Estudos Especiais

Mananciais Alternativos Para Captação

Cachoeiro de Itapemirim-ES

2021

REALIZAÇÃO

Cachoeiro de Itapemirim

EXECUÇÃO

UNIVERSIDADE FEDERAL DO ESPÍRITO SANTO
DOCETE OMNES GENTES

LAGESA

FEST
Fundação Espírito-santense de Tecnologia
Fundação de apoio à Universidade Federal do Espírito Santo - UFES

APRESENTAÇÃO

O presente documento é parte constitutiva das etapas para a Elaboração do Plano Municipal de Água e Esgoto e do Plano Municipal de Gerenciamento de Resíduos Sólidos (PMAE/PMGIRS) e refere-se aos “Estudos Especiais” propostos para a elaboração dos referidos planos para o município de Cachoeiro de Itapemirim, com ênfase no estudo de mananciais alternativos para captação.

Renato Ribeiro Siman
Coordenador Geral do Projeto

Versão	Entrega
00	29/01/2021
01	30/03/2021
02	03/05/2021
03	16/07/2021

EQUIPE TÉCNICA

Coordenador Geral

Renato Ribeiro Siman – Engenheiro Químico – DSc. Hidráulica e Saneamento Básico

Gerenciamento do Projeto

Renato Meira de Sousa Dutra – Engenheiro Ambiental – MSc. Engenharia e Desenvolvimento Sustentável

Especialistas

Carolina Ibelli Bianco – Biotecnologista - DSc. Hidráulica e Saneamento

Carolina Wassem Galvão – Engenheira Ambiental – MSc. Engenharia Ambiental

Diane Mara Varanda Rangel - Farmacêutica e Bioquímica - MSc. Políticas Públicas e Gestão Ambiental

Diogo Costa Buarque – Engenheiro Civil – DSc. Recursos Hídricos e Saneamento Ambiental

Ednilson Silva Felipe – Economista – DSc. Economia da Indústria e da Tecnologia

João Depoli Barrozo de Souza – Engenheiro Ambiental

Jorge Luiz dos Santos Junior – Economista – DSc. Ciências Sociais

Larisse Suzy Silva de Oliveira – Engenharia Sanitarista e Ambiental – MSc. Engenharia e Desenvolvimento Sustentável

Lorena Gregório Puppim – Oceanógrafa – MSc. Engenharia Ambiental

Lorena Miossi Alves Cabral – Engenheira Ambiental

Equipe Adicional

Roberta Sousa Menequini – Engenheira Ambiental

Suzana das Neves Silva – Estagiária em Engenharia Ambiental

LISTA DE FIGURAS

Figura 2-1 - Principais cursos d'água da BH do Rio Itapemirim. 10

Figura 2-2 - Unidades de Planejamento (UP) dos recursos hídricos na BH do Rio Itapemirim.....11

Figura 2-3 - Precipitação média anual da BH do Rio Itapemirim. 13

Figura 2-4 - Balanço hídrico na BH do Rio Itapemirim em termos de precipitação e evapotranspiração. 14

Figura 2-5 - Classificação das 57 estações amostrais de qualidade da água da BH do Rio Itapemirim. 16

Figura 2-6 - Classificação dos aquíferos conforme a porosidade da rocha. 17

Figura 2-7 - Mapa dos sistemas aquíferos na BH do Rio Itapemirim. 17

Figura 2-8 - Mapa de produtividade hidrogeológica dos aquíferos na BH do Rio Itapemirim.....19

Figura 2-9 - Balanço hídrico em razão da vazão média de longo termo (Q_{MLT}) na BH do Rio Itapemirim em Cachoeiro de Itapemirim. 25

Figura 2-10 - Balanço hídrico em razão da Q90 na Bacia Hidrográfica do Rio Itapemirim, por Unidade de Planejamento do Plano de Bacias em Cachoeiro de Itapemirim.....26

LISTA DE TABELAS

Tabela 2-1 – Quantificação de estações cujas amostras foram classificadas em cada uma das 4 classes de água, para cada parâmetro e para cada fonte de dados..... 15

Tabela 2-2 - Quantificação das reservas hídricas subterrâneas na BH do Rio Itapemirim. 19

Tabela 2-3 - Deflúvios médios nas estações fluviométricas da BH do Rio Itapemirim. 20

Tabela 2-4 - Disponibilidade hídrica superficial nas unidades de planejamento da BH do Rio Itapemirim em Cachoeiro de Itapemirim 22

Tabela 2-5 – Vazões de retirada e de consumo dos usos consuntivos na BH do Rio Itapemirim (m^3/s)..... 22

Tabela 2-6 - Balanço hídrico na BH do Rio Itapemirim no município de Cachoeiro de Itapemirim. 23

Tabela 2-7 - Prognóstico do balanço hídrico das Unidades de Planejamento da BH do Rio Itapemirim, em razão da vazão média de longo termo (Q_{MLT})..... 27

Tabela 2-8 - Prognóstico do balanço hídrico das Unidades de Planejamento da BH do Rio Itapemirim, em razão da vazão mínima com 90% de permanência no tempo (Q90). 27

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO 7

2 MANANCIAIS ALTERNATIVOS PARA CAPTAÇÃO 9

2.1 CARACTERÍSTICAS DA BACIA HIDROGRÁFICA 9

2.1.1 Precipitação 12

2.1.2 Mananciais superficiais 14

2.1.3 Águas subterrâneas 16

2.1.4 Deflúvios anuais 20

2.2 DISPONIBILIDADE HÍDRICA 21

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS 28

1 INTRODUÇÃO

Com a intenção de potencializar a resolução de problemas comuns, qualificar os resultados e otimizar a aplicação de recursos, a Universidade Federal do Espírito Santo (UFES), com interveniência da Fundação Espírito-Santense de Tecnologia (FEST), conduziu a elaboração do Diagnóstico Técnico Participativo relativo à revisão do Plano Municipal de Água e Esgoto (PMAE) e à elaboração do Plano Municipal de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos (PMGIRS) de Cachoeiro de Itapemirim.

A elaboração destes chamados Estudos Especiais se deu em consonância com o Termo de Referência disponibilizado pelo município (CACHOEIRO DE ITAPEMIRIM, 2017) e apoiou-se na metodologia proposta pelo Plano de Trabalho devidamente aprovado pela Prefeitura Municipal de Cachoeiro de Itapemirim. Além de ter empregado bancos de dados oficiais, trabalhos científicos, estudos de caso e experiências desenvolvidas no âmbito deste município e de outros, o levantamento das informações aqui expostas foi feito mediante solicitação direta ao município, à concessionária de saneamento básico e à população (via reuniões de mobilização social). Também foram conduzidas visitas de campo para análises expeditas, registro fotográfico e georreferenciamento de pontos de interesse.

Além dos aspectos preconizados nas Políticas Nacionais de Saneamento Básico e de Resíduos Sólidos (instituídas e regulamentadas respectivamente pelas Leis Federais n.º 11.445/2007 e 12.305/2010 e pelos Decretos Federais n.º 7.217/2010 e 7.404/2010), também foram abordadas questões de natureza complementar, tais como: jurídico-legais, administrativas, institucionais, modelos de gestão entre outras, de modo a estabelecer horizontes para melhoria da gestão e institucionalização da política de saneamento e seus respectivos instrumentos: sistemas de saneamentos, conselho de saneamento, órgãos de regulação, gestão e planejamento, fundo de saneamento, dentre outras.

O gerenciamento deste trabalho foi conduzido pelo Laboratório de Gestão do Saneamento Ambiental da UFES (LAGESA), que por sua vez foi instituído pela Portaria UFES n.º 1310/2014 com objetivo de desempenhar atividades de apoio à elaboração de políticas públicas (planos, programas, projetos e ações) relativas ao saneamento ambiental. No âmbito da FEST, esta foi responsável pelas atividades de

apoio de cunho administrativo e financeiro do projeto, como pagamento da equipe, compra de materiais e demais procedimentos necessários.

Com o objetivo de identificar, qualificar e quantificar a realidade do saneamento básico das áreas urbanas e rurais de Cachoeiro de Itapemirim, a seguir estão descritos os estudos desenvolvidos para esta etapa do trabalho. Ressalta-se, no entanto, que o presente relatório é um extrato do documento completo, abrangendo apenas o estudo de mananciais alternativos para captação.

2 MANANCIAIS ALTERNATIVOS PARA CAPTAÇÃO

O presente capítulo discute a necessidade de se buscar mananciais alternativos para a captação de água a partir de uma análise das características da bacia hidrográfica em que o município de Cachoeiro de Itapemirim está inserido. Nele serão discutidos o uso e oferta da água e a disponibilidade hídrica da bacia em termos da demanda atual e projeções para os anos de 2021, 2029 e 2037. Vale mencionar que o documento faz uso de extratos do material previamente publicado no Diagnóstico Técnico Participativo deste Plano.

2.1 CARACTERÍSTICAS DA BACIA HIDROGRÁFICA

A Bacia Hidrográfica (BH) do Rio Itapemirim conta com uma área superficial de 6.181 km^2 e abrange parte dos estados do Espírito Santo e Minas Gerais. Limita-se com as bacias do Rio Guandu e Rio Jucu a nordeste, com a interbacia do Rio Benevente a leste, com a bacia do Rio Itabapoana ao sul, com a interbacia Marataízes a sudeste e com a do Rio Manhuaçu a noroeste.

Em sua porção capixaba, inclui 17 municípios, sendo eles: Cachoeiro de Itapemirim, Alegre, Atílio Vivácqua, Castelo, Conceição de Castelo, Ibitirama, Irupi, Jerônimo Monteiro, Muniz Freire e Venda Nova do Imigrante em sua totalidade, bem como parte de Ibatiba, Iúna, Muqui, Itapemirim, Marataízes, Presidente Kennedy e Vargem Alta. Já em sua fração mineira, a bacia inclui apenas uma pequena parte do município de Lajinha.

Cachoeiro de Itapemirim encontra-se totalmente inserido nesta bacia, sendo banhado pelos rios Itapemirim, Castelo e Fruteira. A nível de sub-bacia, ou Unidade de Planejamento (UP), conforme a divisão proposta pelo Plano de Bacia do Rio Itapemirim elaborado pela Agerh em 2018, o município é compreendido pelas UPs do Médio Rio Itapemirim, Rio Castelo e Baixo Rio Itapemirim.

A Figura 2-1 apresenta a delimitação e a localização da bacia, com destaque aos seus principais cursos d’água, enquanto a Figura 2-2 ilustra as Unidades de Planejamento.

Figura 2-1 - Principais cursos d'água da BH do Rio Itapemirim.

Fonte: AGERH (2018).

Figura 2-2 - Unidades de Planejamento (UP) dos recursos hídricos na BH do Rio Itapemirim.

Fonte: AGERH (2018).

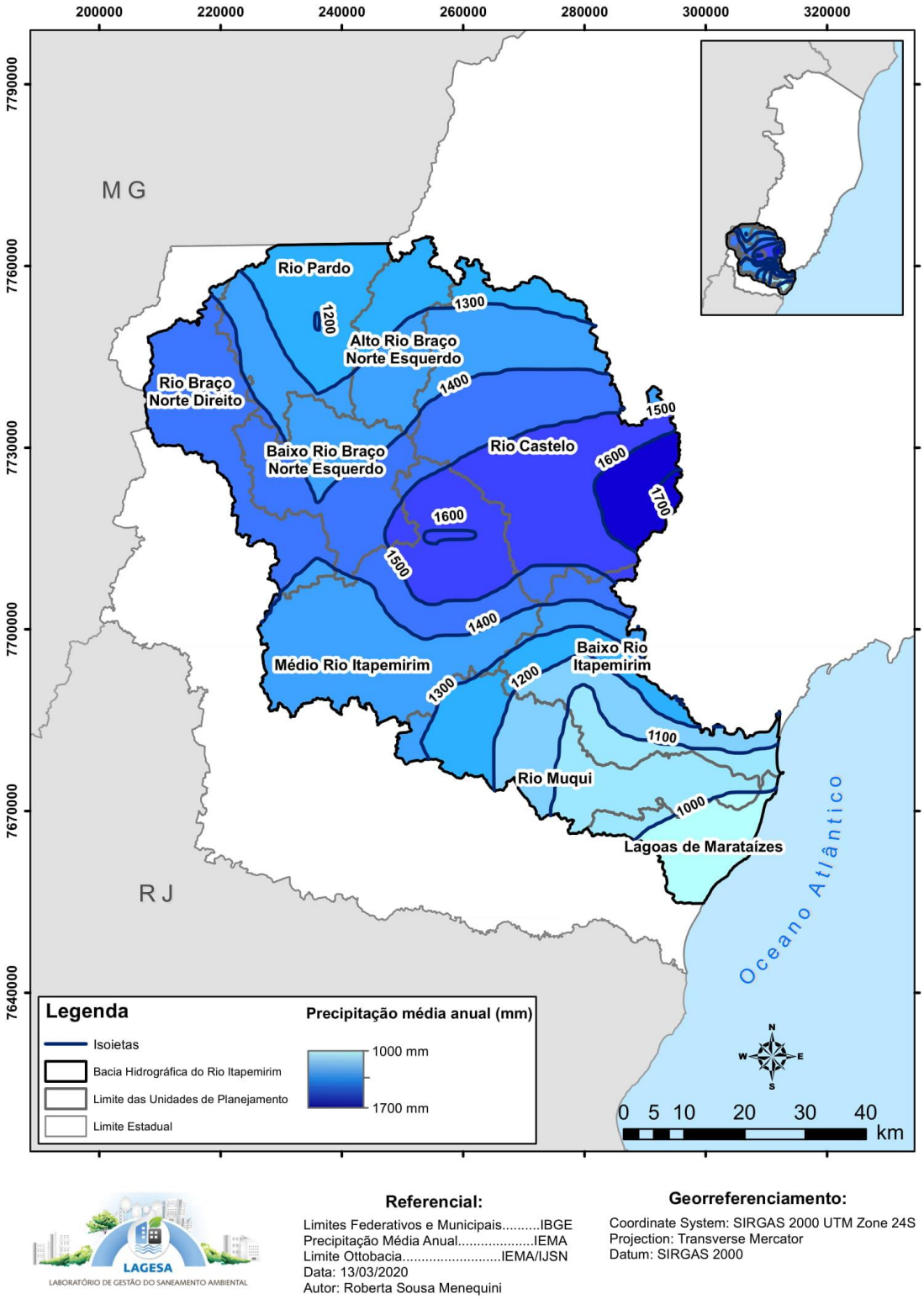
2.1.1 Precipitação

Em termos de precipitação, a média anual no Espírito Santo chega a 1.219 mm/ano, enquanto na bacia do Rio Itapemirim ela alcança a marca de 1.320 mm/ano, indicando uma alta incidência de chuva sobre a região. Além disso, destacam-se certas oscilações entre as regiões litorânea e serrana, que registram médias anuais de 919 e 1.733 mm, respectivamente.

Além de apresentar consideráveis variações no relevo, o fato desta bacia estar localizada próxima ao oceano e em uma zona de transição entre as regiões sudeste e nordeste são motivos para sua grande diversidade climática (KLIGERMAN, 2001). Dito isto, a temperatura e a chuva possuem comportamento anual semelhante em toda a extensão da bacia, sendo os verões chuvosos e os invernos secos.

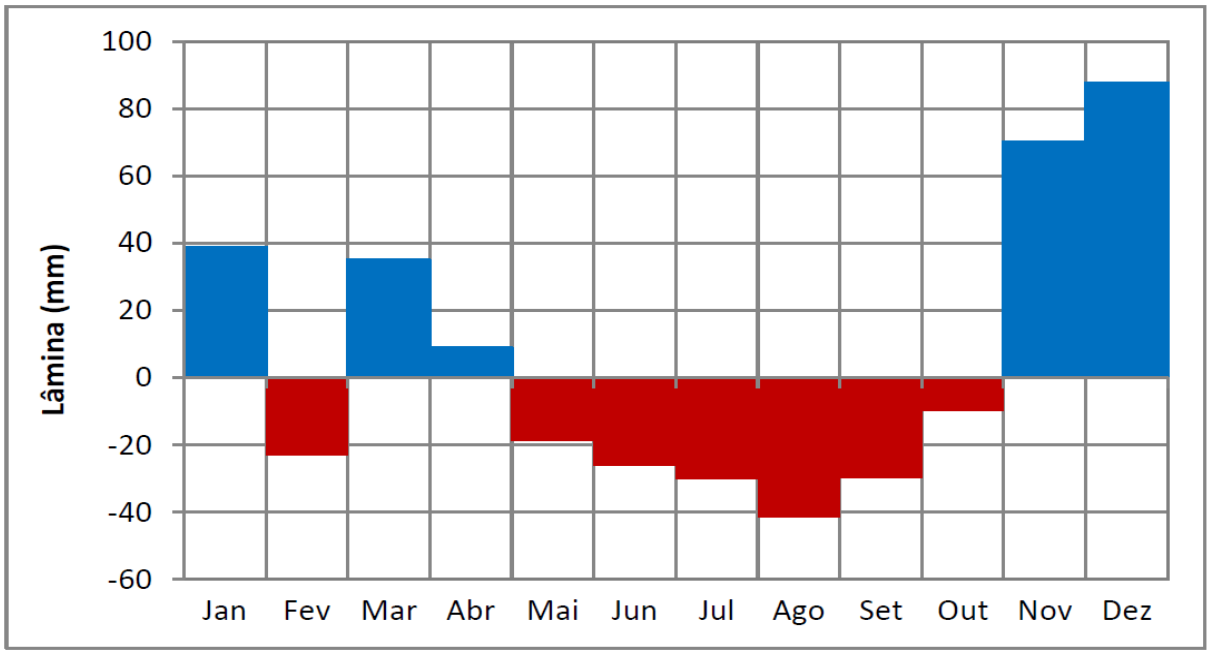
A Figura 2-3 mostra o mapa de precipitação média anual na referida bacia, ao passo que a Figura 2-4 demonstra o balanço hídrico mensal resultante da diferença entre a lâmina média de precipitação e evapotranspiração.

Figura 2-3 - Precipitação média anual da BH do Rio Itapemirim.



Fonte: AGERH (2018).

Figura 2-4 - Balanço hídrico na BH do Rio Itapemirim em termos de precipitação e evapotranspiração.



Fonte: AGERH (2018).

A maior incidência de chuvas faz com que o balanço hídrico seja superavitário em 61 mm durante o ano. Além disso, observa-se que os déficits hídricos ocorrem de maio a outubro, coincidindo com o período de estiagem. Por outro lado, verifica-se um excesso hídrico no restante do ano devido ao período chuvoso, com exceção de fevereiro.

Por se tratar de uma unidade hidrográfica relativamente pequena, os regimes fluvial e pluvial tendem a coincidir nesta bacia, de modo que a resposta das vazões às precipitações é rápida, tendo seus níveis máximos em dezembro e janeiro e os mínimos em agosto e setembro. No entanto, cabe salientar que o progressivo desmatamento na bacia tem agravado os problemas das cheias, diminuindo os tempos de concentração e acentuando os níveis das enchentes (ANA, 2007).

2.1.2 Mananciais superficiais

Quanto à situação de preservação e proteção dos mananciais superficiais, o Plano de Bacias diagnosticou os parâmetros de qualidade da água em 57 pontos de monitoramento ao longo da bacia, sendo 24 estações de rede complementar, 26 estações da Agência Nacional de Águas (ANA) e as 7 restantes da AGERH. Os parâmetros analisados foram coliformes termotolerantes, demanda bioquímica de

oxigênio (DBO), nitrogênio amoniacal (N-NH3), oxigênio dissolvido (OD) e fósforo total (PT), sendo que, para cada resultado obtido, a amostra de água foi enquadrada segundo as classes estabelecidas pela Resolução CONAMA n.º 357/2005.

A Tabela 2-1 apresenta a quantidade de estações que estudou cada um dos parâmetros supracitados, bem como qual foi o enquadramento relativo à concentração aferida em cada amostra. O número entre parênteses em sua coluna “Fonte” indica a quantidade total de estações.

Tabela 2-1 – Quantificação de estações cujas amostras foram classificadas em cada uma das 4 classes de água, para cada parâmetro e para cada fonte de dados.

Fonte	Parâmetro	Classe 1	Classe 2	Classe 3	Classe 4	Sem dado
AGERH (7)	Coliformes totais	0	0	0	7	0
	DBO	2	5	0	0	0
	N-NH3	7	0	0	0	0
	OD	7	0	0	0	0
	PT	1	3	2	1	0
Rede Complementar (24)	Coliformes totais	1	3	0	20	0
	DBO	0	0	2	22	0
	N-NH3	19	4	0	1	0
	OD	2	9	9	4	0
	PT	3	2	1	18	0
ANA (26)	Coliformes totais	0	0	0	9	17
	DBO	4	1	1	1	19
	N-NH3	9	0	0	0	17
	OD	17	2	1	0	6
	PT	2	0	2	2	20
TOTAL (57)	**Coliformes totais**	**1**	**3**	**0**	**36**	**17**
	DBO	**6**	**6**	**3**	**23**	**19**
	N-NH3	**35**	**4**	**0**	**1**	**17**
	OD	**26**	**11**	**10**	**4**	**6**
	PT	**6**	**5**	**5**	**21**	**20**

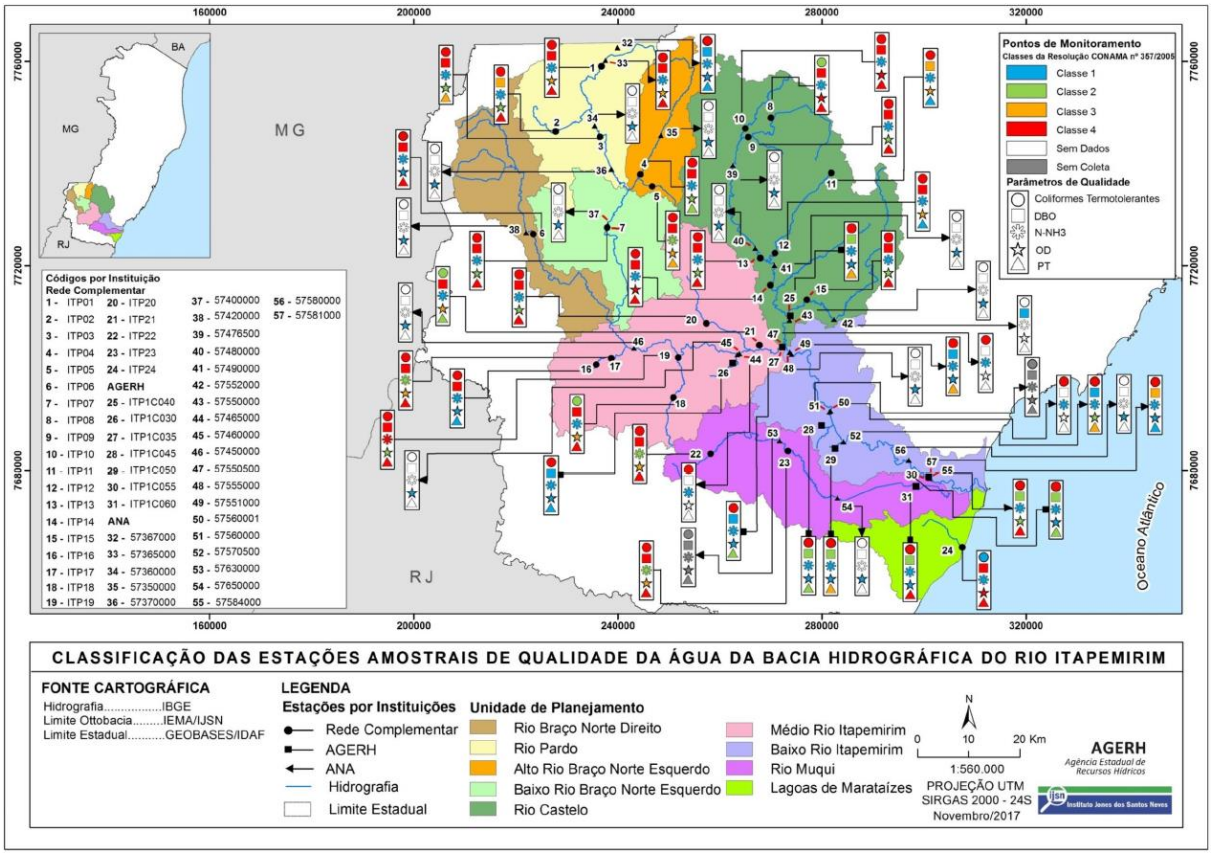
Fonte: Adaptado de AGERH (2018).

Do total de estações, observa-se que o parâmetro de coliformes fecais é o que está mais comprometido, pois a amostra de 36 estações esteve compatível apenas com a classe 4 (águas destinadas apenas à navegação e à harmonia paisagística). O mesmo enquadramento foi obtido para os parâmetros de DBO e fósforo total em amostras relativas a 23 e 21 estações, respectivamente. Cabe ressaltar, no entanto, que o parâmetro N-NH3, que também é um indicativo de contaminação fecal recente, manteve-se com concentrações características de classe 1 (águas voltadas ao abastecimento humano após tratamento simplificado, proteção das comunidades

aquáticas, recreação, dentre outros usos) ou classe 2 (águas empregadas sobretudo no abastecimento para consumo humano após tratamento convencional) para 39 estações amostrais, assim como o OD em 37 estações.

Para complementar esta análise, a Figura 2-5 identifica a classificação das amostras para cada um dos parâmetros analisados, além de indicar a localização das estações mencionadas.

Figura 2-5 - Classificação das 57 estações amostrais de qualidade da água da BH do Rio Itapemirim.

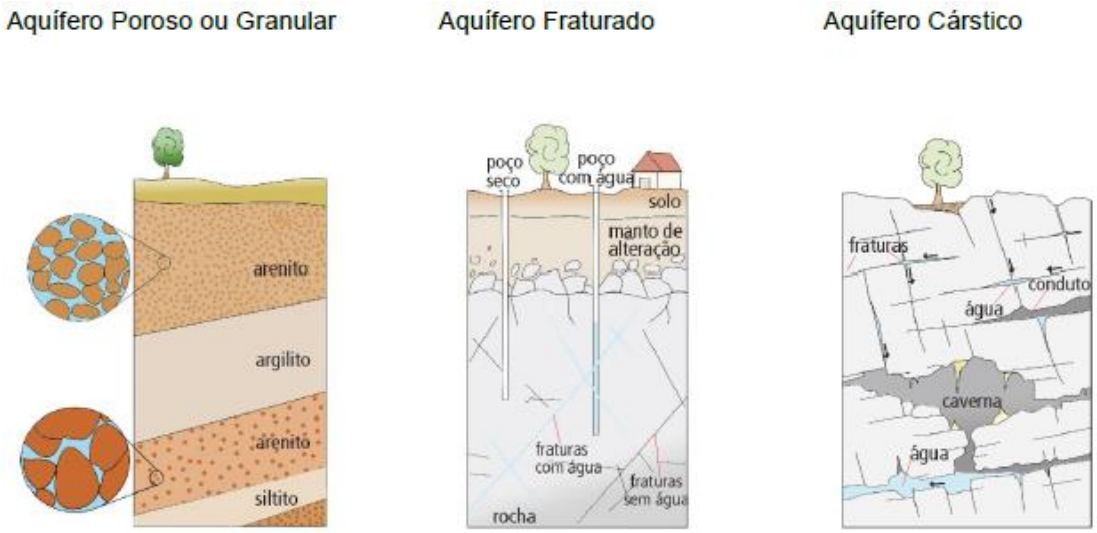


Fonte: AGERH (2018).

2.1.3 Águas subterrâneas

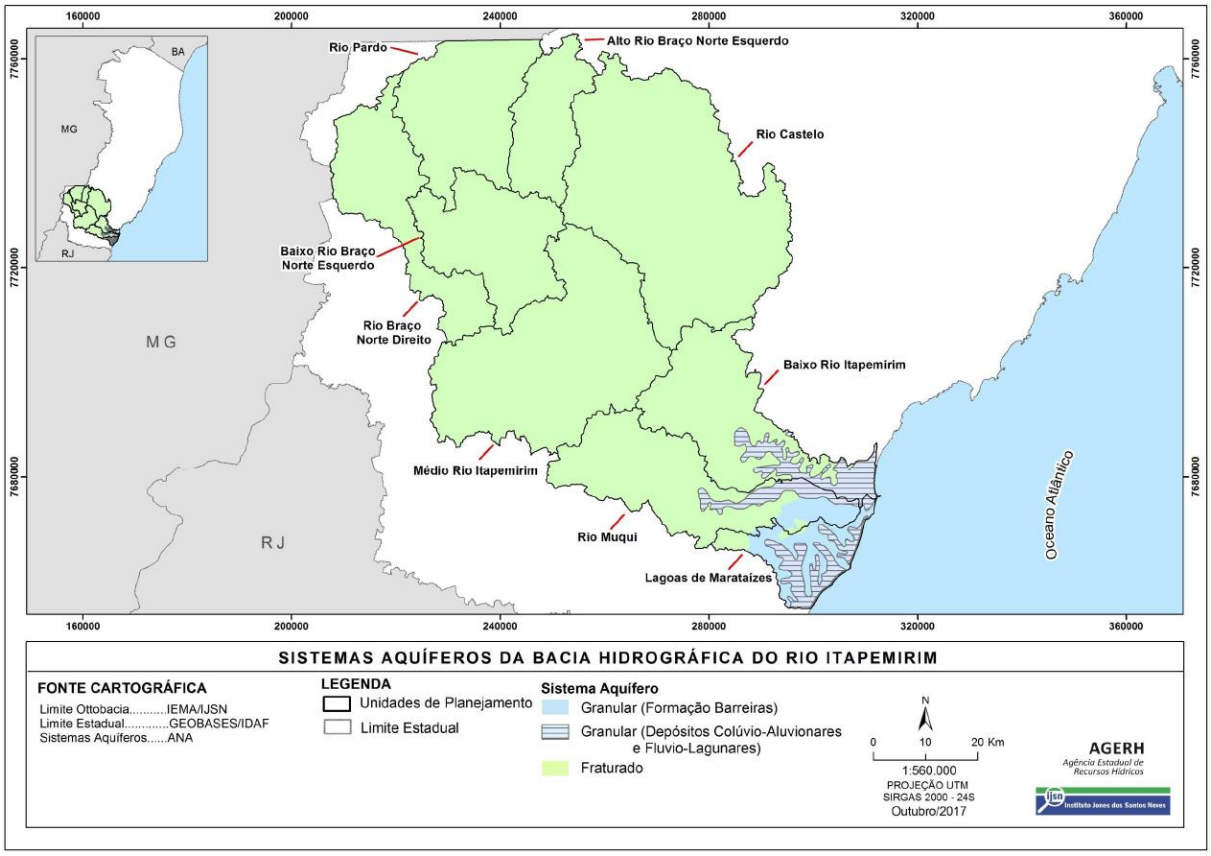
Além das águas superiores, é importante caracterizar as águas subterrâneas da bacia. Tais unidades geológicas podem ser classificadas em três domínios conforme suas características geométricas, litológicas e fluxos dominantes: aquíferos pososos ou glanulares, aquíferos fraturados ou fissural e aquíferos cársticos (ANA, 2007). A Figura 2-6 a seguir ilustra a forma de armazenamento em cada um deles e a Figura 2-7 mostra sua distribuição no território da bacia.

Figura 2-6 - Classificação dos aquíferos conforme a porosidade da rocha.



Fonte: DAEE (2009).

Figura 2-7 - Mapa dos sistemas aquíferos na BH do Rio Itapemirim.



Fonte: AGERH (2018).

Pela análise da Figura 2-7 é possível constatar a presença de aquíferos fraturados e granulares. Observa-se também que apenas uma pequena parte da bacia é dominada

pelo último, que abrange aproximadamente 486 km^2, isto é, somente 8% de seu território (AGERH, 2018).

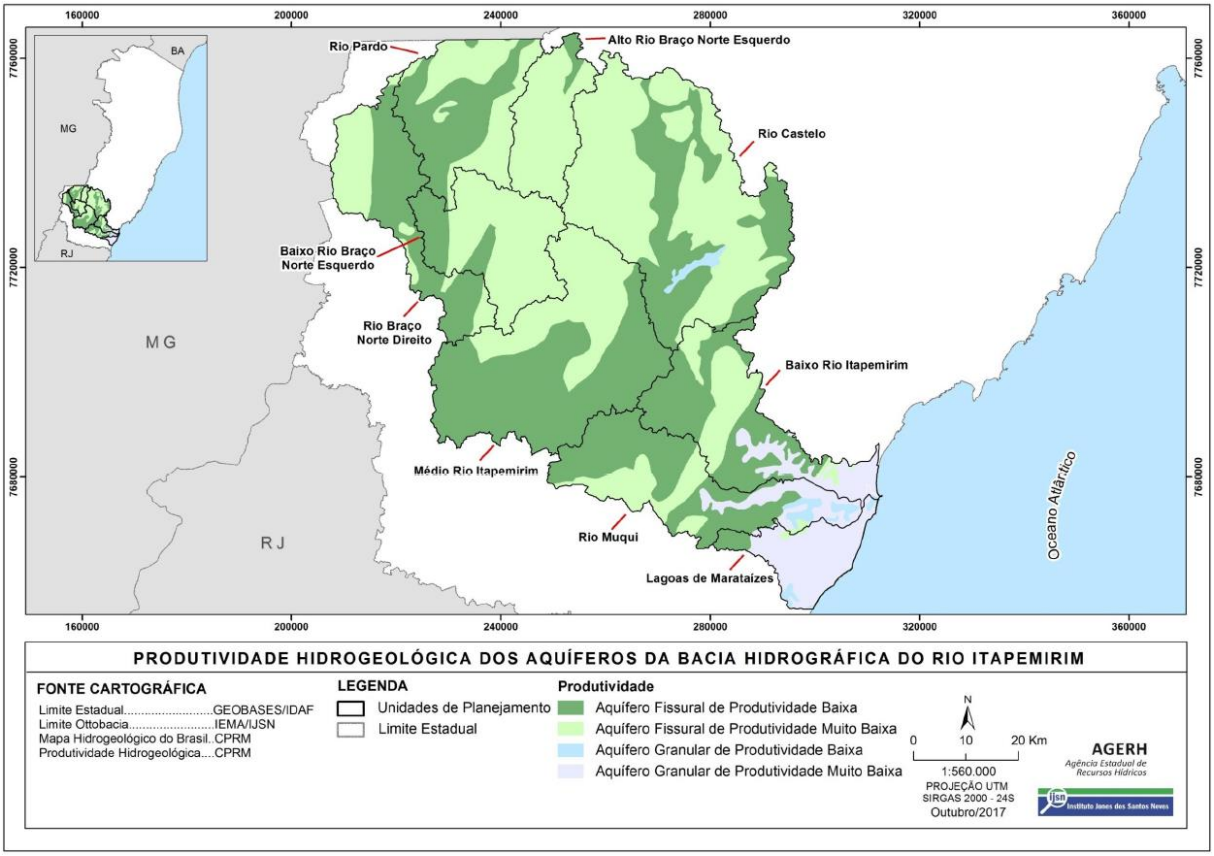
Em termos de seus subdomínios, os depósitos colúvio-aluvionares e flúvio-lagunares estão presentes na foz da bacia, em região litorânea, e no leito maior dos rios Muqui do Norte e Itapemirim. Esse tipo de formação é caracterizado pela presença de cascalho, sedimentos arenosos e areno-argilosos não consolidados, sendo estes por vezes ricos em matéria orgânica. Além disso, é válido mencionar que tais depósitos detêm um potencial hidrogeológico necessário para fornecer água a pequenas comunidades rurais, estando, portanto, restritos a captações de apenas pequenos volumes de água.

O outro subdomínio, chamado de Formação Barreiras, também aflora em pequena porção do território, estando restrito a uma pequena faixa próxima à foz da bacia, nos limites com a bacia do Rio Itabapoana. Tal formação é caracterizada por depósitos detríticos consolidados pobremente selecionados, com granulometria cascalho, areia e argila (CPRM, 2015), e, especificamente na bacia do Rio Itapemirim, não apresenta potencial hidrogeológico para abastecimento.

Sobre o domínio dos aquíferos fraturados, percebe-se que este grupo está distribuído em quase toda a bacia, com a cobertura de cerca de 92% de seu território, com destaque à totalidade do município de Cachoeiro de Itapemirim (AGERH, 2018). Este é composto sobretudo por granito e gnaisses característicos das áreas elevadas do interior e do sul do estado, favorecendo com que a circulação e o armazenamento de água ocorram apenas em falhas e fissuras, o que torna sua exploração aquífera menos vantajosa se comparada aos aquíferos de porosidade primária. Entretanto, destaca-se a ocorrência de alguns poços com vazões satisfatórias passíveis de serem empregados no atendimento de demandas pontuais em áreas rurais, pequenas localidades ou pequenos centros urbanos.

Diante disto, a Figura 2-8 apresenta o mapa de produtividade hidrogeológica dos aquíferos presentes na bacia do Rio Itapemirim, enquanto a Tabela 2-2 indica a quantificação estimada das reservas subterrâneas da bacia e a reserva explotável, que corresponde à 50% da reserva subterrânea (AGERH, 2018).

Figura 2-8 - Mapa de produtividade hidrogeológica dos aquíferos na BH do Rio Itapemirim.



Fonte: AGERH (2018).

Tabela 2-2 - Quantificação das reservas hídricas subterrâneas na BH do Rio Itapemirim.

Unidade de Planejamento	Área (km²)	Reserva Reguladora (m^3/ano)	Reserva Explotável (m^3/ano)
Rio Pardo	574	$3,66 \times 10^8$	$1,83 \times 10^8$
Alto Rio Braço Norte Esquerdo	334	$1,45 \times 10^8$	$7,26 \times 10^7$
Baixo Rio Braço Norte Esquerdo	526	$6,41 \times 10^8$	$3,21 \times 10^8$
Rio Braço Norte Direito	510	$4,18 \times 10^8$	$2,09 \times 10^8$
Médio Rio Itapemirim	**1.144**	**$1,60 \times 10^9$**	**$8,02 \times 10^8$**
Rio Castelo	**1.482**	**$7,31 \times 10^8$**	**$3,65 \times 10^8$**
Baixo Rio Itapemirim	664	$2,94 \times 10^9$	$1,47 \times 10^9$
Rio Muqui	684	$1,87 \times 10^8$	$9,37 \times 10^7$
Lagoa de Marataízes	265	$1,87 \times 10^8$	$9,37 \times 10^7$
Total	**6.183**	**$7,22 \times 10^9$**	**$3,61 \times 10^9$**

Fonte: AGERH (2018).

Conforme já citado, os dois domínios de aquíferos presentes na bacia possuem caráter de baixa produtividade hidrogeológica. Todavia, eles podem fornecer alternativas viáveis para o abastecimento de pequenas comunidades às quais a rede de abastecimento pública ainda não alcance.

Além disso, é importante ressaltar que mesmo que a bacia não detenha potencial para uma maior exploração de suas águas subterrâneas, o elevado índice pluviométrico na região leva a uma recarga constante dos níveis d'água no aquífero. Tal fato contribui com a alimentação do escoamento básico dos seus rios, mesmo em épocas consideradas de estiagem.

Apesar disso, cabe lembrar que o Espírito Santo vivenciou uma das piores crises hídricas da sua história entre os anos de 2015 e 2016, a qual foi responsável por colocar o município de Cachoeiro de Itapemirim em situação de emergência. Neste contexto, nota-se que o registro da elevada recarga do escoamento básico dos rios que compõem a bacia do Rio Itapemirim não foi suficiente para suprir a demanda de água nesse período, o que ocasionou prejuízos para a agricultura e pecuária, além de reduzir a capacidade de abastecimento à população.

De modo geral, conclui-se que o cenário relatado entre os anos de 2015 e 2016 foi um evento extremo registrado em muitas bacias do Estado. Entretanto, a análise dos vários anos de dados hidrológicos para avaliar a capacidade da disponibilidade *versus* demanda hídrica dos múltiplos usuários da região demonstra que a bacia em estudo possui capacidade para suprir as demandas atualmente identificadas.

2.1.4 Deflúvios anuais

Finalmente, a Tabela 2-3 apresenta os resultados de deflúvios anuais para oito estações fluviométricas da ANA presentes na bacia do Rio Itapemirim. As estações de “Usina de São Miguel” e “Pacotuba” (em destaque) são aquelas que ocorrem no território de Cachoeiro de Itapemirim, estando localizadas nos rios Castelo e Itapemirim, respectivamente.

Tabela 2-3 - Deflúvios médios nas estações fluviométricas da BH do Rio Itapemirim.

Estação	**Código ANA**	**Área de Drenagem (km^2)**	**Deflúvio**			
			Total (m^3/ano)	**Superficial (m^3/ano)**	**Subterrâneo (m^3/ano)**	**Subterrâneo específico (L/s/km^2)**
Ibitirama	57420000	342	$4,18 \times 10^8$	$2,19 \times 10^8$	$1,98 \times 10^8$	18,37
Terra Corrida-Montante	57370000	602	$3,66 \times 10^8$	$1,43 \times 10^8$	$2,23 \times 10^8$	11,75

Tabela 2-3 - Deflúvios médios nas estações fluviométricas da BH do Rio Itapemirim.

Estação	Código ANA	Área de Drenagem (km^2)	Deflúvio			
			Total (m^3/ano)	Superficial (m^3/ano)	Subterrâneo (m^3/ano)	Subterrâneo específico (L/s/km^2)
Usina Fortaleza	57350000	223	$1,45 \times 10^8$	$6,55 \times 10^7$	$7,97 \times 10^7$	11,34
Itaici	57400000	1045	$6,41 \times 10^8$	$2,68 \times 10^8$	$3,73 \times 10^8$	11,32
Usina São Miguel	**57550000**	**1458**	**$7,31 \times 10^8$**	**$3,15 \times 10^8$**	**$4,16 \times 10^8$**	**9,05**
Pacotuba	**57460000**	**2757**	**$1,60 \times 10^9$**	**$7,26 \times 10^8$**	**$8,79 \times 10^8$**	**10,11**
Usina Paineiras	57580000	5166	$2,94 \times 10^9$	$1,28 \times 10^9$	$1,66 \times 10^9$	10,22
Fazenda Cacheta	57650000	505	$1,87 \times 10^8$	$9,51 \times 10^7$	$9,23 \times 10^7$	5,80

Fonte: AGERH (2018).

2.2 DISPONIBILIDADE HÍDRICA

Por direcionar os usos prioritários e a quantidade disponível para cada necessidade em uma bacia hidrográfica, a análise da disponibilidade hídrica é uma ferramenta de grande importância para o planejamento socioeconômico. De forma a regular os usos da água, seu primeiro passo é a definição de uma vazão mínima remanescente dos corpos hídricos. Esta, por sua vez, corresponde à menor vazão mantida no curso de água em seção de controle visando ao atendimento dos usos múltiplos dos recursos hídricos. Alguns critérios utilizados para o estabelecimento da “Outorga de Direito de Uso dos Recursos Hídricos” são a vazão de referência e o percentual máximo outorgável.

Diante disto, a avaliação quantitativa da disponibilidade hídrica de Cachoeiro de Itapemirim toma como referência as análises do Plano de Recursos Hídricos da Bacia do Rio Itapemirim (PRHBI), visto que o município está completamente inserido nesta bacia, conforme exposto anteriormente. Este considerou as equações de regionalização propostas pela Nota Técnica SUORE/GRH/IEMA n.º 007/2013, além da vazão média de longo termo (Q_{MLT}) – que pode ser expressa regionalmente em função da área de drenagem e da precipitação média anual – e da vazão mínima com 90% de permanência no tempo (Q_{90}) – obtida pela proporcionalidade com a Q_{MLT}.

A Tabela 2-4 adiante exibe os dados de área de drenagem da bacia e as vazões Q_{MLT} e Q_{90} empregados pela Agência Estadual de Recursos Hídricos no cálculo da disponibilidade hídrica, enquanto a Tabela 2-5 apresenta as vazões de retirada e de consumo dos usos consuntivos nas Unidade de Planejamento que abrangem Cachoeiro de Itapemirim. Vale mencionar que as vazões de retirada indicam aos valores captados para cada uso consuntivo na bacia, enquanto as vazões de consumo correspondem à fração consumida dentro daquilo que foi retirado.

Tabela 2-4 - Disponibilidade hídrica superficial nas unidades de planejamento da BH do Rio Itapemirim em Cachoeiro de Itapemirim

UP	Área de drenagem da Unidade de Planejamento (km²)	Área de drenagem acumulada (km²)	Precipitação Média (mm/ano) [1]	Q_{90} (m³/s)	Q_{MLT} (m³/s)
Médio Rio Itapemirim	1143,7	3.152,5	1.364	17,8	52,4
Rio Castelo	1.481,8	1.481,8	1.399	6,7	19,6
Baixo Rio Itapemirim	663,9	5.982,5	1.347	31,3	92,1

Fonte: AGERH, 2018. [1] O valor de precipitação anual utilizado foi extraído do *grid* meteorológico brasileiro elaborado por Xavier *et al.* (2015) de forma pontual, uma vez que o mapa de isoietas para a bacia do Rio Itapemirim, elaborado pelo Projeto Águas Limpas (2009), apresenta somente o intervalo da precipitação anual da bacia.

Tabela 2-5 – Vazões de retirada e de consumo dos usos consuntivos na BH do Rio Itapemirim (m³/s).

UP	Principal uso consultivo	Abastecimento Humano		Criação animal		Irrigação		Industrial		Total	
		Q ret	Q con	Q ret	Q con	Q ret	Q con	Q ret	Q con	Q ret	Q con
Médio Rio Itapemirim	Irrigação	0,154	0,037	0,119	0,095	0,328	0,260	0,078	0,078	**0,679**	**0,470**
Rio Castelo	Irrigação	0,261	0,068	0,096	0,077	1,111	0,887	0,118	0,118	**1,586**	**1,150**
Baixo Rio Itapemirim	Industrial	0,857	0,179	0,047	0,037	0,155	0,123	1,535	1,535	**2,594**	**1,874**
Total		**1,272**	**0,284**	**0,262**	**0,209**	**1,594**	**1,270**	**1,731**	**1,731**	**4,859**	**3,494**

Fonte: AGERH, 2018. Legenda: Q ret: Vazão de retirada; Q con: Vazão de consumo.

De posse desses dados, a AGERH conduziu uma comparação entre a demanda dos usos consuntivos e a disponibilidade hídrica superficial. Para tanto, ela se baseou em indicadores de referência definidos na literatura, a saber:

- **Índice de Retirada de Água (*Water Exploitation Index*):** razão entre a vazão de retirada total dos usos consuntivos e a Q_{MLT}. Esse índice é recomendado pela Organização das Nações Unidas e possui a seguinte classificação (ANA, 2007):

- 0% a 5% - Situação excelente: Pouca ou nenhuma atividade de gerenciamento é necessária. A água é considerada um bem livre;
- 5% a 10% - Situação é confortável, podendo ocorrer necessidade de gerenciamento para solução de problemas locais de abastecimentos prioritários;
- 10% a 20% - Situação é preocupante. A atividade de gerenciamento é indispensável, exigindo a realização de investimentos médios;
- 20% a 40% - Situação é crítica, exigindo intensa atividade de gerenciamento e grandes investimentos;
- >40% - Situação é muito crítica.

- **Comprometimento hídrico em termos de Q_{90}:** corresponde à razão entre a vazão de consumo total e a Q_{90}. Para avaliar o comprometimento hídrico, foi utilizado o critério descrito pelo Art. 9º da Instrução Normativa IEMA n.º 13/2009, o qual estabelece que: "§ 1º O somatório das vazões outorgadas fica limitado a 50% da vazão de referência do corpo de água".

A Tabela 2-6 apresenta o resultado do balanço hídrico superficial com base nesses indicadores.

Tabela 2-6 - Balanço hídrico na BH do Rio Itapemirim no município de Cachoeiro de Itapemirim.

Unidade de Planejamento	Índice de Retirada de Água (%)	Comprometimento hídrico em termos de Q_{90} (%)
Médio Rio Itapemirim	1,3%	2,6%
Rio Castelo	8,1%	17,2%
Baixo Rio Itapemirim	2,8%	6,0%

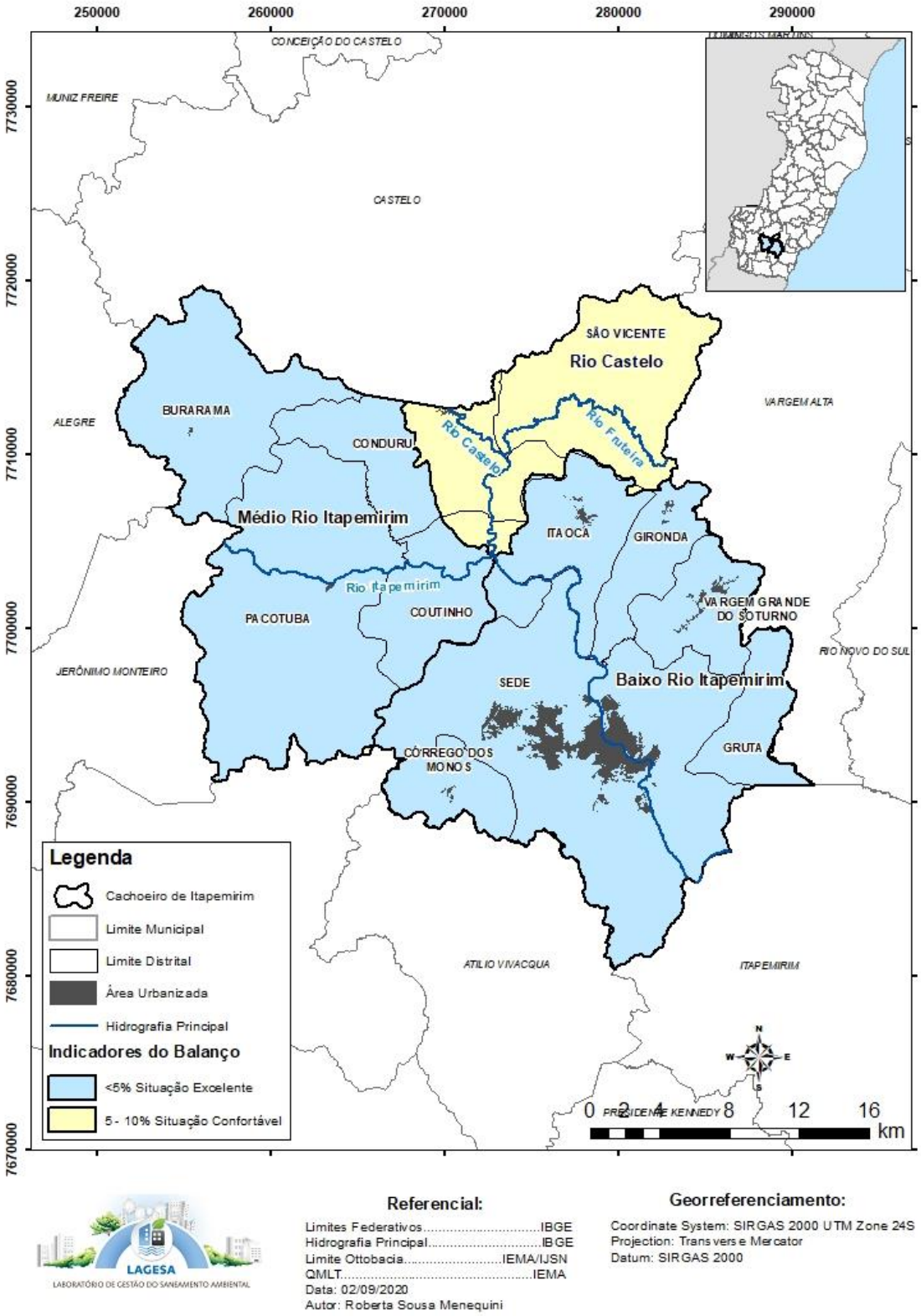
Fonte: AGERH, 2018.

De acordo com o Índice de Retirada de Água, observa-se que a situação é excelente para a maior parte das Unidades de Planejamento do Médio e Baixo Rio Itapemirim, com exceção da UP Rio Castelo, na qual o índice apontou uma situação confortável. Em relação ao comprometimento hídrico em termos de Q_{90}, há relativo conforto hídrico frente à vazão máxima outorgável (50% desta). O maior percentual observado ocorre na UP Rio Castelo (17,2%), ainda abaixo da vazão máxima outorgável.

Essas constatações indicam que a situação atual do balanço hídrico não limita, em uma análise geral, os usos atuais dos recursos hídricos no município de Cachoeiro de Itapemirim, possibilitando ainda o planejamento para ampliação de usos futuros.

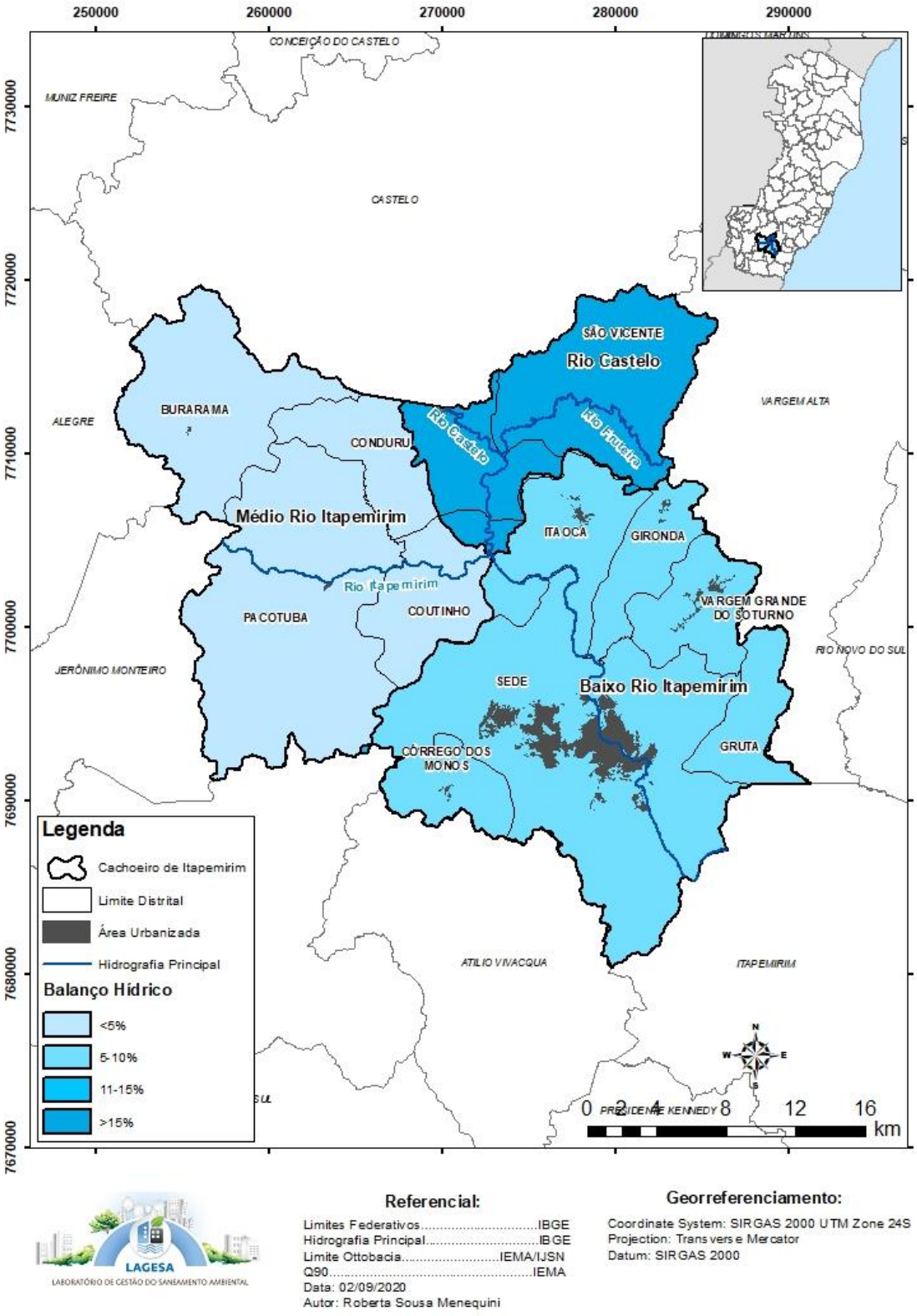
Nas Figuras 2-9 e 2-10 apresenta-se o grau de comprometimento quantitativo de cada Unidade de Planejamento da Bacia Hidrográfica do Rio Itapemirim, para o município de Cachoeiro de Itapemirim, em relação à Q_{MLT} e à Q_{90}, respectivamente.

Figura 2-9 - Balanço hídrico em razão da vazão média de longo termo (Q_{MLT}) na BH do Rio Itapemirim em Cachoeiro de Itapemirim.



Fonte: Autoria própria.

Figura 2-10 - Balanço hídrico em razão da Q_{90} na Bacia Hidrográfica do Rio Itapemirim, por Unidade de Planejamento do Plano de Bacias em Cachoeiro de Itapemirim.



Fonte: Autoria própria.

O prognóstico do balanço hídrico para as UPs que abrangem o município encontra-se disposto nas Tabelas 2-7 e 2-8. Estas contemplam, respectivamente, a análise pela vazão média de longo termo e pela Q_{90}.

Tabela 2-7 - Prognóstico do balanço hídrico das Unidades de Planejamento da BH do Rio Itapemirim, em razão da vazão média de longo termo (Q_{MLT}).

Unidades de Planejamento	Demanda atual	Projeção 2021	Projeção 2029	Projeção 2037
Médio Rio Itapemirim	1,3%	1,3%	1,4%	1,5%
Rio Castelo	8,1%	8,4%	8,9%	9,4%
Baixo Rio Itapemirim	2,8%	3,1%	3,6%	4,1%

Fonte: AGERH (2018).

Tabela 2-8 - Prognóstico do balanço hídrico das Unidades de Planejamento da BH do Rio Itapemirim, em razão da vazão mínima com 90% de permanência no tempo (Q_{90}).

Unidades de Planejamento	Demanda atual	Projeção 2021	Projeção 2029	Projeção 2037
Médio Rio Itapemirim	2,6%	2,8%	3,0%	3,2%
Rio Castelo	17,2%	17,9%	19,3%	20,6%
Baixo Rio Itapemirim	6,0%	6,7%	8,2%	9,6%

Fonte: AGERH (2018).

Segundo a análise realizada pela AGERH (2018), caso o cenário tendencial se mantenha, o comprometimento hídrico futuro quantitativo em termos de Q_{90} não limitará os usos futuros da água no município, uma vez que a vazão total consumida é relativamente menor que o valor percentual máximo outorgável (50% da Q_{90}). Dessa forma, a tendência aponta para um relativo conforto hídrico frente ao limite outorgável dos rios já empregados no abastecimento urbano, embora ainda sejam necessárias ações de gestão e planejamento que busquem o uso sustentável e a melhoria da qualidade da água nos mananciais. Por fim, ressalta-se que o aumento do comprometimento da quantidade de água dessas UPs deve-se principalmente à evolução da agricultura irrigada na região.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGÊNCIA ESTADUAL DE RECURSOS HÍDRICOS (AGERH). **Diagnóstico e Prognóstico das Condições de Uso da Água na Bacia Hidrográfica do Rio Itapemirim como Subsídio Fundamental ao Enquadramento e Plano de Recursos Hídricos**. Espírito Santo, 2018.

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS (ANA). **Disponibilidade e demandas de recursos hídricos no Brasil**. Brasília: ANA, 2007.

BRASIL. Decreto nº 7.217, de 21 de junho de 2010. **Regulamenta a Lei nº 11.445, de 05 de janeiro de 2007, que estabelece diretrizes nacionais para o saneamento básico, e dá outras providências**. Brasília, 2010.

BRASIL. Decreto nº 7.404, de 23 de dezembro de 2010. **Regulamenta a Lei n° 12.305, de 02 de agosto de 2010, que institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos, cria o Comitê Interministerial da Política Nacional de Resíduos Sólidos e o Comitê Orientador para a Implantação dos Sistemas de Logística Reversa, e dá outras providências**. Brasília, 2010.

BRASIL. Lei n° 12.305 de 2 de agosto de 2010. **Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos; altera a Lei no 9.605, de 12 de fevereiro de 1998; e dá outras providências**. Publicado no DOU de 3.8.2010. Brasília, 2010.

BRASIL. Lei nº 11.445, de 05 de janeiro de 2007. **Estabelece diretrizes nacionais para o saneamento básico**. Brasília, 2007.

BRASIL. Resolução Conama n° 357, de 18 de março de 2005. **Dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes, e dá outras providências**. Publicado no D.O.U de 18 de março de 2005.

CACHOEIRO DE ITAPEMIRIM. **Termo de Referência para Elaboração do Plano Municipal de Gestão Integrada Resíduos Sólidos e Revisão do Plano Municipal de Água e Esgoto – PMAE**. Cachoeiro de Itapemirim: 2017.

DEPARTAMENTO DE ÁGUA E ENERGIA ELÉTRICA DO ESTADO DE SÃO PAULO (DAEE). **As águas subterrâneas do Estado de São Paulo**. São Paulo: Secretaria de Estado do Meio Ambiente, 2ª Edição - SMA, 2009.

INSTITUTO ESTADUAL DE MEIO AMBIENTE E RECURSOS HÍDRICOS (IEMA). (2013) Nota técnica SUORE/GRH/IEMA nº007/2013. **"Metodologia para análise de outorga de direito de uso de recursos hídricos utilizando o sistema de controle de balanço hídrico das bacias hidrográficas do Estado do Espírito Santo (SCBH-ES)"**. Cariacica,ES.

KLIGERMAN, D. C. **Gestão Ambiental Integrada: Recursos Hídricos, Saneamento e Saúde.** 2001. 314 f. Tese (Doutorado) – Instituto Alberto Luiz Coimbra de Pós-Graduação e Pesquisa de Engenharia (COPPE), Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro.

SERVIÇO GEOLÓGICO DO BRASIL/COMPANHIA DE PESQUISA DE RECURSOS MINERAIS (CPRM). **Mapa Geológico do Estado do Espírito Santo**. Brasília, 2015.

UNIVERSIDADE FEDERAL DO ESPÍRITO SANTO. Portaria nº 1310, de 09 de junho de 2014. **Institui o Laboratório de Gestão do Saneamento Ambiental (LAGESA)**. Vitória, 2014.