
Silva Jardim	2,26%	2,36%	1,78%	1,34%
RH VI	1,57%	0,90%	0,93%	0,96%

Fonte: Elaboração própria, tendo por base ANA (2021).

2.4.1.4 Demandas hídricas do abastecimento industrial

Nas projeções até 2030 do Manual de Usos Consuntivos de Água no Brasil (ANA 2019) foram usadas as taxas médias de crescimento geométrico das demandas industriais observadas no curto prazo (2008-2013) e no médio prazo (2002-2013), calculadas para as 137 mesorregiões brasileiras utilizando um agrupamento das tipologias considerando as indústrias predominantemente rurais (CNAE 2.0: 10 - Fabricação de produtos alimentícios, 16 -

Fabricação de produtos de madeira e 17 - Fabricação de celulose, papel e produtos de papel) e predominantemente urbanas (demais tipologias). Elas foram aplicadas aos municípios correspondentes. Estes resultados são apresentados em planilha disponibilizada pela ANA em seu Sistema Nacional de Informações sobre Recursos Hídricos. A extensão de 2030 a 2050, apresentada no Atlas Água (ANA, 2021a) adotou para projeção da demanda do 6º ano, a taxa média de crescimento das demandas dos 5 anos anteriores.

As demandas hídricas projetadas são apresentadas no Tabela 2.20, sendo que as taxas geométricas de crescimento médio anual calculadas no Tabela 2.21

Tabela 2.20 Demandas hídricas industriais no Cenário Tendencial

Municípios	2023	2028	2033	2038
Araruama	0,005	0,005	0,006	0,006
Armação dos Búzios	0,000	0,000	0,000	0,000
Arraial do Cabo	0,001	0,001	0,001	0,001
Cabo Frio	0,092	0,097	0,102	0,107
Cachoeiras de Macacu	-	-	-	-
Casimiro de Abreu	0,004	0,005	0,005	0,005
Iguaba Grande	0,000	0,000	0,000	0,000
Maricá	0,000	0,000	0,000	0,000
Rio Bonito	0,010	0,011	0,011	0,012
Rio das Ostras	0,003	0,003	0,003	0,003
São Pedro da Aldeia	0,001	0,001	0,001	0,002
Saquarema	0,004	0,005	0,005	0,005
Silva Jardim	0,001	0,001	0,002	0,002
RH VI	0,123	0,131	0,138	0,145

Fonte: Elaboração própria, baseada em ANA (2021a).

Tabela 2.21 Taxas geométricas médias anuais de crescimento da demanda industrial

Municípios	De 2018	De 2023	De 2028	De 2033
	Para 2023	Para 2028	Para 2033	Para 2038
Araruama	1,87%	2,41%	1,65%	1,79%
Armação dos Búzios	-0,39%	1,73%	0,10%	2,89%
Arraial do Cabo	1,11%	1,46%	1,61%	1,34%
Cabo Frio	0,14%	1,02%	0,96%	0,98%
Cachoeiras de Macacu	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
Casimiro de Abreu	0,34%	1,44%	1,01%	0,89%
Iguaba Grande	0,23%	3,07%	0,71%	1,20%
Maricá	0,55%	2,13%	1,65%	1,90%
Rio Bonito	0,67%	0,91%	1,29%	1,45%
Rio das Ostras	1,17%	1,55%	1,26%	1,43%
São Pedro da Aldeia	1,12%	2,26%	1,07%	1,43%
Saquarema	-0,13%	2,04%	0,82%	1,20%
Silva Jardim	1,37%	1,95%	1,67%	1,35%
RH VI	0,29%	1,17%	1,03%	1,09%

Fonte: Elaboração própria, tendo por base ANA (2021a).

2.4.1.5 Demandas hídricas da mineração

Na atualização do Atlas Água (ANA, 2021a) foram adotadas as estimativas até 2030 do Manual de Usos Consuntivos de Água no Brasil (ANA, 2019) que adotou os coeficientes técnicos baseados nas informações sobre produção minerária, obtidas em diferentes fontes e processadas conforme é detalhado no referido Manual.

A extensão a partir de 2030 do Atlas Água (ANA, 2021a) foi adotado para projeção da demanda do 6º. ano, a taxa média de crescimento das demandas dos 5 anos anteriores.

As demandas hídricas projetadas são apresentadas na Tabela 2.22, sendo que as taxas geométricas de crescimento médio anual calculadas na Tabela 2.23.

Tabela 2.22 Demandas hídricas da mineração no Cenário Tendencial

Municípios	2023	2028	2033	2038
Araruama	0,001	0,001	0,001	0,001
Armação dos Búzios	-	-	-	-
Arraial do Cabo	-	-	-	-
Cabo Frio	0,001	0,001	0,002	0,002
Cachoeiras de Macacu	-	-	-	-
Casimiro de Abreu	0,000	0,000	0,000	0,000
Iguaba Grande	-	-	-	-
Maricá	0,000	0,000	0,000	0,000
Rio Bonito	0,000	0,000	0,000	0,000
Rio das Ostras	-	-	-	-
São Pedro da Aldeia	0,001	0,002	0,002	0,002
Squarema	0,000	0,000	0,000	0,000
Silva Jardim	0,000	0,000	0,000	0,000
RH VI	0,003	0,004	0,005	0,006

Tabela 2.23 Taxas geométricas médias anuais de crescimento da demanda da mineração

Municípios	De 2018	De 2023	De 2028	De 2033
	Para 2023	Para 2028	Para 2033	Para 2038
Araruama	-31%	4,77%	3,37%	1,79%
Armação dos Búzios	0,0%	0,00%	0,00%	2,89%
Arraial do Cabo	0,0%	0,00%	0,00%	1,34%
Cabo Frio	-13%	4,77%	3,37%	0,98%
Cachoeiras de Macacu	0,0%	0,00%	0,00%	0,00%
Casimiro de Abreu	-8%	4,77%	3,37%	0,89%
Iguaba Grande	0,0%	0,00%	0,00%	1,20%
Maricá	-4%	4,77%	3,37%	1,90%
Rio Bonito	4,8%	4,77%	3,37%	1,45%
Rio das Ostras	0,0%	0,00%	0,00%	1,43%
São Pedro da Aldeia	-6%	4,77%	3,37%	1,43%
Squarema	-12%	4,77%	3,37%	1,20%
Silva Jardim	-23%	4,77%	3,37%	1,35%
RH VI	-17%	4,77%	3,37%	1,09%

Fonte: Elaboração própria, tendo por base ANA (2021).

2.4.1.6 Demanda hídrica total

As demandas hídricas totais são acumuladas na Tabela 2.24, sendo que as taxas geométricas de crescimento médio anual calculadas na Tabela 2.25.

Tabela 2.24 Demandas hídricas totais no Cenário Tendencial

Municípios	2023	2028	2033	2038
Araruama	0,519	0,535	0,549	0,561
Armação dos Búzios	0,425	0,431	0,434	0,435
Arraial do Cabo	0,246	0,248	0,249	0,248
Cabo Frio	0,780	0,798	0,812	0,822
Cachoeiras de Macacu	0,002	0,002	0,002	0,002
Casimiro de Abreu	0,106	0,110	0,113	0,116
Iguaba Grande	0,140	0,142	0,143	0,143
Maricá	0,009	0,009	0,009	0,009
Rio Bonito	0,116	0,121	0,126	0,131
Rio das Ostras	0,114	0,123	0,132	0,139
São Pedro da Aldeia	0,272	0,276	0,277	0,278
Saquarema	0,209	0,221	0,233	0,243
Silva Jardim	0,066	0,072	0,077	0,081
RH VI	3,005	3,089	3,156	3,208

Fonte: Elaboração própria, baseada em ANA (2021).

Neste Cenário Tendencial o crescimento das demandas hídricas não é significativo. Em termos totais, o aumento até 2038 representa apenas 6,75% da demanda hídrica total estimada em 2023.

Tabela 2.25 Taxas geométricas médias anuais de crescimento da demanda total

Municípios	De 2018	De 2023	De 2028	De 2033
	Para 2023	Para 2028	Para 2033	Para 2038
Araruama	2,00%	0,62%	0,51%	0,44%
Armação dos Búzios	1,40%	0,29%	0,14%	0,05%
Arraial do Cabo	0,73%	0,16%	0,02%	-0,06%
Cabo Frio	1,17%	0,45%	0,33%	0,25%
Cachoeiras de Macacu	-2,02%	-0,99%	-0,80%	-0,60%
Casimiro de Abreu	1,44%	0,70%	0,65%	0,54%
Iguaba Grande	1,38%	0,26%	0,13%	0,04%
Maricá	1,40%	0,48%	0,34%	0,21%
Rio Bonito	1,26%	0,97%	0,83%	0,71%
Rio das Ostras	2,51%	1,57%	1,38%	0,97%
São Pedro da Aldeia	1,07%	0,25%	0,11%	0,03%
Saquarema	0,64%	1,14%	1,03%	0,89%
Silva Jardim	0,98%	1,65%	1,28%	0,98%
RH VI	1,33%	0,55%	0,43%	0,33%

Fonte: Elaboração própria, tendo por base ANA (2021).

2.4.2 Projeções para os demais cenários

Em todos os casos se supõe que não existem alterações no curto prazo, vale dizer, entre 2023 e 2028, em relação ao Cenário Tendencial. A justificativa é que há necessidade de tempo para que as alterações nos cenários sejam correspondidas com alterações nas demandas hídricas.

Considerando a lógica de cada cenário alternativo (Tecnológico, Ecológico e Eco-tecnológico) as hipóteses apresentadas na Tabela 2.26 foram adotadas.

As justificativas para as hipóteses são:

1. **Demandas hídricas da população urbana:** o Cenário Tecnológico é aquele que o crescimento populacional é mantido no máximo, estimulado pelo crescimento acelerado da economia; o mesmo ocorre no Cenário Ecotecnológico, com a diferença que neste último existem investimentos no controle dos impactos ambientais. O Cenário Ecológico é caracterizado pela contenção do crescimento populacional, decorrente do controle ambiental e rigor nos processos de licenciamento.
2. **Demandas hídricas da indústria, mineração e criação de animais:** são atividades econômicas que se supõe acompanhar a lógica do crescimento populacional;
3. **Demandas hídricas da população rural:** entende-se ocorrer um efeito inverso aos dos Cenários Tecnológico e Ecotecnológico: quando a população urbana cresce, a rural decresce, devido à atração que o meio urbano exerce sobre a população rural, em busca de oportunidades de emprego e renda; no Cenário Ecológico a população cresce com as mesmas taxas do Cenário Tendencial, mantendo a tendência observada;
4. **Demandas hídricas para irrigação:** no Cenário Tecnológico admite-se ocorrer um processo acelerado de desenvolvimento da área potencialmente irrigável, que alcança até 2038 80% do potencial efetivo, o que determina um aumento anual da área irrigada 13,64 vezes o que é previsto no Cenário Tendencial. No Cenário Ecológico entende-se que as dificuldades de licenciamento impedem o crescimento da área irrigada além de 2028. E no Cenário Ecotecnológico a prospecção é que o aumento anual da área irrigada é de 5 vezes o que é observado no Cenário Tendencial. Isto incorpora à irrigação 29,3% do potencial efetivo.

Tabela 2.26 - Hipóteses sobre as taxas de crescimento das demandas hídricas nos cenários alternativos, tendo por referência os incrementos no Cenário Tendencial

Demandas Hídricas	Cenários Alternativos		
	Tecnológico	Ecológico	Eco-Tecnológico
Humanas urbanas	Aumentam no máximo verificado ou projetado entre 2011 e 2038	Aumentam no mínimo verificado ou projetado entre 2011 e 2038	Aumentam no máximo verificado ou projetado entre 2011 e 2038
Indústria, Mineração e Criação de Animais			
Humanas rurais	Aumento a taxas mínimas, históricas ou projetadas	Sem alteração	Aumento a taxas mínimas, históricas ou projetadas
Irrigação	Incorpora 80% da área irrigada do potencial efetivo até 2038 (o que resulta em um aumento de 13,64 vezes a área anual incorporada no Cenário Tendencial)	Não cresce a partir de 2028	Alcança um percentual intermediário de crescimento da área irrigada em relação ao potencial efetivo (o que resulta em um aumento de 5 vezes a área anual incorporada no Cenário Tendencial)

Fonte: Elaboração própria.

Nas tabelas a seguir são apresentados os resultados encontrados relacionados a demandas hídricas em cada categoria e cenários. A Figura 2.7 ilustra a evolução das demandas hídricas totais em cada cenário, evidenciando o contraste estabelecido em decorrência das hipóteses adotadas.

No Anexo 1 são apresentadas as taxas geométricas de crescimento anual médio das demandas hídricas para cada uso consuntivo. E os valores médios anuais de área irrigada incorporada.

DEMANDA HÍDRICA QUANTITATIVA

Tabela 2.27 - Demandas hídricas para abastecimento da população urbana nas parcelas municipais dentro da RH VI (m3/s)

Municípios	Tendencial					Tecnológico					Ecológico					Eco-Tecnológico				
	2018	2023	2028	2033	2038	2018	2023	2028	2033	2038	2018	2023	2028	2033	2038	2018	2023	2028	2033	2038
Araruama	0,383	0,409	0,414	0,415	0,414	0,383	0,409	0,414	0,442	0,472	0,383	0,409	0,414	0,128	0,002	0,383	0,409	0,414	0,442	0,472
Armação Búzios	0,393	0,421	0,427	0,430	0,430	0,393	0,421	0,427	0,457	0,490	0,393	0,421	0,427	0,427	0,427	0,393	0,421	0,427	0,457	0,490
Arraial do Cabo	0,237	0,245	0,247	0,247	0,247	0,237	0,245	0,247	0,256	0,266	0,237	0,245	0,247	0,247	0,247	0,237	0,245	0,247	0,256	0,266
Cabo Frio	0,543	0,580	0,591	0,597	0,599	0,543	0,580	0,591	0,632	0,676	0,543	0,580	0,591	0,597	0,599	0,543	0,580	0,591	0,632	0,676
Cachoeiras Macacu	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Casimiro de Abreu	0,061	0,065	0,068	0,070	0,071	0,061	0,065	0,068	0,073	0,078	0,061	0,065	0,068	0,072	0,074	0,061	0,065	0,068	0,073	0,078
Iguaba Grande	0,129	0,138	0,140	0,141	0,141	0,129	0,138	0,140	0,150	0,161	0,129	0,138	0,140	0,140	0,140	0,129	0,138	0,140	0,150	0,161
Maricá	0,008	0,008	0,008	0,008	0,009	0,008	0,008	0,008	0,009	0,010	0,008	0,008	0,008	0,008	0,008	0,008	0,008	0,008	0,009	0,010
Rio Bonito	0,072	0,077	0,080	0,081	0,082	0,072	0,077	0,080	0,085	0,090	0,072	0,077	0,080	0,077	0,076	0,072	0,077	0,080	0,085	0,090
Rio das Ostras	0,096	0,109	0,118	0,127	0,133	0,096	0,109	0,118	0,134	0,152	0,096	0,109	0,118	0,128	0,135	0,096	0,109	0,118	0,134	0,152
São Pedro Aldeia	0,232	0,247	0,249	0,250	0,250	0,232	0,247	0,249	0,265	0,282	0,232	0,247	0,249	0,250	0,250	0,232	0,247	0,249	0,265	0,282
Saquarema	0,122	0,129	0,131	0,132	0,132	0,122	0,129	0,131	0,138	0,147	0,122	0,129	0,131	0,144	0,151	0,122	0,129	0,131	0,138	0,147
Silva Jardim	0,016	0,017	0,017	0,017	0,017	0,016	0,017	0,017	0,018	0,018	0,016	0,017	0,017	0,017	0,016	0,016	0,017	0,017	0,018	0,018
RH VI	2,290	2,445	2,489	2,515	2,526	2,290	2,445	2,489	2,659	2,841	2,290	2,445	2,489	2,235	2,124	2,290	2,445	2,489	2,659	2,841

Fonte: Elaboração própria.

Tabela 2.28 Demandas hídricas para abastecimento da população rural nas parcelas municipais dentro da RH VI (m3/s)

Municípios	Tendencial					Tecnológico					Ecológico					Eco-Tecnológico				
	2018	2023	2028	2033	2038	2018	2023	2028	2033	2038	2018	2023	2028	2033	2038	2018	2023	2028	2033	2038
Araruama	0,003	0,001	0,000	0,000	0,000	0,003	0,001	0,000	0,000	0,000	0,003	0,001	0,000	0,000	0,000	0,003	0,001	0,000	0,000	0,000
Armação Búzios	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Arraial do Cabo	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Cabo Frio	0,079	0,084	0,085	0,086	0,087	0,079	0,084	0,085	0,086	0,087	0,079	0,084	0,085	0,086	0,087	0,079	0,084	0,085	0,086	0,087
Cachoeiras Macacu	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001
Casimiro de Abreu	0,012	0,013	0,014	0,015	0,016	0,012	0,013	0,014	0,015	0,016	0,012	0,013	0,014	0,015	0,016	0,012	0,013	0,014	0,015	0,016
Iguaba Grande	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Maricá	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Rio Bonito	0,011	0,011	0,010	0,010	0,009	0,011	0,011	0,010	0,010	0,009	0,011	0,011	0,010	0,010	0,009	0,011	0,011	0,010	0,010	0,009
Rio das Ostras	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001
São Pedro Aldeia	0,008	0,008	0,008	0,008	0,008	0,008	0,008	0,008	0,008	0,008	0,008	0,008	0,008	0,008	0,008	0,008	0,008	0,008	0,008	0,008

DEMANDA HÍDRICA QUANTITATIVA

Municípios	Tendencial					Tecnológico					Ecológico					Eco-Tecnológico				
	2018	2023	2028	2033	2038	2018	2023	2028	2033	2038	2018	2023	2028	2033	2038	2018	2023	2028	2033	2038
Saquarema	0,008	0,009	0,010	0,011	0,012	0,008	0,009	0,010	0,011	0,012	0,008	0,009	0,010	0,011	0,012	0,008	0,009	0,010	0,011	0,012
Silva Jardim	0,006	0,005	0,005	0,005	0,005	0,006	0,005	0,005	0,005	0,005	0,006	0,005	0,005	0,005	0,005	0,006	0,005	0,005	0,005	0,005
RH VI	0,128	0,133	0,135	0,138	0,139	0,128	0,133	0,135	0,138	0,139	0,128	0,133	0,135	0,138	0,139	0,128	0,133	0,135	0,138	0,139

Fonte: Elaboração própria.

Tabela 2.29 Demandas hídricas da indústria de transformação nas parcelas municipais dentro da RH VI (m3/s)

Municípios	Tendencial					Tecnológico					Ecológico					Eco-Tecnológico				
	2018	2023	2028	2033	2038	2018	2023	2028	2033	2038	2018	2023	2028	2033	2038	2018	2023	2028	2033	2038
Araruama	0,004	0,005	0,005	0,006	0,006	0,004	0,005	0,005	0,006	0,007	0,004	0,005	0,005	0,006	0,006	0,004	0,005	0,005	0,006	0,007
Armação Búzios	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,001	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,001
Arraial do Cabo	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001
Cabo Frio	0,092	0,092	0,097	0,102	0,107	0,092	0,092	0,097	0,102	0,108	0,092	0,092	0,097	0,098	0,099	0,092	0,092	0,097	0,102	0,108
Cachoeiras Macacu	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Casimiro de Abreu	0,004	0,004	0,005	0,005	0,005	0,004	0,004	0,005	0,005	0,005	0,004	0,004	0,005	0,005	0,005	0,004	0,004	0,005	0,005	0,005
Iguaba Grande	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Maricá	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Rio Bonito	0,010	0,010	0,011	0,011	0,012	0,010	0,010	0,011	0,012	0,012	0,010	0,010	0,011	0,011	0,012	0,010	0,010	0,011	0,012	0,012
Rio das Ostras	0,002	0,003	0,003	0,003	0,003	0,002	0,003	0,003	0,003	0,003	0,002	0,003	0,003	0,003	0,003	0,002	0,003	0,003	0,003	0,003
São Pedro Aldeia	0,001	0,001	0,001	0,001	0,002	0,001	0,001	0,001	0,002	0,002	0,001	0,001	0,001	0,001	0,002	0,001	0,001	0,001	0,002	0,002
Saquarema	0,004	0,004	0,005	0,005	0,005	0,004	0,004	0,005	0,005	0,006	0,004	0,004	0,005	0,005	0,005	0,004	0,004	0,005	0,005	0,006
Silva Jardim	0,001	0,001	0,001	0,002	0,002	0,001	0,001	0,001	0,002	0,002	0,001	0,001	0,001	0,001	0,002	0,001	0,001	0,001	0,002	0,002
RH VI	0,121	0,123	0,131	0,138	0,145	0,121	0,123	0,131	0,139	0,148	0,121	0,123	0,131	0,133	0,135	0,121	0,123	0,131	0,139	0,148

Fonte: Elaboração própria.

Tabela 2.30 Demandas hídricas da mineração nas parcelas municipais dentro da RH VI (m3/s)

Municípios	Tendencial					Tecnológico					Ecológico					Eco-Tecnológico				
	2018	2023	2028	2033	2038	2018	2023	2028	2033	2038	2018	2023	2028	2033	2038	2018	2023	2028	2033	2038
Araruama	0,004	0,001	0,001	0,001	0,001	0,004	0,001	0,001	0,001	0,001	0,004	0,001	0,001	0,000	0,000	0,004	0,001	0,001	0,001	0,001
Armação Búzios	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Arraial do Cabo	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000

DEMANDA HÍDRICA QUANTITATIVA

Municípios	Tendencial					Tecnológico					Ecológico					Eco-Tecnológico				
	2018	2023	2028	2033	2038	2018	2023	2028	2033	2038	2018	2023	2028	2033	2038	2018	2023	2028	2033	2038
Cabo Frio	0,002	0,001	0,001	0,002	0,002	0,002	0,001	0,001	0,002	0,002	0,002	0,001	0,001	0,001	0,000	0,002	0,001	0,001	0,002	0,002
Cachoeiras Macacu	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	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	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Iguaba Grande	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Maricá	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Rio Bonito	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	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	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
São Pedro Aldeia	0,002	0,001	0,002	0,002	0,002	0,002	0,001	0,002	0,002	0,002	0,002	0,001	0,002	0,001	0,001	0,002	0,001	0,002	0,002	0,002
Saquarema	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Silva Jardim	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
RH VI	0,009	0,003	0,004	0,005	0,006	0,009	0,003	0,004	0,005	0,006	0,009	0,003	0,004	0,002	0,001	0,009	0,003	0,004	0,005	0,006

Fonte: Elaboração própria.

Tabela 2.31 Demandas hídricas da criação de animais nas parcelas municipais dentro da RH VI (m3/s)

Municípios	Tendencial					Tecnológico					Ecológico					Eco-Tecnológico				
	2018	2023	2028	2033	2038	2018	2023	2028	2033	2038	2018	2023	2028	2033	2038	2018	2023	2028	2033	2038
Araruama	0,027	0,030	0,030	0,030	0,031	0,027	0,030	0,030	0,033	0,036	0,027	0,030	0,030	0,030	0,030	0,027	0,030	0,030	0,033	0,036
Armação Búzios	0,002	0,002	0,002	0,003	0,003	0,002	0,002	0,002	0,003	0,003	0,002	0,002	0,002	0,003	0,003	0,002	0,002	0,002	0,003	0,003
Arraial do Cabo	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Cabo Frio	0,017	0,018	0,018	0,019	0,020	0,017	0,018	0,018	0,019	0,020	0,017	0,018	0,018	0,018	0,018	0,017	0,018	0,018	0,019	0,020
Cachoeiras Macacu	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001
Casimiro de Abreu	0,017	0,018	0,017	0,017	0,017	0,017	0,018	0,017	0,017	0,018	0,017	0,018	0,017	0,016	0,016	0,017	0,018	0,017	0,017	0,018
Iguaba Grande	0,002	0,002	0,002	0,002	0,002	0,002	0,002	0,002	0,002	0,002	0,002	0,002	0,002	0,002	0,002	0,002	0,002	0,002	0,002	0,002
Maricá	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Rio Bonito	0,015	0,018	0,021	0,024	0,027	0,015	0,018	0,021	0,025	0,030	0,015	0,018	0,021	0,023	0,026	0,015	0,018	0,021	0,025	0,030
Rio das Ostras	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001
São Pedro Aldeia	0,015	0,015	0,015	0,015	0,015	0,015	0,015	0,015	0,015	0,015	0,015	0,015	0,015	0,015	0,015	0,015	0,015	0,015	0,015	0,015
Saquarema	0,006	0,006	0,006	0,006	0,005	0,006	0,006	0,006	0,007	0,007	0,006	0,006	0,006	0,006	0,005	0,006	0,006	0,006	0,007	0,007
Silva Jardim	0,037	0,042	0,047	0,051	0,055	0,037	0,042	0,047	0,053	0,059	0,037	0,042	0,047	0,050	0,054	0,037	0,042	0,047	0,053	0,059

DEMANDA HÍDRICA QUANTITATIVA

Municípios	Tendencial					Tecnológico					Ecológico					Eco-Tecnológico				
	2018	2023	2028	2033	2038	2018	2023	2028	2033	2038	2018	2023	2028	2033	2038	2018	2023	2028	2033	2038
RH VI	0,142	0,153	0,161	0,168	0,176	0,142	0,153	0,161	0,176	0,193	0,142	0,153	0,161	0,165	0,170	0,142	0,153	0,161	0,176	0,193

Fonte: Elaboração própria

Tabela 2.32 Demandas hídricas da irrigação nas parcelas municipais dentro da RH VI (m3/s)

Municípios	Tendencial					Tecnológico					Ecológico					Eco-Tecnológico				
	2018	2023	2028	2033	2038	2018	2023	2028	2033	2038	2018	2023	2028	2033	2038	2018	2023	2028	2033	2038
Araruama	0,049	0,074	0,085	0,097	0,109	0,049	0,074	0,085	0,148	0,211	0,049	0,074	0,085	0,085	0,085	0,049	0,074	0,085	0,108	0,131
Armação Búzios	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,003	0,005	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,002	0,002
Arraial do Cabo	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Cabo Frio	0,004	0,005	0,005	0,006	0,007	0,004	0,005	0,005	0,009	0,013	0,004	0,005	0,005	0,005	0,005	0,004	0,005	0,005	0,007	0,008
Cachoeiras Macacu	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,010	0,020	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,004	0,007
Casimiro de Abreu	0,004	0,005	0,006	0,006	0,007	0,004	0,005	0,006	0,016	0,025	0,004	0,005	0,006	0,006	0,006	0,004	0,005	0,006	0,009	0,013
Iguaba Grande	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Maricá	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Rio Bonito	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	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	0,005	0,010	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,002	0,004
São Pedro Aldeia	0,000	0,000	0,000	0,001	0,001	0,000	0,000	0,000	0,001	0,001	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,001
Saquarema	0,063	0,060	0,069	0,079	0,089	0,063	0,060	0,069	0,171	0,272	0,063	0,060	0,069	0,069	0,069	0,063	0,060	0,069	0,106	0,144
Silva Jardim	0,003	0,001	0,001	0,002	0,002	0,003	0,001	0,001	0,003	0,005	0,003	0,001	0,001	0,001	0,001	0,003	0,001	0,001	0,002	0,003
RH VI	0,123	0,146	0,169	0,193	0,216	0,123	0,146	0,169	0,365	0,561	0,123	0,146	0,169	0,169	0,169	0,123	0,146	0,169	0,241	0,312

Fonte: Elaboração própria

DEMANDA HÍDRICA QUANTITATIVA

Tabela 2.33 Demandas hídricas totais nas parcelas municipais dentro da RH VI (m³/s)

Municípios	Tendencial					Tecnológico					Ecológico					Eco-Tecnológico				
	2018	2023	2028	2033	2038	2018	2023	2028	2033	2038	2018	2023	2028	2033	2038	2018	2023	2028	2033	2038
Araruama	0,470	0,519	0,535	0,549	0,561	0,470	0,519	0,535	0,630	0,727	0,470	0,519	0,535	0,248	0,123	0,470	0,519	0,535	0,590	0,647
Armação Búzios	0,396	0,425	0,431	0,434	0,435	0,396	0,425	0,431	0,463	0,498	0,396	0,425	0,431	0,431	0,432	0,396	0,425	0,431	0,462	0,496
Arraial do Cabo	0,238	0,246	0,248	0,249	0,248	0,238	0,246	0,248	0,258	0,267	0,238	0,246	0,248	0,248	0,248	0,238	0,246	0,248	0,258	0,267
Cabo Frio	0,736	0,780	0,798	0,812	0,822	0,736	0,780	0,798	0,850	0,905	0,736	0,780	0,798	0,805	0,808	0,736	0,780	0,798	0,848	0,900
Cachoeiras Macacu	0,002	0,002	0,002	0,002	0,002	0,002	0,002	0,002	0,012	0,021	0,002	0,002	0,002	0,002	0,002	0,002	0,002	0,002	0,006	0,009
Casimiro de Abreu	0,099	0,106	0,110	0,113	0,116	0,099	0,106	0,110	0,126	0,143	0,099	0,106	0,110	0,114	0,116	0,099	0,106	0,110	0,120	0,131
Iguaba Grande	0,131	0,140	0,142	0,143	0,143	0,131	0,140	0,142	0,153	0,164	0,131	0,140	0,142	0,142	0,142	0,131	0,140	0,142	0,153	0,164
Maricá	0,008	0,009	0,009	0,009	0,009	0,008	0,009	0,009	0,010	0,010	0,008	0,009	0,009	0,009	0,009	0,008	0,009	0,009	0,010	0,010
Rio Bonito	0,109	0,116	0,121	0,126	0,131	0,109	0,116	0,121	0,131	0,142	0,109	0,116	0,121	0,122	0,123	0,109	0,116	0,121	0,131	0,142
Rio das Ostras	0,101	0,114	0,123	0,132	0,139	0,101	0,114	0,123	0,145	0,168	0,101	0,114	0,123	0,133	0,140	0,101	0,114	0,123	0,141	0,162
São Pedro Aldeia	0,258	0,272	0,276	0,277	0,278	0,258	0,272	0,276	0,292	0,309	0,258	0,272	0,276	0,276	0,275	0,258	0,272	0,276	0,292	0,309
Saquarema	0,202	0,209	0,221	0,233	0,243	0,202	0,209	0,221	0,332	0,444	0,202	0,209	0,221	0,235	0,242	0,202	0,209	0,221	0,268	0,315
Silva Jardim	0,063	0,066	0,072	0,077	0,081	0,063	0,066	0,072	0,080	0,089	0,063	0,066	0,072	0,075	0,078	0,063	0,066	0,072	0,079	0,087
RH VI	2,813	3,005	3,089	3,156	3,208	2,813	3,005	3,089	3,482	3,888	2,813	3,005	3,089	2,841	2,738	2,813	3,005	3,089	3,357	3,639

Fonte: Elaboração própria

DEMANDA HÍDRICA QUANTITATIVA

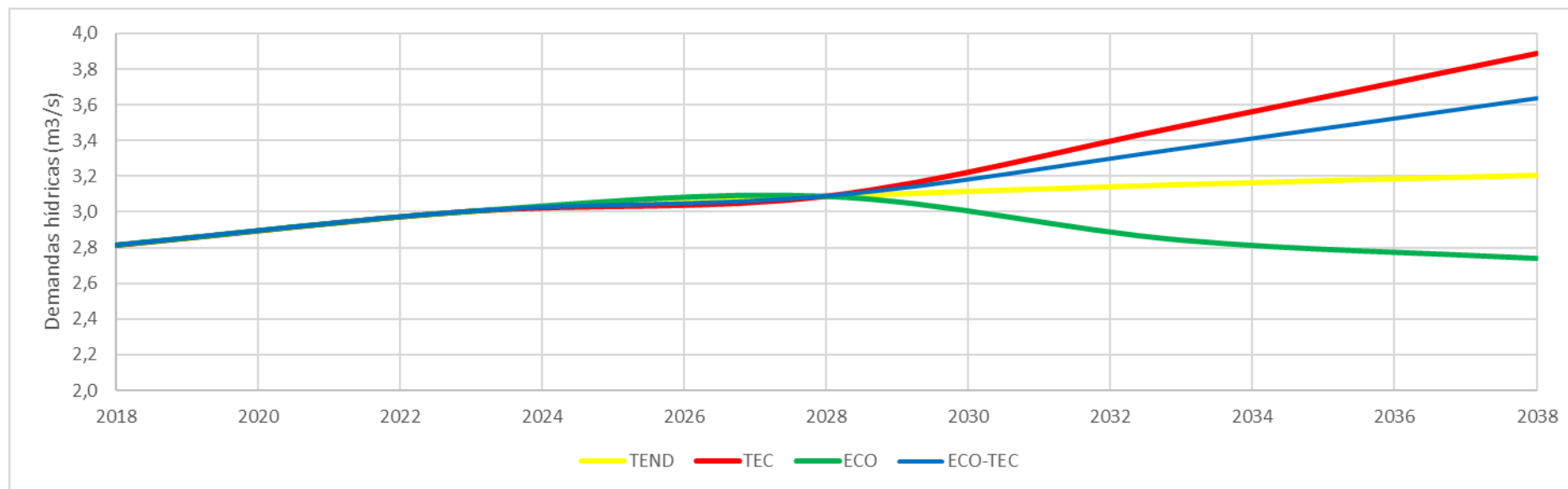


Figura 2.7 Evolução das demandas hídricas totais em cada cenário.

3 BALANÇO HÍDRICO QUANTITATIVO

O balanço hídrico quantitativo serve como indicador do nível de comprometimento hídrico, desempenhando um papel crucial na identificação da parcela da disponibilidade hídrica utilizada para atender aos usos consuntivos. Essa relação é estabelecida pela razão entre a demanda e a oferta, expressa em termos percentuais de comprometimento hídrico.

A demanda refere-se à soma das estimativas de vazão de retirada destinada aos diversos usos consuntivos setoriais, associada aos seus locais de utilização. Já a oferta corresponde a uma vazão de alta garantia (por exemplo, a vazão Q95), definida como disponibilidade hídrica. Nos itens a seguir é apresentada a metodologia aplicada para o cálculo de balanço hídrico quantitativo na RH-VI.

3.1 Síntese metodológica

O balanço hídrico da RH-VI foi realizado para cada uma das UHPs a partir dos resultados de disponibilidade hídrica provenientes dos resultados de vazão gerados através do modelo MGB e da sua respectiva regionalização, em conjunto com os resultados de demanda hídrica, obtidas através dos metadados da ANA.

Assim, obteve-se o resultado do balanço hídrico generalizado para cada UHP e discretizado por trechos de rio. Para a realização do balanço hídrico foi utilizado o pacote de ferramentas WARM-GIS (Kayser e Collischonn, 2013; HGE, 2017), de forma integrada ao software QGIS, versão 3.4.11. O modelo foi aplicado para todas as UHPs, com exceção da UHP-g (Armação de Búzios) que não apresenta rede de drenagem aparente.

3.2 Descrição do modelo de balanço hídrico

O pacote de ferramentas WARM-GIS consiste em um sistema de apoio à decisão utilizado no gerenciamento de bacias hidrográficas. Desenvolvido pelo Instituto de Pesquisas Hidráulicas (IPH/UFRGS), esse pacote de ferramentas é utilizado acoplado a um software de SIG.

A partir de uma base hidrográfica pré-definida e da inserção de dados de disponibilidade hídrica e de usos de água (retiradas, lançamentos de efluentes e reservatórios), é realizada

uma simulação quantitativa que possibilita a verificação dos impactos dos usos sobre a disponibilidade da água. O modelo opera em regime permanente, ou seja, sem variação no tempo, permitindo um retrato da bacia hidrográfica em um determinado momento, geralmente em um cenário de pouca disponibilidade hídrica. Esse período de análise pode ser caracterizado estatisticamente como uma vazão de referência (normalmente a vazão com 90% ou 95% de permanência). A Figura 3.1 apresenta um esquema do modelo de balanço hídrico do WARM-GIS.

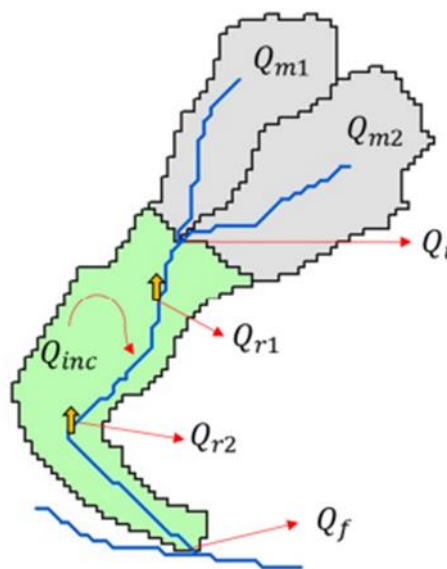


Figura 3.1 - Esquema de representação do módulo de Balanço Hídrico do WARM-GIS.
Fonte: Kayser e Collischonn (2017).

Na figura, Q_{m1} , Q_{m2} , ..., Q_{mn} são as vazões remanescentes das minibacias de montante; Q_i é a vazão inicial da minibacia; Q_{inc} é a vazão incremental da minibacia; Q_{r1} , Q_{r2} , ..., Q_{rn} são os pontos de retirada localizados em qualquer local no interior da minibacia; e Q_f é a vazão remanescente final da minibacia;

O resultado do módulo do balanço hídrico é expresso através do Índice de Estresse Hídrico (IEH), que relaciona a quantidade de água disponível (Q_{disp}) e a quantidade de água remanescente (Q_f) em cada trecho de rio (Kayser e Collischonn, 2017).

$$IEH = \frac{Q_{disp} - Q_f}{Q_{disp}} * 100$$

Onde Q_{disp} é a vazão disponível, representada pela vazão natural acrescida do efeito dos reservatórios e transposições.

3.3 Dados de entrada do modelo de balanço hídrico

O balanço hídrico calculado pelo modelo WARM-GIS foi obtido através dos seguintes arquivos de entrada:

- Topologia da bacia: correspondem aos arquivos vetoriais da drenagem, das minibacias e do arquivo MINI.GTP, esses foram gerados na etapa de pré-processamento da modelagem hidrológica, utilizando o *plug-in* IPH-Hydro Tools.
- Dados de vazão: os dados de vazão são obtidos pelo arquivo de saída do modelo MGB, que apresenta um valor para cada trecho de rio. Esse dado de saída inclui ainda diferentes cenários de disponibilidade hídrica, sendo possível assim selecionar qual será a vazão de referência utilizada.
- Pontos de retirada de água: os dados referentes as demandas de água da bacia foram inseridos a partir do carregamento de uma tabela previamente configurada contendo as coordenadas e os valores de demanda hídrica.

Para o cálculo do balanço da RH-VI considerou-se dois diferentes cenários de disponibilidade hídrica, conforme apresentado no Diagnóstico, obtidas a partir dos resultados da modelagem hidrológica e dez cenários para a demanda hídrica, propostos aqui no prognóstico. Para a disponibilidade foram consideradas a vazão Q95 (vazão com 95% de permanência no tempo) e 40% da vazão Q95. Estas vazões foram analisadas pois, para o estado do Rio de Janeiro, de acordo com a Resolução INEA nº 171/2019, “o cálculo de disponibilidade hídrica dos corpos hídricos tem como referência a vazão “Q95” e a vazão máxima outorgável corresponde a 40% da Q95”.

3.4 Resultado do balanço hídrico quantitativo

Os resultados do balanço hídrico quantitativo são apresentados por meio da atribuição de um valor de *IEH* para cada trecho de rio, que varia de 0% a 100%, sendo um valor mais baixo referente a um menor nível de comprometimento e um valor mais alto a um maior nível de comprometimento. Em termos gerais, o *IEH* representa o percentual de vazão utilizada pelas demandas em relação ao total disponível.



DEMANDA HÍDRICA QUANTITATIVA

Em uma primeira etapa, foi realizado o cálculo do balanço hídrico por UHP, que teve por objetivo providenciar uma visão global do comprometimento hídrico para cada unidade. Para tal foram consideradas as disponibilidades obtidas em cada exutório (Q95) e as demandas totais de cada UHP para os dez cenários propostos. A Tabela 3.1 apresenta um sumário de cada cenário e o resultado de seu balanço hídrico.

Tabela 3.1. Balanços hídricos quantitativo por UHP.

UHP	Vazão Q95 (m³/s)	Índice de Estresse Hídrico - IEH (%) /Cenários									
		2023	2028	2033				2038			
		Atual	Tendencial	Tendencial	Ecológico	Eco-tecnológico	Tecnológico	Tendencial	Ecológico	Eco-tecnológico	Tecnológico
VI-a - Rio São João Montante	5,19	0,56%	0,62%	0,66%	0,64%	0,68%	0,70%	0,69%	0,67%	0,76%	0,80%
VI-b - Rio São João Jusante	17,33	3,22%	3,34%	3,61%	3,59%	3,79%	3,87%	3,71%	3,66%	4,11%	4,28%
VI-c - Rios Capivari e Bacaxá	11,62	1,80%	1,91%	2,08%	1,87%	2,18%	2,32%	2,18%	1,84%	2,42%	2,69%
VI-d - Rio Una	2,39	13,19%	13,44%	13,61%	12,93%	14,31%	14,61%	13,78%	12,71%	15,27%	15,85%
VI-e - Lagoa Saquarema	1,38	6,66%	7,26%	7,89%	7,50%	9,60%	13,16%	8,46%	7,59%	11,91%	19,03%
VI-f - Lagoa de Araruama	1,80	69,17%	71,09%	70,81%	56,39%	75,26%	77,01%	71,25%	50,39%	80,68%	84,02%
VI-g - Armação de Búzios	1,16	47,98%	47,97%	47,13%	46,82%	50,21%	50,67%	47,36%	46,89%	53,92%	54,67%

Concomitantemente ao cálculo do balanço hídrico por UHP, foi realizada uma quantificação do *IEH* por trecho de rio. Assim, a seguir serão apresentados os resultados desse cálculo para os seguintes cenários:

- Cenário atual do ano de 2023;
- Cenário tendencial para os anos de 2028, 2033 e 2038;
- Cenário ecológico para os anos de 2033 e 2038;
- Cenário eco-tecnológico para os anos de 2033 e 2038;
- Cenário tecnológico para os anos de 2033 e 2038;

Para todos os cenários foram avaliadas as disponibilidades com uma vazão de referência Q95 e para uma situação de 40% da Q95 (atualmente a vazão máxima outorgável).

Nas figuras a seguir, são apresentados os resultados desse balanço hídrico discretizado por trecho de rio sobre o mapa da RH-VI, nas quais cada cor representa a situação dos trechos de rio pelo *IEH* calculado conforme a legenda.

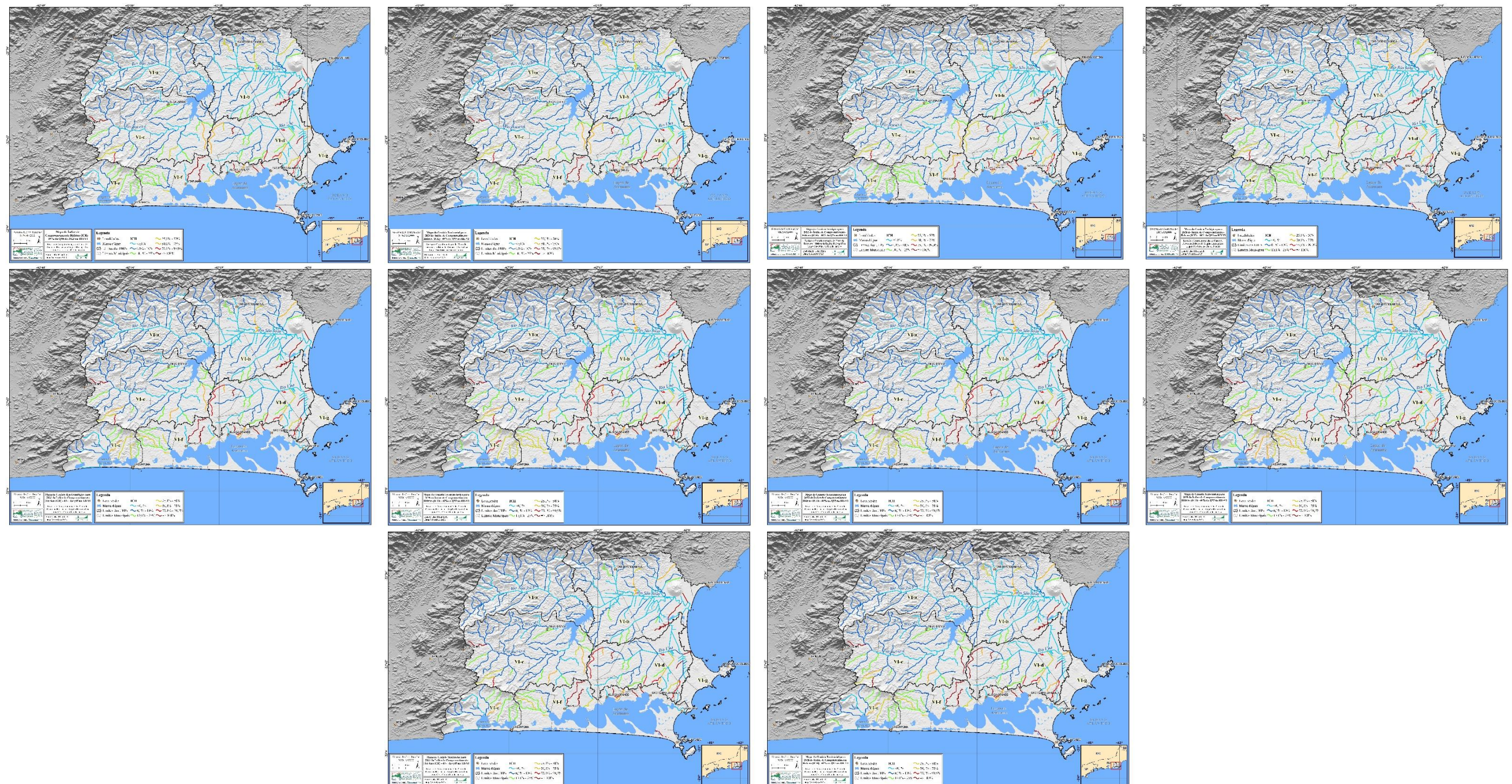


Figura 3.2. Balanço hídrico considerando disponibilidade de 40% da vazão Q95 nos cenários.

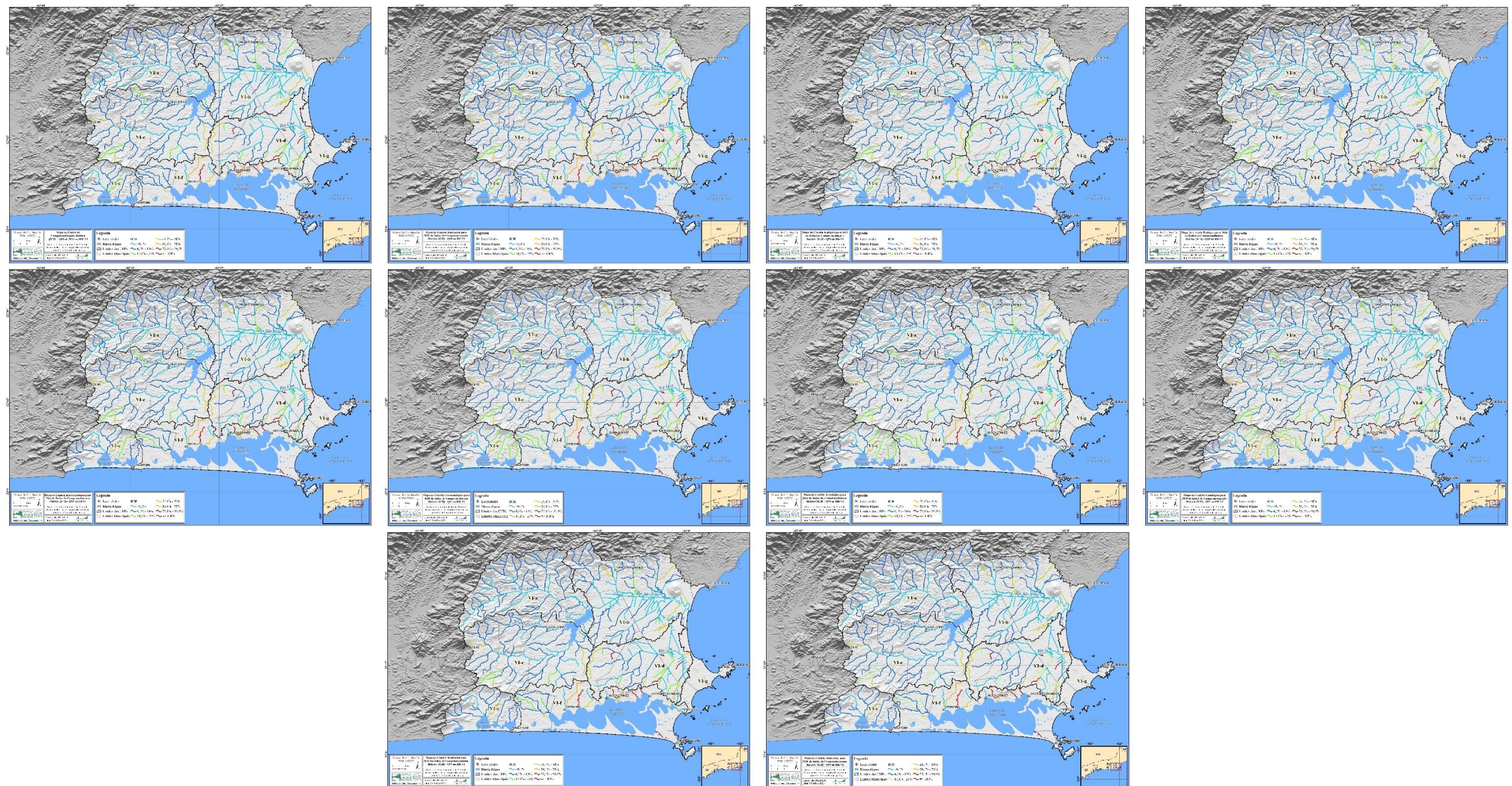


Figura 3.3. Balanço hídrico considerando disponibilidade da vazão Q95 nos cenários.

4 CONCLUSÕES

A seguir é feita a análise dos resultados obtidos para cada um dos cenários simulados na RH-VI. Vale ressaltar que um *IEH* baixo representa um menor nível de comprometimento dos recursos hídricos disponíveis e um *IEH* alto representa um maior nível de comprometimento, podendo afetar a disponibilidade hídrica no curso de água em questão:

- **Demanda hídrica no cenário atual (2023):** nota-se que o balanço hídrico considerando a demanda atual, tanto para a vazão de referência Q95 quanto para 40% da Q95 apresenta baixos valores de *IEH* na grande maioria dos trechos. Observa-se também que apesar de alguns afluentes apresentarem um *IEH* elevado, o rio principal consegue se recuperar rapidamente em termos quantitativos, mantendo grande parte da bacia com baixos *IEH*.
- **Demanda hídrica para um cenário tendencial (2028, 2033 e 2038):** nesse cenário considera-se que o ordenamento territorial é pouco funcional e pouco restritivo ao adensamento populacional. Sendo assim, percebe-se um aumento na pressão em alguns trechos de rio, que tiveram um aumento significativo no valor de *IEH*. No entanto, até o ano de 2038 não é notada nenhuma pressão significativa nos corpos hídricos principais, sendo que esses mantêm um comportamento similar ao longo dos anos simulados.
- **Demanda hídrica no cenário ecológico (2033 e 2038):** nesse cenário em que se busca evitar a degradação ambiental que o adensamento populacional poderá potencializar, nota-se que os resultados apresentaram o maior número de trechos com baixos *IEH*. Esse comportamento se mantém em ambos os anos simulados e até mesmo para o pior cenário de disponibilidade hídrica (40% da Q95). Outra observação é que para alguns trechos o *IEH* diminuiu ao longo dos anos mesmo com o aumento populacional, mostrando que a pressão sobre os cursos hídricos diminui ao adotar um cenário como esse.
- **Demanda hídrica no cenário eco-tecnológico (2033 e 2038):** as demandas calculadas nesse cenário preveem a conciliação entre o crescimento econômico compatibilizado pela Indústria Criativa, não poluente, e a proteção ambiental. Considerando isso, observa-se uma situação em que os maiores níveis de comprometimento hídrico

acontecem apenas nos afluentes, já quando se analisa o curso principal percebe-se que ele consegue se recuperar quantitativamente. Nesse cenário, da mesma forma que no cenário ecológico, alguns trechos apresentaram uma diminuição no *IEH* ao longo dos anos.

- **Demanda hídrica no cenário tecnológico (2033 e 2038):** nesse cenário, em que se considera o adensamento populacional acelerado e sem soluções efetivas para o controle da degradação ambiental, observa-se um aumento significativo do *IEH* em diversos trechos. Apesar de ser o cenário mais crítico e ter apresentado o maior número de trechos afetados, quando se analisa apenas os rios principais e até o ano simulado, percebe-se que esses ainda conseguem se recuperar quantitativamente, mantendo-se com baixos valores de *IEH*.

Em geral, todos os cenários de balanço hídrico simulados na RH-VI demonstram que na maior parte da bacia não há comprometimento significativo da disponibilidade hídrica, mesmo para o cenário da máxima vazão outorgável. Observa-se ainda que a UHP-f (Lagoa de Araruama) possui o maior número de trechos com *IEH* elevado nos afluentes. Na UHP-d (Rio Una) também ocorrem níveis elevados de comprometimento hídrico nos afluentes em alguns cenários simulados. Já nas sub-bacias UHP-a (Rio São João Montante), UHP-b (Rio São João Jusante), UHP-c (Rios Capivari e Bacaxá) e UHP-e (Lagoa Saquarema) encontram-se a maior parte dos trechos com um *IEH* baixo. Para a UHP-g (Armação de Búzios), por não haver uma drenagem aparente, não foi possível realizar o balanço por trechos de rio, desta forma, a análise nessa UHP ficou restrita apenas a análise global.

Em uma análise geral dos cenários, podemos observar que o cenário Tecnológico traria um maior comprometimento hídrico da bacia, enquanto o menor nível de comprometimento é fornecido pelo cenário Ecológico. O cenário Tendencial que busca fazer uma previsão da situação caso o cenário se mantenha no mesmo ritmo de evolução, demonstra índices de comprometimento hídrico próximos aos do pior cenário (Tecnológico), ainda que melhores. Por fim, o cenário Eco-Tecnológico é uma alternativa com medidas menos extremas que busca conciliar o crescimento econômico com a proteção ambiental, e apresentou valores de comprometimento hídrico próximos aos do melhor cenário (Ecológico), sendo assim, juntamente com o cenário Ecológico uma boa alternativa do ponto de vista de disponibilidade hídrica.

ANEXOS

ANEXO 1

São apresentadas taxas de incrementos das demandas hídricas ou da área irrigada, em cada cenário e para cada categoria de uso. Elas servem para detalhar as consequências das hipóteses adotadas sobre o comportamento das demandas em cada cenário.

Tabela 0.1 Taxas geométricas de crescimento da demanda hídrica para abastecimento urbano

MUNICÍPIO	ESTIMADO		TENDENCIAL			TEC		ECO		ECOTEC	
	2018	2023	2023	2028	2033	2028	2033	2028	2033	2028	2033
	2023	2028	2028	2033	2038	2033	2038	2033	2038	2033	2038
Araruama	1,32%	0,24%	0,06%	-0,03%	1,32%	1,32%	-0,03%	-0,03%	1,32%	1,32%	
Armação Búzios	1,38%	0,27%	0,12%	0,02%	1,38%	1,38%	0,00%	0,00%	1,38%	1,38%	
Arraial do Cabo	0,73%	0,15%	0,01%	-0,06%	0,73%	0,73%	-0,06%	-0,06%	0,73%	0,73%	
Cabo Frio	1,35%	0,35%	0,21%	0,09%	1,35%	1,35%	0,00%	0,00%	1,35%	1,35%	
Cachoeiras de Macacu	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	1,48%	0,71%	0,56%	0,38%	1,48%	1,48%	0,38%	0,38%	1,48%	1,48%	
Iguaba Grande	1,42%	0,26%	0,12%	0,02%	1,42%	1,42%	0,00%	0,00%	1,42%	1,42%	
Maricá	1,62%	0,46%	0,31%	0,16%	1,62%	1,62%	0,16%	0,16%	1,62%	1,62%	
Rio Bonito	1,29%	0,76%	0,47%	0,27%	1,29%	1,29%	0,27%	0,27%	1,29%	1,29%	
Rio das Ostras	2,56%	1,58%	1,39%	0,96%	2,56%	2,56%	0,00%	0,00%	2,56%	2,56%	
São Pedro Aldeia	1,22%	0,23%	0,08%	-0,01%	1,22%	1,22%	-0,01%	-0,01%	1,22%	1,22%	
Saquarema	1,16%	0,29%	0,15%	0,08%	1,16%	1,16%	0,00%	0,00%	1,16%	1,16%	
Silva Jardim	0,77%	0,54%	0,27%	0,13%	0,77%	0,77%	0,13%	0,13%	0,77%	0,77%	
RH VI	1,32%	0,36%	0,20%	0,09%	1,33%	1,33%	-2,14%	-1,01%	1,33%	1,33%	

Fonte: elaboração própria

Tabela 0.2 Taxas geométricas de crescimento da demanda hídrica para abastecimento rural

MUNICÍPIO	ESTIMADO		TENDENCIAL			TEC		ECO		ECOTEC	
	2018		2023	2028	2033	2028	2033	2028	2033	2028	2033
	2023		2028	2033	2038	2033	2038	2033	2038	2033	2038
Araruama	-18,26%	- 20,46%	20,98 %	57,47 %	-	57,47%	57,47%	-	57,47 %	18,26 %	18,26 %
Armação Búzios	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
Arraial do Cabo	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
Cabo Frio	1,35%	0,35%	0,21%	0,07%	0,07%	0,07%	0,07%	0,21%	0,07%	1,35%	1,35%
Cachoeiras de Macacu	-0,69%	-0,96%	-1,10%	-1,26%	-1,26%	-1,26%	-1,26%	-1,10%	-1,26%	-0,69%	- 0,69%
Casimiro de Abreu	2,43%	1,51%	1,23%	0,67%	0,67%	0,67%	0,67%	1,23%	0,67%	2,43%	2,43%
Iguaba Grande	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
Maricá	-28,23%	- 100,00 %	0,00%	0,00%	-	100,00 %	100,00 %	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
Rio Bonito	-1,71%	-1,08%	-0,55%	-0,45%	-1,71%	-1,71%	-1,71%	-0,55%	-0,45%	-0,45%	- 0,45%
Rio das Ostras	2,91%	1,85%	1,60%	1,04%	1,04%	1,04%	1,04%	1,60%	1,04%	2,91%	2,91%
São Pedro Aldeia	0,54%	0,07%	0,04%	-0,03%	-0,03%	-0,03%	-0,03%	0,04%	-0,03%	0,54%	0,54%
Saquarema	3,45%	2,36%	2,01%	0,88%	0,88%	0,88%	0,88%	2,01%	0,88%	3,45%	3,45%
Silva Jardim	-1,90%	-1,06%	-0,60%	-0,49%	-1,90%	-1,90%	-1,90%	-0,60%	-0,49%	-0,49%	- 0,49%
RH VI	0,84%	0,33%	0,34%	0,13%	0,34%	0,13%	0,34%	0,34%	0,13%	0,34%	0,13%

Fonte: elaboração própria

Tabela 0.3 Taxas geométricas de crescimento da demanda hídrica para indústria

MUNICÍPIO	ESTIMADO		TENDENCIAL				TEC		ECO		ECOTEC	
	2018		2023	2028	2033		2028	2033	2028	2033	2028	2033
	2023		2028	2033	2038		2033	2038	2033	2038	2033	2038
Araruama	1,87%	2,41%	1,65%	1,79%	2,41%		2,41%	1,65%	1,65%		2,41%	2,41%
Armação Búzios	-0,39%	1,73%	0,10%	2,89%	2,89%		2,89%	-0,39%	-0,39%		2,89%	2,89%
Arraial do Cabo	1,11%	1,46%	1,61%	1,34%	1,61%		1,61%	1,11%	1,11%		1,61%	1,61%
Cabo Frio	0,14%	1,02%	0,96%	0,98%	1,02%		1,02%	0,14%	0,14%		1,02%	1,02%
Cachoeiras de Macacu	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%		0,00%	0,00%	0,00%		0,00%	0,00%
Casimiro de Abreu	0,34%	1,44%	1,01%	0,89%	1,44%		1,44%	0,34%	0,34%		1,44%	1,44%
Iguaba Grande	0,23%	3,07%	0,71%	1,20%	3,07%		3,07%	0,23%	0,23%		3,07%	3,07%
Maricá	0,55%	2,13%	1,65%	1,90%	2,13%		2,13%	0,55%	0,55%		2,13%	2,13%
Rio Bonito	0,67%	0,91%	1,29%	1,45%	1,45%		1,45%	0,67%	0,67%		1,45%	1,45%
Rio das Ostras	1,17%	1,55%	1,26%	1,43%	1,55%		1,55%	1,17%	1,17%		1,55%	1,55%
São Pedro Aldeia	1,12%	2,26%	1,07%	1,43%	2,26%		2,26%	1,07%	1,07%		2,26%	2,26%
Saquarema	-0,13%	2,04%	0,82%	1,20%	2,04%		2,04%	-0,13%	-0,13%		2,04%	2,04%
Silva Jardim	1,37%	1,95%	1,67%	1,35%	1,95%		1,95%	1,35%	1,35%		1,95%	1,95%
RH VI	0,29%	1,17%	1,03%	1,09%	1,22%		1,23%	0,30%	0,31%		1,22%	1,23%

Fonte: elaboração própria

Tabela 0.4 Taxas geométricas de crescimento da demanda hídrica para mineração

MUNICÍPIO	ESTIMADO		TENDENCIAL				TEC		ECO		ECOTEC	
	2018		2023	2028	2033		2028	2033	2028	2033	2028	2033
	2023		2028	2033	2038		2033	2038	2033	2038	2033	2038
Araruama	-31,15%	4,77%	3,37%	1,79%	4,77%		4,77%	-31,15%	-31,15%		-31,15%	-31,15%
Armação Búzios	0,00%	0,00%	0,00%	2,89%	2,89%		2,89%	0,00%	0,00%		0,00%	0,00%
Arraial do Cabo	0,00%	0,00%	0,00%	1,34%	1,34%		1,34%	0,00%	0,00%		0,00%	0,00%
Cabo Frio	-13,41%	4,77%	3,37%	0,98%	4,77%		4,77%	-13,41%	-13,41%		-13,41%	-13,41%
Cachoeiras Macacu	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%		0,00%	0,00%	0,00%		0,00%	0,00%
Casimiro de Abreu	-7,68%	4,77%	3,37%	0,89%	4,77%		4,77%	-7,68%	-7,68%		-7,68%	-7,68%
Iguaba Grande	0,00%	0,00%	0,00%	1,20%	1,20%		1,20%	0,00%	0,00%		0,00%	0,00%
Maricá	-4,10%	4,77%	3,37%	1,90%	4,77%		4,77%	-4,10%	-4,10%		-4,10%	-4,10%
Rio Bonito	4,77%	4,77%	3,37%	1,45%	4,77%		4,77%	0,00%	0,00%		1,45%	1,45%
Rio das Ostras	0,00%	0,00%	0,00%	1,43%	1,43%		1,43%	0,00%	0,00%		0,00%	0,00%

MUNICÍPIO	ESTIMADO		TENDENCIAL			TEC		ECO		ECOTEC	
	2018		2023	2028	2033	2028	2033	2028	2033	2028	2033
	2023		2028	2033	2038	2033	2038	2033	2038	2033	2038
São Pedro Aldeia	-6,39%	4,77%	3,37%	1,43%	4,77%	4,77%		-6,39%	-6,39%	-6,39%	-6,39%
Saquarema	-11,80%	4,77%	3,37%	1,20%	4,77%	4,77%		-11,80%	-11,80%	-11,80%	-11,80%
Silva Jardim	-22,73%	4,77%	3,37%	1,35%	4,77%	4,77%		-22,73%	-22,73%	-22,73%	-22,73%
RH VI	-17,10%	4,77%	3,37%	1,09%	3,37%	1,23%		-11,68%	0,31%	3,37%	1,23%

Fonte: elaboração própria

Tabela 0.5 Taxas geométricas de crescimento da demanda hídrica para criação de animais

MUNICÍPIO	ESTIMADO		TENDENCIAL			TEC		ECO		ECOTEC	
	2018		2023	2028	2033	2028	2033	2028	2033	2028	2033
	2023		2028	2033	2038	2033	2038	2033	2038	2033	2038
Araruama	1,90%	-0,04%	0,12%	0,28%		1,90%	1,90%	-0,04%	-0,04%	1,90%	1,90%
Armação Búzios	3,08%	2,56%	2,38%	2,22%		3,08%	3,08%	2,22%	2,22%	3,08%	3,08%
Arraial do Cabo	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%		0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
Cabo Frio	0,62%	0,12%	0,72%	1,24%		1,24%	1,24%	0,12%	0,12%	1,24%	1,24%
Cachoeiras Macacu	-1,20%	-1,74%	-1,37%	-0,92%		-0,92%	-0,92%	-1,74%	-1,74%	-0,92%	-0,92%
Casimiro de Abreu	0,49%	-0,83%	-0,34%	0,17%		0,49%	0,49%	-0,83%	-0,83%	0,49%	0,49%
Iguaba Grande	-0,91%	-0,13%	0,57%	1,17%		1,17%	1,17%	-0,91%	-0,91%	1,17%	1,17%
Maricá	-0,26%	0,20%	-0,06%	-0,31%		0,20%	0,20%	-0,31%	-0,31%	0,20%	0,20%
Rio Bonito	3,49%	2,91%	2,53%	2,24%		3,49%	3,49%	2,24%	2,24%	3,49%	3,49%
Rio das Ostras	-0,04%	-0,72%	-0,24%	0,24%		0,24%	0,24%	-0,72%	-0,72%	0,24%	0,24%
São Pedro Aldeia	-0,24%	-0,06%	0,02%	0,09%		0,09%	0,09%	-0,24%	-0,24%	0,09%	0,09%
Saquarema	1,83%	-1,22%	-1,27%	-1,31%		1,83%	1,83%	-1,31%	-1,31%	1,83%	1,83%
Silva Jardim	2,26%	2,36%	1,78%	1,34%		2,36%	2,36%	1,34%	1,34%	2,36%	2,36%
RH VI	1,57%	0,90%	0,93%	0,96%		1,85%	1,90%	0,90%	0,90%	1,85%	1,90%

Fonte: elaboração própria

Tabela 0.6 Taxas geométricas de crescimento da demanda hídrica para irrigação

MUNICÍPIO	ESTIMADO		TENDENCIAL			TEC		ECO		ECOTEC	
	2018		2023	2028	2033	2028	2033	2028	2033	2028	2033
	2023		2028	2033	2038	2033	2038	2033	2038	2033	2038
Araruama	8,68%	2,89%	2,70%	2,32%		11,75%	7,36%	0,00%	0,00%	4,93%	3,95%
Armação Búzios	8,58%	2,80%	2,69%	2,33%		19,50%	9,71%	0,00%	0,00%	8,82%	6,10%
Arraial do Cabo	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%		0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
Cabo Frio	4,77%	2,91%	2,68%	2,36%		10,78%	6,97%	0,00%	0,00%	4,48%	3,66%
Cachoeiras Macacu	-9,79%	2,93%	2,63%	2,31%		114,84%	14,62%	0,00%	0,00%	77,05%	14,20%
Casimiro de Abreu	3,36%	2,84%	2,70%	2,31%		22,43%	10,35%	0,00%	0,00%	10,42%	6,82%
Iguaba Grande	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%		0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
Maricá	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%		0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
Rio Bonito	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%		0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
Rio das Ostras	3,12%	2,87%	2,72%	2,30%		86,32%	14,35%	0,00%	0,00%	54,69%	13,54%
São Pedro Aldeia	2,15%	2,72%	2,89%	2,35%		5,81%	4,50%	0,00%	0,00%	2,28%	2,05%
Saquarema	-0,85%	2,87%	2,68%	2,31%		19,75%	9,77%	0,00%	0,00%	8,96%	6,17%
Silva Jardim	-13,32%	2,92%	2,60%	2,30%		16,71%	8,99%	0,00%	0,00%	7,37%	5,37%
RH VI	3,49%	2,88%	2,69%	2,32%		16,69%	8,99%	0,00%	0,00%	7,36%	5,37%

Fonte: elaboração própria

Tabela 0.7 Taxas geométricas de crescimento da demanda hídrica total

MUNICÍPIO	ESTIMADO		TENDENCIAL			TEC		ECO		ECOTEC	
	2018		2023	2028	2033	2028	2033	2028	2033	2028	2033
	2023		2028	2033	2038	2033	2038	2033	2038	2033	2038
Araruama	2,00%	0,62%	0,51%	0,44%		3,31%	2,91%	-	-	1,96%	1,86%
Armação Búzios	1,40%	0,29%	0,14%	0,05%		1,46%	1,45%	0,01%	0,01%	1,41%	1,41%
Arraial do Cabo	0,73%	0,16%	0,02%	-	0,06%	0,73%	0,73%	0,01%	0,01%	0,73%	0,73%
Cabo Frio	1,17%	0,45%	0,33%	0,25%		1,27%	1,25%	0,18%	0,07%	1,22%	1,21%
Cachoeiras Macacu	-	-	-	-		42,43%	12,84%	-1,30%	-1,35%	22,45%	10,35%

MUNICÍPIO	ESTIMADO		TENDENCIAL			TEC		ECO		ECOTEC	
	2018		2023	2028	2033	2028	2033	2028	2033	2028	2033
	2023		2028	2033	2038	2033	2038	2033	2038	2033	2038
Casimiro de Abreu	1,44%	0,70%	0,65%	0,54%	2,89%	2,53%	0,81%	0,40%	1,85%	1,70%	
Iguaba Grande	1,38%	0,26%	0,13%	0,04%	1,42%	1,42%	-0,01%	-0,01%	1,42%	1,42%	
Maricá	1,40%	0,48%	0,34%	0,21%	1,61%	1,61%	-0,01%	-0,01%	1,61%	1,61%	
Rio Bonito	1,26%	0,97%	0,83%	0,71%	1,55%	1,61%	0,07%	0,19%	1,55%	1,61%	
Rio das Ostras	2,51%	1,57%	1,38%	0,97%	3,25%	3,06%	1,57%	1,03%	2,78%	2,72%	
São Pedro Aldeia	1,07%	0,25%	0,11%	0,03%	1,15%	1,16%	0,00%	-0,06%	1,15%	1,15%	
Saquarema	0,64%	1,14%	1,03%	0,89%	8,49%	5,94%	1,26%	0,55%	3,93%	3,29%	
Silva Jardim	0,98%	1,65%	1,28%	0,98%	2,17%	2,14%	0,72%	0,80%	1,90%	1,92%	
RH VI	1,33%	0,55%	0,43%	0,33%	2,42%	2,23%	-1,66%	-0,74%	1,68%	1,63%	

Fonte: elaboração própria

Tabela 0.8 Taxas aritméticas de crescimento da área para irrigação (ha/ano)

MUNICÍPIO	ESTIMADO		TENDENCIAL			TEC		ECO		ECOTEC	
	2018		2023	2028	2033	2028	2033	2028	2033	2028	2033
	2023		2028	2033	2038	2033	2038	2033	2038	2033	2038
Araruama	17,57	17,57	17,57	17,57	58,61	58,61	-	-	21,47	21,47	
Armação Búzios	0,11	0,11	0,11	0,11	74,72	74,72	-	-	27,37	27,37	
Arraial do Cabo	-	-	-	-	24,10	24,10	-	-	8,83	8,83	
Cabo Frio	1,86	1,86	1,86	1,86	23,11	23,11	-	-	8,46	8,46	
Cachoeiras Macacu	2,56	2,56	2,56	2,56	32,87	32,87	-	-	12,04	12,04	
Casimiro de Abreu	1,11	1,11	1,11	1,11	12,06	12,06	-	-	4,42	4,42	
Iguaba Grande	-	-	-	-	9,29	9,29	-	-	3,40	3,40	
Maricá	-	-	-	-	89,65	89,65	-	-	32,83	32,83	
Rio Bonito	-	-	-	-	11,30	11,30	-	-	4,14	4,14	
Rio das Ostras	0,48	0,48	0,48	0,48	42,43	42,43	-	-	15,54	15,54	
São Pedro Aldeia	0,15	0,15	0,15	0,15	31,95	31,95	-	-	11,70	11,70	

MUNICÍPIO	ESTIMADO		TENDENCIAL			TEC		ECO		ECOTEC	
	2018		2023	2028	2033	2028	2033	2028	2033	2028	2033
	2023		2028	2033	2038	2033	2038	2033	2038	2033	2038
Squarema	11,14	11,14	11,14	11,14	38,24	38,24	-	-	-	14,01	14,01
Silva Jardim	0,78	0,78	0,78	0,78	39,58	39,58	-	-	-	14,50	14,50
RH VI	35,76	35,76	35,76	35,76	487,92	487,92	-	-	-	178,70	178,70

Fonte: elaboração própria

Tabela 0.9 Taxas aritméticas de crescimento da demanda hídrica para irrigação (m3/s/ano)

MUNICÍPIO	ESTIMADO		TENDENCIAL			TEC		ECO		ECOTEC	
	2018		2023	2028	2033	2028	2033	2028	2033	2028	2033
	2023		2028	2033	2038	2033	2038	2033	2038	2033	2038
Araruama	0,005	0,002	0,001	0,001	0,013	0,013	-	-	-	0,005	0,005
Armação Búzios	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	-	-	-	0,000	0,000
Arraial do Cabo	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Cabo Frio	0,000	0,000	0,000	0,000	0,001	0,001	-	-	-	0,000	0,000
Cachoeiras Macacu	-0,000	0,000	0,000	0,000	0,002	0,002	-	-	-	0,001	0,001
Casimiro de Abreu	0,000	0,000	0,000	0,000	0,002	0,002	-	-	-	0,001	0,001
Iguaba Grande	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Maricá	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Rio Bonito	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Rio das Ostras	0,000	0,000	0,000	0,000	0,001	0,001	-	-	-	0,000	0,000
São Pedro Aldeia	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	-	-	-	0,000	0,000
Squarema	-0,001	0,002	0,001	0,001	0,020	0,020	-	-	-	0,007	0,007
Silva Jardim	-0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	-	-	-	0,000	0,000
RH VI	0,005	0,004	0,003	0,003	0,039	0,039	-	-	-	0,014	0,014

Fonte: elaboração própria