

Projeto de Avaliação de Impactos Cumulativos - **PAIC**

Avaliação da Capacidade de Suporte
e da Significância dos Impactos
Cumulativos Previstos

Relatório Final (Fase 5)

Litoral Sul Fluminense/RJ



Volume 1

E&P

Agosto 2019



PETROBRAS

Projeto de Avaliação de Impactos Cumulativos - PAIC

Região Litoral Sul Fluminense/RJ

**Avaliação da Capacidade de Suporte e da Significância dos
Impactos Cumulativos Previstos - Relatório Final**
(Produto 5.3.1 - Fase 5)

Volume 01

Agosto / 2019



E&P

ÍNDICE GERAL

I.	NOTA INTRODUTÓRIA.....	1
II.	PRINCIPAIS IMPACTOS CUMULATIVOS	2
III.	METODOLOGIA	7
	III.1. DEFINIÇÃO DE LIMITES DE ALTERAÇÃO.....	7
	III.2. DETERMINAÇÃO DA SIGNIFICÂNCIA DOS IMPACTOS CUMULATIVOS.....	8
	III.3. AFERIÇÃO DOS LIMITES DE ALTERAÇÃO E DA SIGNIFICÂNCIA DOS IMPACTOS	13
	III.4. ESTIMATIVA DO ESTADO FUTURO	14
IV.	MEIO SOCIOECONÔMICO.....	18
	IV.1. COMUNIDADES TRADICIONAIS	18
	IV.1.1. Introdução	18
	IV.1.2. Limites de alteração.....	19
	IV.1.3. Significância dos impactos.....	21
	IV.1.4. Estimativa do estado futuro.....	25
	IV.2. HABITAÇÃO.....	27
	IV.2.1. Introdução	27
	IV.2.2. Limites de alteração.....	32
	IV.2.3. Significância dos impactos.....	36
	IV.2.4. Estimativa do estado futuro.....	42
	IV.3. SANEAMENTO BÁSICO.....	54
	IV.3.1. Introdução	54
	IV.3.2. Limites de alteração.....	57
	IV.3.3. Significância dos impactos.....	59
	IV.3.4. Estimativa do estado futuro.....	62
V.	MEIO BIÓTICO	69
	V.1. VEGETAÇÃO COSTEIRA.....	69
	V.1.1. Introdução	69
	V.1.2. Limites de alteração.....	69
	V.1.3. Significância dos impactos.....	76
	V.1.4. Estimativa do estado futuro.....	92

V.2. BIODIVERSIDADE MARINHA	103
V.2.1. Introdução	103
V.2.2. Limites de alteração	103
V.2.3. Significância dos impactos	115
V.2.4. Estimativa do estado futuro.....	120
VI. MEIO FÍSICO	122
VI.1. ÁGUAS CONTINENTAIS	122
VI.1.1. Introdução	122
VI.1.2. Limites de alteração	123
VI.1.3. Significância dos impactos.....	132
VI.1.4. Estimativa do estado futuro.....	141
VI.2. QUALIDADE DAS ÁGUAS COSTEIRAS	167
VI.2.1. Introdução	167
VI.2.2. Limites de alteração	171
VI.2.3. Significância dos impactos.....	174
VI.2.4. Estimativa do estado futuro.....	188
VII. SÍNTESE.....	195
VII.1. LIMITES DE ALTERAÇÃO	195
VII.2. SIGNIFICÂNCIA DOS IMPACTOS	197
VII.3. ESTIMATIVA DO ESTADO FUTURO	199
VIII. CONSIDERAÇÕES FINAIS	203
IX. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	206
X. EQUIPE TÉCNICA.....	219

QUADROS

Quadro 1 – Componente de avaliação do impacto cumulativo: Natureza.....	10
Quadro 2 – Componente de avaliação do impacto cumulativo: Escala espacial. .	10
Quadro 3 – Componente de avaliação do impacto cumulativo: Duração.....	11
Quadro 4 – Componente de avaliação do impacto cumulativo: Frequência.	11
Quadro 5 – Componente de avaliação do impacto cumulativo: Magnitude.	11
Quadro 6 – Características dos diferentes cenários considerados no PERH Guandu	16
Quadro 7 – Classificação do impacto “interferência com o território tradicional (terrestre e marinho)”	24
Quadro 8 – Classificação do impacto “interferência sobre as atividades tradicionais”	24
Quadro 9 – Classificação do impacto “Aumento da precariedade habitacional”. ...	39
Quadro 10 – Cenários de projeção dos aglomerados subnormais	45
Quadro 11 – Atendimento habitacional no Litoral Sul Fluminense (2010-2018) ...	48
Quadro 12 – Metas propostas para o atendimento de esgoto (coleta) a curto, médio e longo prazos nos municípios do Litoral Sul Fluminense	58
Quadro 13 – Classificação do impacto “Crescente desajuste da oferta pública de saneamento”	61
Quadro 14 – Quantificação de áreas de vegetação costeira abrangidas ou não por UC: Paraty.....	71
Quadro 15 – Quantificação de áreas de vegetação costeira abrangidas ou não por UC: Angra dos Reis	72
Quadro 16 – Quantificação de áreas de vegetação costeira abrangidas ou não por UC: Mangaratiba	72
Quadro 17 – Quantificação de áreas de vegetação costeira abrangidas ou não por UC: Itaguaí.....	73
Quadro 18 – Quantificação de áreas de vegetação costeira abrangidas ou não por UC: Região Litoral Sul Fluminense	74
Quadro 19 – Representatividade da vegetação costeira na área de abrangência espacial terrestre e representatividade das áreas afetadas por impactos cumulativos	81
Quadro 20 – Classificação das componentes dos impactos cumulativos sobre a vegetação costeira	84
Quadro 21 – Relação entre estressores e evolução do fator vegetação costeira no período 2005-2017.....	93
Quadro 22 – Classificação das componentes dos impactos cumulativos sobre a biodiversidade marinha	118
Quadro 23 – Limites de alteração, identificados através de limites legais estabelecidos pela Resolução CONAMA n.º 357 de 17 de março de 2005, para o parâmetro indicador da condição de qualidade das águas continentais	127

Quadro 24 – Limite de alteração da demanda hídrica por município e UHP da região Litoral Sul Fluminense estimado pelo valor máximo outorgável (limite quantitativo) e considerando a capacidade de depuração dos corpos de água (atual) (limite qualitativo).....	131
Quadro 25 – Estimativa da magnitude do impacto cumulativo sobre a concentração de coliformes termotolerantes dos corpos de água no período 2013 - 2017	134
Quadro 26 – Classificação do impacto “Aumento da concentração de coliformes termotolerantes em águas continentais”	140
Quadro 27 – Classificação do impacto “Redução da disponibilidade de águas continentais para abastecimento público”	140
Quadro 28 – Projeção da população residente por área (habitantes) para Cenário A e Cenário B de evolução da região Litoral Sul Fluminense	144
Quadro 29 – Projeção do nível de atendimento de tratamento de esgoto sanitário (face a população residente) para Cenário A e Cenário B de evolução da região Litoral Sul Fluminense.....	145
Quadro 30 – Projeção da concentração de coliformes termotolerantes média anual (NMP/100ml) em rios e córregos em cada município para Cenário A e Cenário B de evolução da região Litoral Sul Fluminense	145
Quadro 31 – Estimativa de estado final de concentração de coliformes termotolerantes em cursos de água do Litoral Sul Fluminense e condição face aos valores limite da Resolução CONAMA n.º 357/2005 de 17 de março.....	148
Quadro 32 – Consumos per capita considerados para a população urbana de cada município.....	152
Quadro 33 – Estimativa da demanda hídrica para usos industrial, mineração, irrigação, dessedentação de animais e aquicultura em UHPs para momento atual da região Litoral Sul Fluminense.....	153
Quadro 34 – Estimativa da demanda hídrica (L/s) em UHPs para 2018, Cenário A e Cenário B de evolução da região Litoral Sul Fluminense.....	155
Quadro 35 – Estimativa da razão entre demanda hídrica e disponibilidade hídrica (%) em UHPs para 2018, Cenário A e Cenário B de evolução da região Litoral Sul Fluminense.....	157
Quadro 36 – Estimativa da razão entre demanda hídrica para abastecimento humano e disponibilidade hídrica (%) em UHPs para 2018, Cenário A e Cenário B de evolução da região Litoral Sul Fluminense.....	159
Quadro 37 – Estimativa da razão entre demanda hídrica total e disponibilidade hídrica (%) e da razão entre demanda hídrica para abastecimento humano e disponibilidade hídrica (%) numa situação de escassez hídrica em UHPs para 2030, no Cenário A e Cenário B de evolução da região Litoral Sul Fluminense	164
Quadro 38 – Critérios de classificação das águas próprias e impróprias para a recreação de contato primário.....	174

Quadro 39 – Estimativa da importância relativa dos empreendimentos na geração de impactos na qualidade das águas costeiras no Litoral Sul Fluminense.	181
Quadro 40 – Classificação do impacto cumulativo “níveis elevados da produção primária fitoplanctônica” sobre a qualidade das águas costeiras	186
Quadro 41 – Classificação do impacto cumulativo “remobilização de poluentes associada às operações de dragagem – aumento da turbidez e da concentração de metais” sobre a qualidade das águas costeiras	186
Quadro 42 – Síntese dos limites de alteração, por fator, para a região Litoral Sul Fluminense.....	195
Quadro 43 – Síntese da classificação de impactos cumulativos, por fator, para a região Litoral Sul Fluminense.....	197
Quadro 44 – Estimativa do estado futuro dos fatores, na região Litoral Sul Fluminense.....	199

FIGURAS

Figura 1 – Diagrama de relação entre impactos	6
Figura 2 – Componentes de avaliação dos impactos cumulativos.....	9
Figura 3 – Proporção da população residente em aglomerados subnormais na Região Litoral Sul Fluminense/RJ (2000 e 2010).....	28
Figura 4 – Proporção da população residente por classes de rendimento nominal mensal familiar per capita no Litoral Sul Fluminense/RJ (2000 e 2010).	29
Figura 5 – Proporção da população residente por tipo de aglomerado e por classes de rendimento nominal mensal familiar per capita no Litoral Sul Fluminense/RJ (2010).....	29
Figura 6 – Déficit habitacional para o Litoral Sul Fluminense – 2000 e 2010.....	30
Figura 7 – Crescimento populacional no Litoral Sul Fluminense e no Estado do Rio de Janeiro (índice com 2000=100).....	31
Figura 8 – Proporção de pessoas em aglomerados subnormais em várias mesorregiões do Estado de Rio de Janeiro	33
Figura 9 – Proporção de pessoas em aglomerados subnormais no Litoral Sul Fluminense e limite de alteração aceitável	37
Figura 10 – Estruturas, tendências, acontecimentos e desenvolvimento de cenários e prognósticos.....	44
Figura 11 – Saldo natural no Litoral Sul Fluminense e cenários de crescimento ..	46
Figura 12 – População estimada no Litoral Sul Fluminense e cenários de crescimento.....	47
Figura 13 – Proporção de pessoas em aglomerados subnormais no Litoral Sul Fluminense (projeções do cenário A).....	49
Figura 14 – Proporção de pessoas em aglomerados subnormais no Litoral Sul Fluminense (projeções do cenário B).....	50
Figura 15 – Proporção de pessoas em aglomerados subnormais no Litoral Sul Fluminense (projeções do cenário C)	51
Figura 16 – Proporção de pessoas em aglomerados subnormais no Litoral Sul Fluminense em 2010 e para 2030 de acordo com as projeções dos cenários A, B e C	52
Figura 17 – Índice de Atendimento de Esgoto nos municípios da região Litoral Sul Fluminense, excetuando Paraty.....	55
Figura 18 – Índice de Coleta de Esgoto nos municípios da região Litoral Sul Fluminense, excetuando Paraty.....	55
Figura 19 – Índice de Tratamento de Esgoto nos municípios da região Litoral Sul Fluminense, excetuando Paraty.....	56
Figura 20 – Índice de Abastecimento de Água nos municípios da região Litoral Sul Fluminense, excetuando Paraty.....	56

Figura 21 – Atendimento quanto a coleta de esgoto no município de Itaguaí (projeções a partir de 2022); limite de alteração proposto	64
Figura 22 – Atendimento quanto ao tratamento no município de Itaguaí (projeções a partir de 2022); limite de alteração proposto	64
Figura 23 – Atendimento quanto a coleta de esgoto no município de Mangaratiba (projeções a partir de 2022); limite de alteração proposto	65
Figura 24 – Atendimento quanto ao tratamento de esgoto no município de Mangaratiba (projeções a partir de 2022); limite de alteração proposto	65
Figura 25 – Atendimento quanto a coleta e quanto ao tratamento de esgoto no município de Paraty (projeções a partir de 2022); limite de alteração proposto....	66
Figura 26 – Atendimento quanto a coleta de esgoto no município de Angra dos Reis (projeções a partir de 2022); limite de alteração proposto	66
Figura 27 – Atendimento quanto ao tratamento de esgoto no município de Angra dos Reis (projeções a partir de 2022); limite de alteração proposto	67
Figura 28 – Edificação irregular no sítio Serenga, Angra dos Reis	87
Figura 29 – População estimada no Litoral Sul Fluminense e cenários de crescimento.....	95
Figura 30 – Proporção de pessoas em aglomerados subnormais no Litoral Sul Fluminense em 2010 e para 2030 de acordo com as projeções dos cenários A, B e C	96
Figura 31 – Imagem ilustrativa do possível avanço do coral-sol na Baía da Ilha Grande em 10 anos.	106
Figura 32 – Respostas dos portos públicos ao item “Levantamento/monitoramento de espécies aquáticas exóticas/invasoras na área do porto” do Índice de Desempenho Ambiental da ANTAQ (Dados de 2016).	109
Figura 33 – Pontos de amostragem da qualidade da água na Baía de Sepetiba, na região adjacente ao empreendimento PROSUB-EBN (2011-2012).....	185
Figura 34 – Estimativas da evolução do número de habitantes nas bacias hidrográficas dos rios Guandu, da Guarda e Guandu-Mirim segundo quatro cenários de desenvolvimento.....	190

LISTA DE SIGLAS

AAD – Área de Afetação Direta
ADA – Área Diretamente Afetada
ANA – Agência Nacional de Águas
APA – Área de Proteção Ambiental
APA – Área de Proteção Ambiental
BPFMA – Batalhão de Polícia Florestal e de Meio Ambiente
CNCTC – Coordenação Nacional de Comunidades Tradicionais Caiçaras
CBH – Comitê de Bacia Hidrográfica
DBO – Demanda Bioquímica de Oxigênio
EBN – Estaleiro e Base Naval
EIA – Estudos de Impacto Ambiental
ESEC – Estação Ecológica
ETE – Estação de Tratamento de Esgoto
FCT – Fórum de Comunidades Tradicionais
ICMBIO – Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade
IEF – Instituto Estadual de Floresta
INEA – Instituto Estadual do Ambiente (RJ)
NMP – Número Máximo Provável
NTU – *Nephelometric Turbidity Unit* (Unidade Nefelométrica de Turbidez)
OTSS – Observatório de Territórios Sustentáveis e Saudáveis da Bocaina
PAIC – Projeto de Avaliação de Impactos Cumulativos
PARNA – Parque Nacional
PERH – Plano Estadual de Recursos Hídricos / Plano Estratégico de Recursos Hídricos (das Bacias Hidrográficas dos Rios Guandu, da Guarda e Guandu-Mirim)
PMSB – Planos Municipais de Saneamento Básico
PNSB – Parque Nacional da Serra da Bocaina
PRH-BIG – Plano de Recursos Hídricos da Região Hidrográfica da Baía da Ilha Grande
PROSUB – Programa de Desenvolvimento de Submarinos

RESEC – Reserva Ecológica

RH – Região Hidrográfica

RJ – Rio de Janeiro

SIG – Sistema de Informação Geográfica

SP – São Paulo

TEBIG – Terminal da Baía da Ilha Grande

TECAR – Terminal de Granéis Sólidos

TIG – Terminal Ilha Guaíba

UC – Unidade de Conservação

UCPI – Unidades de Conservação de Proteção Integral

UFC – Unidades Formadoras de Colônias

UHP – Unidades Hidrológicas de Planejamento

UV – Ultravioleta

I. NOTA INTRODUTÓRIA

O presente documento constitui o Volume 1 do **Relatório Final** de “**Avaliação da Capacidade de Suporte e da Significância dos Impactos Cumulativos Previstos**” (Fase 5), e tem como principais objetivos:

- A definição de limites de alteração aceitáveis para as condições dos fatores ambientais e sociais;
- A determinação da significância dos impactos cumulativos;
- O estado final do ambiente após as mudanças ocorridas.

A classificação da significância dos impactos é apresentada por meio e por fator. Os fatores ambientais e sociais em análise são os seguintes:

- Fatores socioeconômicos: comunidades tradicionais; habitação; saneamento básico;
- Fatores bióticos: vegetação costeira; biodiversidade marinha;
- Fatores físicos: águas continentais; qualidade das águas costeiras.

O presente documento encontra-se estruturado da seguinte forma:

- Capítulo I. Nota introdutória
- Capítulo II. Principais impactos cumulativos
- Capítulo III. Metodologia
- Capítulo IV. Meio socioeconômico
- Capítulo V. Meio biótico
- Capítulo VI. Meio físico
- Capítulo VII. Síntese
- Capítulo VIII. Considerações finais
- Capítulo IX. Referências bibliográficas
- Capítulo X. Equipe técnica.

Os apêndices são apresentados no Volume 2:

- Apêndice III.3-1 – Contribuições recebidas após a oficina participativa
- Apêndice IV.1-1 – Mapas
- Apêndice V.2-1 – Dados complementares - fator Biodiversidade Marinha

II. PRINCIPAIS IMPACTOS CUMULATIVOS

O aumento do investimento dos vários empreendimentos em estudo levou ao crescimento econômico e do emprego formal na região Litoral Sul Fluminense, que por sua vez levou a um crescimento populacional - estima-se que o número de residentes na região tenha aumentado quase 40% entre 2005 e 2018, somando 413 mil pessoas (2,4% da população do Estado de Rio de Janeiro).

Esse crescimento foi um dos principais geradores dos impactos cumulativos que se verificam na região Litoral Sul Fluminense, e que são sintetizados abaixo.

Interferência sobre as comunidades tradicionais

Ações associadas à fase de construção dos empreendimentos e à sua operação têm introduzido impactos no território tradicional (incluindo desapropriações) e na atividade pesqueira e aquícola (e.g. aumento das áreas de exclusão ou uso restrito para a pesca; aumento do risco de colisão face ao aumento de navios em circulação; afugentamento dos peixes, diminuição dos estoques, redução do volume da captura de pescado) - uma das principais fontes de rendimento das comunidades tradicionais.

Uma vez que o modo de vida e território das comunidades tradicionais tem também sido pressionado pelas restrições legais (especialmente a criação das unidades de conservação de proteção integral), pelo turismo, e formas de ocupação do território (especulação imobiliária, ocupações irregulares, etc.), ainda que tenham vindo a ser implementadas ações que visam o reconhecimento e garantia dos direitos tradicionais, as mesmas ainda são incipientes e pouco efetivas quanto à proteção definitiva, frente às pressões e ameaças sofridas por essas comunidades.

Défice habitacional e ocupações irregulares

O crescimento populacional decorrente do aumento do emprego formal na região Litoral Sul Fluminense (o número de empregos formais aumentou 22% entre os anos 2005 e 2016) tem trazido como consequência o aumento das necessidades de habitação.

A valorização dos terrenos nos municípios da região e a resposta insuficiente neste domínio, vem gerando um aumento do déficit habitacional (crescimento de 146% entre 2000 e 2010 na região) e da precariedade habitacional (aumento de 20%/ano do número de domicílios em aglomerados subnormais entre 2000 e 2010 na região).

Assim, a população mais frágil do ponto de vista social e econômico tem fixado a sua residência em áreas precárias (sem infraestruturas urbanas) ou impróprias para o mercado imobiliário (por estarem em áreas com risco geotécnico).

Défice de infraestruturas de saneamento

O aumento da população na região Litoral Sul Fluminense trouxe também maiores necessidades de atendimento e de infraestruturas de saneamento, que não obtiveram, contudo, uma resposta ajustada do lado da oferta (apesar do aumento dos investimentos e da melhoria dos indicadores socioeconômicos na região).

Os níveis de atendimento urbano quanto à coleta e tratamento de esgotos apresentam uma situação particularmente crítica. Nos municípios em análise, os níveis de atendimento mais elevados quanto à coleta e tratamento verificam-se no município de Angra dos Reis, e são respectivamente de 67% e 17%. Em Itaguaí a cobertura quanto à coleta não chega a 35%, e em Mangaratiba é da ordem dos 11%, não existindo tratamento.

As infraestruturas ruins de saneamento básico mantêm ou pioram a atual qualidade ambiental dos rios das regiões, e, conseqüentemente, da Baía de Sepetiba (Silva Filho, L. 2015).

Vegetação costeira

As ocupações irregulares e o aumento da presença de atividades humanas, vêm aumentar os riscos de degradação da vegetação e dos ecossistemas, em adição aos impactos diretos de supressão e degradação de vegetação costeira causados pela instalação de alguns empreendimentos.

A maior parte da vegetação costeira da região Litoral Sul Fluminense (cerca de 64%) não está abrangida por Unidades de Conservação, ainda que esteja protegida por diversos diplomas legais.

Reforça-se a existência de impactos com expressão local e relevância social (relacionada à percepção e importância que é dada pela população) sobre a vegetação costeira. Estes se relacionam a episódios de ocupação irregular em áreas de vegetação natural, que foram relatados pelos participantes em vários momentos do processo de participação pública realizado no âmbito do PAIC.

Ecossistemas e fauna marinha

Apesar das ações associadas à fase de construção dos empreendimentos e à sua operação (e.g. dragagens) terem potencial para afetar ecossistemas e fauna marinha, não foi possível comprovar os efeitos dos empreendimentos no fator biodiversidade marinha.

Apesar da consulta realizada a 12 pesquisadores especialistas com trabalhos na região, não foi possível chegar a resultados conclusivos sobre a existência de alterações no fator biodiversidade marinha (impactos), causadas pelos empreendimentos em estudo.

Águas continentais

Nas águas continentais os dados sugerem que os empreendimentos em análise possam estar a gerar, de forma indireta:

- A degradação da qualidade (indicada pela concentração média anual de coliformes termotolerantes) nos cursos de água localizados em áreas urbanizadas dos municípios de Angra dos Reis, Mangaratiba e Itaguaí, pelo aumento da carga orgânica não tratada que a elas aflui, fruto do déficit de tratamento de uma

quantidade acrescida de efluentes (fruto de um acréscimo populacional não acompanhado por uma resposta adequada de infraestruturas de saneamento);

- A redução da disponibilidade hídrica para abastecimento público. A situação mais crítica no município de Angra dos Reis.

Qualidade das águas costeiras

Os dados disponíveis permitem identificar problemas de qualidade nas águas costeiras na região Litoral Sul Fluminense, contudo, não permitem fazer uma análise aprofundada e quantificada dos impactos associados aos empreendimentos em estudo.

O principal impacto cumulativo comprovadamente verificado (associado aos empreendimentos PROSUB-EBN e Porto Sudeste) decorre da remobilização de poluentes associada às operações de dragagem, e traduz-se no aumento da turbidez e da concentração de metais traço, afetando principalmente a baía de Sepetiba.

A diversidade de origens poluentes que afeta as águas costeiras na região leva à necessidade de um monitoramento mais frequente e abrangente para que seja possível analisar de forma mais aprofundada a evolução da qualidade das águas e identificar as origens da poluição.

Na figura seguinte apresenta-se um diagrama simplificado da relação entre os principais impactos descritos anteriormente.

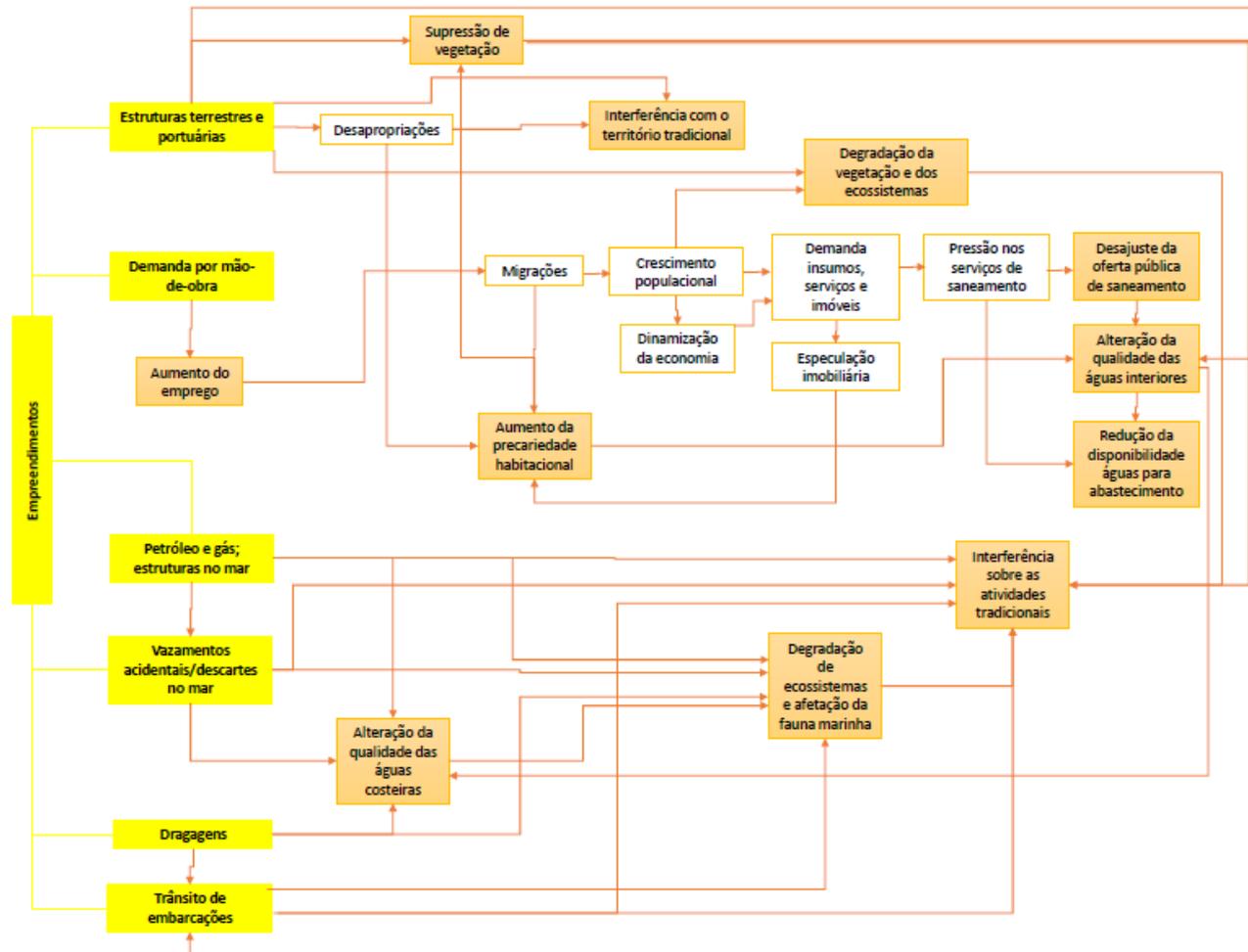


Figura 1 – Diagrama de relação entre impactos

III. METODOLOGIA

III.1. DEFINIÇÃO DE LIMITES DE ALTERAÇÃO

Os limites de alteração são barreiras para além das quais as alterações resultantes dos impactos cumulativos tornam-se motivo de preocupação. Estes são tipicamente expressos em termos de capacidade de carga, objetivos, metas e/ou limites de alteração aceitáveis (IFC, 2013). Estes limites de alteração refletem e integram os dados científicos, os valores sociais e as preocupações das comunidades afetadas (IFC, 2013).

Consideram-se os seguintes tipos de limites de alteração:

- Capacidade de carga – máxima concentração/ quantidade que determinado meio suporta até deixar de cumprir as suas funções;
- Limite legal – caso exista legislação sobre o limite de carga de determinado meio;
- Capacidade de carga estimada – de acordo com a análise de tendência de determinado fator ou outra forma de estimação;
- Limite de alteração aceitável em consulta com a comunidade científica, comunidades afetadas e demais partes interessadas.

O limite de alteração é identificado de acordo com o tipo de fator e com a informação disponível.

Não sendo possível apresentar a capacidade de carga por não estarem definidos nem calculados esses limites com grau de confiança aceitável, verificar-se-á a viabilidade de identificar limites de alteração para os fatores através de estimativa com base nas análises de tendências, com base em limites legais ou mediante a consulta da comunidade científica ou das comunidades afetadas.

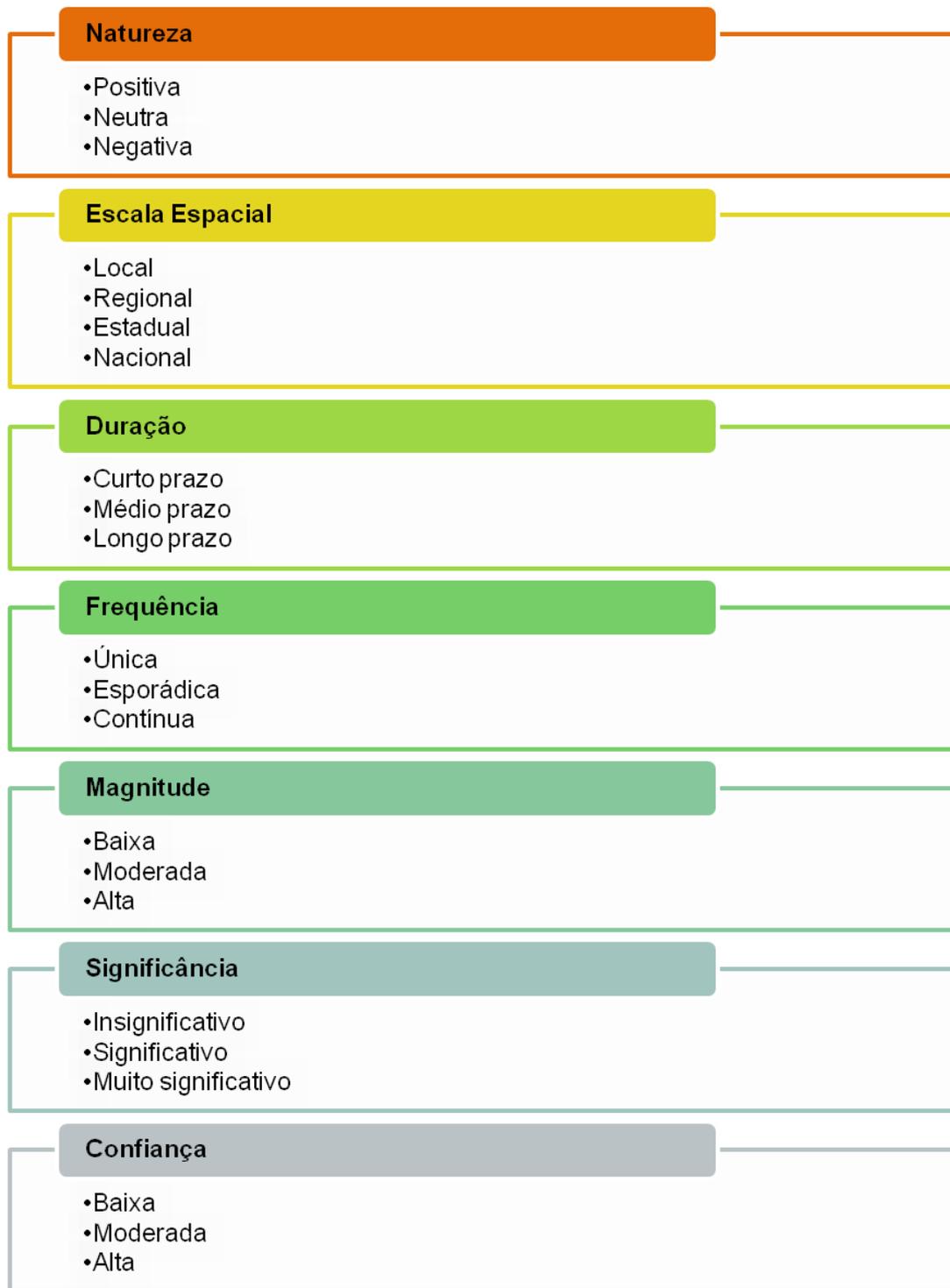
As metodologias específicas de identificação dos limites de alteração são apresentadas no âmbito da análise dos respectivos fatores.

III.2. DETERMINAÇÃO DA SIGNIFICÂNCIA DOS IMPACTOS CUMULATIVOS

Os impactos cumulativos são classificados de acordo com diversos critérios, para cada um dos fatores ambientais e sociais.

Cada impacto cumulativo é classificado nas seguintes componentes (cf. Figura 2) (Hegmann *et al.*, 1999):

- Natureza;
- Escala espacial;
- Duração;
- Frequência;
- Magnitude;
- Significância;
- Confiança.



Fonte: Heggman (1999)

Figura 2 – Componentes de avaliação dos impactos cumulativos

A componente **natureza** de um impacto cumulativo identifica a direção deste (positiva, negativa ou nula). As opções de classificação de um impacto cumulativo nesta componente são apresentadas no Quadro 1.

Quadro 1 – Componente de avaliação do impacto cumulativo: Natureza.

Classificação	Definição
Positiva	Impacto cumulativo que beneficia o fator ambiental ou social
Neutra	Impacto cumulativo que não altera o fator ambiental ou social
Negativa	Impacto cumulativo que prejudica o fator ambiental ou social

A componente **escala espacial** de um impacto cumulativo identifica a espacialidade do efeito deste (área territorial). As opções de classificação de um impacto cumulativo nesta componente são apresentadas no Quadro 2.

Quadro 2 – Componente de avaliação do impacto cumulativo: Escala espacial.

Classificação	Definição
Local	Impacto cumulativo limitado a uma pequena área/ local
Regional	Impacto cumulativo limitado a uma região (vários municípios se o impacto for em terra)
Estadual	Impacto cumulativo que se estende a uma larga área, tendo efeitos a nível Estadual
Nacional	Impacto cumulativo que se estende a uma vasta área, tendo efeitos a nível Nacional

A componente **duração** de um impacto cumulativo identifica o espaço temporal do efeito deste (curto, médio ou longo prazos). As opções de classificação de um impacto cumulativo nesta componente são apresentadas no Quadro 3.

Quadro 3 – Componente de avaliação do impacto cumulativo: Duração.

Classificação	Definição
Curto	Impacto cumulativo com efeitos significativos a curto prazo (inferior a um ano/ inferior a uma geração, dependendo do fator)
Médio	Impacto cumulativo com efeitos significativos a médio prazo (de um a dez anos/ durante uma geração, dependendo do fator)
Longo	Impacto cumulativo com efeitos significativos a longo prazo (mais de dez anos/ mais de uma geração, dependendo do fator)

A componente **frequência** de um impacto cumulativo identifica a periodicidade/ constância do efeito deste (regular ou irregular). As opções de classificação de um impacto cumulativo nesta componente são apresentadas no Quadro 4.

Quadro 4 – Componente de avaliação do impacto cumulativo: Frequência.

Classificação	Definição
Única	Impacto cumulativo que ocorre uma única vez
Esporádica	Impacto cumulativo que ocorre irregularmente e mais do que uma vez
Contínua	Impacto cumulativo que ocorre regularmente e em intervalos regulares/ constantemente

A componente **magnitude** de um impacto cumulativo identifica a dimensão do efeito deste. As opções de classificação de um impacto cumulativo nesta componente são apresentadas no Quadro 5.

Quadro 5 – Componente de avaliação do impacto cumulativo: Magnitude.

Classificação	Definição
Baixa	Impacto cumulativo com nenhum/ mínimo efeito na função do fator ambiental ou social
Moderada	Impacto cumulativo com efeito considerável na função do fator ambiental ou social, existindo a possibilidade de recuperação da sua função a curto/ médio prazo
Alta	Impacto cumulativo com efeito considerável na função do fator ambiental ou social, não existindo a possibilidade de recuperação da sua função a médio prazo

Seguidamente avalia-se a **significância** do impacto. Um impacto cumulativo pode ser considerado:

- Insignificativo;
- Significativo;
- Muito significativo.

A avaliação da significância de um impacto cumulativo não deve ter em conta a quantidade da alteração, mas sim o seu potencial impacto na função de determinado fator ambiental ou social (IFC, 2013).

Assim, a avaliação da significância de um impacto cumulativo em determinado fator ambiental e social tem em conta os limites de alteração previamente estabelecidos para o mesmo.

Por fim, a **componente confiança** é igualmente classificada. Esta componente refere-se ao nível de confiança que a avaliação de significância do impacto cumulativo possuiu.

A confiança pode ser:

- Baixa;
- Moderada;
- Alta.

Esta classificação depende do grau de certeza que os modelos de previsão da alteração ou da capacidade de carga possuem.

Quanto maior for a presença de incerteza na determinação do grau de significância de um impacto cumulativo, mais conservadora deverá ser a conclusão retirada. Desta forma, com a introdução da componente confiança na avaliação da significância de um impacto cumulativo, é possível inferir da necessidade da utilização do princípio da precaução na construção de conclusões.

III.3. AFERIÇÃO DOS LIMITES DE ALTERAÇÃO E DA SIGNIFICÂNCIA DOS IMPACTOS

Para discutir e validar o Relatório de Levantamento da Significância dos Impactos Cumulativos foi realizada uma oficina participativa. A mesma foi realizada no dia 5 de junho 2019, em Angra dos Reis, dando origem ao Relatório da Oficina Participativa da Fase 5 (junho de 2019).

Estiveram presentes um total 27 pessoas representando 11 instituições, de diferentes segmentos: poder público federal, poder público estadual, setor privado/grandes empreendedores, movimentos/associações comunitárias.

Foi dado o prazo de 26 de junho de 2019 para receber contribuições adicionais. Apenas foi recebida uma contribuição: PARNA Serra da Bocaina / ICMBIO (7 de junho de 2019), apresentada no Apêndice III.3-1, Volume 2.

Em função das contribuições recebidas na oficina participativa e após a mesma, foram revistos os limites de alteração e a significância dos impactos cumulativos propostos no Relatório Preliminar da Fase 5.

Os limites de alteração para cada um dos fatores analisados é apresentada nas seções IV.1.2 (Comunidades Tradicionais), IV.2.2 (Habitação), IV.3.2 (Saneamento Básico), V.1.2 (Vegetação Costeira), V.2.2 (Biodiversidade Marinha), VI.1.2 VI.1.3(Águas Continentais), VI.2.2 (Qualidade das Águas Costeiras).

A significância dos principais impactos cumulativos identificados nos fatores analisados é apresentada nas seções IV.1.3 (Comunidades Tradicionais), IV.2.3 (Habitação), IV.3.3 (Saneamento Básico), V.1.3 (Vegetação Costeira), V.2.3 (Biodiversidade Marinha), VI.1.3 (Águas Continentais), VI.2.3 (Qualidade das Águas Costeiras).

III.4. ESTIMATIVA DO ESTADO FUTURO

O estado final do ambiente é o resultado conjugado do estado futuro de cada um dos fatores, após as pressões.

O estado futuro de cada fator é estimado, para 2030 (horizonte de abrangência temporal do PAIC), por meio de metodologias próprias, que foram desenvolvidas de forma adaptada para cada fator em estudo nesta região.

Assim, para o fator “**Comunidades Tradicionais**” dada a dificuldade de dados quantitativos e de uma análise objetiva, foram utilizadas análises de tendência (considerando o histórico do fator e as transformações ocorridas) em consulta às comunidades afetadas.

Para o fator “**Habitação**” assume-se grande incerteza (por vários motivos explicados em detalhe na seção respectiva) e, portanto, para este caso, a abordagem geral adotada remeteu para os métodos prospectivos.

Os cenários de projeção dos aglomerados sub-normais consideram a concretização de quatro variáveis (crescimento populacional; proporção do crescimento populacional em aglomerados subnormais; atendimento habitacional na década de 2020; criação de infraestruturas urbanas nos aglomerados subnormais) em três cenários.

Quanto ao crescimento populacional, foi realizada a projeção da população residente até 2030 nos seguintes cenários:

- Cenário A (cenário mais pressionante), no qual o crescimento populacional se mantém ao nível da última década;
- Cenário B & C (tendencial) em que o crescimento natural e a migração evoluem de acordo com a tendência observada na última década (ie, tendência de diminuição do crescimento populacional).

Nos fatores “**Saneamento Básico**”, “**Águas Continentais**” e “**Qualidade das Águas Costeiras**” foram usadas metodologias próprias, detalhadas nas seções respectivas, partindo-se dos cenários estabelecidos no Plano Estratégico de Recursos Hídricos das Bacias Hidrográficas dos Rios Guandu, da Guarda e Guandu-Mirim (PERH Guandu – PROFILL, 2017), feitos tendo como referência os cenários Brasil 2035, elaborados pelo IPEA (2017).

Em termos de abrangência espacial, consideram-se apenas os cenários do PERH Guandu uma vez que, à data, o Plano para as bacias associadas à baía da Ilha Grande ainda não chegou à fase de Prognóstico. Contudo, para os municípios de Paraty e Angra dos Reis, assumiu-se uma evolução semelhante à apresentada no PERH Guandu para os municípios de Itaguaí e Mangaratiba.

O PERH Guandu considera quatro diferentes cenários que se apresentam em seguida: “Vai Levando”, “Crescer é o Lema”, “Novo Pacto Social” e “Construção”.

O cenário “Vai Levando”, pelo menos nos curto e médio prazos, corresponde ao cenário tendencial. Os problemas econômicos que atualmente afetam o país impactarão a economia como um todo, resultando em baixas taxas de crescimento econômico, especialmente no setor industrial.

No cenário “Crescer é o Lema” o crescimento econômico é promovido no país, no estado do Rio de Janeiro e na RH II sem preocupações com as questões sociais e ambientais. Este crescimento é essencialmente centralizado no setor industrial, a partir do qual foi possível estabelecer maior crescimento econômico, que recupera gradualmente sua relevância, em relação ao período anterior.

Para ambos os cenários já referidos, projeta-se que os investimentos na coleta e tratamento de esgotos não serão realizados, por não ser atribuída prioridade à proteção ambiental. Os índices de coleta e de tratamento de esgotos serão mantidos com as coberturas atuais e o processo de degradação ambiental e dos recursos hídricos intensificará com o crescimento do uso de água.

No cenário “Novo Pacto Social” as prioridades são os investimentos sociais, em detrimento daqueles que induzem o crescimento econômico. Entretanto, por ser a capacidade de investimento destinada aos primeiros objetivos, não existe arrecadação suficiente para que eles alcancem níveis elevados. O crescimento da economia ocorre nos segmentos que produzem materiais e serviços para os investimentos sociais: construção civil e alimentos, especialmente. Os índices de coleta e de tratamento de esgotos aumentarão 20% no curto, 50% no médio e 100% no longo prazo nestas zonas, com limite superior de 90% de cobertura. Com base nessas premissas, foram definidos os percentuais futuros de tratamento de efluentes por município, para cada um dos cenários, considerando o tratamento atual (2016) e os cenários de curto (2022), médio (2027) e longo prazo (2042).

No cenário “Construção” um grande acordo social estabelece um processo de desenvolvimento sustentável no qual o crescimento econômico é conciliado com o alcance da equidade social, o que envolve a proteção ambiental. O crescimento econômico ocorrerá em menor celeridade que no cenário “Crescer é o Lema”, mas com maior sustentabilidade no longo prazo. Espera-se, por questões de sustentabilidade e pela adoção de inovação tecnológica, um significativo aumento de eficiência hídrica nas atividades produtivas, o que deverá resultar em menores impactos sobre os recursos hídricos. Isto será refletido em todos os setores econômicos usuários de água, especialmente o agropecuário e o industrial. Os índices de coleta e de tratamento de esgotos aumentarão 20% no curto, 50% no médio e 100% no longo prazo nestas zonas, com limite superior de 90% de cobertura. Com base nessas premissas, foram definidos os percentuais futuros de tratamento de efluentes por município, para cada um dos cenários, considerando o tratamento atual (2016) e os cenários de curto (2022), médio (2027) e longo prazo (2042).

No Quadro 6 apresentam-se as características dos diferentes cenários considerados no PERH Guandu.

Quadro 6 – Características dos diferentes cenários considerados no PERH Guandu

	Vai levando	Crescer é o lema	Novo Pacto Social	Construção
População	2393526 (longo prazo)	3031737 (longo prazo)	3518922 (longo prazo)	2764731 (longo prazo)
Saneamento	Manutenção da situação atual		População atendida por tratamento de efluentes: entre 30% e 71,4%, de acordo com o município (a longo prazo)	
Indústria (1.000 R\$)	Até 28,2 M (longo prazo)	Até 53,8 M (longo prazo)	Até 53,8 M (longo prazo)	Até 42,6 M (longo prazo)
Irrigação (hectare)	Manutenção - 1685	Até - 12055	Até - 12055	Manutenção - 1685

Fonte: PROFILL (2017b)

Assim, no fator “**Saneamento Básico**” a estimativa do estado futuro foi baseada nas projeções de tratamento de efluentes por município realizadas no PERH Guandu.

No que se refere à “**vegetação costeira**” optou-se por fazer uma análise pericial de extrapolação do cenário observado no período anterior para o período futuro, considerando a influência dos estressores e a sua evolução prevista.

Quanto à “**biodiversidade marinha**”, não houve aplicação de metodologia para estimar o estado futuro do fator, devido à dificuldade em identificar e definir uma variável-condição para representar o fator.

Para o fator “**Águas Continentais**” projetaram-se tendências da qualidade das águas para os quatro municípios da região determinadas de modelos estatísticos estimados para a região, considerando cenários de evolução dos principais estressores, população residente e tratamento de esgoto doméstico.

A disponibilidade das águas nas diversas bacias abrangendo os municípios da região foi avaliada considerando a alteração da demanda para abastecimento humano face aos cenários de evolução de população residente e tratamento de esgoto doméstico.

Os cenários considerados em ambas as abordagens ao fator (qualidade de quantidade) resultam dos cenários populacionais A e B assumidos no fator “Habitação” que se conjugaram com os cenários de tratamento de esgoto definidos no fator “Saneamento Básico”, emanados do PERH Guandu.

Relativamente à “**Qualidade das águas costeiras**” usou-se uma análise pericial prospectiva, tendo como base os cenários do PERH Guandu e os resultados da análise do fator “Águas Continentais” no que diz respeito à qualidade das águas.

A estimativa do estado futuro dos fatores analisados é realizada nas seções IV.1.4 (Comunidades Tradicionais), IV.2.4 (Habitação), IV.3.4 (Saneamento Básico), V.1.4 (Vegetação Costeira), V.2.4 (Biodiversidade Marinha), VI.1.4 (Águas Continentais), VI.2.4 (Qualidade das Águas Costeiras).

IV. MEIO SOCIOECONÔMICO

IV.1. COMUNIDADES TRADICIONAIS

IV.1.1. Introdução

As transformações ocorridas no Litoral Sul Fluminense, impostas pelo crescimento e urbanização, hoje em ritmo cada vez mais acelerado, e os consequentes conflitos associados à disputa pelo uso e ocupação de espaços marítimos e terrestres entre atividades concorrentes, pressionam e influenciam a vida das comunidades tradicionais interferindo em seus territórios e consequentemente em suas atividades e em seu modo de vida, podendo ocasionar resultados irreversíveis como já observados em algumas localidades.

Conforme analisado no Relatório Final de Avaliação de Impactos Cumulativos (Fase 4), diferentes projetos e ações incidem sobre as comunidades tradicionais interferindo em seus territórios e nas atividades por elas praticadas. Muitas dessas ações interagem no mesmo tempo e/ou espaço resultando em efeitos cumulativos e sinérgicos que alteram a condição atual do fator. Essas alterações podem ter consequências significativas à medida que comprometem a manutenção do modo de vida tradicional, e, em uma perspectiva futura, podendo resultar na descaracterização da cultura tradicional e na perda dos espaços de reprodução do modo de vida tradicional.

Para analisar os efeitos e consequências dos impactos cumulativos sobre as comunidades tradicionais deve-se analisar o comportamento destas frente a esses impactos, e verificar quais os limites de alteração suportados, que não comprometam seus objetivos e suas funções. A determinação da significância dos impactos cumulativos contribui para a identificação dos impactos que exercem maior influência sobre as comunidades tradicionais, podendo comprometer sua sustentabilidade e, ainda, facilita a determinação de medidas de mitigação e/ou monitoramento.

IV.1.2. Limites de alteração

Determinar os limites de alteração e a tendência futura da condição de um fator social é complexo e bastante difícil, pois esses limites não estão definidos nem tampouco estudados na literatura. Ao tentar definir um limite de alteração aceitável no fator comunidades tradicionais, deve-se pensar no ponto em que as alterações resultantes dos impactos cumulativos se tornam motivo de preocupação, pois a recuperação pode não ser mais possível, ou tomar um tempo longo demais, prejudicando a sustentabilidade das comunidades. Sendo assim, deve-se ser conservador ao estabelecer limites de alteração para além dos quais o estado ou condição do fator já não será mais aceitável.

Além disso, por se tratar de comunidades humanas, cada realidade é específica, com suas dinâmicas próprias e, portanto, com comportamentos diferentes. Ainda, não há uma técnica objetiva para essa determinação, dificultando a análise. Sendo assim, a metodologia é pautada na análise pericial, no julgamento de especialistas e na consulta às comunidades afetadas.

Conforme descrito na literatura sobre avaliação de impactos cumulativos, uma alternativa para definir os limites de alteração aceitável, quando não definidos na literatura, é a consulta à comunidade científica e à comunidade afetada (IFC, 2013; HEGMANN, 1999). Em se tratando de comunidades tradicionais fica mais evidente a necessidade de consultá-las, visto que detêm o conhecimento de sua condição, das alterações e pressões que estão a sofrer e, principalmente, das mudanças que consideram preocupantes a ponto de comprometer sua sustentabilidade. Essa alternativa deve focar-se na definição da condição aceitável pelas comunidades, deixando explícito qual o limite de alteração suportável. Essa definição, em conjunto com a sociedade, contribuirá ainda para a determinação de medidas de mitigação e estratégias de gestão que garantam o equilíbrio entre os usos do espaço e a manutenção da condição desejada.

Neste caso, diante da dificuldade em se determinar um limite específico, a análise de tendência poderá contribuir para determinar a probabilidade de a condição do fator ser mantida, recuperada ou atingir um limite de alteração que resulte em uma condição inaceitável e/ou irreversível.

Para aferir o limite de alteração aceitável no fator comunidades tradicionais será utilizado o indicador “perda dos espaços de reprodução do modo de vida tradicional”, sejam eles o território (considerando o ambiente terrestre e marinho utilizado por estas comunidades), ou as atividades nele desenvolvidas, buscando-se, portanto, um limiar de alteração que não comprometa a proteção de seus territórios (Mapa 1, Volume 2 – Apêndice IV.1-1), o desenvolvimento de suas atividades, e a manutenção do modo de vida tradicional.

A identificação deste limite é fundamental para a determinação do grau de importância e significância dos impactos cumulativos, pois demonstrará o quanto a somatória de ações e impactos sobre as comunidades tradicionais comprometerá, ou não, sua sustentabilidade.

Analisando o histórico de desenvolvimento da região, é visível que a chegada das rodovias, a expansão urbana, as atividades portuárias e petrolíferas, as restrições impostas por políticas públicas, entre outras ações, impactaram os territórios ocupados historicamente pelos caiçaras, quilombolas e indígenas, prejudicaram o desenvolvimento das atividades tradicionais, e, em muitos casos, levaram à perda e/ou descaracterização de seu modo de vida tradicional (incluindo aqui as práticas e usos tradicionais e a cultura).

As comunidades tradicionais mais próximas aos centros urbanos, e/ou localizadas nos municípios que mais se desenvolveram (como no município de Itaguaí, por exemplo), tiveram maior alteração no seu modo de vida, seja pela facilidade de acesso, seja pela sobreposição com outras atividades. Pode-se considerar que, nessas comunidades, os limites de alteração extrapolaram os níveis aceitáveis para garantir a sustentabilidade das comunidades tradicionais, levando à descaracterização cultural e à perda de espaços de reprodução do modo de vida tradicional. Algumas comunidades, presentes principalmente nos municípios de Paraty e Angra dos Reis, mantiveram seu modo de vida preservado, quer pela dificuldade de acesso e distância dos grandes centros urbanos, quer pela presença das Unidades de Conservação que, mesmo limitando o desenvolvimento de atividades tradicionais, garantiram a preservação de seu território ao impedir a expansão urbana sobre estes.

Tendo como base o desenvolvimento da região, as mudanças e transformação já ocorridas – muitas delas irreversíveis – e a necessidade de se garantir a

sustentabilidade do fator para não ocasionar mais perdas, considerando os impactos cumulativos já incidentes e aqueles futuros, deve-se estabelecer um limite de alteração que garanta e proteja os territórios tradicionais (considerando os locais de acesso, de moradia, de convívio social e de prática de suas atividades) e o acesso aos recursos naturais terrestres e marinhos, necessários para o desenvolvimento das atividades tradicionais. Busca-se, desta forma, a preservação do modo de vida tradicional.

Com base nos dados levantados e na análise de tendência sobre as variáveis do fator em análise, pode-se concluir que o estado atual tanto do território como das atividades tradicionais (principalmente as desenvolvidas no ambiente marinho) é regular, sofrendo pressões e influências, em sua maioria, negativas.

Desta forma, de modo a garantir a sustentabilidade do fator e, para que os impactos cumulativos efetivos e potenciais não levem à perda dos espaços de reprodução do modo de vida tradicional, propõe-se que os limites de alteração aceitáveis para as comunidades tradicionais sejam a manutenção e proteção dos territórios (terrestres e marinhos) utilizados hoje pelas comunidades caiçaras, quilombolas e indígenas, e a manutenção da garantia de acesso aos recursos naturais necessários para o desenvolvimento das atividades tradicionais e preservação da cultura e modo de vida tradicional. Cabe ressaltar a importância do acesso a recursos naturais de qualidade, com ausência de interferências externas, pois estas causam diminuição da qualidade e quantidade, tornando o recurso insatisfatório para seu uso apropriado.

IV.1.3. Significância dos impactos

A avaliação da significância dos impactos cumulativos sobre as comunidades tradicionais deve levar em conta seu potencial impacto sobre as funções necessárias para a manutenção do modo de vida tradicional, considerando os limites de alteração aceitáveis para não levar a perdas significativas e/ou irreversíveis da condição do fator.

Um impacto cumulativo no fator ‘Comunidades Tradicionais’ será tanto mais significativo quanto maior for o seu impacto na variável ‘perda dos espaços de reprodução do modo de vida tradicional’.

Diante das análises anteriores, diversas ações e projetos impactam o território e as atividades tradicionais, gerando efeitos cumulativos que prejudicam a sustentabilidade das comunidades tradicionais. Desta forma, ao se analisar as influências dos diferentes estressores atuando de forma cumulativa sobre as comunidades, foram identificados como impactos cumulativos mais significativos ‘a interferência com o território tradicional (terrestre e marinho)’, e ‘a interferência com as atividades tradicionais’.

Ao se analisar o impacto cumulativo ‘interferência com o território tradicional (terrestre e marinho)’ classifica-se como de natureza negativa, pois prejudica o modo de vida tradicional podendo levar à perda do território; de escala regional, pois a interferência ocorre em todos os territórios ocupados pelas comunidades tradicionais, mesmo que de formas diferentes em cada município/comunidade; de longa duração, pois os impactos tem efeitos significativos em longo prazo, uma vez que as medidas de proteção do território tradicional são, hoje em dia, ainda pouco efetivas na minimização dos impactos e pressões externas; caso essas medidas se tornem efetivas e de fato protejam o território, os impactos poderão ser minimizados, no entanto, não há perspectiva a curto e médio prazo. Quanto à frequência pode ser classificada como contínua, pois este impacto ocorre regularmente. Quanto à dimensão dos efeitos desse impacto, pode ser classificado como de alta magnitude, pois tem um efeito considerável no território ocupado pelos caiçaras, indígenas e quilombolas, podendo comprometê-los de maneira que não possibilite sua recuperação em médio prazo, uma vez que, as medidas de proteção do território ainda são incipientes e pouco efetivas quanto à real proteção. Em relação à significância deste impacto cumulativo, pode ser classificado como muito significativo, pois tem influência bastante expressiva, podendo comprometer a manutenção e proteção dos territórios utilizados hoje por essas comunidades. Por fim, a confiança pode ser classificada como moderada, pois apesar de não existirem dados disponíveis suficientes para delimitar, mensurar ou tampouco comprovar os limites de alteração aceitáveis que não comprometam a sustentabilidade das comunidades tradicionais, levando à perda dos espaços de

reprodução do modo de vida tradicional, há evidências de que esse impacto vem ocorrendo com a significância indicada.

Importante ressaltar que a existência de medidas de reconhecimento e proteção dos territórios tradicionais não é suficiente para impedir que os impactos e pressões causem transformações significativas, uma vez que, além de incipientes e ainda pouco efetivas na prática, o cenário atual não é favorável para que se dê continuidade a estas medidas, muito pelo contrário, as perspectivas são de tendências desfavoráveis, considerando que legislações estão sendo questionadas com tendência de flexibilização, demarcações e medidas de proteção estão sendo desvalorizadas. Até que essa tendência seja revertida e a manutenção e ampliação de medidas de proteção sejam efetivas, considera-se que as alterações são significativas podendo levar a transformações irreversíveis nos territórios tradicionais.

Já o impacto cumulativo 'interferência sobre as atividades tradicionais' sob o ponto de vista de perda dos espaços de reprodução do modo de vida tradicional, o mesmo pode ser classificado como de natureza negativa, pois prejudica o desenvolvimento das atividades tradicionais; de escala regional, pois as atividades ocorrem em toda a região; de longa duração, pois o impacto tem efeitos significativos em longo prazo (por mais de dez anos); e de frequência contínua, pois ocorre regularmente. Quanto à dimensão dos efeitos desse impacto, pode ser classificado como de alta magnitude, pois tem um efeito considerável no desenvolvimento das atividades tradicionais, podendo comprometê-las de maneira que não possibilite sua recuperação em médio prazo. Em relação à significância deste impacto cumulativo, pode ser classificado como muito significativo, pois tem influência bastante expressiva, podendo comprometer a manutenção da garantia de acesso aos recursos naturais necessários ao desenvolvimento das atividades. Por fim, a confiança pode ser classificada como moderada, pois não há dados disponíveis suficientes para delimitar, mensurar ou tampouco comprovar os limites de alteração aceitáveis que não comprometam a sustentabilidade das comunidades tradicionais, levando à perda dos espaços de reprodução do modo de vida tradicional, no entanto, há evidências de que esse impacto vem ocorrendo com a significância indicada.

No Quadro 6 e no Quadro 7 sistematizam-se as classificações dos impactos cumulativos no fator Comunidades Tradicionais.

Quadro 7 – Classificação do impacto “interferência com o território tradicional (terrestre e marinho)”

Componente	Classificação	Justificativa
Natureza	Negativa	Prejudica o modo de vida tradicional podendo levar à perda do território
Escala espacial	Regional	A interferência sobre os territórios tradicionais ocorre em toda a região Litoral Sul/RJ, mesmo que de maneiras diferentes em cada município/comunidade
Duração	Longa	Os efeitos sentem-se em longo prazo (por mais de dez anos), até que as medidas de proteção do território tradicional sejam efetivas, protegendo-o dos impactos e pressões externas
Frequência	Contínua	Ocorre regularmente e em intervalos regulares/constantemente
Magnitude	Alta	Efeito considerável no território ocupado pelas comunidades tradicionais, podendo comprometê-las de maneira que não possibilite sua recuperação em médio prazo, uma vez que medidas efetivas de proteção do território ainda são incipientes e pouco efetivas quanto à real proteção
Significância	Muito significativo	Influência bastante expressiva, podendo comprometer a manutenção e proteção dos territórios utilizados hoje pelas comunidades tradicionais
Confiança	Moderada	Apesar de não existirem dados disponíveis suficientes para mensurar os limites de alteração aceitáveis que não comprometam a sustentabilidade das comunidades tradicionais, há evidências de que este impacto vem ocorrendo com a significância indicada.

Fonte: Témis/Nemus, 2019.

Quadro 8 – Classificação do impacto “interferência sobre as atividades tradicionais”

Componente	Classificação	Justificativa
Natureza	Negativa	Prejudica o desenvolvimento das atividades tradicionais
Escala espacial	Regional	A interferência sobre as atividades tradicionais ocorre em toda a região Litoral Sul/RJ

Componente	Classificação	Justificativa
Duração	Longa	Os efeitos sentem-se em longo prazo (por mais de dez anos)
Frequência	Contínua	Ocorre regularmente e em intervalos regulares/constantemente
Magnitude	Alta	Efeito considerável no desenvolvimento das atividades tradicionais, podendo comprometê-las de maneira que não possibilite sua recuperação em médio prazo
Significância	Muito significativo	Influência bastante expressiva, podendo comprometer a manutenção da garantia de acesso aos recursos naturais necessários ao desenvolvimento das atividades
Confiança	Moderada	Apesar de não existirem dados disponíveis suficientes para mensurar os limites de alteração aceitáveis que não comprometam a sustentabilidade das comunidades tradicionais, há evidências de que este impacto vem ocorrendo com a significância indicada.

Fonte: Témis/Nemus, 2019.

IV.1.4. Estimativa do estado futuro

Com base na bibliografia levantada, nas reuniões das fases anteriores do PAIC e nos relatos das comunidades (Apêndice II.3-4- Reuniões institucionais - Representantes comunitários; FCT; OTSS; CNCTC; (08/02/2019) do Volume 2 do Relatório Final da Fase 5 da Região Litoral Norte/SP, datado de março de 2019), fica evidente o impacto da transformação e do desenvolvimento do litoral, sobre o território e o modo de vida tradicional.

Considerando a condição de base do fator e as transformações ocorridas por conta dos impactos e das pressões sofridas ao longo dos anos, a situação evidenciada nos dias de hoje é de extrema fragilidade territorial das comunidades tradicionais com evidentes perdas de território, perda de sua identidade e diminuição das práticas tradicionais – seja pelos impedimentos impostos por políticas territoriais, por sobreposição de atividades conflitantes ou pelas dificuldades na manutenção do modo de vida, levando à busca de outros empregos e atividades, e conseqüente descaracterização cultural.

É fato que hoje as comunidades atingiram um ponto de mudança que, em muitos casos ultrapassou o limite suportável (tendo como consequência a perda de espaços de reprodução do modo de vida tradicional e consequente descaracterização) e, em outros está próximo a este limite; desta forma, não há mais mudanças suportáveis sem que tenham consequências irreversíveis e levem à perda desses espaços e da cultura tradicional.

Com o desenvolvimento de projetos e ações futuras (aumento das atividades humanas nos ecossistemas costeiros, ampliação das atividades petrolíferas e portuárias, aumento populacional, aumento da expansão urbana, conflitos pelo uso do espaço, entre outras), sem medidas efetivas e regionais de proteção e garantia dos direitos tradicionais, o provável estado futuro do fator ficará seriamente ameaçado pelos impactos cumulativos que incidem, tanto sobre o território como sobre as atividades desenvolvidas pelas comunidades tradicionais.

Para que não se chegue a um ponto ainda mais crítico, de completa perda desses espaços e aniquilamento dessas comunidades, torna-se imprescindível a manutenção e proteção dos territórios (terrestres e marinhos) utilizados hoje por essas comunidades, e a manutenção da garantia de acesso aos recursos naturais necessários para o desenvolvimento das atividades tradicionais e preservação da cultura e modo de vida tradicional. E ainda, para que este limite não seja ultrapassado, devem-se buscar ações que, por um lado, minimizem os impactos negativos, por outro, reforcem e potencializem medidas efetivas que favoreçam e beneficiem a comunidade em relação ao reconhecimento e proteção do território e modo de vida tradicional. Vale lembrar que as medidas existentes, além de incipientes e pouco efetivas na prática, ainda estão ameaçadas pelo cenário atual, de desvalorização das comunidades tradicionais e alteração de importantes instrumentos de proteção do território e modo de vida tradicional.

IV.2. HABITAÇÃO

IV.2.1. Introdução

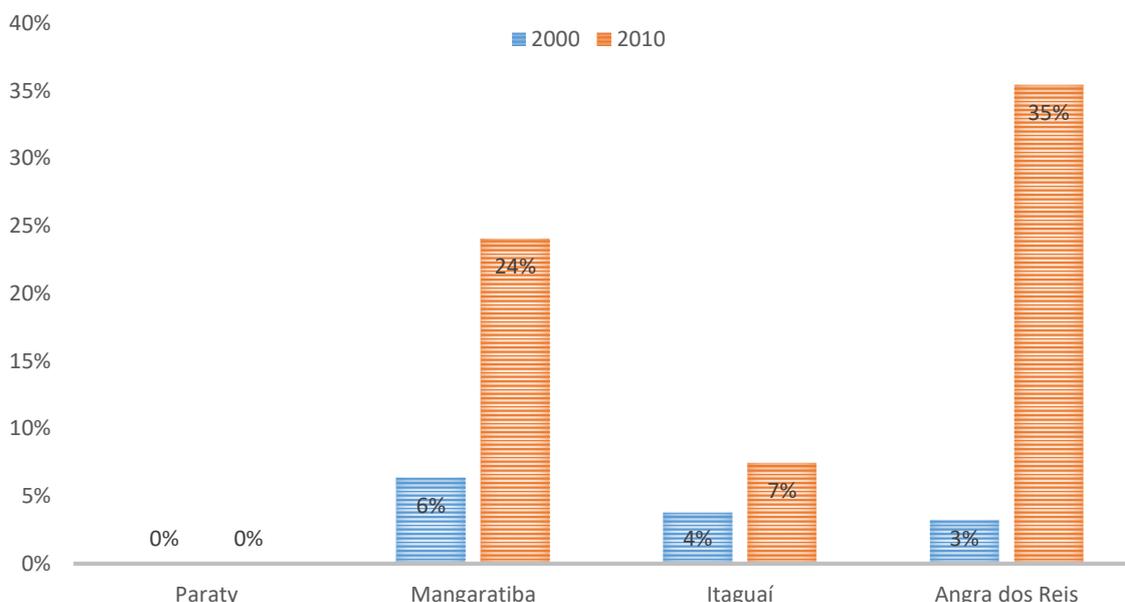
Como foi apresentado no Relatório Final de Avaliação de Impactos (Fase 4), existe uma relação de causalidade entre a instalação dos empreendimentos em estudo no Litoral Sul Fluminense e o aumento da sua população residente.

Os resultados apresentados no relatório da Fase 4 sugerem que a maioria dos empreendimentos em análise teve efeitos significativos no emprego formal nos municípios de Angra dos Reis, Itaguaí e, em menor grau, também em Paraty. Adicionalmente, o aumento do emprego formal teve como consequência estimada um aumento da população residente (em Angra dos Reis e em Itaguaí). No caso de Mangaratiba, a maioria dos aglomerados subnormais situam-se na sua periferia, próximo dos municípios de Angra dos Reis e Itaguaí. Esta constatação indicia que o crescimento destes aglomerados (e da sua população residente) se deve, pelo menos em parte, ao aumento de emprego de residentes de Mangaratiba nos municípios contíguos de Angra dos Reis e Itaguaí.

De forma concreta e em relação aos empreendimentos em avaliação, por exemplo, foi possível verificar que o investimento no projeto da nova usina nuclear em Angra dos Reis (Angra 3) apresenta efeitos significativos no emprego formal do município: estima-se que, a certo ponto, cerca de $\frac{1}{4}$ do total do emprego formal no município fosse consequência direta, indireta e induzida deste projeto. Adicionalmente, testes de causalidade de Granger confirmaram e concluíram pela existência uma relação de causalidade de Granger entre o emprego formal e a população residente em Angra dos Reis, Mangaratiba e na região Litoral Sul Fluminense.

Como afirmado, foi demonstrado no Relatório Final de Avaliação de Impactos (Fase 4) que existe uma relação de causalidade entre o investimento direto efetuado pelos empreendimentos em análise e o crescimento da população nos diferentes municípios da região Litoral Sul Fluminense. Tendo em conta a dimensão da precariedade e fragilidade habitacional no Litoral Sul Fluminense (verificar Figura 3), a instalação dos vários empreendimentos em estudo na região tem como efeito a sua agudização. Este aumento bastante significativo do número de domicílios em aglomerados subnormais (entre 2000 e 2010) tem origem no

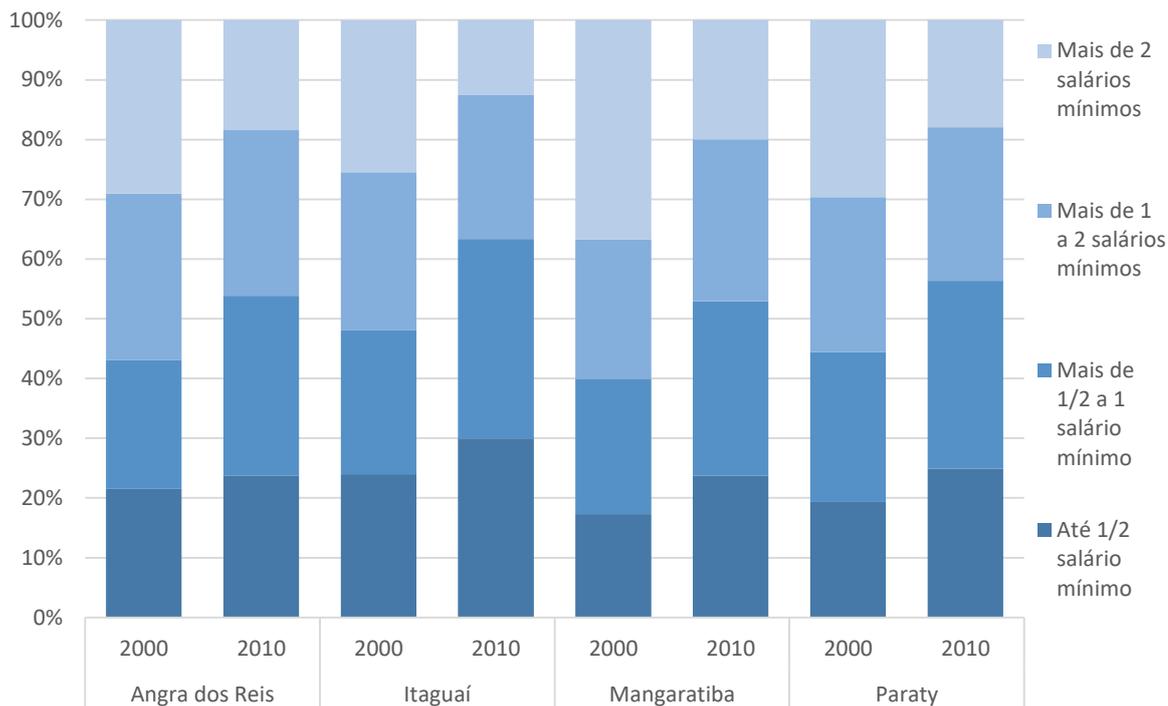
processo de valorização dos terrenos junto à costa (em parte devido às atividades turísticas e de veraneio; em parte devido à atração populacional que os empreendimentos em estudo causam). Como resultado disso e da falta de espaços com infraestruturas urbanas, a população mais frágil do ponto de vista social e econômico fixa a sua residência em áreas precárias (sem infraestruturas urbanas) ou em áreas impróprias para o mercado imobiliário (por estarem em zonas protegidas e/ ou em risco geotécnico).



Fonte: IBGE (2019) com cálculos próprios.

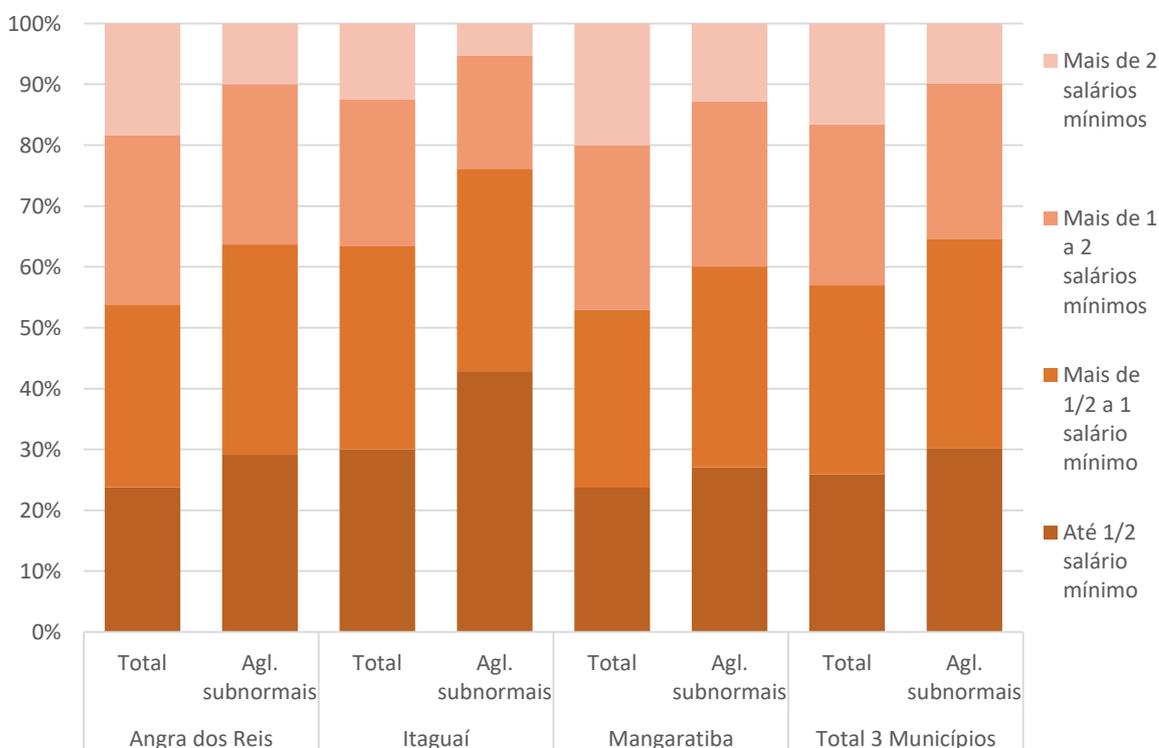
Figura 3 – Proporção da população residente em aglomerados subnormais na Região Litoral Sul Fluminense/RJ (2000 e 2010).

É importante ressaltar que, apesar da instalação de vários empreendimentos de elevado porte no Litoral Sul Fluminense e do subsequente dinamismo econômico, a fragilidade socioeconômica aumentou na região (verificar Figura 4). Ainda mais, apesar de os empreendimentos elevarem o estoque de emprego formal na região, o emprego informal ainda é bastante considerável, o que contribui para esta fragilidade habitacional. A relação entre fragilidade habitacional e fragilidade econômica é evidenciada na Figura 5, que demonstra que 90% das famílias residentes em aglomerados subnormais na região apresentavam um rendimento nominal mensal domiciliar *per capita* inferior a dois salários mínimos.



Fonte: IBGE (2019) com cálculos próprios.

Figura 4 – Proporção da população residente por classes de rendimento nominal mensal familiar per capita no Litoral Sul Fluminense/RJ (2000 e 2010).

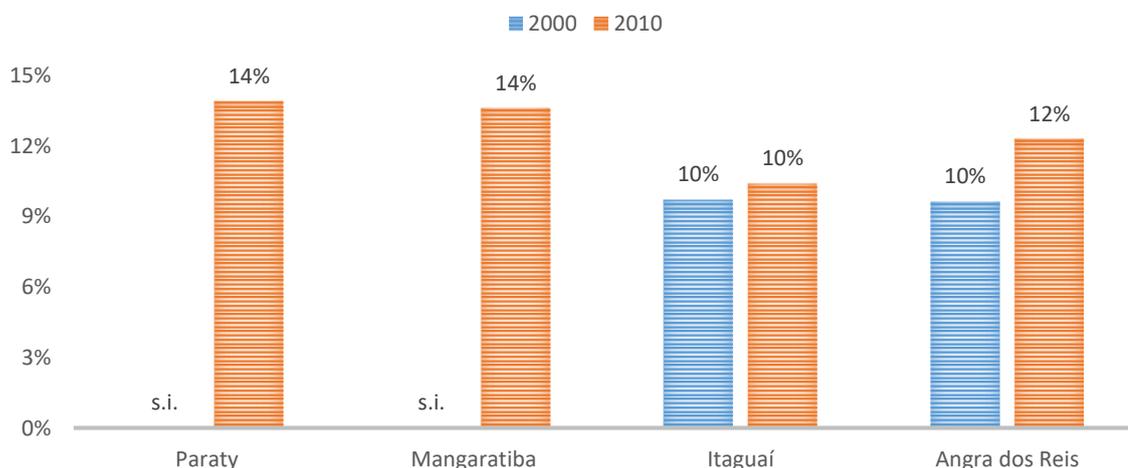


Fonte: IBGE (2019) com cálculos próprios.

Figura 5 – Proporção da população residente por tipo de aglomerado e por classes de rendimento nominal mensal familiar per capita no Litoral Sul Fluminense/RJ (2010).

Em suma, qualquer variável que seja utilizada para demonstrar a condição e variação do fator habitação na região Litoral Sul Fluminense mostra uma deterioração entre 2000 e 2010:

- O déficit habitacional cresceu em toda a região, sendo superior ou igual a 10% do total de domicílios em todos os municípios (verificar Figura 6);
- Os agregados em vulnerabilidade do ponto de vista socioeconômico aumentaram na região, principalmente em Itaguaí (ver Figura 4);
- Os domicílios em aglomerados subnormais cresceram de forma exponencial entre 2000 e 2010, especialmente em Mangaratiba e Angra dos Reis (conferir Figura 3).



Nota: sem informação para dados de Mangaratiba e Paraty para o ano de 2000.

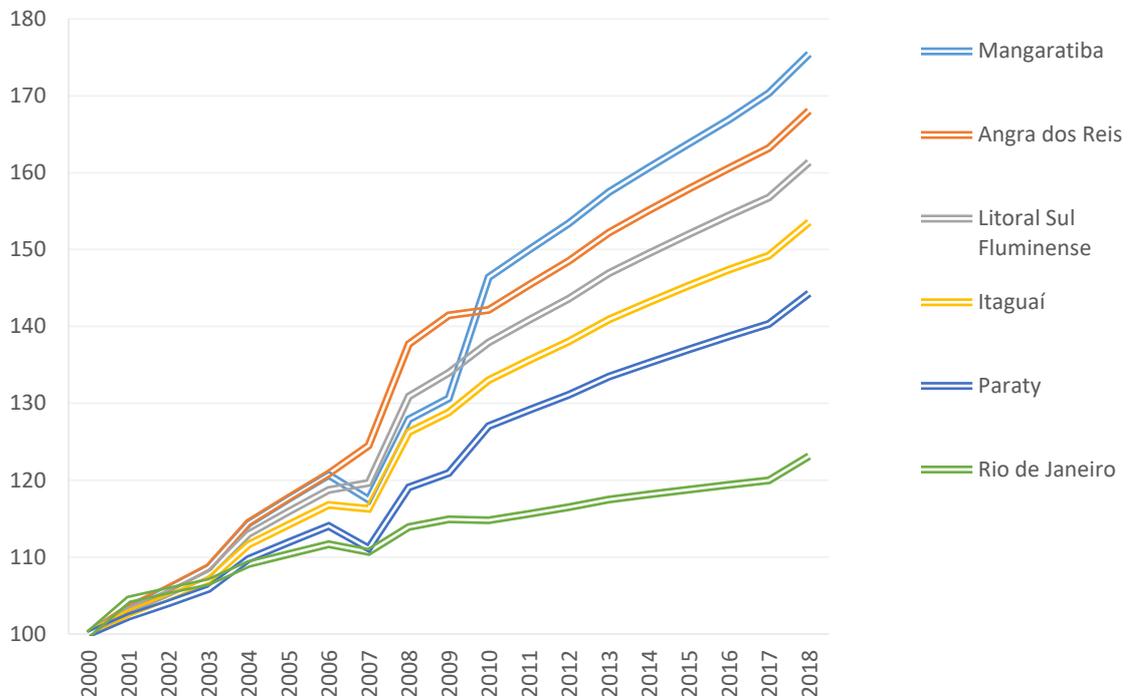
Fonte: Cálculos próprios com base nos dados do FJP (2018).

Figura 6 – Déficit habitacional para o Litoral Sul Fluminense – 2000 e 2010

De fato, verifica-se que em pouco menos de duas décadas (entre 2000 e 2018), o número de residentes cresceu mais de 60% no Litoral Sul Fluminense. Esta realidade resulta de um crescimento populacional, em particular de população urbana, a uma média de 2,7%/ano na região.

Este crescimento não tem paralelo no Estado do Rio de Janeiro que apresentou um crescimento populacional médio de apenas 1,2% ao ano (2000-2018). Como é identificável na Figura 7, enquanto a região do Litoral Sul Fluminense apresenta em 2018 uma população 61% superior à registrada em 2000, no Estado do Rio de Janeiro esta proporção é de apenas 23%.

Como é possível verificar, o aumento do número de pessoas em aglomerados subnormais no Litoral Sul Fluminense entre 2000 e 2010 corresponde a cerca de 70% do aumento populacional líquido na região, nesse período.



Fonte: Cálculos próprios com base em IBGE (2019).

Figura 7 – Crescimento populacional no Litoral Sul Fluminense e no Estado do Rio de Janeiro (índice com 2000=100)

Por fim, na avaliação do fator habitação e da sua relação com os empreendimentos em análise, podem colocar-se as seguintes questões:

- Existem efeitos cumulativos dos empreendimentos em análise que deram origem à atual situação habitacional do Litoral Sul Fluminense?
- Estes efeitos cumulativos são uma variável explicativa do atual fenômeno de crescimento de habitação precária na região?

A análise realizada no Relatório Final de Avaliação de Impactos permite concluir que a resposta a estas questões é afirmativa. Para além de se ter verificado que o crescimento do emprego formal na região é um *driver* do seu crescimento populacional, verificou-se que existe uma relação de causalidade específica entre o investimento de vários empreendimentos e o emprego formal na região.

IV.2.2. Limites de alteração

Tendo em conta a especificidade do fator habitação, apenas o conceito de limite de alteração aceitável pode ser utilizado (dado que se trata de um fator social, capacidade de carga não é um conceito aplicável e que não existe limite legal relacionado à habitação).

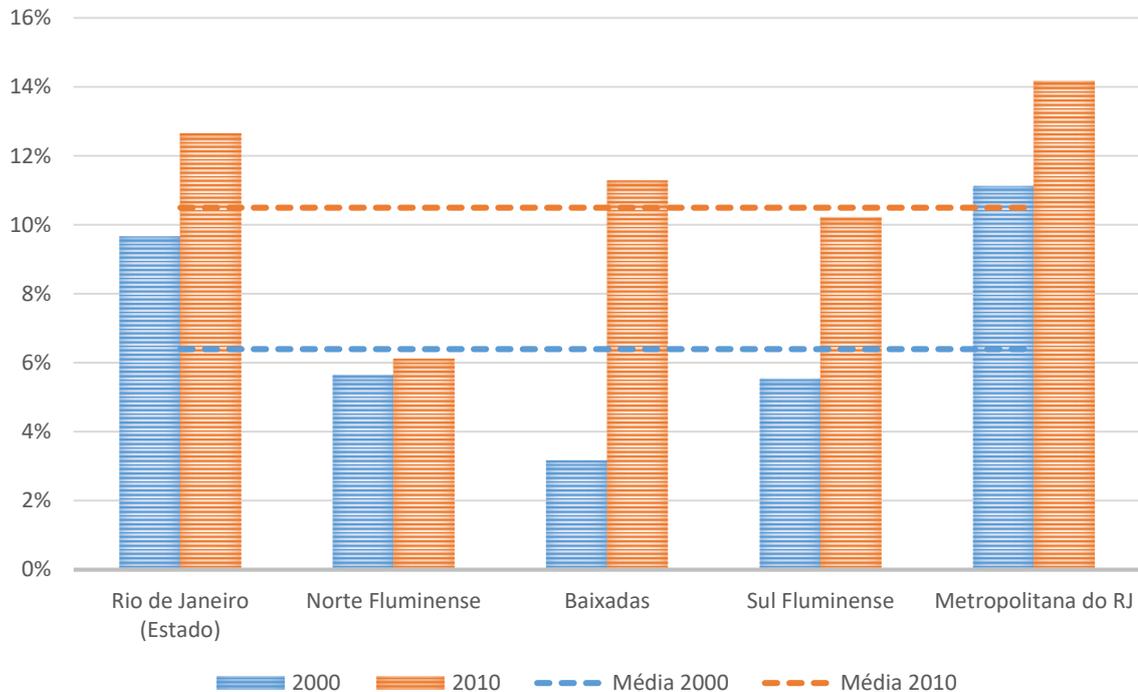
Assim, no caso do fator habitação, utiliza-se o indicador “**população em aglomerados subnormais/ população total**” para aferir o limite de alteração aceitável. Este indicador tem as seguintes vantagens:

- Ao contrário do indicador “população em aglomerados subnormais”, este indicador tem em conta a população residente, considerando assim o crescimento populacional;
- Permite a comparação com outros territórios do Estado de Rio de Janeiro, sendo possível ainda verificar a tendência da variável no Litoral Sul Fluminense em comparação com outras regiões do Estado;
- Por fim, é uma aproximação mais fiel às preocupações sociais que a habitação normalmente envolve: uma menor proporção de pessoas em aglomerados subnormais traduz-se num melhor ambiente econômico e social; o contrário usualmente provoca problemas sociais, econômicos e até de saúde pública, principalmente para as populações mais carenciadas.

Em oposição, este indicador está apenas disponível para os anos dos Censos (2000 e 2010), não sendo possível fazer uma análise em série ou uma análise de causalidade. Há que considerar, contudo, que a generalidade dos indicadores do fator habitação (ao nível municipal) que traduzem questões de qualidade (não apenas quantidade) apenas estão disponíveis decenalmente, isto porque resultam dos Censos (por exemplo: déficit habitacional).

A Figura 8 apresenta o indicador “**população em aglomerados subnormais/ população total**” para as várias mesorregiões litorâneas do Estado de Rio de Janeiro: Norte Fluminense; Baixadas Litorâneas; Sul Fluminense (mesorregião onde se incluem os municípios de Angra dos Reis e Paraty); Metropolitana do Rio de Janeiro (onde se incluem os municípios de Itaguaí e Mangaratiba).

Não são apresentadas na Figura 8 as mesorregiões do Noroeste e Centro Fluminense por não existirem aglomerados subnormais significativos. Adicionalmente a média apresentada refere-se às mesorregiões indicadas (média aritmética simples das mesorregiões de Norte, Baixadas, Sul e Metropolitana).



Fonte: IBGE (2019) com cálculos próprios.

Figura 8 – Proporção de pessoas em aglomerados subnormais em várias mesorregiões do Estado de Rio de Janeiro

Verifica-se uma tendência de aumento ligeiro da proporção de população em aglomerados subnormais no Estado de Rio de Janeiro entre 2000 e 2010 (de 9,7% em 2000, para 12,7% em 2010). Contudo esta tendência de aumento é dissimétrica entre as várias mesorregiões:

- Nas mesorregiões interiores do Estado do Rio de Janeiro (Centro e Noroeste Fluminenses) quase não existiam aglomerados subnormais e não ocorreu qualquer alteração entre 2000 e 2010;
- A Mesorregião Metropolitana do Rio de Janeiro observou um aumento de cerca de três pontos percentuais da proporção de população em aglomerados subnormais entre 2000 e 2010 (de 11% para 14%);

- No Norte Fluminense, apesar de aumento no número de residentes em aglomerados subnormais, esta proporção consolidou em cerca de 6%;
- A mesorregião das Baixadas Litorâneas sofre o maior aumento na proporção de pessoas a residir em aglomerados subnormais na década de 2000, de 3% para 11% em 2010;
- A mesorregião Sul Fluminense (onde se incluem os municípios de Angra dos Reis e Paraty) apresenta um aumento intermédio na proporção de pessoas a residir em aglomerados subnormais, de 6% em 2000 para 10% em 2010.

Assim, verificou-se no Estado do Rio de Janeiro, especificamente na região metropolitana e nas regiões contíguas (Baixadas Litorâneas e Sul Fluminense), uma evolução desigual no fator habitação. Desta forma, observou-se um crescimento muito significativo dos problemas habitacionais nas regiões litorâneas próximas da área metropolitana do Rio de Janeiro, enquanto nesta última, a questão habitacional se deteriorou, mas de forma menos significativa. De qualquer forma, é nesta área metropolitana que a problemática habitacional mais se faz sentir, com cerca de uma em cada sete pessoas a residir em áreas precárias e subnormais.

A criação de um **limite de alteração aceitável** para a variável “população em aglomerados subnormais/ população total” traz várias questões, notadamente quanto à metodologia do seu estabelecimento. Neste particular, entre várias possibilidades, poderiam ter sido feitas as seguintes escolhas metodológicas:

- **Valor mínimo** observado para a variável “população em aglomerados subnormais/ população total” em 2010 nas mesorregiões litorais do Estado do Rio de Janeiro (**6,1%**, na mesorregião Norte Fluminense);
- **Valor médio** observado para a variável “população em aglomerados subnormais/ população total” em 2010 nas mesorregiões litorais do Estado do Rio de Janeiro (**10,5%**, para o conjunto das regiões apresentadas);
- **Valor máximo** observado para a variável “população em aglomerados subnormais / população total” em 2010 (**14,2%**, na mesorregião Metropolitana do Rio de Janeiro).

A escolha pelo valor mínimo implicaria o estabelecimento de um limite de alteração aceitável demasiado baixo, colocando em ponto de igualdade uma proporção de $\frac{1}{4}$ da população e proporções de população em aglomerados subnormais de 7% ou 8%. Enquanto o estabelecimento de um limite de alteração aceitável equivalente ao máximo observado nas mesorregiões apresentadas implicaria afirmar que qualquer situação do fator habitação que não fosse a pior observável era aceitável, o que não se releva correto de todo.

Desta forma, no âmbito deste trabalho, propõe-se como **limite de alteração aceitável** para a variável “população em aglomerados subnormais/ população total” a média aritmética simples das mesorregiões de Norte, Baixadas, Sul e Metropolitana do Estado do Rio de Janeiro para 2010 (conferir Figura 8). Este valor para 2010 é de 10,5%. No âmbito deste trabalho, e por forma a simplificar e permitir uma melhor interpretação do limite de alteração aceitável, este será arredondado por defeito para 10%.

Assim, a escolha pelo valor médio observável entre as mesorregiões litorais do Estado do Rio de Janeiro (10%) é a considerada mais equilibrada. É de notar que uma proporção de 10% na variável “população em aglomerados subnormais/ população total” significa que num total de dez pessoas, uma vive em situação precária (em aglomerado subnormal).

Em relação à avaliação de impacto, a escolha deste limite de alteração aceitável implica que o impacto cumulativo dos empreendimentos em avaliação é tanto mais significativo quanto maior for a diferença entre o limite de alteração aceitável na variável “população em aglomerados subnormais/ população total” (10%) e o valor real dessa variável, tendo em consideração os vários territórios em análise. Adicionalmente, esta classificação é realizada desta forma só porque foi demonstrada uma relação de causalidade entre o estabelecimento dos empreendimentos em avaliação e o aumento da população na região em avaliação. Esta relação de causalidade, aliás, já tinha sido referida na literatura científica. Alguns estudos procuraram identificar as determinantes da habitação precária e outras questões relacionadas, principalmente em Angra dos Reis (Barbosa *et al.*, 2011; Silva, 2012; Pereira, 2012; Oliveira, 2014; Silva e Silva, 2016). De uma maneira geral, são apresentadas determinantes diversas, sendo que as características geofísicas do território, as fragilidades socioeconômicas e a

atratividade turística são determinantes comuns. Em particular, a valorização do território devido às suas características para a prática balnear, e mais recentemente, o desenvolvimento de vários empreendimentos de grande porte (englobando diversos investimentos enquadrados neste particular trabalho) tornam o Litoral Sul Fluminense um polo de atração populacional, o que vem agudizar a problemática habitacional.

IV.2.3. Significância dos impactos

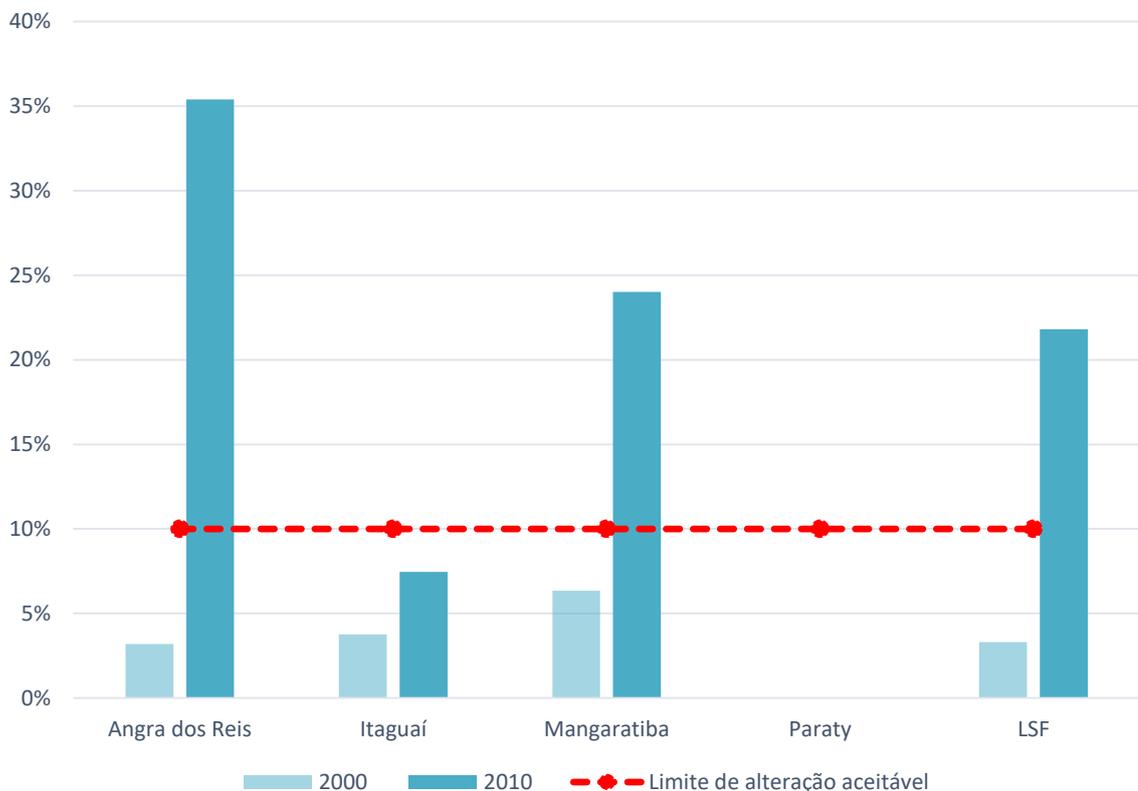
Apresenta-se, na Figura 9, a comparação entre: os valores observáveis para a variável “população em aglomerados subnormais/ população total” para 2000 e 2010 nos municípios de Angra dos Reis, Itaguaí, Mangaratiba, Paraty e para o Litoral Sul Fluminense; e o limite de alteração aceitável estabelecido em 10% (proporção de pessoas em aglomerados subnormais no total da população). Verifica-se que nos municípios de Angra dos Reis e Mangaratiba e igualmente no conjunto da região, o limite de alteração aceitável é ultrapassado em 2010. Isto ocorre apesar de dez anos antes (em 2000) o valor observável em qualquer dos municípios ser relativamente inferior ao limite de alteração aceitável estabelecido (apenas Mangaratiba apresentava uma proporção mais próxima, de 6% em 2000, inferior em 40% do limite de alteração aceitável estabelecido).

Pela Figura 9 é claramente identificável que a questão habitacional se tornou problemática apenas na década de 2000 no Litoral Sul Fluminense, sendo que anteriormente apenas existia um problema habitacional residual. A questão da habitação está, assim, intrinsecamente ligada ao estabelecimento dos empreendimentos em análise no Litoral Sul Fluminense nos últimos dez a 15 anos.

Dessa forma, a problemática da habitação no Litoral Sul Fluminense não resulta do crescimento natural da sua população, mas de um conjunto de condicionantes que provocaram o aumento da procura pela região:

- O estabelecimento de empreendimentos de grande porte na região, com uma necessidade extensa de mão de obra (principalmente na fase de construção);

- O aumento do turismo na região, em parte devido ao crescimento econômico do Estado do Rio de Janeiro na década de 2000, e em parte devido à melhoria das acessibilidades;
- Efeitos indiretos e induzidos das ligações econômicas que provocam o aumento do emprego formal e informal em setores econômicos próximos dos setores econômicos dos empreendimentos em análise e do setor do turismo.



Fonte: IBGE (2019) com cálculos próprios.

Figura 9 – Proporção de pessoas em aglomerados subnormais no Litoral Sul Fluminense e limite de alteração aceitável

Adicionalmente, em parte, esta problemática da habitação no Litoral Sul Fluminense resulta também das características geofísicas do território, existindo áreas extensas com riscos de escorregamento, de inundação e de recalque do solo (Barbosa *et al.*, 2011).

Caso o crescimento da população na região ocorra no futuro ao mesmo ritmo daquele observado entre 2000 e 2018, em 2030 a população no Litoral Sul

Fluminense chegará às cerca de 570 mil pessoas, 120% mais do que em 2000 (e mais 60% em relação a 2010). Estes valores indicam que a política pública de habitação não tem apenas o desafio de melhorar a habitação para a população atualmente a residir na região, as cerca de 77 mil famílias que residiam em aglomerados subnormais em 2010. A política pública de habitação na região terá o ainda maior desafio de viabilizar habitação para as milhares de famílias que adicionalmente irão habitar o Litoral Sul Fluminense entre 2010 e 2030.

Tendo em conta a análise realizada nesta seção, o impacto “aumento da precariedade habitacional” está classificado de acordo com a sua natureza, escala espacial, duração, frequência, magnitude, significância e confiança no Quadro 9.

A natureza é negativa; como se verificou na Figura 3, na Figura 5 e na Figura 6, qualquer indicador escolhido para demonstrar a condição e variação do fator habitação no Litoral Sul Fluminense demonstra uma deterioração no presente século. Adicionalmente, ficou demonstrado no Relatório Final de Avaliação de Impactos que existe uma relação de causalidade entre o estabelecimento dos empreendimentos em avaliação e o aumento da população na região (conferir seção IV.2.1).

A escala espacial do impacto “aumento da precariedade habitacional” é regional, afetando a região Litoral Sul Fluminense, em especial os municípios de Angra dos Reis e Mangaratiba.

A duração do impacto é de longo prazo, isto é, o impacto no setor habitação será sentido num período temporal bastante alargado, até que políticas públicas diretas ou indiretas consigam resolver ou atenuar o problema.

Relativamente à frequência do impacto “aumento da precariedade habitacional”, este é contínuo, isto é, o efeito ocorre de forma continuada. É ainda esperado que o problema seja agudizado nas fases de construção dos empreendimentos em avaliação, pela existência adicional de migração temporária (parte da qual tende a instalar-se permanentemente após a fase de construção).

A magnitude é classificada como alta no geral, principalmente devido à elevada proporção da precariedade habitacional no Litoral Sul Fluminense (atingindo mais de um quinto da população em 2010) e à alargada escala espacial (precariedade atinge quase toda a região à exceção de Paraty, até 2010).

Quadro 9 – Classificação do impacto “Aumento da precariedade habitacional”.

Componente	Classificação	Justificativa
Natureza	Negativa	Prejudica o fator habitação
Escala espacial	Regional	Impacto cumulativo alargado a todo os municípios do Litoral Sul Fluminense/ RJ
Duração	Longo prazo	Efeitos sentidos em período temporal relativamente alargado
Frequência	Contínua	Frequência contínua, ainda que com magnitude estimada mais elevada em fases de construção
Magnitude	Alta	A magnitude é classificada como alta principalmente devido à elevada proporção da precariedade habitacional no Litoral Sul Fluminense que não pode ser resolvida com medidas de curto ou médio prazo
Significância	<ul style="list-style-type: none"> • Muito significativo - de uma forma geral na região • Muito significativo – Angra dos Reis; Mangaratiba • Significativo: Itaguaí (futuro) • Insignificativo - Paraty 	Considerando que mais de um quinto do total da população residia em aglomerados subnormais em 2010 (uma proporção 19 pontos percentuais superior à observada em 2000)
Confiança	Alta	Análise baseada em estatísticas oficiais e em informação primária

Fonte: Témis/Nemus, 2019.

Considerando a classificação do impacto nas vertentes: natureza, escala espacial, duração, frequência e magnitude; este é classificado como **muito significativo na região Litoral Sul Fluminense**, dado que a precariedade atinge mais de um quinto do total da população.

A significância, contudo, não é considerada equivalente em todos os municípios:

- **Angra dos Reis e Mangaratiba** apresentam uma precariedade habitacional superior em mais de 25 e 14 pontos percentuais, respectivamente, em relação ao limite de alteração aceitável estabelecido (10%). Dessa forma, a dimensão da precariedade

habitacional nestes dois municípios não tem paralelo com os restantes na região. O impacto “aumento da precariedade habitacional” é assim considerado muito significativo nestes dois municípios;

- **Em Itaguaí, a dimensão da precariedade habitacional em 2010 (7%) ainda era relativamente residual** (quando comparado com os municípios de Angra dos Reis e Mangaratiba e com o limite de alteração aceitável estabelecido). Contudo, a instalação de diversos empreendimentos de elevado porte no município na década de 2010 indiciam que a problemática habitacional se possa ter agravado de forma significativa nos últimos anos. Em suma, o impacto “aumento da precariedade habitacional” é considerado significativo em Itaguaí;
- **Em Paraty não existiam registros de aglomerados subnormais em 2000 e 2010**, pelo que o impacto “aumento da precariedade habitacional” é considerado insignificativo neste município. Adicionalmente, nenhum dos empreendimentos estudados no âmbito do presente projeto está presente em Paraty, pelo que os indicadores de precariedade habitacional no município não se devem alterar significativamente nos próximos anos.

Por fim, a confiança em relação à análise efetuada e à classificação realizada relativamente ao impacto “aumento da precariedade habitacional” é alta pois foram utilizadas estatísticas oficiais e informação primária, obtida diretamente dos empreendimentos em avaliação.

Em relação aos resultados da oficina participativa da Fase 5, é importante referir o comentário do grupo 2, questionando a classificação do impacto em Paraty, afirmando que este “não reflete a realidade” e “carece de mais pesquisa”, visto que, segundo o relato dos participantes, atualmente existem aglomerados subnormais localizados na ilha das Cobras e Mangueira. Em relação a este ponto importa salientar o seguinte: apesar de Paraty apresentar um déficit habitacional elevado em 2010, os dados relativos à questão habitacional existentes (neste caso, sobre aglomerados subnormais) não permitem concluir pela existência de precariedade habitacional significativa até 2010. Adicionalmente, para o caso de Paraty, não foi encontrada uma relação de causalidade entre a instalação dos empreendimentos

em análise e o aumento do emprego no município, ou entre o aumento do emprego no município e o aumento da sua população. Ainda mais, o crescimento da população em Paraty resulta principalmente de crescimento natural. Desta forma, apesar das projeções realizadas na próxima seção apontarem para o possível crescimento significativo da precariedade habitacional no futuro no município de Paraty, não existem evidências que relacionem os empreendimentos em avaliação e o possível aumento da precariedade habitacional em Paraty, tendo em conta as estatísticas do Censo de 2010 e as estimativas do crescimento populacional do IBGE.

Outro comentário recebido na oficina participativa da Fase 5 (verificar resposta à questão 1 do grupo 3 na fase de discussão de grupo no relatório da oficina) refere a relação entre precariedade habitacional e imóveis de segunda residência. De fato, essa é uma relação já apontada neste relatório (verificar introdução na seção IV.2.1). Parte da causa para a existência de precariedade habitacional relaciona-se com a valorização comercial de terrenos e habitações costeiras e a posterior incapacidade da população mais frágil do ponto de vista socioeconômico em acender a habitação. A inacessibilidade a habitação com condições não precárias na região tem como base esta desigualdade econômica e a incapacidade do mercado em providenciar este tipo de bem em condições acessíveis a grande parte da população, num quadro de limitada ação dos poderes públicos locais e regionais.

Por fim, em relação ao comentário do grupo 4 à questão 1 na oficina participativa da Fase 5, que aponta que o fator habitação é restrito, é necessário salientar o seguinte: o fator habitação foi selecionado de acordo com metodologia aceita internacionalmente e aprovado através de participação pública; foi selecionado por forma a poder estabelecer uma relação direta entre a instalação dos empreendimentos em avaliação (seus impactos cumulativos) e as condições habitacionais (o que foi provado na Fase 4); e adicionalmente, a condição do fator habitação relaciona-se não só com as condições físicas do território mas também, e essencialmente, com as condicionantes socioeconômicas dos residentes da região. Assim, no âmbito deste projeto era essencial estabelecer a relação entre os empreendimentos em avaliação e a condição deste fator social. A escolha por focar a análise neste fator e não alargar a abordagem (especulação imobiliária, ocupação

de áreas de risco, entre outros) prende-se assim com o objetivo global do projeto e sua metodologia. Finalmente, em relação ao ponto sobre impacto nas áreas vegetadas, essa análise está enquadrada no fator vegetação costeira (seção V.1).

IV.2.4. Estimativa do estado futuro

Como foi afirmado na oficina participativa da atual fase (Fase 5) do projeto de avaliação de impactos cumulativos da região do Litoral Sul Fluminense, é importante e necessário atualizar os dados sobre a situação habitacional na região, havendo relatos de que a situação se deteriorou desde 2010 (verificar afirmação do Grupo 1 relativamente à segunda questão nas discussões de grupo). É esse exercício de projeção do estado do fator habitação que é realizado nesta seção.

A projeção do estado futuro da variável “população em aglomerados subnormais/ população total” é assente em grande incerteza por vários motivos: em primeiro lugar, trata-se de uma realidade para a qual só existem observações de dez em dez anos (pela realização dos Censos), o que impede a verificação de tendências de evolução ou uma análise estatística; em segundo lugar, a variável população residente é estimada anualmente, existindo valores observados também apenas decenalmente; por fim, a classificação de aglomerado subnormal depende de um conjunto de características dos conjuntos habitacionais que podem evoluir (positiva ou negativamente), possibilitando que vários dos aglomerados classificados como subnormais possam deixar de o ser posteriormente.

Por forma a superar as limitações indicadas anteriormente e apresentar projeções relativas à variável “população em aglomerados subnormais/ população total” para o Litoral Sul Fluminense, a abordagem geral adotada remeteu para os **métodos prospectivos**. Ao contrário da previsão, que tende a concentrar-se nas certezas e a produzir projeções lineares face ao futuro, a prospectiva explora as respectivas incertezas, trabalhando diversas imagens e possibilidades como estratégia de condução da ação (Ribeiro, Correia e Carvalho, 1997). Em particular, a prospectiva procura interrogar e explorar as incertezas associadas às seguintes categorias de processos:

- Certezas qualitativas e incertezas quantitativas – também designadas por «tendências pesadas», referem-se a processos cuja orientação é

conhecida, mas cuja realização não é passível de determinação através de uma regra probabilística;

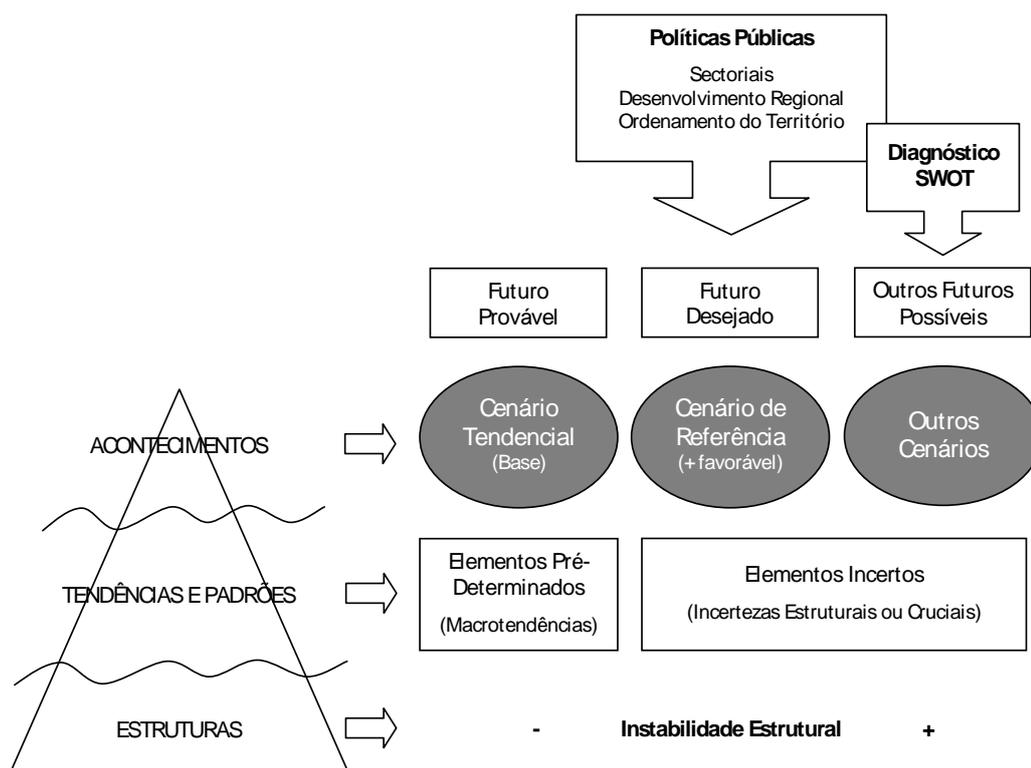
- Incertezas qualitativas – referem-se a processos em que é impossível determinar as alternativas de futuro de forma apriorística, estando tipicamente associadas a fenômenos como as mutações, as rupturas ou o «desmoronamento» de estruturas mal identificadas.

Existem diversos tipos de incertezas, focalizando-se a análise prospectiva nas **incertezas críticas**, isto é, nas “situações em que se admite a possibilidade de um acontecimento, mas em que este, pelo seu caráter único, não nos fornece uma probabilidade da sua realização”; “a possibilidade do acontecimento existir é, por sua vez, resultante de uma sequência de raciocínio do tipo «causa-efeito»”, mas não é possível anteceder a sua configuração (Ribeiro, Correia e Carvalho, 1997).

Como principal instrumento de simulação do futuro, a prospectiva recorre aos cenários. As componentes chave para a construção de cenários prospectivos decorrem, exatamente, dos dois tipos de incerteza referidos acima, ou seja (ver Figura 10):

- Elementos predeterminados, que correspondem aos riscos ou incertezas previsíveis, por serem suscetíveis de previsão com base em precedentes históricos (**macrotendências predeterminadas**), que possibilitam estimar a probabilidade de ocorrência dos vários resultados possíveis;
- Elementos incertos, que decorrem diretamente das incertezas críticas, por vezes também designadas como **incertezas estruturais** ou cruciais, na medida em que constituem as forças motrizes do processo de cenarização, para além das referidas tendências predeterminadas.

De fato, a análise de cenários é especialmente útil para avaliar este último tipo de incertezas críticas ou estruturais na medida em que os riscos são, normalmente, passíveis de modelação através de métodos de previsão, fruto da sua natureza estocástica. A suposição da possibilidade de ocorrência de acontecimentos futuros únicos e incertos resulta de um raciocínio do tipo causa-efeito que situa cada acontecimento em uma determinada estrutura (Ribeiro, Correia e Carvalho, 1997).



Fonte: Ribeiro, Correia e Carvalho (1997) e MOPTC (2009 – Adaptado).

Figura 10 – Estruturas, tendências, acontecimentos e desenvolvimento de cenários e prognósticos

Em geral, diferentes estruturas correspondem a outros tantos cenários. Em particular, os elementos predeterminados (macrotendências) decorrem de uma estrutura supostamente muito estável no horizonte temporal de cenarização, dando origem habitualmente a um **cenário tendencial ou de Base**, de natureza adaptativa e associado a iniciativas pouco incisivas ou menos fraturantes face à realidade observada na situação de referência.

Para além deste cenário B, é considerado um **cenário mais pressionante do ponto de vista socioeconômico (Cenário A)** que reflete um diferente desfecho para as incertezas críticas identificadas. Por fim, apresenta-se um **cenário C (mais favorável)**, que antevê a concretização de um plano de investimentos em habitação bastante ambicioso.

Desta forma, foram identificadas quatro incertezas críticas que se relacionam com a evolução das seguintes variáveis:

- Crescimento populacional na região, tendo em consideração a evolução do crescimento natural e da migração;

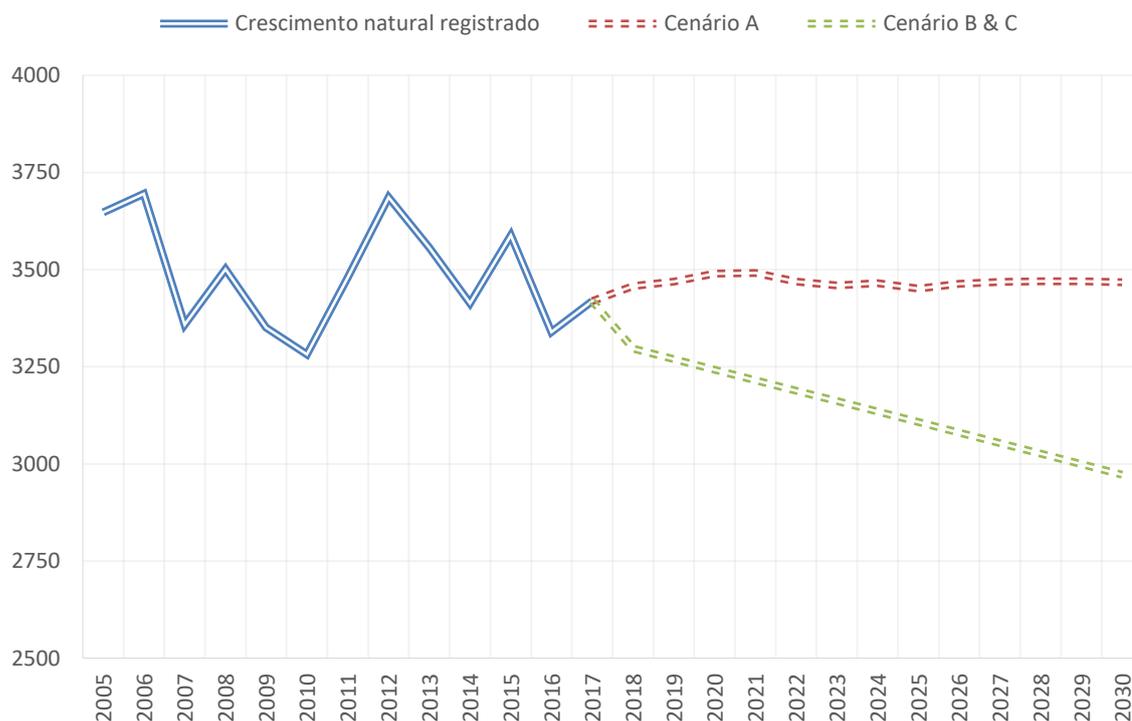
- Proporção do crescimento populacional que tem como base aglomerados subnormais (isto é, qual é a parte da população residente adicional que se fixa em aglomerados subnormais);
- Atendimento habitacional por parte dos governos municipais, estadual ou federal (através de programas como o Minha Casa Minha Vida);
- Investimentos em infraestruturas urbanas (saneamento; criação de arruamentos; entre outras) que transformam aglomerados subnormais em áreas urbanizáveis em assentamentos adequados.

A concretização destas quatro variáveis em cada um dos cenários projetados é apresentada no Quadro 10.

Quadro 10 – Cenários de projeção dos aglomerados subnormais

Variável	Cenários		
	A	B	C
1. Crescimento populacional	Média móvel	Tendência linear	
2. Proporção do crescimento populacional em aglomerados subnormais	75%	50%	25%
3. Atendimento habitacional na década de 2020 (em relação ao que ocorreu na década de 2010)	50%	100%	200%
4. Criação de infraestruturas urbanas nos aglomerados subnormais (% de atendimento em cada década – 2010s e 2020s)	0%	10%	20%

Em relação à primeira variável apresentada (**crescimento populacional**), importa analisar as suas duas componentes: crescimento natural e saldo migratório. O saldo natural observou taxas de crescimento marginais tendencialmente menores, como é possível verificar na Figura 11. Para o crescimento natural da população, o cenário A utiliza a metodologia da média móvel simples com os valores dos última década para cada município. Desta forma, o cenário A traduz uma estabilização do saldo natural no Litoral Sul Fluminense em torno dos 3,5 mil/ ano. Para os cenários B e C, utiliza-se a tendência registrada em cada município para projetar a variável crescimento natural até 2030 (através de uma função linear). Desta forma, projeta-se um decréscimo do saldo natural no Litoral Sul Fluminense até cerca de 3 mil em 2030.

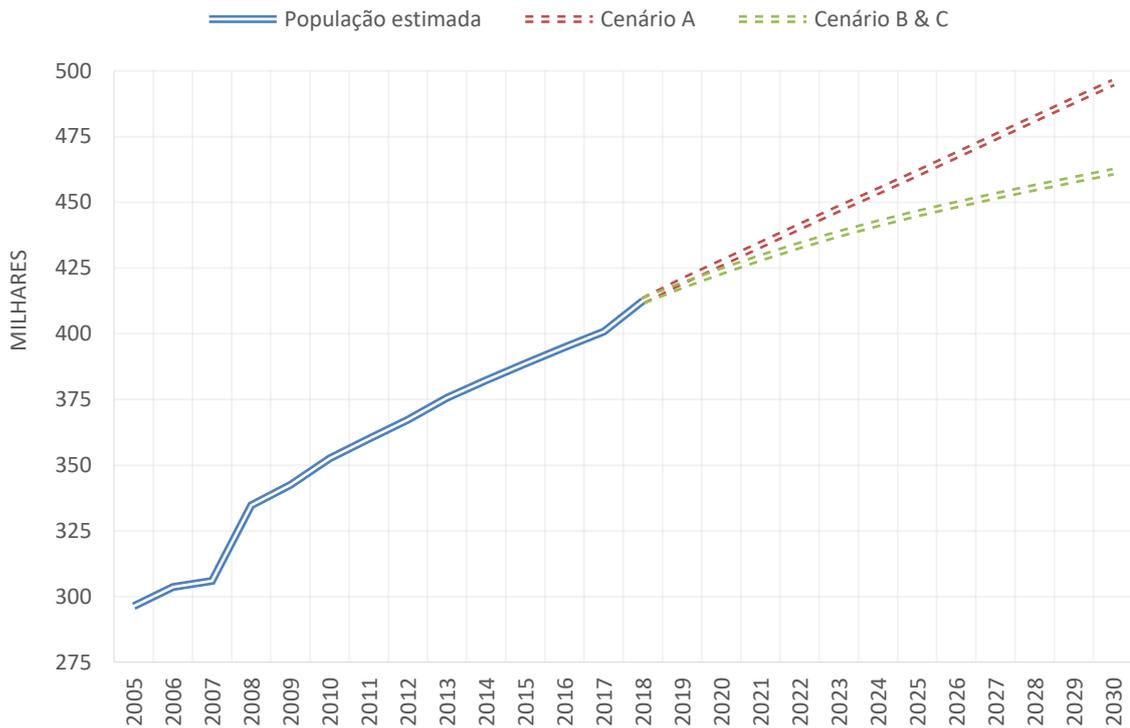


Fonte: IBGE (2019) com cálculos próprios.

Figura 11 – Saldo natural no Litoral Sul Fluminense e cenários de crescimento

A mesma metodologia foi utilizada para projetar a variável saldo migratório (diferença entre crescimento populacional estimado e crescimento natural). A soma das duas projeções traduz o crescimento populacional projetado para o Litoral Sul Fluminense, de acordo com dois cenários distintos, o que pode ser verificado na Figura 12.

O cenário A antecipa uma população de cerca de 500 mil pessoas para o Litoral Sul Fluminense em 2030. Este cenário traduz não só uma estabilização do crescimento natural, mas também do saldo migratório (ligeiramente acima dos três milhares por ano). Este cenário não traduz taxas de crescimento muito elevadas (1,5%/ ano entre 2020 e 2030) por dois motivos: o saldo natural que no início do século esteve perto dos quatro milhares por ano, tem vindo a estabilizar em valores em torno dos 3,5 mil na presente década, o que traduz uma tendência instalada de diminuição da taxa de fecundidade; o saldo migratório estimado pelo IBGE tem vindo a decrescer dos cerca de 6,8 mil em 2010 para cerca de 2,5 mil em 2017, o que traduz uma menor atratividade socioeconômica do Litoral Sul Fluminense e também um esgotamento dos fluxos de migração das áreas rurais no Brasil.



Fonte: IBGE (2019) com cálculos próprios.

Figura 12 – População estimada no Litoral Sul Fluminense e cenários de crescimento

O Cenário B & C traduz uma diminuição significativa da taxa de crescimento da população projetada para o Litoral Sul Fluminense, de cerca de 1,9%/ ano na década de 2010 para cerca de 0,9%/ ano na década de 2020. Este cenário traduz a continuação da diminuição do saldo natural no Litoral Sul Fluminense e ainda o anulamento do saldo migratório até ao final da década de 2020 no território. Desta forma, este cenário antecipa uma população de cerca de 460 mil pessoas para o Litoral Sul Fluminense em 2030.

Em relação à segunda variável apresentada (**proporção do crescimento populacional em aglomerados subnormais**), é importante salientar que entre os anos de 2000 e de 2010, o número de pessoas a residir em aglomerados subnormais no Litoral Sul Fluminense passou de cerca de 8,5 mil para 77 mil (aumento de 68,5 mil), enquanto a população residente total passou de cerca de 256 mil para 353 mil (aumento de cerca de 97 mil pessoas residentes). Isto demonstra que o aumento da precariedade habitacional na década de 2000 atingiu a grande maioria das famílias que migraram para a região e ainda parte significativa das famílias residentes.

Apesar do crescimento da habitação precária ter sido muito significativo na década de 2000, não é de esperar que esta seja idêntica na década de 2010 e 2020. Desta forma, o cenário B (base) considera que apenas 50% do crescimento populacional no Litoral Sul Fluminense se materializa em novas habitações em aglomerados subnormais. O cenário A (mais negativo) antecipa uma evolução nas décadas de 2010 e 2020 semelhante ao que ocorreu na primeira década do século XXI (75% do crescimento populacional traduz-se em aglomerados subnormais). Por fim, o cenário mais positivo (C) antecipa que apenas 25% do crescimento populacional se realizam em condições habitacionais inadequadas.

No que se refere à terceira variável apresentada (**atendimento habitacional na década de 2020**), projeta-se o atendimento habitacional na década de 2020 de acordo com o que ocorreu na década de 2010 (isto é, tendo em consideração o atendimento habitacional entregue e previsto apresentado no Quadro 11). Assim, o cenário de base (B) antecipa para a década de 2020 um atendimento habitacional idêntico ao que ocorreu na década de 2010. O cenário A antecipa apenas 50% desse valor, enquanto o cenário C projeta para a década de 2020 um atendimento habitacional ambicioso de 200% em relação ao que ocorreu na década de 2010.

Quadro 11 – Atendimento habitacional no Litoral Sul Fluminense (2010-2018)

Indicador	Unidades Habitacionais				
	Angra dos Reis	Itaguaí	Mangaratiba	Paraty	Litoral Sul Fluminense
Total entregue ou previsto	1 536	1 172	74	27	2 809

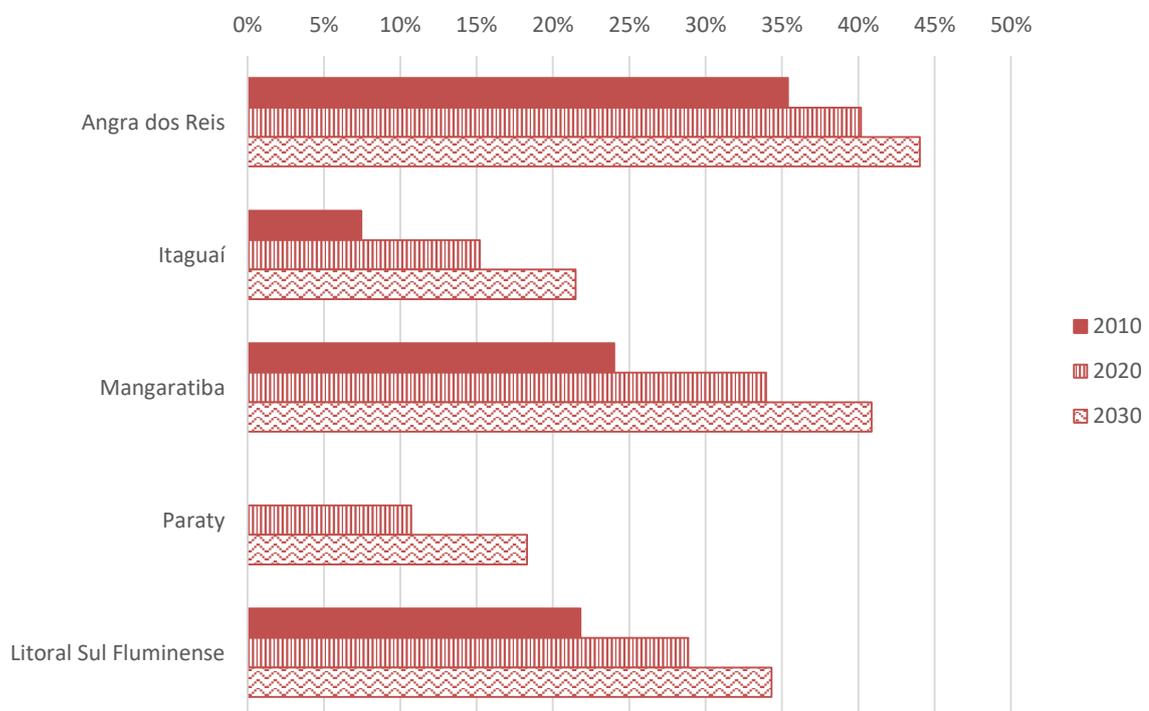
Fonte: Deepask (2019); Prefeitura de Angra dos Reis (2019); Prefeitura de Itaguaí (2017).

Por fim, a concretização da última variável identificada (**criação de infraestruturas urbanas nos aglomerados subnormais**) é assim realizada: no Cenário A nenhum aglomerado subnormais é reabilitado; no Cenário B, 10% dos aglomerados subnormais são reabilitados; e no cenário C, 20% dos aglomerados subnormais são reabilitados e infraestruturados em cada década.

IV.2.4.1. Projeções

A concretização do **cenário A**, apresentado anteriormente, pode ser verificada na Figura 13. Este cenário, assente em pressupostos mais desfavoráveis, antevê um crescimento em termos absolutos e relativos da população residente em aglomerados subnormais em todos os municípios do Litoral Sul Fluminense. Assim, caso o atendimento habitacional de programas públicos diminua substancialmente (em 50% na década de 2020), o crescimento populacional continue a se basear em assentamentos não adequados e não haja um esforço para os infraestruturar, o município de Angra dos Reis poderá ter quase metade (44%) da sua população a residir em aglomerados subnormais no ano de 2030. Destaque ainda para o município de Mangaratiba que, neste cenário mais negativo, poderá passar a ter 41% da sua população a residir em aglomerados subnormais (em 2010 a proporção era de 24%).

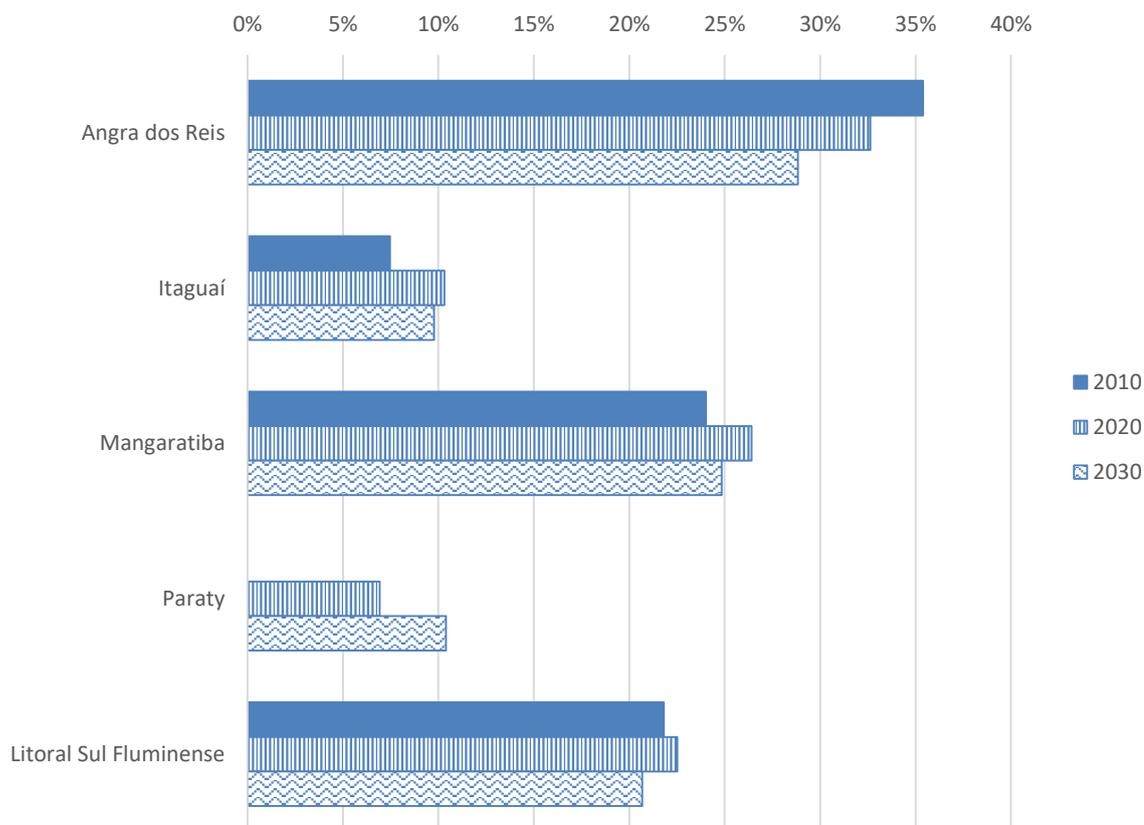
No total, no que se refere ao cenário A, projeta-se que mais de um terço da população esteja a residir em aglomerados subnormais no Litoral Sul Fluminense, em 2030.



Fonte: IBGE (2019) com cálculos próprios.

Figura 13 – Proporção de pessoas em aglomerados subnormais no Litoral Sul Fluminense (projeções do cenário A)

Os resultados do **cenário base (B)** são apresentados na Figura 14. Verifica-se uma certa estabilidade na variável “população em aglomerados subnormais/ população total” neste cenário tendencial. No conjunto dos quatro municípios, a proporção da população a residir em residências precárias consolida-se em torno dos 20% (mais precisamente, 23% em 2020 e 21% em 2030). Assiste-se a uma diminuição da proporção da população a residir em aglomerados subnormais apenas em Angra dos Reis no cenário B, o que resulta da política pública de atendimento habitacional (o número de unidades habitacionais oferecidas por programas públicos no município na presente década representa cerca de 8% do total de domicílios em aglomerados subnormais no ano de 2010). Contudo, a continuação desta política pública de atendimento habitacional em Angra dos Reis é insuficiente para diminuir significativamente a população residente nos aglomerados subnormais no município (que aumenta em termos absolutos entre 2010 e 2030, neste cenário B).

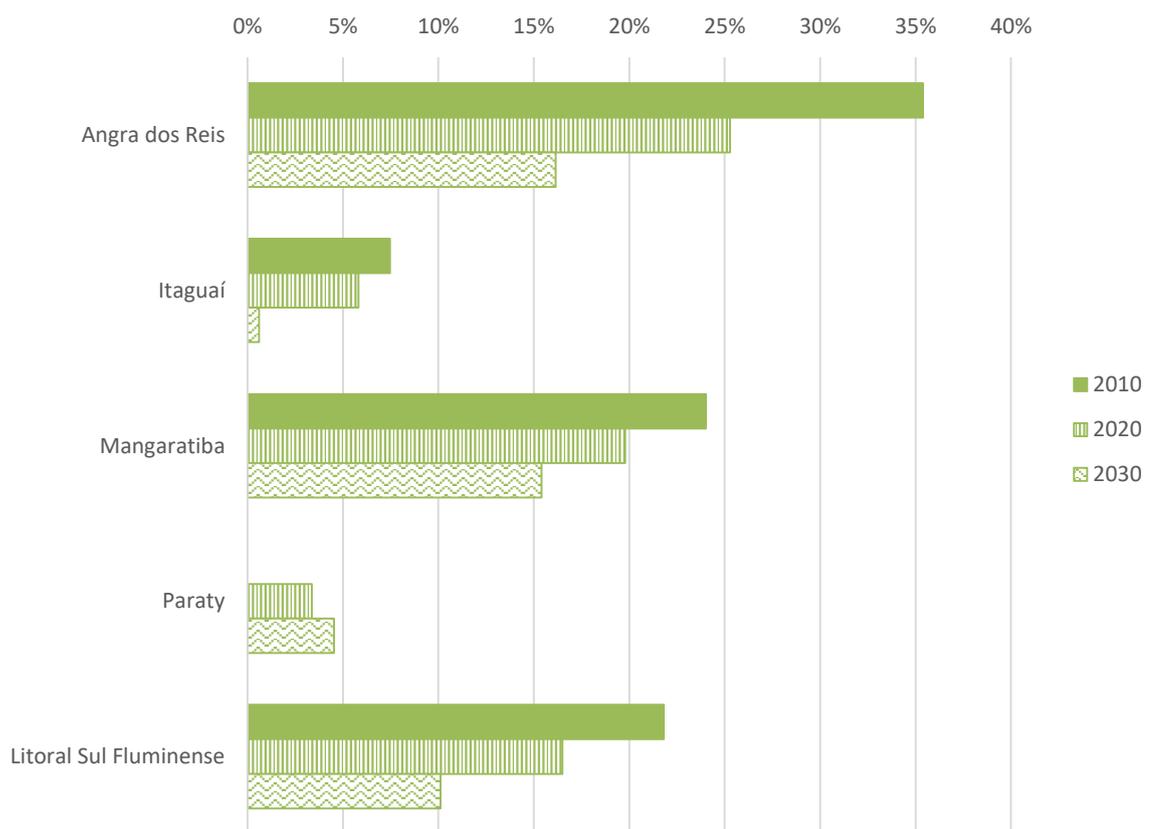


Fonte: IBGE (2019) com cálculos próprios.

Figura 14 – Proporção de pessoas em aglomerados subnormais no Litoral Sul Fluminense (projeções do cenário B)

Nos municípios de Mangaratiba e Itaguaí assiste-se, neste cenário, a uma estabilização da proporção da população em aglomerados subnormais, o que ocorre devido a uma política pública de produção habitacional conservadora e também devido ao crescimento populacional. Paraty observa, no cenário B, um crescimento da proporção de pessoas a residir em aglomerados subnormais devido a um crescimento populacional acima da média (em comparação com a restante região) e devido a uma política pública habitacional considerada insuficiente.

Por fim, apresenta-se na Figura 15, a concretização do cenário C, que estabelece pressupostos mais favoráveis em relação à produção habitacional pública, à requalificação de infraestruturas e em relação ao crescimento populacional baseado em aglomerados subnormais. Neste cenário verifica-se uma diminuição significativa da proporção de pessoas a residir em aglomerados subnormais na região, de 22% em 2010 para 10% em 2030.

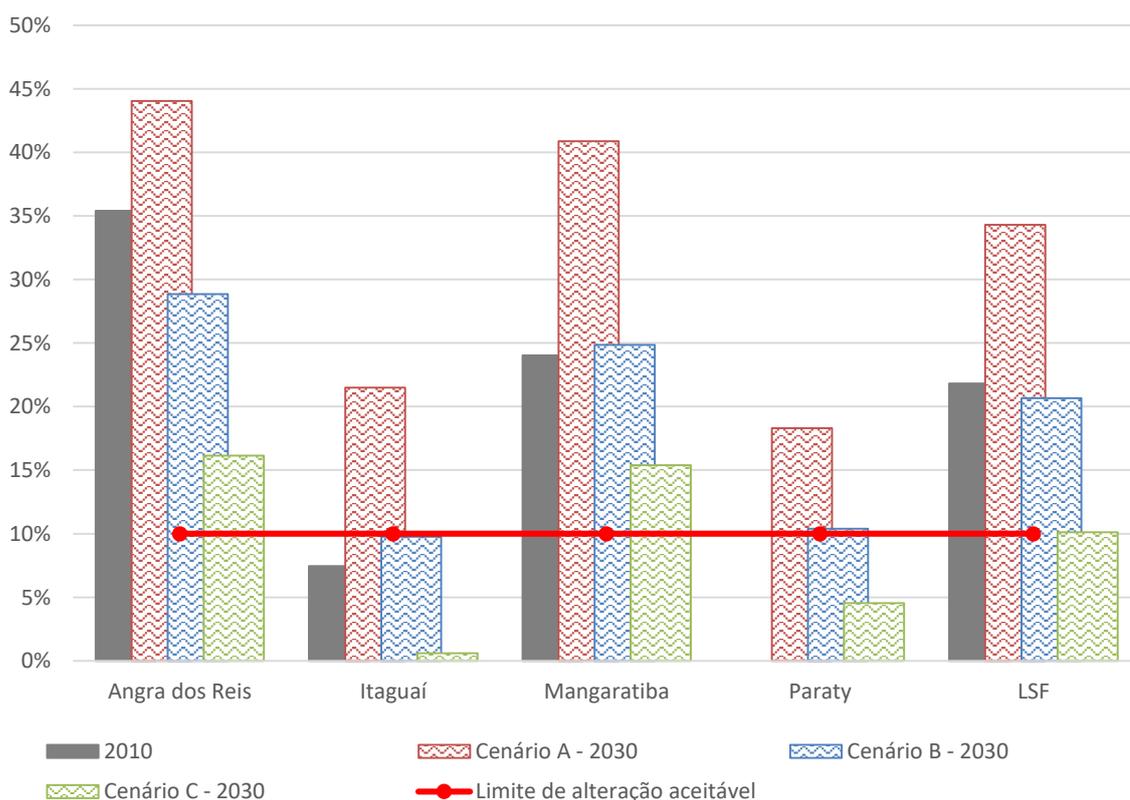


Fonte: IBGE (2019) com cálculos próprios.

Figura 15 – Proporção de pessoas em aglomerados subnormais no Litoral Sul Fluminense (projeções do cenário C)

Adicionalmente, no cenário C, Itaguaí consegue eliminar quase a totalidade dos aglomerados subnormais, principalmente devido a políticas públicas de produção de unidades habitacionais e de requalificação urbana. Neste cenário também se projeta diminuições significativas de aglomerados subnormais em Angra dos Reis e Mangaratiba, enquanto em Paraty se verifica um pequeno aumento na proporção de pessoas a residir em aglomerados subnormais devido aos pressupostos estabelecidos no cenário.

A Figura 16 apresenta a comparação das projeções dos diferentes cenários para a variável “população em aglomerados subnormais/ população total” para 2030, em comparação com a realidade registrada em 2010. À exceção do município de Angra dos Reis, só ocorre uma diminuição significativa da proporção de pessoas a residir em aglomerados subnormais no cenário mais favorável (cenário C).



Fonte: IBGE (2019) com cálculos próprios.

Figura 16 – Proporção de pessoas em aglomerados subnormais no Litoral Sul Fluminense em 2010 e para 2030 de acordo com as projeções dos cenários A, B e C

Há ainda que se considerar que o limite de alteração aceitável estabelecido em 10% para a variável “população em aglomerados subnormais/ população total” (verificar seção IV.2.2) só é cumprido em dois municípios (Itaguaí e Paraty) no cenário mais positivo (cenário C), o que demonstra a necessidade de políticas públicas mais ambiciosas do que as colocadas em prática até ao momento.

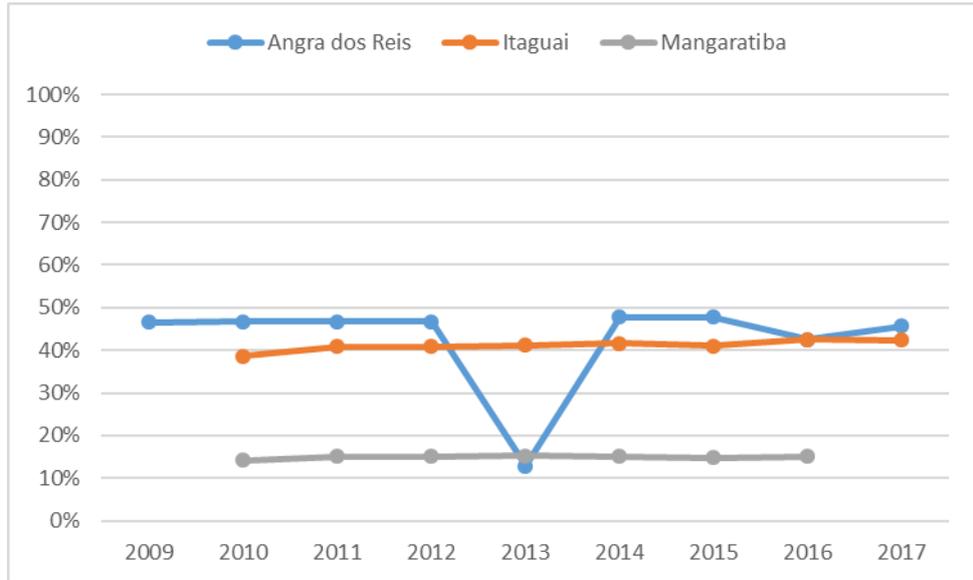
IV.3. SANEAMENTO BÁSICO

IV.3.1. Introdução

A análise dos impactos cumulativos realizada para o produto anterior (Relatório Final de Avaliação de Impactos Cumulativos – Fase 4, capítulo IV.3.1.3) permitiu a identificação, para o fator saneamento, do impacto **Crescente desajuste da oferta pública de saneamento**.

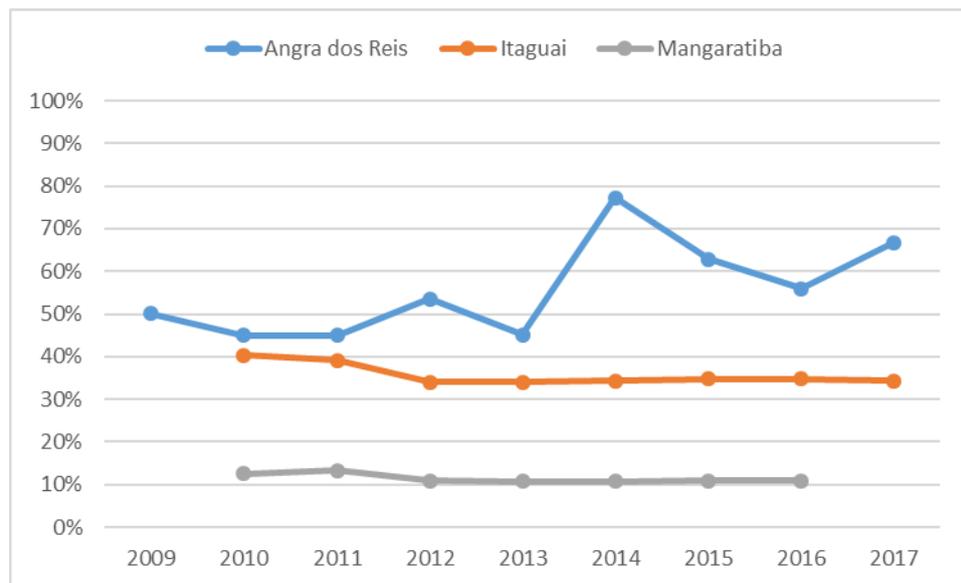
Na análise da influência dos estressores na condição do fator saneamento básico, realizada no produto anterior (Relatório Final de Avaliação de Impactos Cumulativos – Fase 4, capítulo III.2.3), foram utilizadas como indicadores as variáveis *índice de coleta de esgotos* (Figura 18), *índice de tratamento de esgoto* (Figura 19) e *índice de abastecimento de água* (Figura 20). Uma vez que os Planos Municipais de Saneamento Básico de Itaguaí, Mangaratiba e Paraty estabelecem metas para os níveis de atendimento relativos à coleta de esgoto, apresenta-se também no presente relatório o *índice de atendimento urbano de esgotos (relativo à coleta de esgoto)* (Figura 17).

Estes indicadores foram considerados de maior utilidade para o estabelecimento de limites de alteração face aos relacionados com os resíduos sólidos urbanos, uma vez que, como referido no Relatório Final de Levantamento de Dados (Fase 3), no ano de 2016 todos os municípios já haviam alcançado níveis de atendimento urbano de 100% quanto à coleta de resíduos (não há dados para 2016 envolvendo Itaguaí, no entanto, há indicação de universalização do serviço em área urbana no ano de 2012).



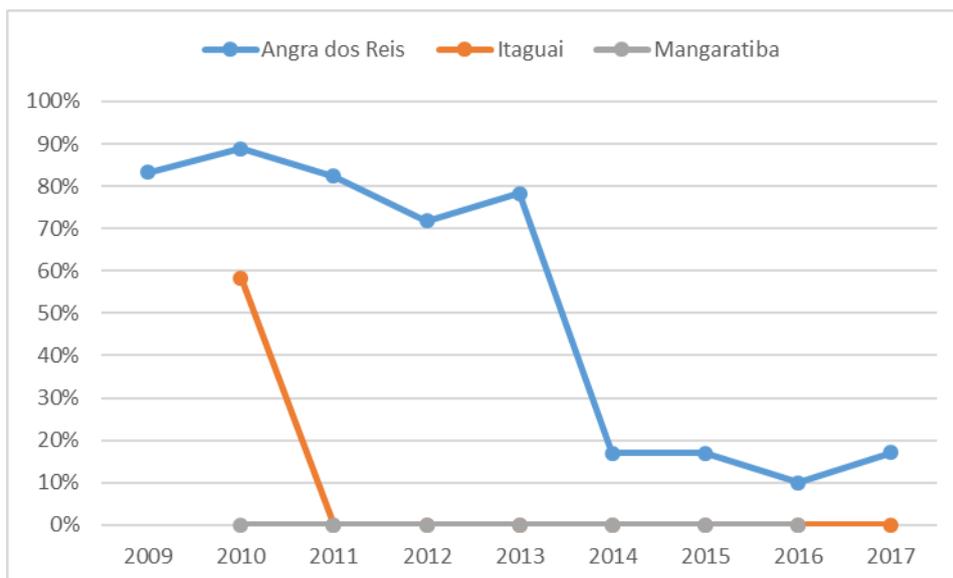
Fonte: SNIS, 2018

Figura 17 – Índice de Atendimento de Esgoto nos municípios da região Litoral Sul Fluminense, excetuando Paraty



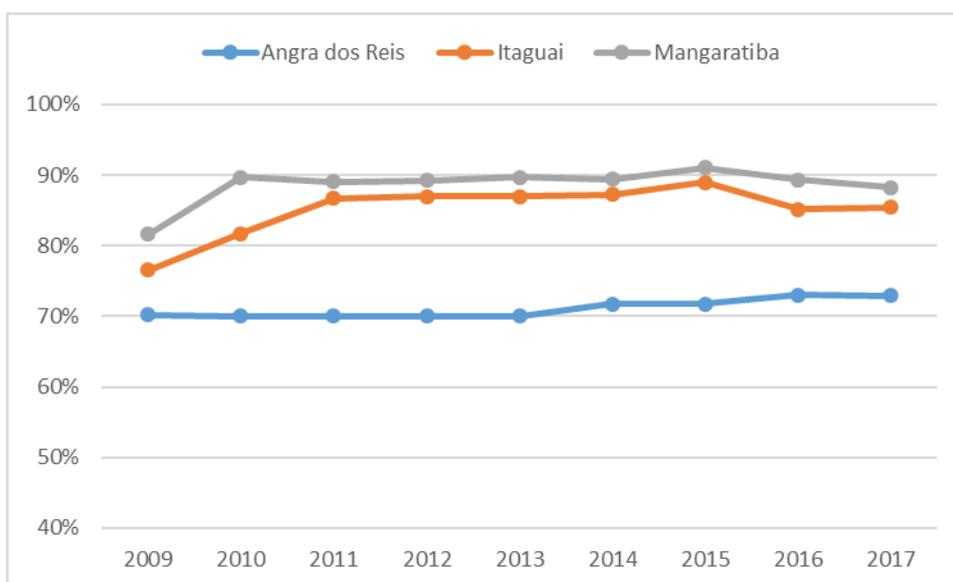
Fonte: SNIS, 2018

Figura 18 – Índice de Coleta de Esgoto nos municípios da região Litoral Sul Fluminense, excetuando Paraty



Fonte: SNIS, 2018

Figura 19 – Índice de Tratamento de Esgoto nos municípios da região Litoral Sul Fluminense, excetuando Paraty



Fonte: SNIS, 2018

Figura 20 – Índice de Abastecimento de Água nos municípios da região Litoral Sul Fluminense, excetuando Paraty

As séries históricas de atendimento quanto à coleta e tratamento de esgoto apresentam um baixo nível em todos os municípios da região do Litoral Sul Fluminense não sendo evidente uma evolução positiva destas duas variáveis.

Em Itaguaí, Mangaratiba e Paraty o *índice de atendimento de esgotos* permaneceu quase que inalterado, correspondendo a 42%, 15% e 0%,

respectivamente, na situação atual. Em Angra dos Reis, após valores da ordem dos 47% entre 2009 e 2012, ocorreu uma quebra brusca na variável para o ano de 2013, mas voltando a média no ano seguinte, e rondando os 46% em 2017 (Figura 17).

Em Itaguaí, Mangaratiba e Paraty o *índice de coleta de esgotos* permaneceu também quase que inalterado, correspondendo a 35%, 10% e 0%, respectivamente, na situação atual. Em Angra dos Reis ocorreram oscilações na variável, não ultrapassando 80%, e rondando os 67% em 2017 (Figura 18).

Quanto à variável *índice de tratamento de esgotos*, a mesma evoluiu de forma negativa, com taxas nulas para os municípios de Itaguaí, Mangaratiba e Paraty e inferiores a 20% em Angra dos Reis desde 2014 (Figura 19).

Em relação à variável *índice de abastecimento de água*, Angra dos Reis, Itaguaí e Mangaratiba apresentaram melhorias de atendimento no período em análise, correspondendo a um aumento de cerca de 2,7%, 8,9% e 6,6%, respectivamente (Figura 20).

Desta forma, considerou-se que os principais impactos cumulativos no fator saneamento básico se verificam na sua componente esgotamento sanitário, sendo estes impactos que serão avaliados na seção III.3.3.

IV.3.2. Limites de alteração

Para o fator saneamento (considerando o componente esgotamento sanitário) pretende-se avaliar o crescente desajuste da oferta pública de saneamento através do índice de atendimento (relativo à coleta de esgotos) e do índice de tratamento de esgotos.

Os limites de alteração podem ser expressos pelas metas estabelecidas para os prestadores desses serviços em cada um dos municípios estudados, nos respectivos Planos Municipais de Saneamento Básico (PMSB).

As metas apresentadas no Relatório Parcial da Fase 5 foram revistas de forma menos ambiciosa, considerando a percepção dos participantes na oficina realizada em 5 junho de 2019 em Angra dos Reis, de que os limites de alteração apresentados seriam se difícil e improvável alcance.

Nem todos os PMSB consideram progressivas para universalização do serviço de coleta de esgoto.

No caso do PMSB de Angra dos Reis elaborado em 2014, e considerando que:

a) estão disponíveis os valores de contorno, ou seja, índices de atendimento de esgoto em 2016 (42,5%), 2017 (45,7%) e;

b) o PMSB menciona a universalização do acesso ao serviço em 2038 (100%), estabeleceu-se uma curva logarítmica e inferiram-se os percentuais nos anos de 2020 e 2030, que são 67,6% e 85,9%, respectivamente.

Os quadros abaixo apresentam as metas propostas para o atendimento de esgoto a curto, médio e longo prazos, nos municípios do Litoral Sul Fluminense (valores decimais foram arredondados para valores unitários).

Quadro 12 – Metas propostas para o atendimento de esgoto (coleta) a curto, médio e longo prazos nos municípios do Litoral Sul Fluminense

Município	Período			
	Até 2016	Até 2022	Até 2027	Até 2030
Itaguaí	42% ⁽¹⁾	50% ⁽¹⁾	90%	90%
Mangaratiba	15% ⁽²⁾	50% ⁽²⁾	80% ⁽³⁾	90% ⁽³⁾
Paraty	0% ⁽⁴⁾	25% ⁽⁴⁾	50%	75% ⁽⁴⁾
Angra dos Reis	42,5 ⁽⁵⁾	68% ⁽⁵⁾	80% ⁽⁵⁾	86% ⁽⁵⁾

Fonte: Planos Municipais de Saneamento dos Municípios de Itaguaí (Prefeitura Municipal de Itaguaí, 2016), Mangaratiba (Prefeitura Municipal de Mangaratiba, 2013) e Paraty (Prefeitura Municipal de Paraty, 2011); Têmis/Nemus, 2019.

Notas:

- (1) O PMSB de Itaguaí estabelece metas para os **níveis de atendimento de coleta de esgoto** da população urbana. De 2015 até 2017, a meta é de 0%; para 2020 é de 30%, para 2022 é de 50%, e de 2025 a 2041 é de 90%. Contudo, o valor indicado no SNIS para 2016 do **índice de atendimento urbano de esgoto** é de cerca de 42%.
- (2) O PMSB de Mangaratiba estabelece como meta para o índice de atendimento com esgoto no “ano 3”, o valor de 50%. O plano foi elaborado em 2013, no entanto, muito pouco foi feito até o momento, então, considerou-se que o ano 3 corresponderá ao ano 2022.
- (3) O PMSB de Mangaratiba estabelece como meta para o **índice de atendimento com esgoto** para o “ano 5”, o valor de 80%, e não estabelece metas para anos posteriores. O plano foi elaborado em 2013, no entanto, muito pouco foi feito até o momento, então, considerou-se que o ano 5 corresponderá ao ano 2025. Para 2027 adotou-se o mesmo valor de 2025 (de 80%) e para 2030 adotou-se 90%.
- (4) O PMSB de Paraty propõe a universalização (100%) da cobertura dos sistemas em 2030, considerando 25% do **atendimento** em 2015, 50% em 2020 e 75% em 2025. Contudo, como o plano foi elaborado em 2011 e pouco foi desenvolvido até o momento, adotou-se essas metas para 2022, 2027, 2030, respectivamente.
- (5) O PMSB de Angra dos Reis menciona a universalização do acesso ao serviço em 2038. O valor do **índice de atendimento de esgoto** indicado no SNIS para 2016 é de 42,5%. Os valores para 2022, 2027 e 2030 foram estimados pela equipe.

Também nem todos os PMSB apresentam metas para o tratamento de esgotos, e os que o fazem, apresentam abordagens diversas:

- O PMSB de Itaguaí define metas para os níveis de atendimento quanto ao tratamento de esgoto com base na população urbana atendida. Considera que a população urbana atendida pelo tratamento é sempre igual à população urbana

atendida pela coleta. Depreende-se assim que a intenção é que todo o esgoto coletado (100%) seja sujeito a tratamento (desde 2018, uma vez que de 2015 a 2017 considera-se um atendimento nulo quanto à coleta).

- O PMSB de Mangaratiba apresenta como meta para o índice de tratamento de esgoto o valor de 100% para o “ano 3” (que se considerou corresponder ao ano de 2016).

- Os PMSB de Angra dos Reis e de Paraty não apresentam metas para o tratamento de esgotos;

Face à abordagem particular de cada PMSB, procurou-se adaptar as metas indicadas nos PMSB de forma a manter a coerência entre os municípios. Considerou-se ainda que todo o esgoto coletado deve ser sujeito a tratamento.

Adotam-se assim, como limites de alteração para o índice de tratamento de esgoto (proporção do volume de esgoto tratado face ao volume de esgoto coletado) para todos os municípios da região, 100% do esgoto coletado tratado a partir de 2022.

IV.3.3. Significância dos impactos

Na presente seção é avaliada a significância do impacto cumulativo identificado para o fator saneamento básico, ou seja, **Crescente desajuste da oferta pública de saneamento**.

Esse impacto será tanto mais significativo quanto maior for a sua influência nas variáveis utilizadas como indicadores para a determinação de alteração no fator. No caso do saneamento foram utilizadas duas variáveis, sendo elas o índice de atendimento urbano de esgoto e o índice de tratamento de esgoto.

A classificação desse impacto é realizada de acordo com diversos critérios, quanto às componentes natureza, escala espacial, duração, frequência, magnitude, significância e confiança.

O impacto analisado, **Crescente desajuste da oferta pública de saneamento**, possui **natureza negativa**, uma vez que prejudica a população e o ambiente em geral.

Considerando que o impacto não se limita a uma pequena área e abrange a todos os municípios da região, classifica-se como de **escala espacial regional**.

Para a componente **duração**, tendo em conta que o desfasamento entre a proporção de tratamento e a proporção de coleta de esgotos ocorre desde o início do período em análise, o impacto será de médio prazo.

Atendendo à constância do efeito observado (regular), a **Frequência** do impacto é contínua.

Considerando a dimensão do efeito na função do fator (diferença entre as proporções de coleta e tratamento de esgotos, ao longo do período analisado), a **magnitude** é moderada, atendendo a que o efeito foi considerável, existindo a possibilidade de recuperação da sua função a médio prazo.

Quanto ao potencial impacto na função do fator, em termos de **significância** considera-se o impacto muito significativo tendo em conta que:

- Apenas três dos quatro municípios que compõem a região possuem metas progressivas para universalização do serviço de atendimento de esgoto nos PMSB, nomeadamente Itaguaí (sem prever a universalização até 2041), Mangaratiba e Paraty; quanto ao tratamento de esgoto, apenas Itaguaí e Mangaratiba apresentam metas definidas;
- O índice de atendimento de esgoto manteve-se quase que inalterado desde 2010, e é substancialmente reduzido na situação atual, correspondendo a 46% (Angra dos Reis), 42% (Itaguaí), 15% (Mangaratiba) e 0% (Paraty);
- O índice de tratamento de esgoto nesses três municípios é nulo na situação atual;
- Os participantes da oficina realizada dia 5 de junho em Angra dos Reis assinalaram que o impacto deve ser avaliado como muito significativo, sendo a situação atual ainda mais precária do que aquelas que os dados apresentados (no Relatório Preliminar da Fase 5) mostram.

Esta avaliação de significância tem um nível de **confiança moderada**. Apesar das variáveis adotadas e respectivo limite de alteração serem avaliados com base em dados quantificados, de acordo com as informações obtidas na oficina

participativa, a realidade da região é ainda mais precária do que aquela que os dados mostram.

Quadro 13 – Classificação do impacto “Crescente desajuste da oferta pública de saneamento”.

Componente	Classificação	Justificativa
Natureza	Negativa	Prejudica a população e o ambiente em geral
Escala espacial	Regional	Impacto na oferta pública do saneamento identificado em mais de um município do Litoral Sul Fluminense
Duração	Médio prazo	Desfasamento entre a proporção de tratamento e a proporção de coleta de esgoto verificado desde o início do período analisado (particularmente, em Angra dos Reis)
Frequência	Contínua	O efeito tem sido observado de forma regular
Magnitude	Moderada	Efeito considerável na função do fator (diferenças entre as proporções de coleta e tratamento em todos os municípios), existindo a possibilidade de recuperação da sua função a médio prazo
Significância	Muito significativo	<ul style="list-style-type: none"> . Apenas 2 municípios da região (Itaguaí e Mangaratiba) apresentam metas definidas nos respectivos PMSB para o tratamento de esgoto. . Os índices de atendimento de coleta e tratamento esgoto são substancialmente reduzidos na situação atual. . Os municípios se mantêm aquém dos limites de alteração propostos para atendimento (coleta) e tratamento. . Opinião dos participantes na oficina participativa (junho 2019)
Confiança	Moderada	As variáveis adotadas e respectivo limite de alteração foram avaliados com base em dados quantificados. No entanto, a percepção dos participantes na oficina participativa é de que a situação é muito pior do que aquela que os dados mostram. Assim as classificações da significância e da confiança do impacto foram revistas de forma a ir ao encontro da opinião dos participantes na oficina participativa.

Fonte: Témis/Nemus, 2019.

IV.3.4. Estimativa do estado futuro

Após a definição de limites de alteração e a avaliação da significância dos impactos cumulativos previstos, na presente seção apresenta-se uma estimativa do estado futuro do fator após as mudanças/pressões consideradas.

A análise da capacidade de suporte e da significância dos impactos cumulativos previstos no fator saneamento básico termina, assim, com uma avaliação do estado final da condição do seu componente, esgotamento sanitário, no ano de término da abrangência temporal da análise (2030).

Essa avaliação é feita com base na projeção, para o ano horizonte da análise – e posterior comparação com os respectivos limites de alteração -, das variáveis utilizadas como indicadores para a determinação de alterações no fator após as mudanças / pressões identificadas:

- Índice de atendimento urbano de esgoto, que avalia a população urbana atendida com sistema de coleta do esgoto gerado.
- Atendimento quanto ao tratamento de esgoto, relativo à população que é atendida com o serviço de tratamento do esgoto gerado.

Para o fator saneamento, nos municípios em estudo, a avaliação dos impactos cumulativos identificou um crescente desajuste da oferta pública nos índices de esgotos coletados e tratados.

A projeção do comportamento futuro do atendimento com sistema de esgotos (seja coleta ou tratamento) exige, para além da população total (para a qual existem as já referidas projeções do SEADE, 2017), uma estimativa da população atendida, por sua vez dependente não só das obras previstas em matéria de saneamento, como da sua efetiva concretização, em função do orçamento disponível em cada município. Neste contexto, e como referido na seção III.4, o **Plano Estratégico de Recursos Hídricos das Bacias Hidrográficas dos Rios Guandu, da Guarda e Guandu Mirim (RH II – PERH Guandu)** apresenta cenários com projeções para os anos **2022, 2027 e 2042** para os sistemas de coleta e tratamento de esgotos.

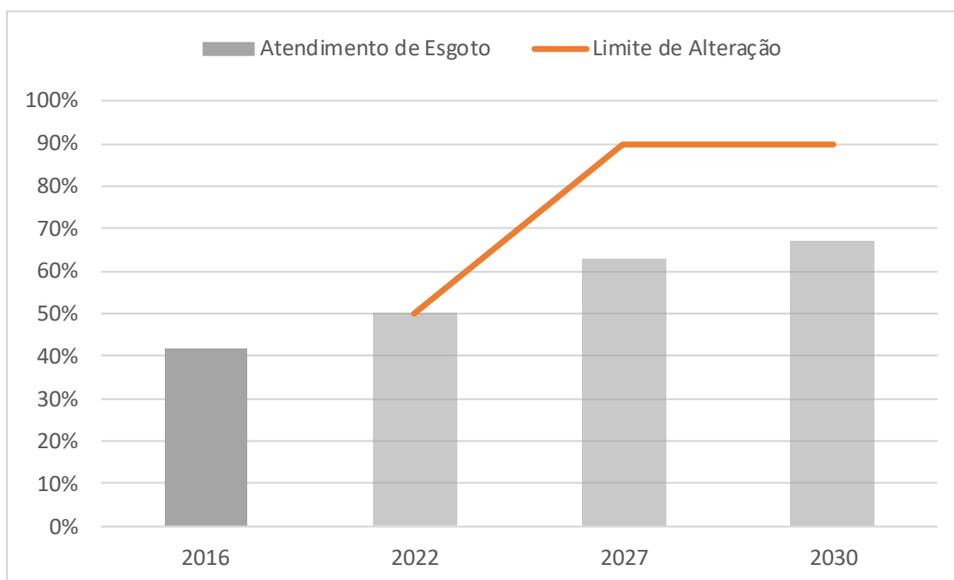
Apesar da RH II – Guandu contemplar apenas as sedes municipais de Itaguaí e Mangaratiba, as mesmas projeções foram utilizadas para contemplar os

municípios de Paraty e Angra dos Reis. Essa decisão foi motivada por conta do prognóstico do Plano de Recursos Hídricos da Região Hidrográfica Baía da Ilha Grande (região hidrográfica que contempla Angra dos Reis e Paraty) ainda não estar concluído.

Portanto, para elaboração deste item, foram utilizados como ponto de partida, os resultados das projeções do PERH Guandu considerando os cenários socioeconômicos “Novo pacto social” e “Construção” (idênticos entre si, em termos de saneamento, para os municípios abrangidos no PAIC), em que já são considerados incrementos no tratamento. Considerou-se ainda a situação atual de atendimento quanto à coleta e tratamento em cada município.

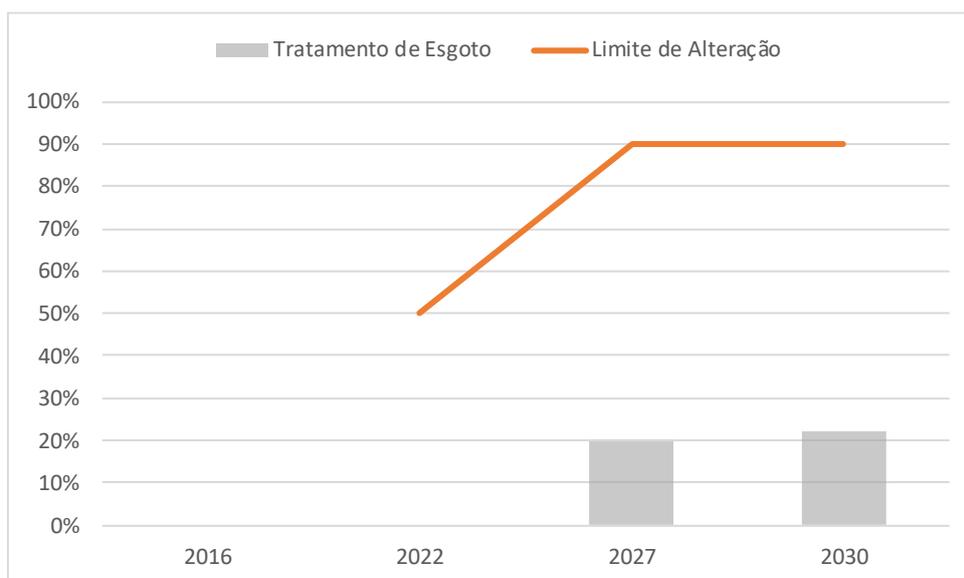
No caso dos cenários “Vai levando” e “Crescer é o lema”, verificar-se-ia, até 2030, a manutenção da situação atual dos níveis de atendimento quanto ao tratamento de efluentes.

Os gráficos abaixo apresentam as informações relativas ao índice de atendimento urbano de esgoto (coleta) e ao atendimento quanto ao tratamento de esgoto dos municípios. Apesar das projeções do PERH utilizarem a mesma evolução para ambos indicadores (coleta e o tratamento de esgotos), é observada uma diferença nos gráficos desses indicadores. Essa diferença é devida à situação inicial/de partida de cada indicador (nível de atendimento de coleta e tratamento atuais nos municípios). Representam-se ainda os limites de alteração propostos no **item IV.3.2**.



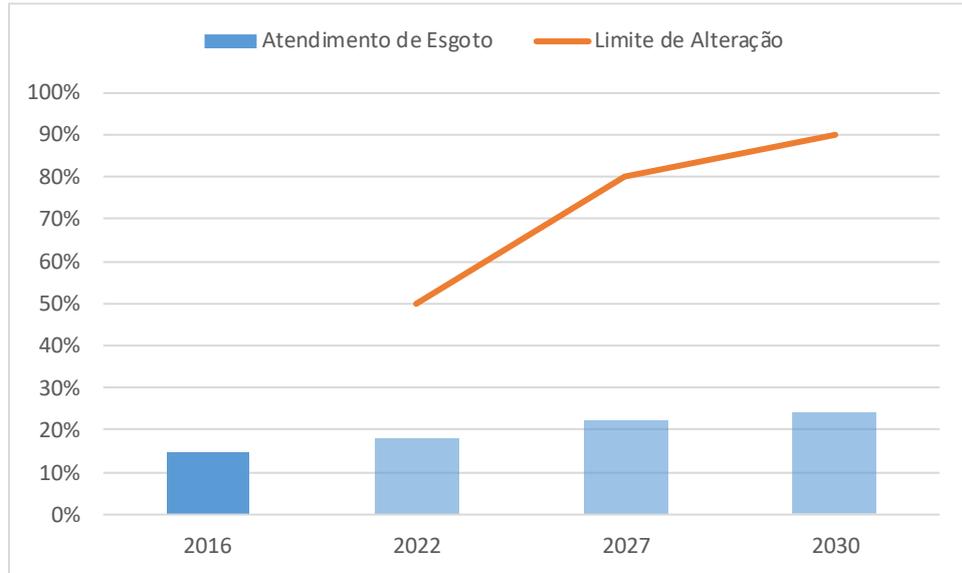
Fonte: PERH Guandu, 2017

Figura 21 – Atendimento quanto a coleta de esgoto no município de Itaguaí (projeções a partir de 2022); limite de alteração proposto



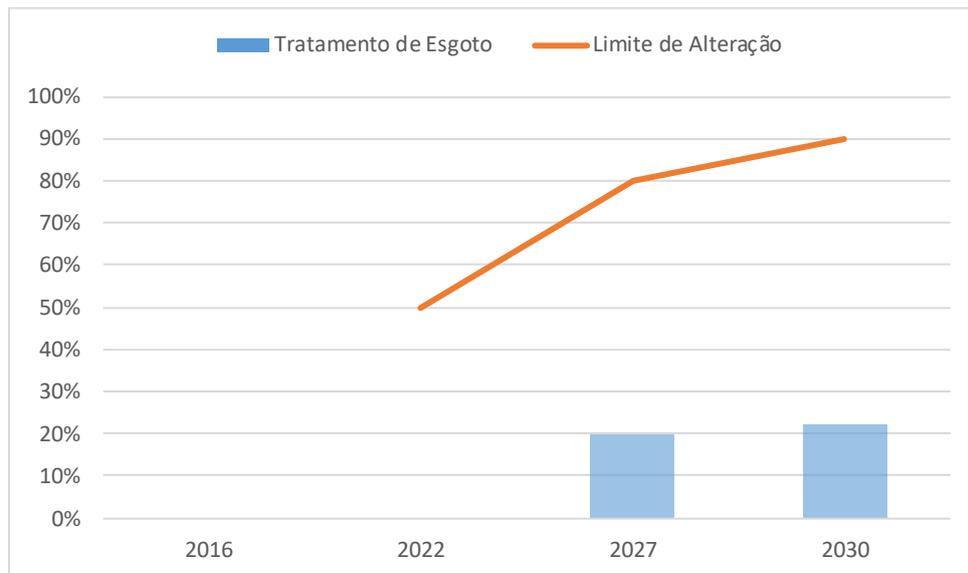
Fonte: PERH Guandu, 2017

Figura 22 – Atendimento quanto ao tratamento no município de Itaguaí (projeções a partir de 2022); limite de alteração proposto



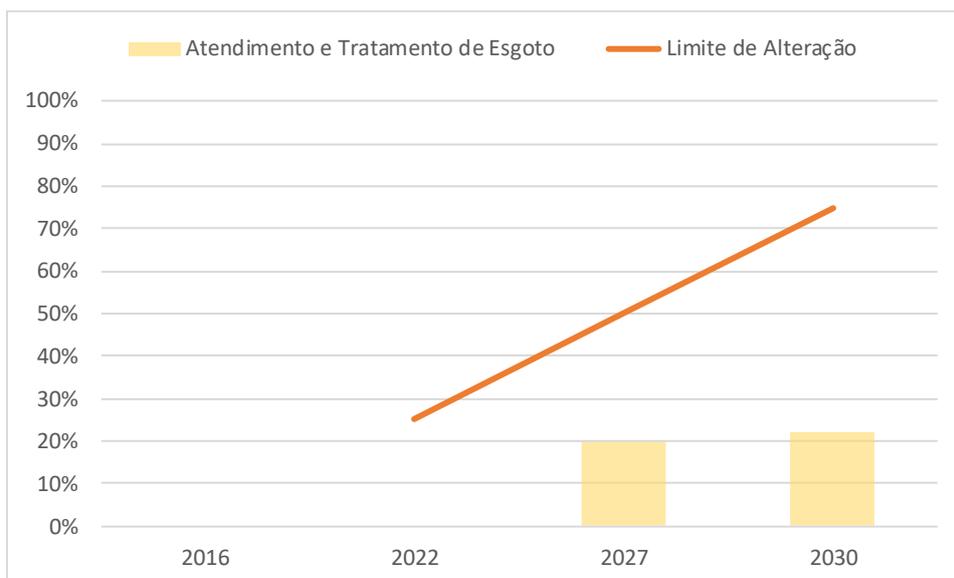
Fonte: PERH Guandu, 2017

Figura 23 – Atendimento quanto a coleta de esgoto no município de Mangaratiba (projeções a partir de 2022); limite de alteração proposto



Fonte: PERH Guandu, 2017

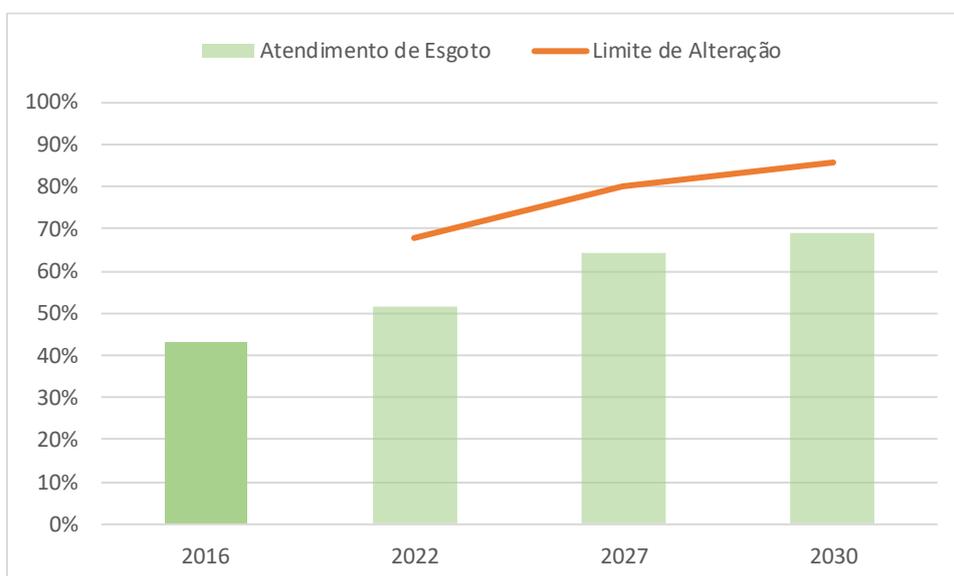
Figura 24 – Atendimento quanto ao tratamento de esgoto no município de Mangaratiba (projeções a partir de 2022); limite de alteração proposto



Fonte: PERH Guandu, 2017

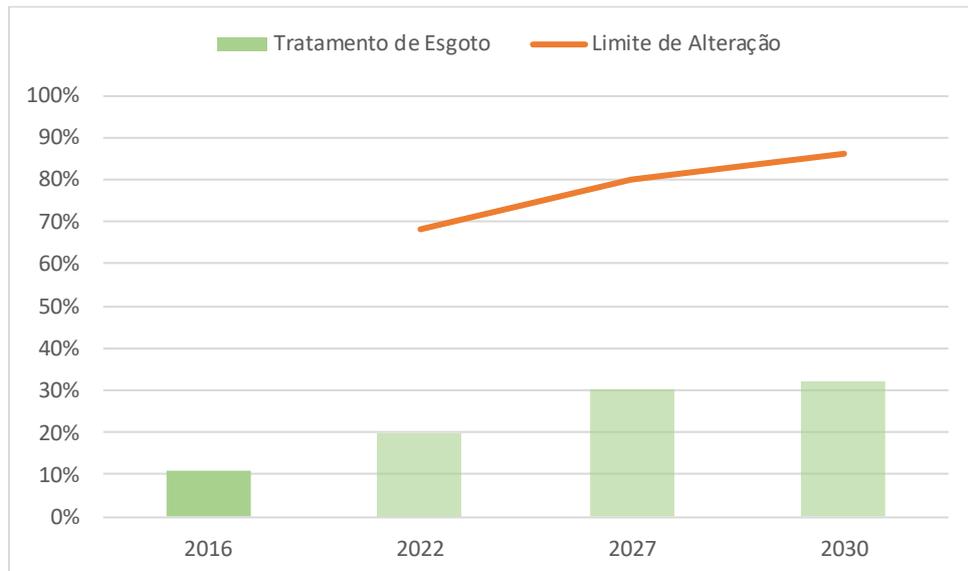
Figura 25 – Atendimento quanto a coleta e quanto ao tratamento de esgoto no município de Paraty (projeções a partir de 2022); limite de alteração proposto

No município de Paraty, por apresentar valores nulos para atendimento e tratamento de esgoto, tanto as projeções quanto o limite de alteração são iguais.



Fonte: PERH Guandu, 2017

Figura 26 – Atendimento quanto a coleta de esgoto no município de Angra dos Reis (projeções a partir de 2022); limite de alteração proposto



Fonte: PERH Guandu, 2017

Figura 27 – Atendimento quanto ao tratamento de esgoto no município de Angra dos Reis (projeções a partir de 2022); limite de alteração proposto

Com base na projeção elaborada pelo PERH Guandu, serão realizados poucos investimentos na coleta e no tratamento de esgotos nos próximos anos, e, portanto, a previsão é que os índices de atendimento e de tratamento continuem abaixo dos limites de alteração.

No que tange o atendimento quanto à coleta de esgoto, apesar de nenhum município atingir os limites de alteração para os anos de 2027 e 2030, os municípios de Itaguaí e de Angra dos Reis apresentam índices consideravelmente melhores do que os outros dois municípios, com Itaguaí atingindo o limite de alteração proposto para o ano de 2022.

A evolução prevista do atendimento quanto ao tratamento de esgoto para os municípios de Itaguaí, Mangaratiba e Paraty será igual, considerando que todos eles apresentam valor nulo para esse índice atualmente. A evolução prevista corresponde a 0% em 2022, 20% em 2027, 22% em 2030 e 30% em 2042. Sendo Angra dos Reis o município em melhor situação, pois já possui, na situação de partida cerca de 11% do esgoto produzido tratado (67% do esgoto produzido é coletado, e deste, 17% é tratado, pelo que se assume que em média, cerca de 11% da população é atendida com tratamento).

Todas as previsões demonstram uma evolução positiva no índice de coleta e tratamento ao longo do período analisado, no entanto, em nenhum dos municípios

deverão ser alcançados os limites de alteração propostos em 2030, sendo necessárias medidas adicionais que possibilitem intervenções mais significativas nesse componente.

V. MEIO BIÓTICO

V.1. VEGETAÇÃO COSTEIRA

V.1.1. Introdução

No presente capítulo apresentam-se os **limites de alteração** do fator vegetação costeira, calculados através de métodos diversos, a que se segue a **classificação dos impactos cumulativos** sobre este fator, com base na quantificação da contribuição para a aproximação aos limites de alteração definidos. Por fim, apresenta-se **estimativa do estado futuro** do fator, na região em estudo.

V.1.2. Limites de alteração

Este capítulo contém duas seções:

- Apresentação dos resultados que se obtêm para os limites de alteração do fator “vegetação costeira”, aplicando diversos métodos;
- Conclusão sobre qual o limite de alteração que será usado para o presente PAIC, notadamente para avaliação da significância dos impactos cumulativos.

V.1.2.1. Resultados da determinação dos limites de alteração usando vários métodos

Como se detalha na seção III.1 os limites de alteração podem ser definidos a partir de: a) capacidade de carga, b) limite legal, c) capacidade de carga estimada ou d) limite de alteração aceitável.

Para o fator vegetação costeira, verifica-se o seguinte:

A. Capacidade de carga

Relaciona-se com a máxima concentração ou quantidade que um determinado meio suporta. Esse é um conceito mais aplicável a alterações físicas ou químicas

do meio. Neste fator, o que está em causa são alterações da sua abrangência (presença/ausência de vegetação costeira), assim, esse conceito não se aplica à vegetação costeira.

B. Limite legal

Para a vegetação costeira pode assumir-se que existem limites definidos legalmente para a sua abrangência. De fato, dada a sua importância, a legislação impõe “limite zero” à sua eliminação, de acordo com o conteúdo dos seguintes documentos legais:

- Resolução CONAMA n.º 303, de 20 de março de 2002 relacionada às áreas de preservação permanente - APP;
- Lei n.º 12.651, de 25 de maio de 2012 - Novo Código Florestal;
- Decreto n.º 6.660, de 21 de novembro de 2008, que regulamenta dispositivos da Lei n.º 11.428, de 22 de dezembro de 2006, que dispõe sobre a utilização e proteção da vegetação nativa do Bioma Mata Atlântica.

Nesses documentos impõe-se:

- A proteção absoluta das áreas de **restinga**, que exerçam funções de fixadoras de dunas ou estabilizadoras de mangues;
- A proteção absoluta do **manguezal** em toda a sua extensão;
- A proteção preferencial (há condições de exceção) da **vegetação secundária da floresta ombrófila densa das terras baixas** – uma das fitofisionomias da mata atlântica, especificamente aquela mais litoral.

Os Mapas 2A-2D – Classes de vegetação costeira e Unidades de Conservação (Volume 2, Apêndice IV.1-1) apresentam as classes de vegetação costeira que ocorrem até aos 100 m de altitude¹ e a demarcação de todas as UC da região, representando a articulação e o enquadramento destes elementos. Os quadros seguintes apresentam os valores numéricos relacionados às áreas ocupadas por cada uma das três fitofisionomias de vegetação que integram o fator “vegetação costeira”: mangue, restinga e vegetação secundária da floresta ombrófila densa das terras baixas [denominada no mapa de origem (INEA, 2007), como “vegetação secundária em estágio inicial” e “vegetação secundária em estágio médio/avançado” e uma das fitofisionomias que compõem a mata atlântica, genericamente aquela que se localiza mais no litoral].

Quadro 14 – Quantificação de áreas de vegetação costeira abrangidas ou não por UC: Paraty

	Área (ha)			Área (% da área de vegetação costeira)	
	Fora de UC	Em UC	Total	Fora de UC	Em UC
Áreas úmidas	0	0	0	0%	0%
Mangue	82,1	315,9	398,0	1%	3%
Restinga	46,8	10,0	56,8	0%	0%
Veg. Secund. Inicial	693,0	398,7	1.091,8	6%	3%
Veg. Secund. Méd/avançado	4.855,5	5.969,1	10.824,6	39%	48%
TOTAL Vegetação costeira	5.677,4	6.693,7	12.371,2	46%	54%
TOTAL Município	16.889,1	75.748,4	92.637,5	---	---

Fontes: Vegetação: INEA (2007); UC: várias fontes. Cálculos próprios. Área município: cálculos Témis/Nemus, 2019, de forma a garantir coerência das análises SIG; não se usou o valor publicado por IBGE para não enviesar os cálculos em SIG.

¹ Este limite de abrangência da vegetação costeira (0 – 100 m de altitude) foi definido por participação social nas oficinas, reuniões e momentos de participação do PAIC, de modo a abarcar todas as classes de vegetação existentes na faixa litorânea – que é a zona mais afetada pelo desmatamento, como se demonstrou nos mapas de desmatamento histórico apresentados em produtos anteriores.

Quadro 15 – Quantificação de áreas de vegetação costeira abrangidas ou não por UC: Angra dos Reis

	Área (ha)			Área (% da área de vegetação costeira)	
	Fora de UC	Em UC	Total	Fora de UC	Em UC
Áreas úmidas	0,6	11,6	12,2	0%	0%
Mangue	554,5	500,2	1.054,6	4%	4%
Restinga	1,9	84,6	86,5	0%	1%
Veg. Secund. Inicial	909,8	133,9	1.043,6	7%	1%
Veg. Secund. Méd/avançado	6.416,8	4.464,3	10.881,1	49%	34%
TOTAL Vegetação costeira	7.883,6	5.194,6	13.078,0	60%	40%
TOTAL Município	31.005,2	49.438,1	80.443,2	---	---

Fontes: Vegetação: INEA (2007); UC: várias fontes. Cálculos próprios. Área município: cálculos Témis/Nemus, 2019, de forma a garantir coerência das análises SIG; não se usou o valor publicado por IBGE para não enviesar os cálculos em SIG.

Quadro 16 – Quantificação de áreas de vegetação costeira abrangidas ou não por UC: Mangaratiba

	Área (ha)			Área (% da área de vegetação costeira)	
	Fora de UC	Em UC	Total	Fora de UC	Em UC
Áreas úmidas	139,2	0,0	139,2	2%	0%
Mangue	105,1	0,0	105,1	2%	0%
Restinga	2.054,8	12,4	2.067,3	34%	0%
Veg. Secund. Inicial	761,5	63,7	825,2	13%	1%
Veg. Secund. Méd/avançado	2.473,9	428,8	2.902,7	41%	7%
TOTAL Vegetação costeira	5.534,5	504,9	6.039,5	92%	8%
TOTAL Município	9.833,5	24.129,2	33.962,7	---	---

Fontes: Vegetação: INEA (2007); UC: várias fontes. Cálculos próprios. Área município: cálculos Témis/Nemus, 2019, de forma a garantir coerência das análises SIG; não se usou o valor publicado por IBGE para não enviesar os cálculos em SIG.

Quadro 17 – Quantificação de áreas de vegetação costeira abrangidas ou não por UC: Itaguaí

	Área (ha)			Área (% da área de vegetação costeira)	
	Fora de UC	Em UC	Total	Fora de UC	Em UC
Áreas úmidas	365,7	0,0	365,7	11%	0%
Mangue	695,6	0,0	695,7	20%	0%
Restinga	940,7	0,2	940,8	28%	0%
Veg. Secund. Inicial	263,6	64,7	328,3	8%	2%
Veg. Secund. Méd/avançado	1.063,2	12,9	1.076,1	31%	0%
TOTAL Vegetação costeira	3.328,8	77,8	3.406,6	98%	2%
TOTAL Município	19.869,6	5.875,1	25.744,7	---	---

Fontes: Vegetação: INEA (2007); UC: várias fontes. Cálculos próprios. Área município: cálculos Témis/Nemus, 2019, de forma a garantir coerência das análises SIG; não se usou o valor publicado por IBGE para não enviesar os cálculos em SIG.

A análise da informação municipal contida nos quadros, assim como aquela apresentada nos Mapas 2A-2D (Volume 2, Apêndice IV.1-1), evidencia o seguinte:

- Em **Paraty**: cerca de metade da vegetação costeira encontra-se fora de UC; a outra metade está localizada na área abrangida pela APA de Cairuçu (uso sustentável) e pela RESEC Estadual de Juatinga (proteção integral) onde a proteção se estende até à linha marítima, englobando assim a vegetação costeira; há ainda uma parte que está localizada nas ilhas que integram o município e que estão, na sua maioria, abrangidas por UC;
- Em **Angra dos Reis**: no território continental (isto é: excetuando as ilhas) a vegetação costeira está toda fora de UC; nas ilhas, pelo contrário, a vegetação está toda localizada no interior de UC;
- Em **Mangaratiba**: a grande maioria da vegetação costeira está situada fora de UC (apenas 8% da vegetação costeira se encontra abrangida por UC);
- Em **Itaguaí**: quase a totalidade da vegetação costeira está fora de UC (apenas 2% estão abrangidas por esta proteção).

Quadro 18 – Quantificação de áreas de vegetação costeira abrangidas ou não por UC: Região Litoral Sul Fluminense

	Área (ha)			Área (% da área de vegetação costeira)	
	Fora de UC	Em UC	Total	Fora de UC	Em UC
Áreas úmidas	505,5	11,6	517,1	1%	0%
Mangue	1.437,3	816,1	2.253,4	4%	2%
Restinga	3.044,2	107,2	3.151,4	9%	0%
Veg. Secund. Inicial	2.627,9	661,0	3.288,9	8%	2%
Veg. Secund. Méd/avançado	14.809,4	10.875,1	25.684,5	42%	31%
TOTAL Vegetação costeira	22.424,3	12.471,0	34.895,3	64%	36%
TOTAL Região	77.597,4	155.190,8	232.788,2	---	---

Fontes: Vegetação: INEA (2007); UC: várias fontes. Cálculos próprios. Área região: cálculos Témis/Nemus, 2019, de forma a garantir coerência das análises SIG; não se usou o valor publicado por IBGE para não enviesar os cálculos em SIG.

A análise dos quadros permite concluir que a maior parte da vegetação costeira não está abrangida por UC, à escala regional (quadro acima) e também à escala municipal (exceção para Paraty cuja área de vegetação costeira abrangida por UC é quase igual à área de vegetação costeira não abrangida por UC). O significado desta separação, ao nível dos impactos, será avaliado nas seções respectivas.

Os Mapas 2A-2D (Volume 2, Apêndice IV.1-1) e os quadros destacam ainda que, de entre as classes de vegetação costeira, a restinga é aquela que tem menor proteção por UC, embora esteja legalmente protegida pelos dispositivos legais listados no início desta seção.

Perante estes dados, e embora a maior parte da vegetação costeira não esteja abrangida por UC, ela está protegida por diversos diplomas legais (listados no início dessa seção). Pode-se assim interpretar que, por via das várias imposições legais, a condição limite do fator vegetação costeira é igual à condição atual, o que significa que não tem capacidade de absorver mais impactos, notadamente os que impliquem a diminuição da sua abrangência, de forma direta (remoção) ou indireta (por via da degradação da sua qualidade que implique, no curto, médio ou longo prazo, uma diminuição da sua área de abrangência).

C. Capacidade de carga estimada

Esta forma de cálculo/estimação do limite de alteração recorre à linha de tendência passada. No caso da vegetação costeira, esta linha é estável, de manutenção das áreas de ocupação, a nível regional, no período de abrangência temporal (2005 – presente);

Assim, embora este método (estimação da capacidade de carga) não seja o mais adequado para o fator em causa, a sua observação vem, no entanto, reforçar a conclusão obtida por via da análise do limite de alteração através de imposição legal: o limite de alteração da vegetação costeira já foi atingido, no estado atual.

D. Limite de alteração aceitável

Este limite é obtido por via da consulta à comunidade científica, comunidades afetadas e demais partes interessadas. Esta questão não foi colocada de forma direta a estes grupos da sociedade, por se ter verificado nas fases anteriores (notadamente ao momento da elaboração do Relatório Metodológico, Fase 2), que seria possível alcançar a determinação do limite de alteração recorrendo aos dados existentes, notadamente ao limite legal. A consulta de opiniões foi realizada na oficina da fase 5, em 5 de junho de 2019 em Angra dos Reis (conferir documento Relatório da Oficina, junho de 2019) e nenhum dos participantes contestou o limite de alteração proposto pela equipe para o fator “vegetação costeira”.

Assim, mesmo não tendo havido nenhuma contribuição direta sobre o limite de alteração da vegetação costeira para a elaboração do presente relatório final de avaliação de capacidade de suporte, é possível extrair algumas opiniões dos diversos momentos participativos que têm ocorrido neste estudo, notadamente: reuniões formais de apresentação dos produtos do estudo, entrevistas, entre outros. Sempre que participantes ou consultados se referiram à vegetação costeira, demonstraram preocupação com o fato de restar pouca vegetação costeira na região, o que evidencia a importância de conservar todas as áreas que ainda existem. Esse dado vem confirmar que se pode assumir que o limite de alteração da abrangência da vegetação costeira já foi atingido, não havendo mais margem para acomodar impactos futuros, diretos ou indiretos.

V.1.2.2. Conclusão sobre limites de alteração do fator

Observando as análises feitas e seus resultados, conclui-se que, no escopo do presente PAIC, considerando sua abrangência espacial e temporal e seus objetivos, na área de estudo e para o fator vegetação costeira, o limite de alteração foi atingido.

Não sendo possível determiná-lo com maior precisão, assume-se para os devidos objetivos, que o **limite de alteração da abrangência da vegetação costeira** para a região “Litoral Sul RJ” é igual à abrangência atual, sendo esta representada pelas áreas de mangue, restinga e vegetação secundária da floresta ombrófila densa das terras baixas [denominada no mapa de origem (INEA, 2007), como “vegetação secundária em estágio inicial” e “vegetação secundária em estágio médio/avançado”], dos 0-100m altitude, representadas nos Mapas 2A-2D (Volume 2, Apêndice IV.1-1).

V.1.3. Significância dos impactos

V.1.3.1. Introdução

Partindo da análise efetuada até ao momento, concluiu-se que o fator vegetação costeira é afetado por dois impactos cumulativos (detalhes nos documentos das fases anteriores, notadamente no Relatório Final de Avaliação de Impactos Cumulativos – Fase 4): **diretos** “supressão da vegetação” e **indiretos** “degradação da vegetação e dos ecossistemas”.

Estes impactos sobre a vegetação costeira traduzem-se em alterações em duas variáveis-condição de sentido inverso entre si: abrangência das fitofisionomias de vegetação costeira e desmatamento da vegetação costeira. Especificamente a primeira tem sido usada no PAIC para delinear a linha de evolução temporal, que se verificou ser “estável e sem alteração”, a nível regional, no período de abrangência temporal definido.

A análise de impactos cumulativos, feita no produto anterior (Relatório Final de Avaliação de Impactos Cumulativos – Fase 4) revelou que:

- O impacto direto “**supressão da vegetação**” sobre a vegetação costeira é **aditivo** (a área total afetada é igual à soma das áreas afetadas diretamente pelos vários empreendimentos estudados) e **sem representatividade cartográfica**²: na abrangência temporal (2005 – atualidade – futuro/2030) a abrangência da vegetação costeira na região diminuiu 7,10 ha, o equivalente a 0,00% da área de abrangência espacial;
- O impacto indireto “**degradação da vegetação e dos ecossistemas**” sobre a vegetação costeira é **aditivo** (a área total eventualmente afetada é igual à soma das áreas afetadas pelos vários empreendimentos estudados) e **cumulativo** (a mesma área pode eventualmente ser afetada por mais do que um empreendimento). O termo “eventual” tem particular importância neste caso, porque este impacto é de ocorrência incerta, isto é: pode nunca acontecer na abrangência temporal (ou mesmo num futuro mais alargado);
- Na sequência da realização da oficina da fase 5, em 5 de junho de 2019 em Angra dos Reis (conferir Relatório da Oficina, junho 2019) observou-se a necessidade de considerar ainda o que se irá denominar de **impactos indiretos adicionais (potenciais)** sobre o fator “vegetação costeira”; os participantes da oficina mencionaram que a crescente população da região vem colocando muita pressão sobre o fator vegetação costeira, em particular nas zonas das encostas e que esse impacto indireto deve ser considerado. Assim, adicionou-se à análise os referidos **impactos indiretos adicionais (potenciais)**, que não têm origem direta nos empreendimentos, mas têm ligação indireta porque resultam do aumento da população que vem ocorrendo (cf. Figura 7 – Crescimento populacional no Litoral Sul Fluminense e no Estado do Rio de Janeiro (índice com 2000=100), do Fator Habitação) atraída pela presença dos empreendimentos.

² Tendo em conta as variáveis-condição que foram validadas para a avaliação. Entende-se que há relatos de ocupação irregular em áreas de vegetação natural, que parecem ser significativas à escala local, mas não têm expressão à escala de trabalho do PAIC.

Desse modo, reproduzem-se (no Volume 2, Apêndice IV.1-1) os mapas de áreas de afetação da vegetação costeira por impactos cumulativos, atualizados na sequência da participação pública da oficina da fase 5, em 5 de junho de 2019 em Angra dos Reis:

- Mapa 3 – Áreas de afetação do fator “vegetação costeira” por impactos **diretos** (supressão da vegetação);
- Mapas 4A-4D – Áreas de afetação do fator “vegetação costeira” por impactos **indiretos** (degradação da vegetação e dos ecossistemas).

Os Mapas 4A-4D e o Mapa 5 – relacionados aos impactos **indiretos** sobre o fator vegetação costeira, representam:

- a) As áreas afetadas por **impactos indiretos causados por um, dois ou três empreendimentos** com base nos elementos contidos no EIA e outros documentos analisados (conferir produtos anteriores do PAIC para detalhes metodológicos); notadamente foram marcadas todas as áreas de afetação direta (AAD) dos empreendimentos analisados com impactos indiretos sobre a vegetação costeira e, nos casos em que não foram identificados em EIA, essas áreas foram delimitadas pela equipe técnica do PAIC, conforme critérios detalhados nos relatórios anteriores;
- b) As áreas afetadas por **impactos indiretos adicionais (potenciais), que não têm origem direta nos empreendimentos, mas têm ligação indireta porque resultam do aumento da população que vem ocorrendo**, atraída pela presença dos empreendimentos; correspondem a zonas de mata atlântica das encostas [fitofisionomia “vegetação secundária da floresta ombrófila densa das terras baixas” denominada no mapa de origem de INEA (2007), como “vegetação secundária em estágio inicial” e “vegetação secundária em estágio médio/avançado”], dos 0-100m altitude; estas zonas correspondem a áreas que poderão ser potencialmente afetadas por impactos indiretos, tal como mencionado pelos participantes da oficina da fase 5, em 5 de junho de 2019 em Angra dos Reis, notadamente relacionados com o desmatamento ilegal, para instalação de habitações irregulares.

Os impactos cumulativos dos empreendimentos sobre a vegetação costeira são classificados na seção seguinte do presente relatório.

Deve-se recordar que na avaliação de impactos cumulativos, estes «*não são medidos em termos da intensidade do estresse por um dado projeto, mas em termos de resposta dos fatores*» ao conjunto dos impactos que incidem sobre eles. Neste sentido, é importante considerar o conceito de “limite de alteração do fator”, especialmente para a avaliação dos impactos cumulativos futuros (do período de abrangência atual até 2030) em que se avalia o peso que os impactos terão na aproximação ao limite de alteração do fator.

V.1.3.2. Classificação dos impactos cumulativos sobre a vegetação costeira

Na presente seção avaliam-se as diversas componentes dos impactos cumulativos sobre a vegetação costeira, que foram identificados na fase anterior (Relatório Final de Avaliação de Impactos Cumulativos), notadamente: natureza, escala espacial, duração, frequência, magnitude, significância e confiança.

Recorda-se que esta avaliação dos impactos cumulativos parte das seguintes premissas:

- **Abrangência espacial terrestre** (a vegetação costeira não ocorre em meio marinho): Região Litoral Sul Fluminense;
- **Abrangência temporal**: 2005 – presente – futuro (2030)

V.1.3.2.1. Natureza dos impactos cumulativos sobre a vegetação costeira

Os impactos cumulativos sobre a vegetação costeira (“supressão da vegetação” e “degradação da vegetação e dos ecossistemas”) prejudicam o fator ambiental, pelo que se classificam como apresentando **natureza negativa**.

V.1.3.2.2. Escala espacial dos impactos cumulativos sobre a vegetação costeira

As áreas afetadas pelos impactos cumulativos são na região Litoral Sul Fluminense, e ocorrem na área terrestre dos quatro municípios que a compõem: Mangaratiba, Angra dos Reis, Itaguaí e Paraty. Assim, classifica-se o impacto como tendo **escala espacial regional**.

V.1.3.2.3. Duração dos impactos cumulativos sobre a vegetação costeira

As áreas afetadas pelo impacto cumulativo de ocorrência certa “supressão da vegetação” são afetadas permanentemente, porque a vegetação é eliminada e em seu lugar é implementado um outro uso do solo, por isso se classificam como afetações ou impactos de **longa duração**.

Deve-se recordar que pode ainda haver afetação cumulativa da vegetação costeira, devido a degradação da vegetação e dos ecossistemas, causadas por ações de ocorrência incerta (derrames acidentais em terra ou no mar, deposição de poeiras, entre outros). Estas afetações são de **duração variável** (depende da natureza da ação geradora).

V.1.3.2.4. Frequência dos impactos cumulativos sobre a vegetação costeira

As áreas afetadas pelo impacto cumulativo de ocorrência certa “supressão da vegetação” são afetadas uma única vez no momento de eliminação/substituição da cobertura vegetal por outro uso do solo, pelo que se classifica este impacto como tendo **frequência única**.

O impacto cumulativo “degradação da vegetação e dos ecossistemas” pode ocorrer ou não, mas a sua ocorrência será sempre irregular, porque depende de ações geradoras acidentais. Assim, este impacto classifica-se como **frequência esporádica**, se ocorrer.

V.1.3.2.5. Magnitude dos impactos cumulativos sobre a vegetação costeira

O Quadro 19 apresenta uma síntese da representatividade (em área) da vegetação costeira na área de abrangência espacial terrestre e apresenta ainda a representatividade (em área) da vegetação costeira que é afetada pelos impactos cumulativos diretos e certos (remoção da vegetação nas ADA), pelos indiretos e incertos (degradação da vegetação e dos ecossistemas nas AAD) e ainda pelos indiretos adicionais (potenciais) resultantes da pressão exercida pelo aumento de população sobre a “vegetação costeira”.

A leitura do quadro deve ser acompanhada pela análise dos mapas já mencionados na seção anterior (seção V.1.3.1 Introdução):

- Mapa 3 – Áreas de afetação do fator “vegetação costeira” por impactos diretos (supressão da vegetação);
- Mapas 4A-4D - Áreas de afetação do fator “vegetação costeira” por impactos indiretos (degradação da vegetação e dos ecossistemas).

Quadro 19 – Representatividade da vegetação costeira na área de abrangência espacial terrestre e representatividade das áreas afetadas por impactos cumulativos

	TOTAL (ha)	% da área de estudo	% da área de veget. costeira
Veget. costeira	34.895,3	15%	100%
Impactos diretos (supressão da vegetação)	7,10	0,00%	0,02%
Impactos indiretos (degradação da vegetação e dos ecossistemas)	6.532,5	3%	19%
Impactos diretos + indiretos	6.532,5	3%	19%
Impactos diretos + indiretos + indiretos adicionais (potenciais)¹	34.895,3	15%	100%

1 - **Impactos indiretos adicionais (potenciais)** foram adicionados na sequência da participação pública na oficina da fase 5 (em 5 de junho de 2019 em Angra dos Reis), em que os participantes mencionaram a existência de desmatamento ilegal de mata atlântica nas encostas, para colocação de habitação irregular (pressão associada ao aumento de população na região).

Impactos diretos (supressão da vegetação) – Corresponde às ADA (área diretamente afetada) dos empreendimentos; **Impactos indiretos (degradação da vegetação e dos ecossistemas)** – Corresponde às AAD (áreas de afetação direta) dos empreendimentos.

Área de estudo terrestre – corresponde à área “Litoral Sul, RJ” (232.788,16 ha, de acordo com cálculos Témis/Nemus, 2019, de forma a garantir coerência das análises SIG; o valor publicado por IBGE, 2018 é 236.948,300 ha, mas não se usou para não enviar os cálculos em SIG).

As áreas diretamente afetadas (impacto de remoção da vegetação) representam 0,00% da área de abrangência espacial. As áreas indiretamente afetadas (impacto de degradação da vegetação e dos ecossistemas) representam 15% da área de abrangência espacial, considerando os impactos indiretos dos empreendimentos e ainda os impactos adicionais (potenciais) dos empreendimentos por via do aumento da população que é atraída por sua presença na região.

Considerando apenas a porcentagem da área de abrangência espacial terrestre que é afetada, trata-se de um impacto reduzido. No entanto, a magnitude avalia os efeitos na função do fator e, portanto, neste caso, embora a vegetação costeira tenha representatividade muito reduzida na área de abrangência espacial

(15%), a afetação destas áreas remanescentes, mesmo se forem pontuais (os impactos indiretos não são certos que aconteçam), afetam, no seu conjunto, potencialmente e de forma cumulativa, a totalidade da representatividade da vegetação costeira (100% da área de vegetação costeira na região). Este valor surge associado principalmente à AAD das etapas 1, 2 e 3 que abrange toda a área costeira (onde ocorre a vegetação costeira), que é potencialmente afetada em caso de derrame³ (tenha ele origem nas infraestruturas localizadas na área do Pré-sal, ou em embarcações em trânsito, que podem estar em curso entre as infraestruturas marinhas e terrestres ou entre outras áreas).

Na sequência da oficina da fase 5, em 5 de junho de 2019 em Angra dos Reis, adicionou-se também as áreas de vegetação de mata atlântica das encostas, que são áreas potencialmente afetadas indiretamente pela pressão do crescimento populacional (os participantes relataram episódios de desmatamento ilegal para construção de habitações irregulares).

Assim, os impactos cumulativos sobre a vegetação costeira, sejam eles diretos e certos (remoção da vegetação) ou indiretos e incertos (degradação da vegetação e dos ecossistemas), assumem **magnitude alta**, porque têm efeitos potencialmente cumulativos consideráveis na função do fator, devido à porcentagem de afetação.

V.1.3.2.6. Significância dos impactos cumulativos sobre a vegetação costeira

Enquanto a magnitude dos impactos cumulativos sobre um determinado fator se relaciona com a gravidade da afetação da função do fator, a significância se foca nos limites de alteração e avalia qual o peso do impacto no alcance desses limites.

No caso do fator vegetação costeira, os limites de alteração foram atingidos por mudanças que levaram a uma relevante redução da abrangência da vegetação costeira num passado muito anterior à abrangência temporal (conforme se detalhou no Relatório Técnico Final da Fase de Escopo, julho 2018).

³ O EIA da Etapa 2 contém modelagens de vazamento de óleo em acidentes com navios, que demonstram claramente a possibilidade de atingimento da faixa litorânea.

Neste momento, o limite de alteração do fator vegetação costeira encontra-se atingido e, nesse processo, os impactos cumulativos analisados no escopo deste PAIC não contribuíram para o seu alcance.

No entanto, dada a relevância que é atribuída ao fator pelas populações e atores (cujas opiniões foram expressadas através dos diversos instrumentos de participação pública, notadamente a oficina da fase 5, em 5 de junho de 2019 em Angra dos Reis), considerando também a sua percepção no terreno sobre as pressões a que o fator está sujeito – notadamente o desmatamento ilegal para ocupações irregulares, incluindo adensamentos urbanos com mais de 1000 habitantes/Km² próximos às UC's de proteção integral (conforme mapas 6A à 6D do volume 2 deste relatório) – e tomando em conta ainda que restam poucas áreas de vegetação costeira (principalmente de mangue e restinga), considera-se que os impactos cumulativos sobre a vegetação costeira “remoção da vegetação” e “degradação da vegetação e dos ecossistemas” são **significativos**.

V.1.3.2.7. *Confiança dos impactos cumulativos sobre a vegetação costeira*

O nível de confiança da avaliação de significância dos impactos cumulativos é importante porque atribui uma componente de certeza/incerteza às conclusões obtidas.

No caso do fato vegetação costeira, verifica-se o seguinte:

- Há elevada certeza quanto ao atingimento do limite de alteração (que foi possivelmente ultrapassado, mas não há dúvidas que já foi atingido).
- Há elevada certeza quanto à classificação dos impactos cumulativos diretos dos empreendimentos (remoção da vegetação para implantação destas unidades).
- Há também elevada certeza quanto à classificação dos impactos cumulativos indiretos (degradação da vegetação e dos ecossistemas), embora não seja certo que venham a ocorrer, nem precisamente onde.

V.1.3.2.8. Síntese da classificação dos impactos cumulativos sobre a vegetação costeira

O quadro seguinte sintetiza a classificação dos impactos cumulativos sobre a vegetação costeira que foi apresentada e detalhada nas seções anteriores do presente capítulo.

Quadro 20 – Classificação das componentes dos impactos cumulativos sobre a vegetação costeira

Componente	Classificação	Justificativa
Natureza	Negativa	Os impactos cumulativos sobre a vegetação costeira (“supressão da vegetação” e “degradação da vegetação e dos ecossistemas”) prejudicam o fator ambiental
Escala espacial	Regional	Áreas afetadas pelos impactos cumulativos são na região Litoral Sul Fluminense
Duração	Longo Variável	Áreas afetadas pelo impacto cumulativo de ocorrência certa “supressão da vegetação” são afetadas a longo prazo. Áreas afetadas por “degradação da vegetação e dos ecossistemas” são afetações de duração variável (depende da natureza da ação geradora).
Frequência	Única Esporádica	Áreas afetadas pelo impacto cumulativo de ocorrência certa “supressão da vegetação” são afetadas uma única vez. Impacto cumulativo “degradação da vegetação e dos ecossistemas” é de frequência esporádica, porque ocorre de forma irregular (podendo mesmo não ocorrer).
Magnitude	Alta	O somatório das áreas afetadas (de forma certa e incerta) tem pouca representatividade na abrangência espacial, mas, considerando que restam poucas áreas de vegetação costeira, qualquer afetação, mesmo que de uma pequena área, tem importantes efeitos na função do fator.

Componente	Classificação	Justificativa
Significância	Significativos	A contribuição dos impactos para o atingimento do limite de alteração é reduzida. Contudo, foram reportados impactos significativos à escala local, durante o processo de participação social realizado no âmbito do PAIC e uma vez que restam poucas áreas de vegetação costeira, qualquer afetação, mesmo que de uma pequena área, tem importantes efeitos na função do fator.
Confiança	Alta	Há elevada certeza quanto ao atingimento do limite de alteração. Há elevada certeza quanto à classificação dos impactos cumulativos diretos (remoção da vegetação). Há também elevada certeza quanto à classificação dos impactos cumulativos indiretos (degradação da vegetação e dos ecossistemas), embora não seja certo que venham a ocorrer nem em que locais (áreas).

Fonte: Témis/Nemus, 2019.

V.1.3.3. Outras áreas afetadas por impactos indiretos

A presente seção ilustra a existência de impactos indiretos nas unidades de conservação da região (Mapa 5, Apêndice IV.1-1, Volume 2).

O **Parque Nacional da Serra da Bocaina** é o segundo maior do país na Mata Atlântica. Com a maior facilidade de acesso e o aumento do número de pessoas nos municípios no Litoral Sul Fluminense, agravam-se as pressões nas unidades de conservação. Maior número de turistas e visitantes afluem às UC, gerando impactos negativos no ambiente (estacionamento irregular, produção e descarte de lixo, etc.).

A exemplo, Trindade (Paraty) vem sofrendo com o aumento do turismo, que foi intensificado a partir do ano de 2006 com a pavimentação dos acessos à região e a eletrificação da vila. Além de problemas como excesso de lixo, engarrafamentos

e falta de estacionamento, as praias tiveram suas areias invadidas por bares irregulares (ICMBIO, 2012a).

Entre os dias 15 e 17 de novembro de 2013 calcula-se que cerca de 15 mil turistas passaram pelas praias do Meio e da Caixa d'Aço (ICMBIO, 2013a). Algumas medidas têm sido tomadas, notadamente, a limitação do número de pessoas e o tempo máximo de permanência das mesmas (ICMBIO, 2014a).

Além do turismo, a prática de atividades ilícitas vem constituindo uma ameaça.

O tipo de atividade ilícita ou infração registrada com maior frequência é o desmatamento e corte seletivo de madeira. Essa atividade representa mais de 30% de todos os autos emitidos pelo parque. Outro problema grave é a ocorrência de fogo. As infrações ligadas ao desmatamento e ocorrência de incêndio somadas geram cerca de 50% do total de autos de infração. Em relação às outras atividades irregulares, as construções sem autorização ocupam o segundo lugar em número de ocorrências (ICMBIO, 2019).

Algumas notícias ilustrativas de resultados de operações de fiscalização realizadas nos últimos anos no Parque Nacional da Serra da Bocaina (PNSB) são seguidamente sintetizadas:

- 29 abril 2016: duas demolições de edificações irregulares no PNSB nas proximidades da divisa RJ-SP. Ao desmatamento necessário para a construção de casas, se sucedem uma série de outros impactos à Mata Atlântica protegida pelo Parque Nacional, tais como a poluição decorrente dos esgotos, a pressão sobre a fauna por pessoas e animais domésticos, a degradação da paisagem (ICMBIO, 2016)

- 23 abril 2014: na Zona Intangível do PNSB uma operação de fiscalização teve como resultado a demolição de um rancho, apreensões de quatro espingardas, dezenove cartuchos, três facões, duas lanternas e três armadilhas denominadas "xereré"; desde o início das ações de fiscalização, vários ranchos que estavam sendo usados para apoio a caçadores já foram destruídos, grande quantidade de munições e armas foi apreendida no interior do PNSB, bem como um veículo que transportava ilegalmente palmito (ICMBIO, 2014 b)

- 21 a 24 março 2013: Uma operação de fiscalização do Parque Nacional da Serra da Bocaina (PNSB) nos municípios de Angra dos Reis e Paraty resultou em três demolições, apreensão de armas e munições (ICMBIO, 2013b).



Fonte: ICMBIO, 2013b

Figura 28 – Edificação irregular no sítio Serenga, Angra dos Reis

- 27 outubro 2013: no sertão de Mambucaba, Angra dos Reis, uma operação de fiscalização levou à apreensão de palmito cortado ilegalmente ocorreu no interior do Parque; calcula-se que foram cortadas cerca de mil palmeiras, totalizando quase meia tonelada de palmito (ICMBIO, 2013c)

- janeiro 2012: foram efetuadas duas demolições de edificações irregulares em Paraty: uma no bairro Serraria e outra no Sertão do Taquary (ICMBIO, 2012b).

Apresentam-se também algumas notícias ilustrativas de resultados de operações de fiscalização realizadas nos últimos anos em outras unidades de conservação, dando conta de vários desmatamentos ilegais, bem como relatos de impactos associados ao turismo:

APA Cairuçu/ Reserva Ecológica da Juatinga

14/08/2017 - Equipes da Secretaria de Estado do Ambiente e do Instituto Estadual do Ambiente (INEA) deflagraram, no mês de julho, uma operação conjunta para combater desmatamentos ilegais no município de Paraty. Na operação, as

equipes vistoriaram 21 áreas em dois dias de fiscalização, das quais em 15 foram constatados desmatamentos ilegais. Na Área de Proteção Ambiental (APA) Cairuçu, a equipe constatou desmatamento de uma área de 2.493 metros quadrados. Em outra área da mesma APA, foi detectada supressão de árvores em manguezal de um trecho de 778 metros quadrados. Em apenas uma semana de relatório do projeto, identificamos 27 pontos com suspeita de supressão irregular (Diário do Vale, 2017).

26 e 27/04/12 - As ilhas do Catimbau, Duas Irmãs, Pelada Grande e Cedro, na baía de Paraty, foram alvo de uma operação de fiscalização ambiental que multou e embargou os bares e restaurantes que funcionavam irregularmente nestas ilhas (ICMBIO, 2012c).

20/08/2010 - Uma operação de fiscalização destruiu um rancho utilizado por palmiteiros e caçadores, na vertente entre o saco do Mamangá e a Praia Grande da Cajaíba, no interior da Área de Proteção Ambiental de Cairuçu e da Reserva Ecológica da Juatinga, no Estado do Rio. No alojamento ilegal, foram encontrados restos de palmito juçara (*Euterpe edulis*), uma carcaça de tucano do peito-amarelo (*Ramphastos vitellinus*) e equipamentos utilizados nas atividades criminosas, como armas e utensílios para o cozimento do palmito. A operação foi promovida pela APA Cairuçu/ICMBio e Reserva Ecológica da Juatinga/INEA, contando com a participação de agentes da Delegacia de Polícia Federal de Angra dos Reis (Pick-upau, 2010)

ESEC Tamoios

5/09/12 - Uma equipe de fiscalização do ICMBio (ESEC Tamoios e do Parque Nacional da Serra da Bocaina) encontrou uma casa de veraneio em ocupação irregular e uma área de depósito na ilha Tucum de Dentro/Angra dos Reis (ICMBIO, 2012d).

Parque Estadual de Cunhambebe

7 a 9/11/2017 - O Parque Estadual Cunhambebe foi alvo de fiscalizações deflagradas pela Secretaria de Estado do Ambiente e pelo Inea, para reprimir desmatamento ilegal. Em Angra dos Reis, uma equipe flagrou cerca de três hectares de área desmatada, localizada no interior da unidade de conservação e que também seria utilizada para pecuária ou agricultura (INEA, 2017).

APA Mangaratiba

26/03/2011 - O Batalhão de Polícia Florestal e de Meio Ambiente (BPFMA) da Costa Verde registrou o desmatamento de uma Área de Proteção Ambiental (APA), na Estrada do Sertão, no bairro Garatuaia, divisa de Angra dos Reis com Mangaratiba. Agentes do BPFMA encontraram corte ilegal da vegetação Sub-Bosque no entorno da APA de Mangaratiba. De acordo com as informações registradas, mais de 200m² da área foram devastados (Angranews, 2011).

Área de Proteção Ambiental (APA) de Tamoios

7/3/2018 - Uma operação conjunta do Instituto Estadual de Floresta (IEF), Ibama e Polícia Federal embargou uma mansão com 1.752 metros quadrados na Ilha da Cavala, em Angra dos Reis, em área considerada como Zona de Conservação da Vida Silvestre da Área de Proteção Ambiental (APA) de Tamoios. Além da construção sem autorização, também foi constatado pelos técnicos o desmatamento de áreas de Mata Atlântica, com abertura de estradas e clareiras (Arquivo Correio do Brasil, 2018)

Parque Estadual da Ilha Grande

23/05/2019 - Durante a ação foi constatado um caso de desmatamento de aproximadamente 1.000 m² em uma área de proteção permanente (Prefeitura de Angra, 2019).

2 jun 2017 – De acordo com Ivan Neves, subprefeito da ilha, o verão de 2015 foi traumático para a região. “De pacata aldeia de pescadores, fomos alçados a destino turístico de massa. Isso já provocou estrago considerável no meio ambiente local”. Por quatro meses, entre dezembro e março, a Ilha Grande registrou lotação máxima de suas pousadas, albergues e campings, um fenômeno que se manteve no início de abril. Em média, a cada fim de semana chegam 20 000 pessoas, mas no Réveillon o número bateu em 30 000. Paralelamente, os navios de cruzeiro adotaram essas águas como ponto de parada em suas viagens pela costa brasileira. Ao todo, foram 62 desembarques, que despejaram em média 3 000 pessoas no acanhado ancoradouro central. Os dejetos vazam para os três córregos que serpenteiam entre os hotéis e as pousadas, desembocando in natura na orla. Diariamente, 15 toneladas de detritos são recolhidas, dispostas em barcos comuns e levadas para um aterro sanitário em Angra (Vejario, 2017)

20/01/2010 - O Instituto Estadual do Ambiente notificou 87 imóveis com suspeita de irregularidades quanto à falta de licenças urbana e ambiental em Ilha Grande (EcoDebate, 2010).

V.1.3.4. Impactos decorrentes da pavimentação da rodovia Paraty-Cunha

A rodovia estadual RJ-165, conhecida também como Estrada-Parque Paraty-Cunha interliga os municípios de Paraty no Rio de Janeiro e de Cunha em São Paulo. No Estado do Rio de Janeiro, a estrada possui uma extensão total de 9,4 km dentro do Parque Nacional da Serra da Bocaina (PNSB), em terreno montanhoso e escarpado. O acesso a partir do município de Paraty é realizado por meio da Rodovia Federal BR-101 nas proximidades da sede municipal, enquanto que no Estado de São Paulo, a conexão da Estrada-Parque Paraty-Cunha é feita através da rodovia estadual SP-171.

De acordo com Avena (2003), a estrada, ainda em leito natural, era integrante do Sistema Rodoviário Nacional e passou para a administração estadual no ano de 1953, quando o Departamento Estadual de Estradas de Rodagem (DER) assumiu a reponsabilidade sobre a rodovia. Nessa fase, não se obedeceu a nenhum estudo sobre as possíveis consequências de sua inserção sobre o meio ambiente. Não

tendo sido observadas as condicionantes ambientais da região quando inserida na região da Mata Atlântica, os problemas ambientais se agravaram.

Após a transferência da administração da estrada para o âmbito estadual, houve a tentativa de execução de serviços para requalificação do leito estradal e pavimentação. No entanto, houve uma série de conflitos institucionais e ambientais entre o DER e o antigo Instituto Brasileiro de Desenvolvimento Florestal (IBDF), o que acarretou embargos judiciais.

Em 1971 foi criado o Parque Nacional da Serra da Bocaina.

Frente à criação do Parque, o DER, no ano de 1976, modificou a classificação funcional da estrada RJ-165 visando transformá-la em uma estrada especial, seguindo as premissas estabelecidas pelos órgãos ambientais (AVENA, 2003).

A criação do parque constituiu também uma ação pró-ativa frente à degradação do aumento populacional esperado em resultado da construção da BR-101, atravessando longitudinalmente toda a encosta em direção ao Estado de São Paulo, e para a qual acabou por ser desviado uma parte do fluxo de carros, face às melhores condições de trafegabilidade (AVENA, 2003).

Vencidos os embargos judiciais e com a mudança da classificação funcional, em 2013 foram iniciadas as obras de pavimentação da Estrada-Parque Paraty-Cunha, previstas no Programa de Desenvolvimento do Turismo (PRODETUR-RJ) do Governo Federal, com execução pelo DER-RJ. A pavimentação foi realizada mediante a Licença de Instalação do Ibama nº888/2012, onde foram estabelecidas diversas condicionantes socioambientais, tendo as obras sido finalizadas em 2016. A Estrada-Parque Paraty-Cunha possui faixa de rolamento de 6 metros com pavimento intertravado com sistema de drenagem pluvial e contenção de encostas associadas.

O fato da estrada atravessar uma unidade de conservação de proteção integral e aumentar consideravelmente o tráfego de veículos, atraiu as atenções de diversas instituições, proporcionando a suspensão das obras de pavimentação, em função da constante preocupação dos riscos de degradação ambiental, afetação da fauna e patrimônio arqueológico.

Dentre os principais impactos ambientais associados à pavimentação da estrada e conseqüente aumento do tráfego, está o atropelamento da fauna, sobretudo por estar inserida no Parque Nacional da Serra da Bocaina, o qual

apresenta grande biodiversidade, espécies endêmicas da mata atlântica, e ameaçadas de extinção. Por este motivo, o Plano Básico Ambiental (PBA) da Estrada-Parque Paraty-Cunha elaborado em 2015, indica a instalação de placas de sinalização, redutores de velocidade, radares e passagens de fauna nos locais identificados como de maior incidência de atropelamentos.

Além das ações de mitigação ao impacto de atropelamento da fauna, o PBA da Estrada-Parque Paraty-Cunha, propõe o monitoramento dos diferentes subfilos vertebrados nomeadamente mamíferos, répteis, anfíbios, aves e peixes. De forma a preservar a fauna e infraestrutura da estrada, foi estabelecida a velocidade da via em 30 km/h, além da proibição do tráfego noturno e de veículos pesados.

V.1.4. Estimativa do estado futuro

Na presente seção faz-se uma estimativa do estado futuro do fator, para o ano 2030 (horizonte temporal do PAIC), considerando as pressões que se prevê que irão atuar sobre ele até esse momento.

V.1.4.1. Estressores atuantes sobre o fator

Recapitulando a análise feita anteriormente (Relatório Final de Avaliação de Impactos Cumulativos, seção III.3.1. Vegetação costeira), identificaram-se os seguintes estressores, como potenciais agentes atuantes sobre a condição do fator vegetação costeira, no período desde 2005 (início da abrangência temporal) até 2017 (presente): a) empreendimentos; b) população; c) crescimento econômico / investimento.

O quadro seguinte resume a relação que foi detalhadamente analisada no documento mencionado (Relatório Final de Avaliação de Impactos Cumulativos, seção III.3.1. Vegetação costeira) entre estes estressores e a evolução do fator vegetação costeira, durante o período mencionado (2005-2017). Os dados relacionados à população estão descritos e analisados na seção IV.2. Habitação do presente documento.

Quadro 21 – Relação entre estressores e evolução do fator vegetação costeira no período 2005-2017

Estressor	Evolução do estressor
Empreendimentos	Houve aumento de empreendimentos com afetação real de 0,00% da área de estudo terrestre ¹ (0,02% da área ocupada por vegetação costeira). Afetação indireta (possível) de 3% da área de estudo terrestre ¹ (19% da área ocupada por vegetação costeira)
População	Aumentou (35,3% no período; equivale a uma taxa anual de 2,5%). Associado a esse aumento, o déficit habitacional tem vindo a crescer em toda a região (em 2010 era igual ou superior a 10% do total de domicílios, em todas as regiões). Os dados não refletem influência sobre o fator, mas o conhecimento do terreno transmitido por via da participação pública levou a concluir que existe afetação indireta (potencial) <u>futura</u> de 15% da área de estudo terrestre ¹ (100% da área ocupada por vegetação costeira), devido a ocupações irregulares.
Crescimento econômico	Tendencialmente positivo

Fonte: Témis/Nemus, 2018.

1 - Área de estudo terrestre: corresponde à área "Litoral Sul Fluminense" (232.788,16 ha, de acordo com cálculos Témis/Nemus, 2019, de forma a garantir coerência das análises SIG; o valor publicado por IBGE, 2018 é 236.948,300 ha, mas não se usou para não enviesar os cálculos em SIG.)

Verifica-se que os estressores potencialmente atuantes sobre o fator vegetação costeira apresentaram evoluções tendencialmente positivas no período e região em estudo, representando deste modo uma intensificação potencial do estresse colocado no meio biótico.

No entanto, não se verificou uma tendência evolutiva congruente das variáveis-condição do fator vegetação costeira (abrangência das fitofisionomias de vegetação costeira e desmatamento de vegetação costeira): estas mantiveram-se tendencialmente estáveis, pelo que não foi possível detectar qualquer influência dos estressores nas variáveis-condição.

Importante mencionar, que, tendo ocorrido a oficina da Fase 5, em 5 de junho de 2019 em Angra dos Reis, se reconhece, nesta fase, a existência de alterações na vegetação costeira. Estas não são possíveis de cartografar com os instrumentos

existentes e, principalmente, não são representáveis à escala de trabalho regional (e supra-regional, para a totalidade do PAIC), mas os relatos da sua existência motivaram a sua consideração no presente estudo.

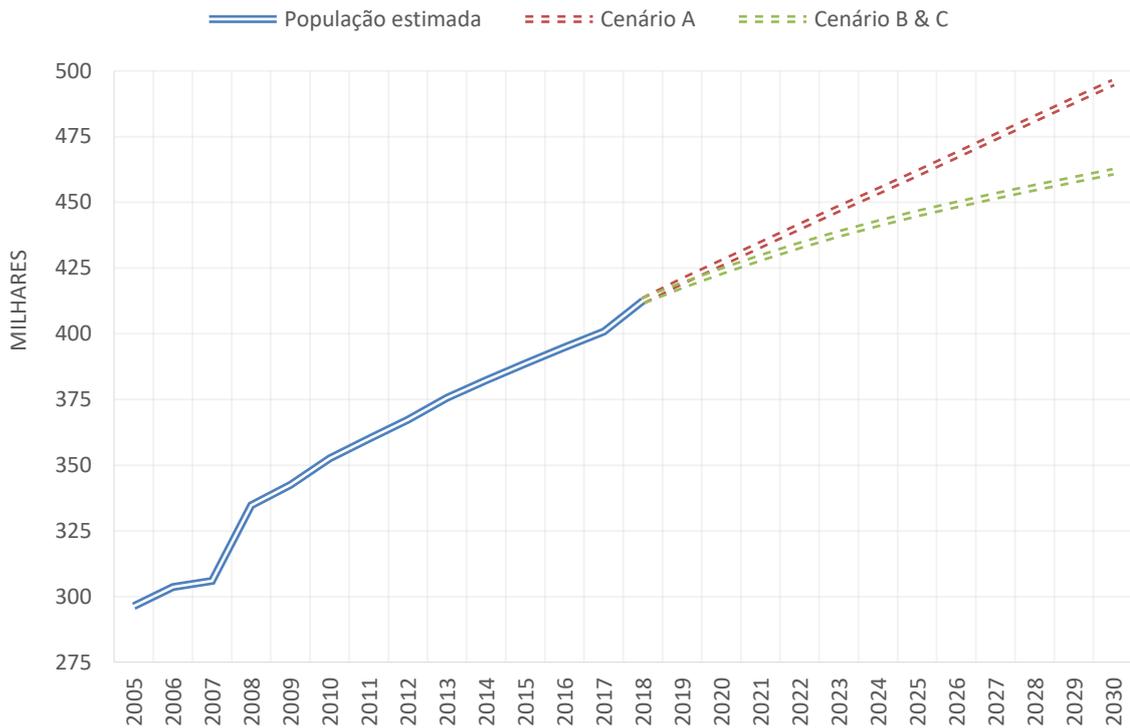
V.1.4.2. Estado futuro do estressor população

Para estimar o estado futuro do fator estende-se a linha evolutiva dos estressores potencialmente atuantes sobre esse fator para prever de que modo eles irão atuar sobre o fator e influenciar seu estado futuro, considerando o grau de influência que tiveram no passado.

V.1.4.2.1. Projeção sintética da evolução do estressor população

Nesta seção apresenta-se e analisa-se brevemente (a análise aprofundada consta da seção IV.2. Habitação; sub-seção IV.2.4) a projeção do estado futuro do estressor **população**, por ser aquele que terá uma relação mais direta com o fator “vegetação costeira”, uma vez que o aumento de população cria necessidade de mais domicílios e, se essa necessidade não for atendida, ocorrem fenômenos de desmatamento ilegal da vegetação costeira que rodeia as áreas com maior densidade populacional, para implantação de habitação irregular.

Recorda-se a figura seguinte, que consta da referida seção IV.2. Habitação.

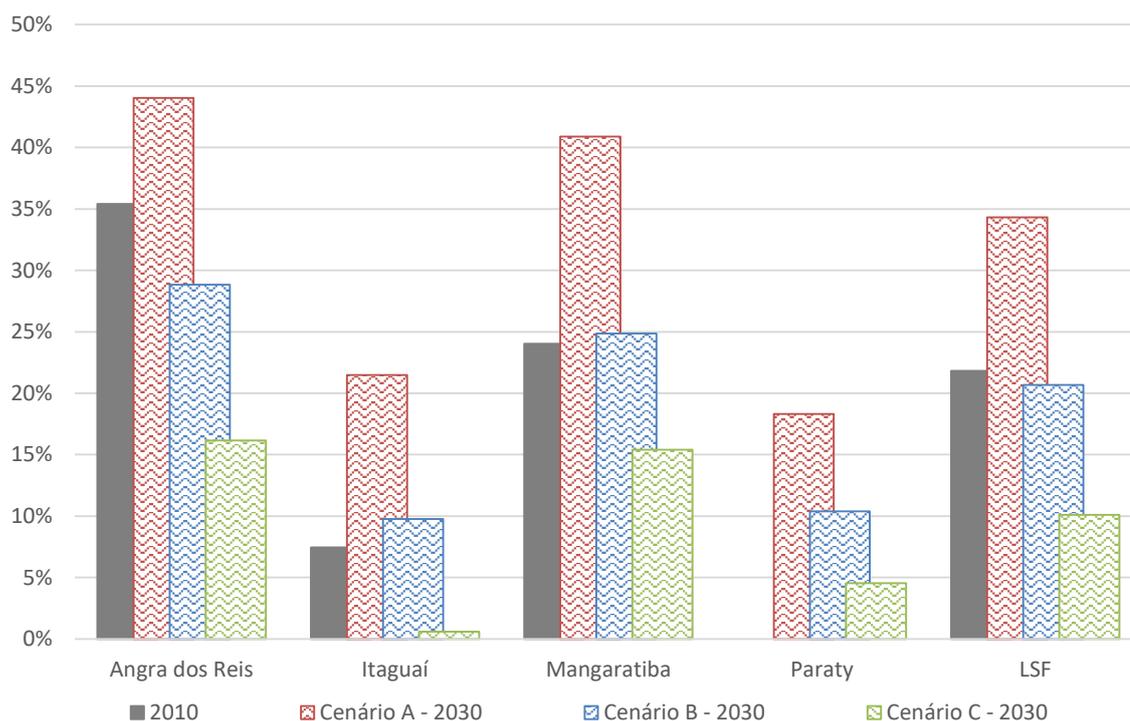


Fonte: IBGE (2019) com cálculos próprios.

Figura 29 – População estimada no Litoral Sul Fluminense e cenários de crescimento

Esta projeção populacional para a região mostra que, no cenário A (cenário mais pressionante do ponto de vista socioeconômico) a população deverá atingir a marca das 500 mil pessoas, na região em 2030. Nos cenários B (cenário base) e C (cenário com concretização de um plano de investimentos em habitação bastante ambicioso), verifica-se uma diminuição significativa da taxa de crescimento, antecipando-se uma população de cerca de 160 mil pessoas para a região em 2030. Em qualquer dos cenários, ocorre um crescimento populacional expressivo.

Relativamente à capacidade que a região terá de assegurar habitação para a população, verifica-se que, em 2030, a proporção de pessoas em aglomerados subnormais na região poderá aumentar ou diminuir relativamente a 2010, dependendo do cenário (figura seguinte).



Fonte: IBGE (2019) com cálculos próprios.

Figura 30 – Proporção de pessoas em aglomerados subnormais no Litoral Sul Fluminense em 2010 e para 2030 de acordo com as projeções dos cenários A, B e C

Observando a informação gráfica, ressalta que, para a região, tomando o cenário tendencial por exemplo (cenário B), em 2030 21% da população estará em aglomerados subnormais, o que corresponde a cerca de 92.200 pessoas.

Estes dados significam que a pressão do estressor população sobre o fator “vegetação costeira” deverá previsivelmente aumentar no futuro.

V.1.4.2.2. Análise espacial da relação entre o estressor população e o fator vegetação costeira

Os fenômenos de desmatamento ilegal da vegetação costeira, relatados através dos instrumentos de participação pública (notadamente na oficina da fase 5, em 5 de junho de 2019 em Angra dos Reis), ocorrem, de acordo com os relatos dos participantes, devido à dificuldade que a população crescente da região tem, em conseguir obter habitação. As pessoas que não têm possibilidade de aceder a habitação, procuram construir sua própria, ilegalmente, entrando nas

zonas de vegetação costeira que cercam as zonas urbanizadas e mais densamente povoadas, onde não conseguem estabelecer-se.

Para melhor entender a relação espacial entre a abrangência da vegetação costeira e as zonas de densidade populacional mais elevada, fez-se análise espacial em ambiente SIG e produziram-se mapas que objetivam visualizar as áreas de vegetação costeira que se localizam em maior proximidade às áreas de densidade populacional mais elevada e que, por esse motivo, poderão ser áreas mais propensas à ocorrência de fenômenos de desmatamento ilegal para colocação de habitações irregulares.

Nestes mapas estão representados cartograficamente dados de densidade populacional em malha fina (malha de 200x200m em áreas urbanas e malha de 1.000x1.000m em áreas rurais), do ano 2010, que é a data mais recente (e única) para a qual existem dados especializados por malha fixa⁴. Estes dados são provenientes de censos da população (Censos 2010); pela natureza intrínseca de um recenseamento universal, englobam todo os tipos de ocupação do território, independentemente da sua regularidade (considera, portanto, toda e qualquer ocupação, mesmo aquela não visível em imagem satélite).

Assim, objetivando visualizar as áreas de pressão demográfica (presença relevante de pessoas) sobre vegetação costeira, produziram-se mapas (Mapas 6A-6D – Relação entre a densidade populacional e a vegetação costeira, apresentados no Volume 2, Apêndice IV.1-1), representando:

- **Classes de uso do solo/vegetação** (INEA, 2007) até 100m de altitude, discriminando as classes que compõem a vegetação costeira: “mangue”, “restinga”, “vegetação secundária em estágio inicial” e “vegetação secundária em estágio médio/avançado” que equivale à fitofisionomia “vegetação secundária da floresta ombrófila densa das terras baixas”;
- **Densidade populacional** (IBGE, dados de 2010), até aos 100m de altitude, assinalando-se com destaque as classes de pressão média

⁴ Dados do IBGE. Para os anos 2000 e 2007 estão disponíveis apenas dados de densidade populacional por setor censitário (unidade não espacializada, irregular no espaço e variável no tempo).

(101-1.000 habitantes/km²) e pressão elevada (mais de 1.000 habitantes/km²).

- **Unidades de conservação** existentes na região.

Nos pontos seguintes faz-se uma breve análise da sobreposição destes elementos (pressão populacional, vegetação costeira e também Unidades de Conservação), para cada região, que poderá servir de ponto de partida para a identificação das “áreas de risco”, isto é: áreas onde a vegetação costeira parece estar mais ameaçada pela pressão da densidade populacional.

Paraty:

As zonas que se apresentam como mais pressionadas são:

- Área em torno da cidade de Paraty, notadamente a norte, mas abrangendo também a área a sul (inserida em UC);
- Barra Grande, na zona ao longo do vale;
- Taquari, em torno do núcleo urbano.

Relativamente à afetação de UC, destaca-se neste município, uma área de risco no entorno sul de Paraty, inserida na APA de Cairuçu.

Angra dos Reis:

Várias zonas que se apresentam pressionadas por se localizarem no entorno de núcleos populacionais densos:

- Perequê parece ser o mais relevante porque possui vasta área de vegetação costeira abaixo dos 100 m no seu entorno;
- Outros núcleos menores: a) Praia Brava; b) núcleo Santa Rita, Sertão do Bracuí, e eixo Itinga-Bracuí; c) núcleo Japuíba – Angra dos Reis; d) Camorim e Jacuecanga; e) Garatucaia;
- Na Ilha Grande: zonas em torno de Abraão e Provetá.

Relativamente a pressões sobre zonas de UC, há a destacar duas situações: entorno oriental de Perequê, que se insere dentro do PARNA serra de Bocaina e os entornos dos núcleos urbanos em Ilha Grande, que se localizam totalmente em UC (APA de Tamoios e PE da Ilha Grande).

Mangaratiba:

A análise visual do mapa indica que as seguintes áreas de vegetação costeira poderão estar pressionadas por desmatamento ilegal para colocação de habitações irregulares:

- Entorno oriental de Conceição de Jacareí;
- Entorno do núcleo composto por Bairro do Saco e Mangaratiba;
- Entorno de Sahy
- Entornos de Vila Muriqui e Itacuruçá.

Dos quatro municípios, este é o que aparenta ter mais pressão sobre UC, dada a proximidade (e sobreposição, em alguns casos) entre os núcleos urbanos e as áreas de proteção ambiental, notadamente a APA de Mangaratiba, que se estende por uma grande parte do município e confina com todos os principais núcleos urbanos.

Itaguaí:

Não ressaltam, desta análise, áreas de pressão populacional sobre vegetação costeira ou sobre UC.

V.1.4.3. Estado futuro do fator

Para estimar o estado futuro do fator “vegetação costeira”, consideraram-se dois dados essenciais:

- a) A linha de tendência evolutiva do fator;
- b) As linhas de tendência evolutiva dos estressores potencialmente atuantes sobre o fato, com destaque para a população.

Para o fator, verificou-se que a linha de tendência evolutiva recente (no período da abrangência temporal 2005 até à atualidade) é estável, sem aumento nem diminuição relevante⁵.

⁵ Notar que as imagens satélite indicam ligeiro aumento; Por outro lado a participação social referiu episódios de diminuição. Optou-se por dar mais relevância à contribuição social.

Para os estressores, verificou-se que a linha de tendência evolutiva é de aumento. Especificamente para o estressor que se considerou ser mais relevante – população (por via da participação social, que foi sempre demonstrando preocupação com esse estressor), essa tendência confirma-se com a análise socioeconômica efetuada. Inclusive, essa linha tendencial de aumento já se verificava no período anterior (2005-2017), embora a uma taxa um pouco mais elevada do que aquela que se prevê para o futuro, no cenário base tendencial.

Assim, embora a análise prévia da relação de influência dos estressores sobre o fator não tenha permitido detectar influência, as participações recebidas durante e após a oficina da fase 5, (em 5 de junho de 2019 em Angra dos Reis) indicaram uma relação entre o aumento de população na região e o aumento de episódios de desmatamento ilegal da vegetação costeira, em particular no entorno das áreas urbanas⁶.

Assim, partindo desta análise de relações entre ambos, estima-se que, na ausência da implementação de medidas, a condição do fator “vegetação costeira” em 2030 se traduza numa abrangência territorial ligeiramente inferior àquela atual, que deverá manifestar-se principalmente no entorno de áreas urbanas, embora não seja possível determinar qual a extensão desta diminuição.

Relativamente às UC, considerando esta previsível diminuição de abrangência da vegetação costeira e as áreas onde será mais provável que ocorram (cf. Mapas 6A-6D - Relação entre a densidade populacional e a vegetação costeira), as unidades/áreas que se prevê que possam ser mais afetadas, serão:

- APA de Cairuçu, município de Paraty, na faixa que fica no entorno imediato da cidade de Paraty;
- PARNA serra de Bocaina, zona inserida no município de Angra dos Reis, na faixa que fica no entorno oriental de Perequê;

⁶ Conforme disposto no IPEA, 2017. “Brasil 2035: Cenários para o desenvolvimento, uma das megatendências previstas nos próximos anos incluem o aumento da urbanização sem atenção apropriada às questões ambientais.

- APA de Tamoios e PE da Ilha Grande, ambas na Ilha Grande, município de Angra dos Reis, no extremo Oeste (entorno de Provetá) e extremo Este (entorno de Abraão);
- APA de Mangaratiba, município de Mangaratiba, várias pequenas faixas no entorno dos principais núcleos urbanos.

Ainda relativamente à previsão do estado futuro do fator, notadamente no relacionado às UC e sua afetação, foi recebido um pedido (via instrumentos de participação pública) para se «considerar a política do atual Governo na lista de impactos reais/potenciais sobre o ecossistema da região e sobre as UC's da região». Nesse âmbito, optou-se por incluir na presente seção algumas considerações sobre o tema.

A política ambiental do atual Governo Federal tem sido criticada por ambientalistas, notadamente devido a algumas medidas que são defendidas ou atribuídas pelo Poder Executivo, como:

- A disposição do Governo Federal de flexibilizar as regras para os licenciamentos ambientais (Senado Notícias, 2019) passando as atribuições dos órgãos ambientais (Ibama e ICMBio) para órgãos com interesse direto e competência específica nos temas de mineração, agropecuária, indústria, dentre outros (Lima, 2019);
- A extinção, no Ministério do Meio Ambiente, do departamento historicamente responsável pela condução das políticas de prevenção e controle dos desmatamentos na Amazônia e demais biomas (Lima, 2019);
- A extinção da secretaria responsável no MMA pela coordenação das políticas de clima no Brasil (Lima, 2019);
- A revisão dos atos de criação das reservas da biosfera de todos os biomas (Cida de Oliveira, 2019);
- A revisão geral das 334 unidades de conservação no Brasil, atualmente administradas pelo Instituto Chico Mendes de Biodiversidade (ICMBio); um grupo de estudo está sendo montado dentro do MMA para fazer esse trabalho (Borges, 2019);

Uma das medidas mais polêmicas tem sido, precisamente, a de revisão das unidades de conservação (Borges, 2019), sendo que o ministro Ricardo Salles afirmou que «parte dessas UC foi criada sem nenhum tipo de critério técnico». De acordo com a notícia, «o MMA não descarta alterar as categorias ambientais de cada região» e «em alguns casos, o governo avalia levar adiante a revogação de unidades de conservação, mas isso só pode ser feito por projeto de lei». Neste âmbito, destaca-se o caso da Estação Ecológica de Tamoios: o presidente Jair Bolsonaro reforçou sua intenção de revogar o decreto que levou à criação desta UC, em 1990. Segundo ele, «*A Estação Ecológica de Tamoios (em Angra) não preserva absolutamente nada e faz com que uma área rica, que pode trazer bilhões (de reais) por ano para o turismo, fique parada por falta de uma visão mais objetiva, mais progressista disso daí*». Ficou famosa sua declaração recente (em 7 maio 2019): «*Pretendo implementá-la [caça submarina] ali na região de Angra. Lá é uma Estação Ecológica demarcada por decreto presidencial. Estamos estudando nesse sentido, né, revogar isso aí e abrir aquela área para fazer um turismo, realmente, que o Brasil merece. A iniciativa privada vai investir ali naquela região, e quem sabe nós tenhamos uma Cancún aqui na baía de Angra brevemente*» (Redação, 2019).

Embora haja preocupação, por parte dos ambientalistas, relativamente a estas notícias e às afirmações proferidas por membros do Governo que vêm chegando à comunicação social, oficialmente ainda não houve a implementação de medidas, estando o Plano Plurianual da União (PPA) para o período 2020-2023 em elaboração. O documento deve ser entregue ao Congresso até 31 de agosto de 2019 (Ministério da Economia, 2019).

V.2. BIODIVERSIDADE MARINHA

V.2.1. Introdução

No presente capítulo abordam-se os seguintes temas: a) **limites de alteração** do fator biodiversidade marinha, notadamente a importância da variável-condição e as consultas a especialistas sobre esse tema; b) **classificação dos impactos cumulativos** sobre este fator; c) estimativa do **estado futuro** do fator na região em estudo.

V.2.2. Limites de alteração

Como se detalha na seção III.1, os limites de alteração podem ser definidos a partir de: a) capacidade de carga, b) limite legal, c) capacidade de carga estimada ou d) limite de alteração aceitável.

Para determinar esse ponto “limite de alteração”, deve usar-se uma variável-condição representativa e sobre sua linha evolutiva se procura marcar esse ponto.

Este capítulo contém duas seções:

- Revisão dos resultados do processo clássico de seleção de uma **variável-condição** para a biodiversidade marinha, que foi aplicado nas fases anteriores;
- Opinião do painel de especialistas sobre os **limites de alteração** para o fator biodiversidade marinha.

V.2.2.1. Determinação de uma variável-condição para definir seu limite de alteração

Para o fator biodiversidade marinha procurou-se determinar uma variável-condição que indicasse o estado (e evolução) do fator biodiversidade marinha, através de dois métodos, como se descreve nos parágrafos seguintes. O objetivo era encontrar uma variável-condição que permitisse traçar uma linha evolutiva do

fator “biodiversidade marinha”, que foi selecionado para o PAIC, por solicitação dos participantes nos diversos momentos de participação pública.

Inicialmente, fez-se uma busca exaustiva e intensiva por uma espécie ou grupo de espécies que pudessem ser usadas como variável-condição. Tal como se descreve detalhadamente no relatório de levantamento de dados (abril, 2019) e no relatório final de avaliação de impactos cumulativos (abril, 2019), fez-se um aprofundado levantamento bibliográfico sobre biodiversidade marinha na área de estudo e fez-se levantamento exaustivo (cerca de 130 publicações) sobre dados de três espécies marinhas (boto-cinza, tartaruga-verde e cavalo-marinho), sugeridas por pesquisadores especialistas que deram suas contribuições nos momentos de participação pública. Os resultados desta busca evidenciaram a existência de muitos dados sobre espécies marinhas, mas esses dados são incomparáveis, porque foram coletados de formas distintas, em lugares distintos, com objetivos distintos. Assim, por esse método, concluiu-se não ser possível determinar uma variável-condição para o fator biodiversidade marinha.

Em sequência, consultou-se um painel de 12 especialistas (pesquisadores e acadêmicos) e questionou-se, individualmente, sua opinião informada sobre o assunto. As respostas obtidas apontaram no mesmo sentido: inexistência de espécies ou grupos de espécies adequados para servirem como variável-condição para a avaliação de impactos cumulativos na biodiversidade marinha.

Após estas abordagens (detalhadamente descritas no relatório de levantamento de dados, abril 2019), concluiu-se, com a participação do painel de 12 especialistas, não existir uma variável-condição que permitisse indicar o estado (e sua evolução) do fator biodiversidade marinha.

Seguidamente, ocorreu a oficina da fase 5, em 5 de junho de 2019 em Angra dos Reis (conferir Relatório da Oficina, junho 2019), onde foi mencionado que existem dados sobre o coral-sol, que poderiam ser utilizados para a avaliação da biodiversidade marinha, tratando-se de uma espécie exótica invasora, com presença confirmada na região. A seção seguinte apresenta os dados coletados e compilados, na sequência, pela equipe.

V.2.2.1.1. CORAL-SOL

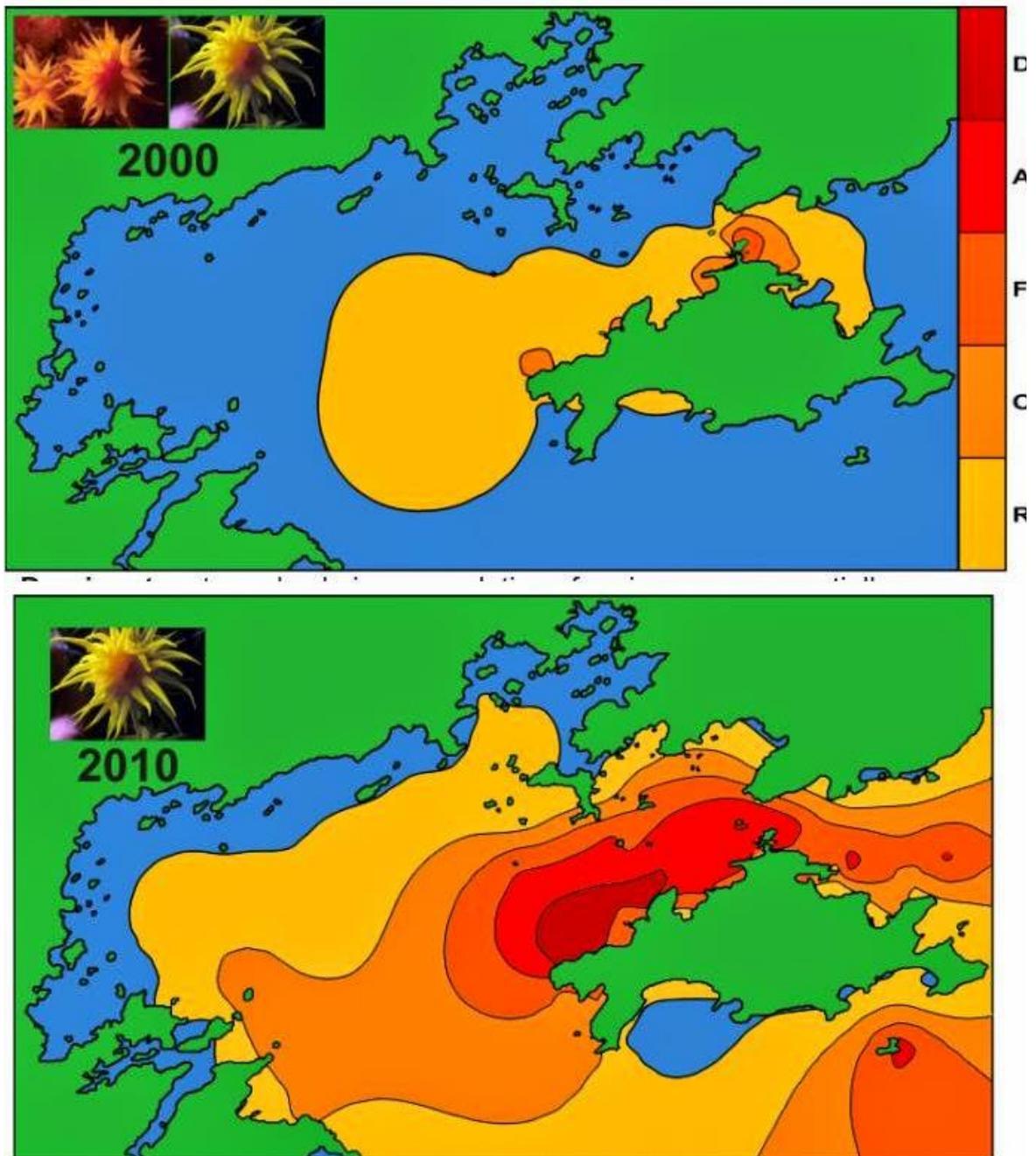
A. Dados sobre coral-sol na região Litoral Sul Fluminense

O coral-sol (*Tubastraea* spp.) é uma espécie nativa do Oceano Pacífico. Foi observado pela primeira vez, no Brasil, na década de 1980 em plataformas de petróleo na Bacia de Campos, no Rio de Janeiro (Castro & Pires, 2001, in: MMA, IBAMA & ICMBio, 2018). Até ao momento já foram identificadas duas espécies de coral-sol no Brasil: *Tubastraea coccinea* e *Tubastraea tagusensis* (MMA, 2019) e há registros da sua presença em costões rochosos do litoral de cinco estados brasileiros: Rio de Janeiro, São Paulo, Santa Catarina, Espírito Santo e Bahia (BrBio, 2018).

Os dados mais atuais ao momento (MMA in: GT Coral Sol, 2017) sobre a região revelam que há registros de ocorrência do coral-sol na zona costeira de: Baía de Ilha Grande e Baía de Sepetiba (as restantes ocorrências foram registradas fora da região: Arraial do Cabo, Cabo Frio, Armação dos Búzios e Arquipélago das Cagarras).

Relativamente à presença em **Unidades de Conservação** da região, o coral-sol foi identificado nas seguintes: Estação Ecológica de Tamoios, Área de Proteção Ambiental Tamoios, Reserva de Desenvolvimento Sustentável do Aventureiro, Parque Estadual da Ilha Grande, Área de Proteção Ambiental Cairuçu e Reserva Ecológica da Juatinga (as restantes ocorrências são em UC fora da região: Monumento Natural das Ilhas Cagarras, Reserva Extrativista Marinha de Arraial do Cabo) (MMA, IBAMA & ICMBio, 2018; GT Coral Sol, 2017).

A Ilha Grande é uma das zonas mais afetadas pelo problema; foi invadida em escala geográfica ampla e apresenta o quadro mais crítico dentre todas as localidades invadidas (BrBio, 2018; Gomes, *et al.*, 2015); A figura seguinte (Figura 31) apresenta uma figura esquemática do avanço do coral-sol na Baía da Ilha Grande em 10 anos (2000-2010).



Fonte: AquaA3, 2014. Reprodução direta (legenda incompleta e ilegível também no original). A fonte menciona "Todos os direitos Projeto Coral-Sol Instituto Brasileiro de Biodiversidade – 2014", mas não foi possível encontrar a imagem original.

Figura 31 – Imagem ilustrativa do possível avanço do coral-sol na Baía da Ilha Grande em 10 anos.

B. Iniciativas estruturadas de monitoramento e controle

Desde que foi detectada a presença do coral-sol, até ao momento, foram implementadas as seguintes iniciativas estruturadas de monitoramento e controle, que incidem na região:

- Em 2000, o Laboratório de Ecologia Marinha Bêntica da UERJ iniciou um programa de estudos sobre o coral-sol visando identificar o grau de ameaça que este poderia representar à fauna e flora nativas e propor ações para o controle e erradicação;
- Existia um “**Plano Nacional de Monitoramento do Coral-Sol**” que vinha acompanhando a quantidade de coral-sol e sua abrangência geográfica desde 2000. A informação mais recente (2018) indicava que esse Plano monitorava o coral-sol em 326 locais, mas não foi possível conhecer onde se localizavam, pois os dados não se encontram disponíveis para consulta (inclusive o mapa dos locais de monitoramento foi removido);
- Em 2006 foi criado o “**Projeto Coral-Sol**” com a missão de conservar a biodiversidade marinha brasileira através do controle do coral-sol, nas regiões afetadas. Esse projeto desenvolve ações de monitoramento, manejo e recuperação ambiental, resgate social, pesquisa, desenvolvimento e inovação e subsídios às políticas públicas.

No que se refere a monitoramento de **Unidades de Conservação**, atualmente, é realizada remoção manual, mapeamento e monitoramento extensivo dos corais invasores *T. coccinea* e *T. tagusensis* em três Unidades de Conservação do Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade (ICMBio), sendo que apenas uma (Estação Ecológica de Tamoios) se localiza na região. Nesta UC, o monitoramento extensivo para mapear a distribuição e abundância do coral-sol teve seu início em 2009 (MMA, IBAMA & ICMBio, 2018). Os resultados desse monitoramento (dados coletados entre os anos de 2009 e 2010) foram publicados em 2011.

De modo a desenvolver uma estratégia para o controle do coral invasor *Tubastraea* spp., foi realizado no início de 2015 uma segunda campanha de monitoramento deste bioinvasor em todas as ilhas da ESEC Tamoios. Um estudo (Gomes, *et al.*, 2015) comparou os dados das duas campanhas e concluiu que a invasão estava aumentando por ambas as espécies e que *T. tagusensis* estava liderando a invasão. No entanto, foram ocorrendo algumas ações de controle em algumas das ilhas e rochedos que compõem a ESEC e os autores reconheceram que nesses locais, houve resultados positivos no que se refere à erradicação e ao controle da expansão do coral-sol, quando comparados com os locais onde não houve intervenção de controle e manejo.

Relativamente ao monitoramento da presença de coral-sol em **portos e complexos portuários**, verificou-se que (Figura 32) os dois portos presentes na área de estudo (Angra dos Reis e Itaguaí), não disponibilizaram dados sobre realização de monitoramento regular e controle.

Porto público	Levantamento	Monitoramento regular	Controle
Angra dos Reis	*	Não	Não
Aratu	*	Não	Não
Belém	*	Não	Não
Cabedelo	Sim	Não	Sim
Forno	Sim	Sim	Sim
Fortaleza	Sim	Não	Não
Ilhéus	Sim	Não	Não
Imbituba	Sim	Sim	Não
Itaguaí	*	Não	Não
Itajaí	Sim	Sim	Sim
Itaquí	Sim	Não	Não
Maceió	Não	Não	Sim
Natal	Sim	Não	Não
Niterói	*	Não	Não
Paranaguá	Sim	Sim	Sim
Pecém	Sim	*	*
Porto Alegre	Sim	Não	Não
Porto Velho	*	Não	Não
Recife	*	Não	Não
Rio de Janeiro	*	Não	Não
Rio Grande	Sim	Sim	Sim
Salvador	Sim	Não	Não
Santana-Macapá	Sim	Não	Não
Santarém	*	Não	Não
Santos	Sim	Não	Não
São Francisco do Sul	Sim	Sim	Sim
São Sebastião	Sim	Sim	Sim
Suape	Sim	Sim	Sim
Vila do Conde	*	Não	Não
Vitória	*	Não	Não

* não disponível

Fonte: MMA, IBAMA & ICMBio, 2018.

Figura 32 – Respostas dos portos públicos ao item “Levantamento/monitoramento de espécies aquáticas exóticas/invasoras na área do porto” do Índice de Desempenho Ambiental da ANTAQ (Dados de 2016).

Embora pareça haver um manancial de dados que vem sendo coletado em diversos locais, o conteúdo dos relatórios das entidades oficiais indica que esses dados não foram coletados de forma sistemática e nem sempre estão disponíveis, pelo menos em tempo útil para atuação. Por esse motivo, foi publicada recentemente legislação nacional para atuar de forma organizada, concertada e eficaz sobre o coral-sol (seção D. Publicação recente de legislação relacionada ao coral-sol).

C. Impactos do coral-sol

O conceito geral é de que o coral-sol reduz a biodiversidade e ameaça as espécies nativas. No entanto, os estudos feitos até ao momento vêm indicando conclusões contraditórias.

Estudos que demonstraram impactos **negativos** do coral-sol:

- Verificou-se que o coral-sol foi responsável pela modificação das comunidades bentônicas de costões rochosos na região de Ilha Grande, RJ, e em recifes de coral na Bahia, reduzindo a abundância das macroalgas (Lages *et al.*, 2011 & Miranda *et al.*, 2016 in: GT Coral Sol, 2017; GT “Coral Sol”, 2018);
- Estudos comparativos (Miranda, *et al.*, 2016 in: GT Coral Sol, 2017; GT “Coral Sol”, 2018) de paredes de recifes indicaram que a cobertura dos corais nativos *Mussismilia hispida* e *Madracis decactis* foi significativamente menor nas áreas invadidas do que nas áreas não invadidas. Vale destacar que a espécie *Mussismilia hispida* é endêmica aos corais brasileiros, o que aumenta a preocupação quanto aos impactos do coral-sol sobre a biodiversidade nativa;
- O coral-sol provoca mortalidade de tecidos dos corais nativos *Siderastrea stellata*, *Mussismilia hispida* e *Madracis decactis* quando entram em contato (Miranda, *et al.*, 2016 in: GT Coral Sol, 2017; GT “Coral Sol”, 2018);
- A invasão do coral-sol pode acarretar em aspectos negativos no âmbito social e econômico, como a perda da produção de atividades baseadas nos ambientes e nos seus recursos, como a pesca, aquicultura e turismo (Creed, *et al.*, 2016, in: GT Coral Sol, 2017; GT “Coral Sol”, 2018).

Estudos que demonstraram impactos **neutros ou não detectáveis** do coral-sol:

- Estudos de cobertura comparativa de paredes de recifes demonstraram que, na zona do topo dessas paredes, o coral-sol não

conseguiu alterar a cobertura de corais nativos (Miranda, *et al.*, 2016 in: GT Coral Sol, 2017; GT “Coral Sol”, 2018);

- O coral nativo *Montastraea cavernosa* não é afetado pelo contato com coral-sol e até demonstrou habilidade em atacar o coral invasor (Miranda, *et al.*, 2016 in: GT Coral Sol, 2017; GT “Coral Sol”, 2018);
- Mantelatto, 2012 (in: GT Coral Sol, 2017; GT “Coral Sol”, 2018), em sua dissertação de mestrado, concluiu que as ocorrências de coral-sol no litoral do Estado de São Paulo não provocaram redução na riqueza de espécies, na diversidade e na equitabilidade na presença de várias espécies distintas⁷.
- Sammarco *et al.*, 2010 (in: GT Coral Sol, 2017; GT “Coral Sol”, 2018) afirmaram que não há estudo que confirme que a ampliação da distribuição das populações de *T. coccinea* tenha ocorrido às custas da exclusão de qualquer espécie nativa;

Estudos que demonstraram impactos **positivos** do coral-sol:

- Lages *et al.*, (2011) in GT Coral Sol (2017), observaram um aumento da riqueza da diversidade específica (aumento de biodiversidade) nos locais onde *Tubastraea* estava presente;
- Lages *et al.*, (2001) in GT Coral Sol (2017) teorizaram que o aumento na diversidade poderá acarretar na diminuição das interações competitivas e conseqüentemente, na redução da abundância das espécies competidoras;
- Guimarães, 2016 (in: GT Coral Sol, 2017) & GT “Coral Sol”, 2018 registrou a presença de micromoluscos (com grande prevalência de juvenis) que aproveitaram o novo habitat (colônias de coral-sol (*T. tagusensis*) na Baía de Todos-os-Santos) para se estabelecerem e reproduzirem.

⁷ O autor, contudo, discute a possibilidade de este ser um evento ainda recente e só se manifestarem alterações relevantes no médio prazo.

- Castello-Branco *et al.*, 2014 (in: GT Coral Sol, 2017) verificaram experimentalmente que, quanto maior a densidade de coral-sol, maior a riqueza de espécies de esponjas que se desenvolveram nas unidades experimentais.

Perante a atual incerteza e até alguma informação contraditória, o Grupo de Trabalho Coral Sol (2017) concluiu que «*Os fatores que determinam o sucesso competitivo do coral-sol devem ser melhor estudados, a fim de contribuir com subsídios para a definição de ações de mitigação de seus impactos sobre a biodiversidade nativa*».

As incertezas relacionadas ao coral-sol (locais onde ocorre, mecanismos de atuação e de invasão, impactos negativos e positivos da sua presença, métodos de controle e erradicação, entre outros), motivou a recente publicação de legislação nacional sobre o assunto, como se detalha na seção seguinte.

D. Publicação recente de legislação relacionada ao coral-sol

Reconhecendo a importância da existência de dados coletados de forma sistematizada e periódica, para todo o país, e a utilidade que esses dados têm para definir planos de ação e controle eficazes e eficientes, o MMA coordenou a elaboração de um plano de controle específico para as espécies de coral-sol presentes no Brasil. Assim, em dezembro de 2018 foi criado oficialmente o **Plano Nacional de Prevenção, Controle e Monitoramento do Coral-sol (*Tubastraea coccinea* e *Tubastraea tagusensis*) no Brasil**, ou “Plano Coral-sol”, pela Portaria IBAMA nº 3.642, de 10 de dezembro de 2018. Surge assim, finalmente, um plano estruturado que estabelece as ações de prevenção, controle e monitoramento do coral-sol (*Tubastraea coccinea* e *Tubastraea tagusensis*) no país. Será a Diretoria de Uso Sustentável da Biodiversidade e Florestas, do Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (IBAMA) a coordenar a implementação do Plano Coral-sol. Nesse âmbito, foi criado o Grupo de Assessoramento Técnico (Portaria IBAMA nº 3.627, de 7 de dezembro de 2018) para acompanhar a implementação e realizar monitoria e avaliação do Plano Coral-sol.

Ao momento, o Plano contém os seguintes nove objetivos específicos:

- I - Estruturação de uma rede de comunicação e sensibilização para promover e potencializar processos participativos para as ações deste Plano;
- II - Avaliar e complementar o arcabouço legal aplicável à gestão do coral-sol, incluindo análise de risco, prevenção, erradicação, controle, monitoramento, avaliação e mitigação do impacto do coral-sol;
- III - Estabelecimento e implementação de medidas para prevenir a introdução e a dispersão do coral-sol em áreas não afetadas;
- IV - Detecção precoce e resposta rápida à ocorrência do coral-sol em áreas prioritárias definidas neste Plano;
- V - Erradicação de populações de coral-sol pequenas, isoladas ou em estágio inicial de invasão e novos focos;
- VI - Estabelecimento e implementação de medidas de controle integradas e sistemáticas em áreas com populações de coral-sol já estabelecidas;
- VII - Monitoramento sistemático da ocorrência, dos impactos e da eficiência do manejo do coral-sol, para subsidiar tomada de decisão de gestão com avaliação crítica periódica;
- VIII - Desenvolvimento de pesquisa científica e de tecnologia, preferencialmente focadas em subsídios para prevenção e manejo;
- IX - Formação de recursos humanos em pesquisa, prevenção e controle.

E. Conclusões sobre os dados existentes relacionados ao coral-sol na região

Em sequência das participações obtidas na oficina da fase 5, em 5 de junho de 2019 em Angra dos Reis, fez-se pesquisa sobre os dados existentes relacionados à presença e evolução de coral-sol na região Litoral Sul Fluminense, objetivando o seu uso como variável-condição do fator “biodiversidade marinha”, para posteriormente definir seu limite de alteração, de acordo com a metodologia de avaliação de impactos cumulativos.

Na sequência da pesquisa, e tal como se detalha nas seções anteriores, concluiu-se que não existem dados coletados de forma a que possam ser usados para definir uma linha de tendência.

Relativamente aos impactos do coral-sol sobre a biodiversidade marinha, embora se assuma que são negativos, há controvérsia sobre esta afirmação e especialmente sobre os detalhes relacionados aos mecanismos de atuação da invasão e quais as suas consequências; assim, reconhece-se a necessidade de mais e melhor monitoramento e investigação sobre o assunto. Para tanto, foi criada recentemente (dezembro, 2018) legislação específica, de abrangência nacional.

V.2.2.2. Determinação dos limites de alteração por um painel de especialistas

Como mencionado na seção III.1, os limites de alteração podem ser definidos a partir de: a) capacidade de carga, b) limite legal, c) capacidade de carga estimada ou d) limite de alteração aceitável.

As três primeiras abordagens requerem a existência de uma variável-condição. O quarto (limite de alteração aceitável), baseia-se na opinião da comunidade científica, que neste caso, é a única abordagem possível, visto que não foi possível determinar uma variável-condição, como se explicou na seção anterior.

Assim, consultou-se um painel de 12 especialistas (pesquisadores e acadêmicos) em biodiversidade marinha, conforme descrito detalhadamente no relatório de levantamento de dados (abril, 2019) e, entre outras questões que foram colocadas (notadamente objetivando: encontrar espécies ou grupos de espécies que pudessem se qualificar como variáveis-condição, conhecer sua opinião informada sobre a evolução da biodiversidade marinha e sobre a influência/impacto dos empreendimentos em estudo sobre o fator), questionou-se cada um sobre o assunto “limite de alteração do fator” – seja ele “biodiversidade marinha” ou uma espécie ou grupo de espécies que considerassem adequada à análise. Esta foi a única questão (das seis colocadas nas entrevistas, a cada investigador), que teve resposta unânime: todos os 12 acadêmicos contatados foram unânimes em afirmar que não é possível definir tal conceito para a biodiversidade marinha ou para alguma das espécies ou grupos de espécies debatidos nas entrevistas.

V.2.2.3. Conclusão sobre limites de alteração do fator

Observando as análises feitas, que resultaram da aplicação de todas as abordagens possíveis, conclui-se que não é tecnicamente possível indicar um limite de alteração para o fator “biodiversidade marinha”, que foi selecionado para integrar o PAIC (para a região Litoral Sul Fluminense), por solicitação dos participantes nos diversos momentos de participação pública.

V.2.3. Significância dos impactos

V.2.3.1. Introdução

Recorda-se, neste momento, os dados apresentados no relatório final de avaliação de impactos cumulativos (abril, 2019), em que se previu, nos EIA dos empreendimentos em estudo, a eventual ocorrência de um total de 64 impactos sobre o meio marinho, gerados por dez empreendimentos. Destes, destacaram-se os impactos “degradação de ecossistemas marinhos” e “afetação da fauna aquática” (mencionados no total, 59 vezes).

No entanto, e embora se tenham previsto nos EIA de 10 dos 12 empreendimentos em estudo, possíveis impactos futuros sobre componentes do ambiente que se poderiam integrar no fator “biodiversidade marinha”, estas previsões não parecem ter sido confirmadas, até ao momento, de acordo com a opinião dos especialistas, pesquisadores e acadêmicos entrevistados⁸. De fato, dos 12 pesquisadores, três mencionaram ser conhecida a interação negativa entre empreendimentos e a biodiversidade marinha (embora não se tenha conseguido, até ao momento, definir essa ligação de forma inequívoca) enquanto dois mencionaram dados de estudo específicos que determinaram a existência de

⁸ Notar que as abrangências espacial e temporal do PAIC são extensas, e é nesse plano que é feita a análise.

interação positiva. A maioria reconheceu a inexistência de dados que permitam responder a esta questão.

Destaque ainda para o fato de se terem identificado apenas dois impactos causados por dois empreendimentos (Etapa 2 do Pré-sal e Expansão do Terminal de Carvão (TECAR)), relacionados à afetação de cetáceos e quelônios. Estes dois grupos da fauna marinha foram mencionados nos momentos de participação pública como alvo de grande preocupação popular, mas a análise dos EIA não lhes confere esse destaque. Este desfasamento pode ser explicado pela dificuldade de analisar adequadamente (de forma quantificada e objetiva) os impactos no meio marinho e ainda mais, sobre espécies marinhas, como foi apontado pela maioria dos 12 especialistas entrevistados, que trabalham nesta área temática, na região em estudo.

Estes dados foram apresentados na oficina da Fase 5 (realizada em 5 de junho de 2019, em Angra dos Reis) e os participantes evidenciaram preocupação com a dificuldade em se conseguir identificar um elemento biológico para o qual haja dados que permitam que seja utilizado como variável-condição para o presente PAIC. Então, foram sugeridos, na oficina, alguns elementos que já tinham sido amplamente analisados (e afastados, por não se adequarem aos objetivos do PAIC) nas fases anteriores⁹ (ex.: boto-cinza, tartarugas-marinhas) e foi ainda sugerida a análise de um elemento que ainda não tinha sido considerado (coral-sol). Essa análise é apresentada no presente documento (seção V.2.2.1.1).

Relativamente às tartarugas-marinhas, apresenta-se, em apêndice (Volume 2, Apêndice V.2-1), alguns dados complementares (que ainda não tinham sido apresentados), que emanam do documento “*Histórico processual e considerações sobre a incidência e o monitoramento de Tartarugas Marinhas, relacionadas ao impacto ambiental de Angra 2*” de 04-dezembro-2013, que contém dados de capturas incidentais de tartarugas-marinhas no sistema de limpeza do Once

⁹ Conferir o documento “Relatório Final de Levantamento de Dados, abril 2019”, que contém uma análise detalhada de todos os dados existentes e disponíveis, produzidos até ao momento, sobre os elementos biológicos sugeridos nas consultas públicas e participações: boto-cinza, tartaruga-verde, cavalos-marinhos; Conferir ainda (mesmo documento) a análise de histórico de dados da região para os elementos biológicos: macroalgas e fanerógamas marinhas, moluscos, peixes, quelônios marinhos, aves marinhas, mamíferos marinhos.

Through Cooling de Angra 2, no molhe de Itaornano, desde julho-2011 a outubro-2013 (notar que não há registro de captura incidental de tartarugas marinhas, em Angra 2, desde o início de sua operação até 12/07/10, nem a partir de 21/09/13). Destes registros resultou que a Eletronuclear foi multada em R\$460.000,00 por ferir 49 espécimes de *Chelonia mydas* (tartaruga-verde) e 1 espécime de *Eretmochelys imbricata* (tartaruga-de-pente); e por matar 62 espécimes de *Chelonia mydas*¹⁰.

Apresentam-se também os dados disponibilizados pela Eletronuclear no âmbito do Programa Tartaruga Viva - Programa de Monitoramento de Tartarugas Marinhas na Área de Influência da Central Nuclear Almirante Álvaro Alberto (relatórios de 31/05/2018; 31/08/2018; 10/12/2018; 20/02/2019), bem como alguns dados sobre recursos pesqueiros. No período de análise, para o Litoral Sul Fluminense, a Firperj monitorou apenas os municípios de Angra dos Reis (2011 a 2015) e Paraty (2014 e 2015) (Volume 2, Apêndice V.2-1).

V.2.3.2. Classificação

De acordo com as metodologias oficiais de avaliação de impactos cumulativos (detalhadamente descritas no relatório técnico metodológico, junho 2018), para avaliar os impactos cumulativos que incidem sobre um fator é necessário, primeiramente, que esse fator seja **objetivo, quantificável** e cujas alterações sejam **observáveis e mensuráveis**, na abrangência espacial e temporal (tal como detalhado no relatório de levantamento de dados, abril 2019); em segundo lugar, é imperativo desenhar a **linha de tendência evolutiva** do fator. Sobre essa linha serão identificados os pontos “condição de base” e, posteriormente, o “limite de alteração”, que corresponde à sua capacidade máxima de suporte. A avaliação e classificação dos impactos cumulativos é feita sobre esta linha tendencial, onde se

¹⁰ Notar que estes dados se referem a um empreendimento que não está a ser avaliado no presente PAIC; do ponto de vista de utilidade dos dados para o PAIC, aponta-se que, tal como acontecia com os dados já apresentados e analisados nos documentos anteriores do PAIC, estes dados não são adequados para traçar uma linha de tendência sobre a qual se possa identificar variações e impactos porque: a) se referem a um muito curto período de tempo (2 anos, para animais cujo ciclo de vida se aproxima, teoricamente, dos 100 anos); e b) se referem a capturas incidentais e não a efetivos ou sub-efetivos populacionais.

avalia quanto um (ou vários) empreendimento(s) contribui/contribuem para que a linha se aproxime ou afaste do ponto “limite de alteração”.

Na ausência desses dados (linha de tendência evolutiva, condição de base e limite de alteração) nos quais se embasa toda a avaliação de impactos cumulativos, qualquer classificação é hipotética e tem confiança muito reduzida.

No entanto, e dada a seleção do fator pelos participantes da Oficina realizada em Angra dos Reis (19 abril 2018), fez-se a classificação possível das componentes dos impactos cumulativos sobre a biodiversidade marinha.

Recorda-se que os principais componentes dos impactos cumulativos sobre o fator (de acordo com os dados detalhados que se apresentam no relatório final de avaliação de impactos, abril de 2019), são: a “degradação de ecossistemas marinhos” e “afetação da fauna aquática” (mencionados 59 vezes de um total de 64 impactos identificados sobre a componente marinha da região, na abrangência temporal definida: 2005-2030).

Na oficina da fase 5, em 5 de junho de 2019 em Angra dos Reis (Relatório da Oficina, junho 2019), os participantes analisaram a classificação dos impactos que foi apresentada e informaram que não concordavam com a classificação porque aquela que foi apresentada «não reflete a realidade com relação à biodiversidade marinha». Assim, apresenta-se no quadro seguinte, a classificação dos componentes dos impactos cumulativos sobre o fator “biodiversidade marinha”, antes da oficina e após a mesma, refletindo os ajustes e alterações que foram feitos.

Quadro 22 – Classificação das componentes dos impactos cumulativos sobre a biodiversidade marinha

Componente	Antes da oficina		Depois da oficina	
	Classif.	Justificativa	Classif.	Justificativa
Natureza	Negativa	Os impactos cumulativos sobre a biodiversidade marinha prejudicam o fator ambiental	Negativa	(sem alterações)

Componente	Antes da oficina		Depois da oficina	
	Classif.	Justificativa	Classif.	Justificativa
Escala espacial	Regional	As áreas afetadas pelos impactos cumulativos localizam-se na área marítima da região Litoral Sul Fluminense	Regional	(sem alterações)
Duração	Variável	Classificação não aplicável. Depende da ação causadora, do componente ecológico afetado, da sua intensidade.	Contínua	Opinião dos participantes na oficina participativa (junho 2019)
Frequência	Variável	Classificação não aplicável. Depende da ação causadora, do componente ecológico afetado, da sua intensidade.	Variável	(sem alterações)
Magnitude	Não contabilizável	Classificação não aplicável. Depende da ação causadora, do componente ecológico afetado, da sua intensidade.	Alta	Opinião dos participantes na oficina participativa (junho 2019)
Significância	Não contabilizável	Classificação não aplicável. Depende da ação causadora, do componente ecológico afetado, da sua intensidade.	Muito significativo	Opinião dos participantes na oficina participativa (junho 2019)

Componente	Antes da oficina		Depois da oficina	
	Classif.	Justificativa	Classif.	Justificativa
Confiança	Não contabilizável	Não foi possível proceder à classificação da significância dos impactos cumulativos. Há elevada incerteza quanto aos pontos-chave da avaliação de impactos cumulativos: linha de tendência evolutiva, condição de base e limite de alteração. Há elevada incerteza quanto probabilidade de ocorrência das ações listadas nos EIA. Há também elevada incerteza quanto aos componentes ecológicos que possam ser afetados e em que medida (intensidade) o impacto as altera.	Baixa	Classificação realizada apenas com base na opinião dos participantes na oficina participativa (junho 2019)

Fonte: Témis/Nemus, 2019.

V.2.4. Estimativa do estado futuro

Não tendo sido definida uma variável-condição para o fator “biodiversidade marinha”, não é possível estimar o estado futuro do fator.

No entanto, foram comunicadas preocupações, necessidades e anseios relacionados ao estado futuro do fator (uma vez que há a percepção, por parte dos atores da região que têm participado nas sessões de participação pública, que tem havido uma intensificação da afetação da biodiversidade marinha), que serão

devidamente considerados na definição de medidas (produto seguinte do PAIC), objetivando, primeiramente, solucionar ou minorar a questão essencial – ausência de dados coletados de forma sistemática, que permitam determinar o estado do fator e entender como tem vindo a evoluir – e, também, agir sobre aquelas que parecem ser, de acordo com as opiniões transmitidas nos momentos de participação pública – as principais ações estressoras do fator.

VI. MEIO FÍSICO

VI.1. ÁGUAS CONTINENTAIS

VI.1.1. Introdução

Na presente seção apresentam-se os **limites de alteração** do fator águas continentais e a **classificação dos impactos cumulativos** previstos sobre o fator, incluindo a determinação da sua significância, considerando os limites de alteração definidos. Por último, apresenta-se uma **avaliação do estado final do fator** após as pressões, tendo em conta o período de abrangência temporal considerado.

Como apresentado no Relatório Final da Fase de Avaliação de Impactos Cumulativos (abril 2019) identificaram-se como impactos chave sobre o fator os seguintes:

- Alteração da qualidade das águas: resultado das ações estressoras de demanda por mão de obra (A1) / demanda adicional de insumos, serviços e imóveis (A2);
- Alteração da disponibilidade hídrica para abastecimento público: resultado das ações estressoras de demanda por mão de obra (A1) / demanda adicional de insumos, serviços e imóveis (A2).

Estes impactos interferem com a condição das águas continentais, tendo sido considerados no referido relatório para caracterização desta condição os seguintes indicadores principais:

- Concentração média anual de coliformes termotolerantes (impacto de alteração da qualidade das águas)
- Razão entre demanda hídrica e disponibilidade hídrica (impacto de alteração da disponibilidade hídrica para abastecimento público).

Neste escopo, os limites de alteração, a classificação dos impactos cumulativos e a avaliação do estado final do fator são efetuados face a estes indicadores.

VI.1.2. Limites de alteração

Como apresentado na seção III.1 os limites de alteração na condição do fator podem ser determinados por: capacidade de carga (conhecida ou estimada), limite legal, limite de alteração aceitável.

Os limites determinados por estas abordagens, considerando os indicadores do fator águas continentais, são discutidos em seguida.

VI.1.2.1. Capacidade de carga

A capacidade de carga é a máxima concentração / quantidade que determinado meio suporta até deixar de cumprir as suas funções. Assim, interessa detalhar-se as funções dos corpos de água no Litoral Sul Fluminense que são afetados pelos impactos cumulativos identificados. Estas funções devem ser avaliadas em termos de qualidade das águas e de disponibilidade hídrica para abastecimento público, por forma a permitir a avaliação da significância dos impactos cumulativos identificados.

Quanto à qualidade das águas, como referido no Relatório Final da Fase de Avaliação de Impactos Cumulativos, os cursos de água da região Litoral Sul Fluminense encontram-se enquadrados face aos usos preponderantes em Classe 2 pelo art. 42º da Resolução CONAMA n.º 357 de 17 de março de 2005, devido à ausência de enquadramento específico estabelecido pelos comitês de bacia hidrográfica da Baía de Ilha Grande e Guandu.

O Plano Estadual de Recursos Hídricos do Rio de Janeiro (Fundação COPPETEC, 2013) não apresenta proposta de enquadramento dos corpos de água do Litoral Sul Fluminense. Entretanto, refere-se que o Grupo de Trabalho, constituído em 2010 no escopo do Projeto de Enquadramento dos Corpos d'Água do Estado do Rio de Janeiro, apresentou proposições neste escopo, de que se destacam as seguintes:

- Importante considerar o parâmetro ambiental coliformes fecais no enquadramento, devido a ser um parâmetro significativo para os rios utilizados como abastecimento público e com valores muito acima do padrão;

- Para o desenvolvimento de uma metodologia que considere a capacidade de suporte dos corpos hídricos para depurar cargas poluentes é importante que haja convergência entre as vazões de referência para a outorga e para o enquadramento.

No Plano Estratégico de Recursos Hídricos das bacias hidrográficas dos Rios Guandu, da Guarda e Guandu-Mirim (PROFILL, 2017a) apresenta-se proposta de enquadramento, a atingir em 2042, e de meta intermediária para 2027 para os corpos de água da RH-II, incluindo aqueles na região Litoral Sul Fluminense. Esta proposta configura-se no seguinte:

- Município de Mangaratiba:
 - Nascentes e trechos de rios localizados no PAREST Cunhambebe na UHP 11: Classe Especial (2027), Classe Especial (2042);
 - Rio Grande: Classe 2 (2027), Classe 2 (2042);
 - Rio Ingaíba: Classe 2 (2027), Classe 2 (2042);
 - Rio Santo Antônio: Classe 2 (2027), Classe 2 (2042);
 - Rio do Bagre / Rio do Furado: Classe 2 (2027), Classe 2 (2042);
 - Rio São Brás: Classe 2 (2027), Classe 2 (2042);
 - Rio do Saco (da nascente até ao limite da APA Mangaratiba): Classe 2 (2027), Classe 2 (2042);
 - Rio do Saco (do limite da APA Mangaratiba até foz na baía de Sepetiba): Classe 2 (2027), Classe 2 (2042);
 - Rio Sahy: Classe 2 (2027), Classe 2 (2042);
 - Rio da Prata: Classe 2 (2027), Classe 2 (2042);
 - Rio Itinguçú: Classe 2 (2027), Classe 2 (2042);
- Município de Itaguaí:
 - Rio Mazomba (nascente até limite APA Itaguaí Itingussú Espigão Taquara): Classe 1 (2027), Classe 1 (2042);
 - Rio Mazomba (limite APA APA Itaguaí Itingussú Espigão Taquara até rio Caçã): Classe 2 (2027), Classe 2 (2042);
 - Rio Caçã: Classe 2 (2027), Classe 2 (2042);
 - Rio Itaguaí: Classe 3 (2027), Classe 3 (2042);
 - Canal do Viana/Trapiche: Classe 3 (2027), Classe 3 (2042);
 - Valão dos Bois: Classe 3 (2027), Classe 3 (2042);

- Rio da Guarda: Classe 2 (2027), Classe 2 (2042);
- Rio Piranema: Classe 2 (2027), Classe 2 (2042).

O Plano de Bacia Hidrográfica da Baía da Ilha Grande (RH-I) está em desenvolvimento, não tendo sido ainda apresentada qualquer proposta de enquadramento dos corpos de água da região.

Segundo a Resolução CONAMA n.º 357 de 17 de março de 2005, a classificação de acordo com os usos dominantes é a seguinte:

- Classe especial: abastecimento para consumo humano com desinfecção, preservação do equilíbrio natural das comunidades aquáticas, preservação dos ambientes aquáticos em unidades de conservação de proteção integral;
- Classe 1: abastecimento para consumo humano após tratamento simplificado, proteção das comunidades aquáticas, recreação de contato primário, tais como natação, esqui aquático e mergulho (conforme Resolução CONAMA n.º 274 de 2000), irrigação de hortaliças que são consumidas cruas e de frutas que se desenvolvam rentes ao solo e que sejam ingeridas cruas sem remoção de película, proteção das comunidades aquáticas em Terras Indígenas;
- Classe 2: abastecimento para consumo humano após tratamento convencional, proteção das comunidades aquáticas, recreação de contato primário, tais como natação, esqui aquático e mergulho (conforme Resolução CONAMA n.º 274 de 2000), irrigação de hortaliças, plantas frutíferas e de parques, jardins, campo de esporte e lazer, com os quais o público possa vir a ter contato direto, aquicultura e atividade de pesca;
- Classe 3: abastecimento para consumo humano após tratamento convencional ou avançado, irrigação de culturas arbóreas, cerealíferas e forrageiras, pesca amadora, recreação de contato secundário, dessedentação de animais;
- Classe 4: navegação e harmonia paisagística.

Identificando as funções dos corpos de água com seu enquadramento, a sua capacidade de carga pode ser considerada como a qualidade que corresponde a

uma não conformidade com o padrão de qualidade estabelecido para a classe de enquadramento definida. O padrão de qualidade de cada classe de enquadramento é definido pela Resolução CONAMA n.º 357 de 17 de março de 2005, através de valores limite. Estes valores contemplam o parâmetro considerado indicador da qualidade das águas continentais concentração de coliformes termotolerantes, e constituem limites legais, sendo apresentados na seção seguinte.

Quanto ao impacto cumulativo de alteração da disponibilidade hídrica para abastecimento público, a capacidade de carga relaciona-se com a alteração admissível da função de vazão dos corpos de água da região que constituem mananciais para abastecimento público por forma a assegurar os seus usos.

Os usos da água serão os usos preponderantes, que são definidos pelo seu enquadramento conforme a Resolução CONAMA n.º 357 de 17 de março de 2005. A alteração da vazão dos mananciais é, assim, aquela que permite que a sua condição de qualidade se conforme com os padrões definidos pelo enquadramento. Como esta condição de qualidade não está definida legalmente, configura um limite de alteração aceitável.

VI.1.2.2. Limite legal

Como se refere na seção anterior, as funções dos corpos de água da região são estabelecidas pelo seu enquadramento. A Resolução CONAMA n.º 357 de 17 de março de 2005 estabelece os padrões de qualidade, sob a forma de valores limite, para cada classe de enquadramento identificada na região (classe especial, classe 1, classe 2 ou classe 3).

Assim, atendendo aos cursos de água da região com monitoramento considerados para a identificação dos impactos cumulativos (cf. Relatório Final da Fase de Avaliação de Impactos Cumulativos), todos os pontos de monitoramento encontram-se enquadrados em classe 2 (conforme Resolução CONAMA n.º 357 de 17 de março de 2005), com a exceção dos pontos na Vala do Viana (PM360) e no Valão dos Bois (IG301), os quais estão propostos para enquadrarem-se em classe 3. Desta forma, aplicam-se os padrões de qualidade para a classe 2 ou, no caso do ponto no rio Itaguaí, os padrões de qualidade da classe 3.

Considerando o parâmetro condição de qualidade do fator águas continentais que sofre interferência de impacto cumulativo, notadamente a concentração de coliformes termotolerantes, apresentam-se no quadro seguinte os valores limite, que se poderão entender como limites de alteração.

Quadro 23 – Limites de alteração, identificados através de limites legais estabelecidos pela Resolução CONAMA n.º 357 de 17 de março de 2005, para o parâmetro indicador da condição de qualidade das águas continentais

Corpos de água	Concentração de coliformes termotolerantes (coliformes /100 ml)**
Enquadrados com Classe especial*	Deverão ser mantidas a condições naturais do corpo de água
Enquadrados com Classe 1*	200
Enquadrados com Classe 2*	1000
Enquadrados com Classe 3*	4000

Nota: * conforme enquadramento dos corpos de água pelo art. 42 da Resolução CONAMA n.º 357 de 17 de março de 2005; ** para outros usos que não recreação de contato primário, que deve respeitar padrões de qualidade de balneabilidade estabelecidos por Resolução CONAMA n.º 274 de 2000, em classe 3 o padrão de qualidade refere-se a outros usos que não sejam recreação de contato secundário (limite 2500 /100 ml) e dessedentação de animais criados confinados (limite 1000 /100 ml).

Fonte: Témis/Nemus, 2019.

VI.1.2.3. Limite de alteração aceitável

Relativamente ao indicador “Razão entre demanda hídrica e disponibilidade hídrica”, a legislação aplicável no Litoral Sul Fluminense não estabelece diretamente um valor limite, em particular um valor que se conforme com o enquadramento.

Entretanto, o INEA utiliza um valor limite de outorga, pela Portaria SERLA n.º 567/2007, que corresponde a 50% da vazão de referência $Q_{7,10}$, por forma a manter a vazão ambiental mínima no corpo hídrico (art. 10º).

Para além da vazão mínima a manter para fins de preservação dos ecossistemas, interessa considerar também que o valor limite deverá assegurar os usos preponderantes, que são indicados pelo enquadramento, tal como discutido na seção VI.1.2.1. Assim, poderá ser necessária maior vazão que aquela definida pelo valor limite de outorga, por forma a diluir a carga poluente.

Para aferição desta vazão interessa considerar-se os trabalhos de Francisco e Oliveira (2008, 2009) dedicados à avaliação da sustentabilidade hídrica do município de Angra dos Reis e da RH-I.

Nestes trabalhos estima-se a capacidade de depuração dos corpos de água em função da qualidade estabelecida pelo enquadramento e do nível de eficiência no tratamento de esgoto. A qualidade estabelecida pelo enquadramento é aferida por via do parâmetro DBO, o parâmetro utilizado para avaliação de outorgas pela Agência Nacional de Águas (Resolução ANA n.º 1175, de 16 de setembro de 2013) e também no escopo da cobrança pelo uso da água (ex. caso da RH-II, pela Resolução do Comitê Guandu n.º 5 de 15 de dezembro de 2004), bem como no contexto da avaliação da condição dos corpos de água face ao enquadramento.

Francisco e Carvalho (2008) e Francisco e Oliveira (2009) consideram a seguinte equação para representar a capacidade de depuração do corpo de água, equivalendo-a à diluição da carga poluente:

$$\left(\frac{Q_{receptor}}{Q_{efluente}}\right) \geq \left(\frac{DBO_{efluente}}{DBO_{receptor}}\right) * (1 - K)$$

Onde $Q_{receptor}$ e $Q_{efluente}$ são, respectivamente, a vazão do corpo de água receptor necessária para diluição da $DBO_{efluente}$ e a vazão de efluente, e K é a eficiência do tratamento de efluente. Assumindo-se que $Q_{receptor}$ está limitado ao valor mínimo de 50% do $Q_{7,10}$, o valor máximo de $Q_{efluente}$ pode ser calculado por:

$$Q_{efluente} \leq Q_{receptor} \left(\frac{DBO_{receptor}}{DBO_{efluente}}\right) / (1 - K)$$

Assim, para assegurar o cumprimento do enquadramento a vazão no corpo de água deverá ser superior a 50% do $Q_{7,10}$ no caso em que, após tratamento, o $DBO_{efluente}$ é superior ao $DBO_{receptor}$, estipulada pelo enquadramento. Em particular, caso não exista tratamento de esgoto, o enquadramento só será assegurado caso a razão entre a vazão do efluente e a vazão do corpo de água receptor seja no máximo igual à razão entre $DBO_{receptor}$ e $DBO_{efluente}$.

Como se referiu anteriormente, o Grupo de Trabalho constituído no escopo do Projeto de Enquadramento dos Corpos de Água do Estado do Rio de Janeiro

realçou a importância de se considerar também o parâmetro coliformes fecais (ou termotolerantes) na avaliação do enquadramento.

De fato, os dados de DBO levantados para as águas continentais do Litoral Sul Fluminense, apresentados no Relatório Final da Fase de Avaliação de Impactos Cumulativos, evidenciam conformidade com o padrão de classe 1 de enquadramento em todos os municípios, com a exceção de Itaguaí, que se conforma apenas com classe 3 ou classe 4.

Estes resultados contrastam com os resultados obtidos para a concentração de coliformes termotolerantes nos mesmos pontos que, como se observou detalhadamente no mesmo relatório, se apresentam na sua grande maioria desconformes com o padrão da classe 2.

De fato, na elaboração da proposta de enquadramento dos corpos de água da RH-II, o CBH-Guandu se utilizou de três parâmetros de qualidade da água para avaliação da qualidade dos cursos de água da região hidrográfica: não foi utilizado apenas o DBO, mas também a concentração de coliformes e de fósforo (PROFILL, 2017a). Os resultados considerados para definição da proposta de enquadramento evidenciam que em alguns pontos de monitoramento localizados no Litoral Sul Fluminense, notadamente todos aqueles localizados no município de Mangaratiba, as exceções à classe 2 de enquadramento (a que vigora atualmente até à aprovação da proposta) só se observam na concentração de coliformes termotolerantes / fósforo e não no DBO, tornando relevante a consideração destes parâmetros no estabelecimento do enquadramento.

Assim, para o PAIC opta-se por utilizar a concentração de coliformes termotolerantes para avaliação da disponibilidade hídrica considerando a necessidade de depuração de efluentes. Embora a concentração de coliformes termotolerantes esteja sujeita a decaimento na água, por estes não apresentarem condições de desenvolvimento nesse meio (com mortalidade de 90% dos coliformes que se poderá estimar em 2,3 dias; cf. Metcalf & Eddy, 1991), considera-se razoável a utilização deste parâmetro neste escopo, dada a relativamente reduzida área das drenagens da região e considerando os benefícios de uma atitude precaucionária face ao impacto do efluente.

Desta forma, e assumindo uma concentração de coliformes termotolerantes média de 50.000 /100 ml no esgoto doméstico não tratado (cf. Metcalf & Eddy,

1991) e o padrão de qualidade de classe 2 de 1.000 /100 ml (que como se viu anteriormente se aplica na generalidade dos corpos de água do Litoral Sul Fluminense), verifica-se que a vazão nos corpos de água receptores deverá ser, caso não ocorra tratamento, cerca de 50 vezes superior àquela do efluente.

Conforme os dados apresentados no Relatório Final da Fase de Avaliação de Impactos Cumulativos no fator saneamento básico, essa será a situação que ocorre nos municípios de Paraty, Mangaratiba e Itaguaí.

Entretanto, no caso do município de Angra dos Reis importa considerar que existe um percentual de esgoto tratado que, de acordo com os dados apresentados no mesmo relatório, seria de 11% em 2017. Contabilizando o tratamento de esgoto no município de Angra dos Reis, assumindo uma eficiência de 98% de remoção de coliformes termotolerantes por desinfecção após tratamento convencional (Metcalf & Eddy, 1991), verifica-se que para Angra dos Reis a vazão do corpo de água receptor só terá de ser em média 45 vezes superior àquela do efluente, para este se diluir atingindo a qualidade de classe 2, exigindo-se, assim, uma menor vazão de diluição que para os restantes municípios.

Caso todo o esgoto fosse tratado com uma eficiência de 98% de remoção de coliformes termotolerantes ter-se-ia uma concentração de coliformes termotolerantes equivalente ao padrão do enquadramento em classe 2, pelo que não seria necessária capacidade de depuração do corpo de água receptor e o valor limite da demanda hídrica seria determinado apenas tendo em conta o aspecto quantitativo, neste caso avaliado pelo valor máximo outorgável.

No Quadro 24 apresenta-se o limite de alteração obtido para cada UHP para a demanda hídrica considerando o valor máximo outorgável e considerando a capacidade de depuração dos corpos de água, utilizando como vazão de referência a $Q_{7,10}$. Verifica-se que o valor limite da demanda hídrica se reduz grandemente, numa percentagem equivalente à eficiência do tratamento de esgoto requerida.

Quadro 24 – Limite de alteração da demanda hídrica por município e UHP da região Litoral Sul Fluminense estimado pelo valor máximo outorgável (limite quantitativo) e considerando a capacidade de depuração dos corpos de água (atual) (limite qualitativo).

Região Hidrográfica	Município	UHP	Curso de água	50% Q _{7,10} (m ³ /s)	Q _{Dep} atual* (m ³ /s)
I – Baía da Ilha Grande	Paraty	1 – Ponta da Juatinga	Córrego Cachoeira Grande	0,05	0,001
		2 – Rio Paraty-Mirim	Rio Paraty Mirim	0,55	0,022
		3 – Rio Perequê-Açú	Rio Perequê-Açú	0,65	0,026
		4 – Rios Pequeno e Barra Grande	Rio Barra Grande	0,3	0,012
			Rio da Graúna	0,2	0,008
		5 – Rio Taquari	Rio Taquari	0,4	0,016
	Rio São Roque		0,15	0,006	
	Angra dos Reis	6 – Rio Mambucaba	Rio Mambucaba	4,8	0,192
		7 – Rios Grataú e do Frade	Rio Grataú	0,15	0,007
			Rio do Frade	0,15	0,007
		8 – Rio Bracuí	Rio Bracuí	1,35	0,06
		9 – Rio Ariró	Rio Ariró	0,9	0,04
Rio Caputera			0,1	0,004	
10 – Rio do Meio	Rio do Meio	0,25	0,01		
11 – Rio Jacuecanga	Rio Jacuecanga	0,25	0,01		
12 – Rio Jacareí	Rio Jacareí	0,05	0,002		
II - Guandu	Mangaratiba	11 – Bacias Litorâneas	Rio Ingaíba	0,41	0,016
			Rio São Brás	0,12	0,005
			Total UHP	1,10	0,044
	Itaguaí	9 – Rio da Guarda	Rio Mazomba	0,65	0,026
			Rio da Guarda	0,26	0,01
			Total UHP	0,91	0,037

Nota: * Limite de vazão estimada considerando a capacidade de depuração dos corpos de água, equivalente a 2% do Q_{7,10} para os municípios de Paraty, Mangaratiba e Itaguaí (0% de esgoto tratado) e a 2,2% do Q_{7,10} para o município de Angra dos Reis (11% do esgoto tratado).

Fonte: Témis/Nemus (2019).

Vale ressaltar que no município de Angra dos Reis parte do efluente doméstico tratado, nas UHPs do Rio do Meio e do Rio Jacuecanga, é lançado em emissários submarinos na baía da Ilha Grande e não nas águas continentais do município.

VI.1.3. Significância dos impactos

VI.1.3.1. Introdução

No Relatório Final da Fase de Avaliação de Impactos Cumulativos caracterizaram-se os impactos cumulativos identificados como:

- Alteração da qualidade das águas: efeitos cumulativos sinérgicos, sobre a concentração de coliformes termotolerantes;
- Alteração da disponibilidade hídrica para abastecimento público: efeitos cumulativos sinérgicos sobre a razão entre demanda hídrica e disponibilidade hídrica.

Em seguida, apresenta-se a classificação dos impactos cumulativos identificados sobre o fator águas continentais do Litoral Sul Fluminense quanto às componentes natureza, escala espacial, duração, frequência, magnitude, significância e confiança, considerando os critérios apresentados na seção III.1.

VI.1.3.2. Classificação dos impactos cumulativos

VI.1.3.2.1. Natureza

Ambos os impactos identificados prejudicam o fator águas continentais, seja por alteração negativa da condição de qualidade das águas seja por diminuição da disponibilidade hídrica nos mananciais atuais ou futuros para abastecimento público. A classificação da componente natureza é, assim, negativa.

VI.1.3.2.2. Escala espacial

Quanto ao impacto alteração da qualidade das águas, o efeito abrange vários municípios do Litoral Sul Fluminense: três (Angra dos Reis, Mangaratiba, Itaguaí). O impacto classifica-se quanto à componente escala espacial como Regional.

No que diz respeito ao impacto de alteração da disponibilidade hídrica para abastecimento público, o efeito atinge dois municípios do Litoral Sul Fluminense (Angra dos Reis e Mangaratiba). O impacto classifica-se quanto à componente escala espacial como Regional.

VI.1.3.2.3. Duração

O impacto de alteração da qualidade das águas identificou-se com efeitos significativos na qualidade de corpos de água da região (concentração anual de coliformes termotolerantes), pelo que se classifica quando à componente duração como de Curto a Médio Prazo.

O impacto de alteração da disponibilidade hídrica para abastecimento público considera-se poder ter efeitos significativos durante mais de dez anos, classificando-se quanto à componente duração como de Longo Prazo.

VI.1.3.2.4. Frequência

O impacto de alteração da qualidade das águas ocorre constantemente devido à constância no tempo associada às ações estressoras (A1/A2). Considera-se, assim, de frequência Contínua.

O impacto de alteração da disponibilidade hídrica para abastecimento público ocorre quase constantemente, porque depende do impacto de alteração da qualidade das águas (de frequência contínua), para além do aumento da demanda hídrica ou informal (através de captações irregulares) e do aumento formal da demanda hídrica (através dos sistemas de abastecimento público), que ocorrerá de forma menos constante. Classifica-se com frequência Contínua.

VI.1.3.2.5. Magnitude

A componente Magnitude dos impactos cumulativos identifica a dimensão do efeito destes sobre a função do fator águas continentais.

No que diz respeito ao impacto alteração da qualidade das águas, uma quantificação do efeito sobre a função do fator pode ser investigada com os modelos da relação entre variáveis estressoras do impacto e variável indicadora da condição do fator, apresentados e estimados no Relatório Final da Fase de Avaliação de Impactos Cumulativos. Neste caso, obteve-se o seguinte modelo (com efeitos fixos para o ano) para o efeito da população residente, aplicável aos municípios de Angra dos Reis, Mangaratiba e Itaguaí (i):

$$Coliformes_{it} = e^{\alpha t} * e^{0,0087 * População\ residente_{it}} * e^{\varepsilon_{it}}$$

Onde “Coliformes” representa a concentração de coliformes termotolerantes em rios (NMP/100 ml). A “População residente” encontra-se especificada em habitantes / km².

Este modelo reproduz grande parte da variabilidade da variável concentração de coliformes termotolerantes média dos rios, notadamente 85%. No Quadro 25 apresentam-se as contribuições dos diferentes termos da equação referente ao efeito da população residente estimado pelo modelo para o período 2013-2017.

Quadro 25 – Estimativa da magnitude do impacto cumulativo sobre a concentração de coliformes termotolerantes dos corpos de água no período 2013 - 2017

Município	Efeitos fixos e resíduos para 2017* (NMP / 100 ml)	Termo do acréscimo da população residente (2013 – 2017)
Angra dos Reis	82791	1,15
Mangaratiba	197623	1,08
Itaguaí	13169	1,24

Nota: * efeito da população de 2013, efeitos fixos temporais e resíduo.
Fonte: Témis/Nemus, 2019.

Verifica-se que o termo referente ao acréscimo da população urbana no período em avaliação (2013-2017) corresponde a aumentos entre 8 e 24% na

concentração média anual de coliformes termotolerantes nos rios dos municípios, menor em Mangaratiba e maior em Itaguaí, face ao valor considerando os efeitos não explicados pela variável independente. Estas variações têm efeito na função do fator águas continentais, uma vez que no Relatório Final de Avaliação de Impactos Cumulativos identificam-se diversos corpos de água nos municípios de Angra dos Reis e Mangaratiba que sofreram uma desclassificação face ao enquadramento, notadamente:

- Município de Angra dos Reis: rios do Frade, Jurumirim e Caputera;
- Município de Mangaratiba: rio Itinguá.

Nestes corpos de água vale ressaltar que a variação da concentração média anual de coliformes termotolerantes atribuível ao impacto cumulativo identificado parece ser pequena face a outras ações estressoras, cujo efeito não se conseguiu elucidar, dada a variação observada no indicador no período 2012-2018 é bastante superior aos valores aferidos pelo efeito da população residente.

No município de Itaguaí não foram identificadas desclassificações deste tipo porque os rios monitorados se encontravam já em 2013 em classe 4, para a qual não se encontra definido o padrão de qualidade referente ao parâmetro concentração de coliformes termotolerantes. Entretanto, no mesmo relatório identificam-se diversos rios do município que sofreram um aumento da concentração média anual de coliformes termotolerantes no período 2013-2018, notadamente os rios Cação, Valão do Viana e Valão dos Bois.

Assim, a magnitude do impacto cumulativo sobre a concentração de coliformes termotolerantes nos corpos de água do Litoral Sul Fluminense classifica-se como Moderada, dado que existe um efeito não mínimo na função do fator em corpos de água de dois municípios (Angra dos Reis e Mangaratiba), mas também a possibilidade de recuperação da sua função a médio prazo se forem adotadas medidas corretivas deste impacto, como o incremento de coleta e tratamento de esgoto doméstico.

Relativamente ao impacto de alteração da disponibilidade hídrica para abastecimento público, a avaliação da magnitude do impacto envolve também a avaliação do seu efeito sobre a função do fator águas continentais, devido ao efeito sobre a disponibilidade hídrica e ao efeito sobre a qualidade da água, porque são

ambas suporte dos diversos usos da água e, assim, da função das águas continentais.

Assim, para a avaliação da magnitude interessa considerar as UHP com mananciais atuais ou futuros, notadamente as UHPs Rio do Meio, Rio Jacuecanga, Rio Jacareí e Rio Bracuí (manancial futuro), no município de Angra dos Reis, e UHP Bacias Litorâneas Margem Direita, no município de Mangaratiba.

O impacto resulta das ações estressoras A1/A2 sobre a população residente, pelo que o aumento da demanda hídrica (assumindo-se a predominância do uso para abastecimento público formal ou informal e das fontes de água superficiais) deverá ser proporcional ao aumento da população. Considerando os dados de população residente apresentados no Relatório Final da Fase de Avaliação de Impactos Cumulativos é possível observar o seguinte:

- No município de Angra dos Reis a população aumentou cerca de 36% no período 2005-2016;
- No município de Mangaratiba a população aumentou cerca de 42% no período 2005-2016.

Para se averiguar se esta variação tem ou não um efeito considerável na função quantitativa do fator águas continentais, interessa verificar se se identificaram situações de déficit hídrico para os mananciais em estes municípios. Nota-se aqui o seguinte:

- O PERH do Estado do Rio de Janeiro identificava em 2014 a ocorrência de déficit hídrico para os mananciais do município de Angra dos Reis, sendo proposto manancial alternativo no rio Bracuí (cf. Relatório Final da Fase de Levantamento de Dados);
- Apesar do PERH do Estado do Rio de Janeiro (2014) não identificar a ocorrência de déficit hídrico no manancial do rio do Saco, o PERH Guandu (2017) indica, após uma análise de demanda ao nível de corpos de água, a existência atualmente de situação de déficit hídrico no município, propondo-se um sistema de transposição entre o reservatório das Lajes e a bacia do rio do Saco.

Estes resultados indicam que o aumento da demanda hídrica está a contribuir para a falência da função de disponibilidade hídrica para abastecimento público nos municípios de Angra dos Reis e Mangaratiba, pelo que se considera que o impacto

tem efeito considerável na função quantitativa do fator águas continentais. A recuperação da função quantitativa do fator a médio prazo é dificultada, porque exige a implementação de mananciais alternativos. Considera-se, assim, para o impacto cumulativo uma magnitude Moderada a Alta.

Para avaliar o efeito do impacto sobre a função qualidade das águas superficiais torna-se necessário observar a evolução do indicador concentração de coliformes termotolerantes média anual nas UHP onde se localizam os mananciais. Considerando os dados apresentados no Relatório Final da Avaliação de Impactos Cumulativos a este respeito, observa-se:

- UHP Rio do Meio: rio do Meio apresenta-se com qualidade conforme classe 4 ao longo do período 2013-2018;
- UHP Rio Jacuecanga: rio Jacuecanga apresenta-se com qualidade conforme classe 3 ao longo de todo o período 2013-2018;
- UHP Rio Jacareí: rio Cantagalo apresenta-se com qualidade conforme classe 4 ao longo de todo o período 2013-2018;
- UHP Bacias Litorâneas Margem Direita: rio do Saco apresenta-se com qualidade conforme classe 4 ao longo de todo o período 2013-2018.

Uma vez que a classe de qualidade se manteve em todos os cursos de água monitorados ao longo do período 2013-2018, não se evidencia que o aumento de demanda hídrica nestas UHPs tenha resultado em efeito considerável sobre a função qualitativa das águas continentais locais. Entretanto, o período monitorado é bastante recente, não permitindo uma avaliação da magnitude impacto desde 2005.

VI.1.3.2.6. Significância

A significância dos impactos cumulativos é aferida considerando os limites de alteração do fator águas continentais.

Considerando o impacto de alteração da qualidade das águas, classificou-se a magnitude como Moderada, porque contribuiu para a alteração da função de alguns corpos de água nos municípios de Angra dos Reis e Mangaratiba. De acordo com o apresentado no Relatório Final de Fase de Avaliação de Impactos

Cumulativos, na situação atual o limite de alteração para este indicador já foi ultrapassado em diversos corpos de água em que ocorre monitoramento:

- Município de Angra dos Reis (limite de alteração de 1000 NMP/100 ml – classe 2): rios Mambucaba, do Frade, Jurumirim, Campo Alegre, Caputera, do Meio, Jacuecanga, Cantagalo;
- Município de Mangaratiba (limite de alteração de 1000 NMP/100 ml – classe 2): rios São Brás, do Saco, Sahy e Itinguçú;
- Município de Itaguaí (limite de alteração de 1000 NMP/100 ml – classe 2 ou 4000 NMP/100 ml – classe 3, conforme o corpo de água): rios Cação, Canal do Viana, da Guarda e Valão dos Bois.

Estes corpos de água correspondem à quase totalidade dos corpos de água onde há monitoramento no Litoral Sul Fluminense, excetuando-se apenas o rio Bracuí, em Angra dos Reis, e o rio Ingaíba, em Mangaratiba. Merecem especial realce os casos dos rios, Jurumirim, Caputera, do Meio e Cantagalo, em Angra dos Reis, do Saco, Sahy e Itinguçú, em Mangaratiba, e rios Cação e da Guarda, em Itaguaí, nos quais a concentração de coliformes termotolerantes atual corresponde a classe 4 de enquadramento, quando o limite de alteração corresponde à classe 2.

Entretanto, a maioria dos corpos de água em que o limite de alteração se encontra atualmente excedido partiu de uma situação, em 2013, em que esta situação já se verificava (exceção apenas do rio do Frade em Angra dos Reis e rio Sahy em Mangaratiba). Assim, considera-se que o impacto cumulativo sobre a concentração de coliformes termotolerantes dos corpos de água se classifica como Significativo (ao invés de Muito significativo), porque os dados disponíveis não permitem a aferição se a excedência do limite de alteração foi posterior a 2005, ano base da abrangência temporal do PAIC.

Considerando-se agora o impacto cumulativo de alteração da disponibilidade hídrica para abastecimento público, considerou-se na seção anterior uma magnitude Moderada a Alta, porque terá contribuído para a alteração da função quantitativa das águas continentais do Litoral Sul Fluminense utilizadas como mananciais de abastecimento público.

Considerando as UHPs em que este impacto incide (Rio do Meio, Rio Jacuecanga, Rio Jacareí e Bacias Litorâneas Margem Direita), os dados de

demanda hídrica apresentados no Relatório Final da Fase de Avaliação de Impactos Cumulativos evidenciam a ultrapassagem do limite de alteração quantitativo (vazão máxima outorgável) apenas na UHP Jacareí. Relativamente ao limite de alteração qualitativo (vazão necessária para depuração dos corpos de água) verifica-se ultrapassagem em todas as UHPs consideradas. Os dados de qualidade da água nas mesmas UHPs, apresentados no escopo da avaliação do impacto de alteração da qualidade das águas, suportam a falta de capacidade de depuração nas bacias, devido à não conformidade com o padrão de qualidade da classe 2.

Assim, considera-se que o impacto cumulativo de alteração da disponibilidade hídrica para abastecimento público é Significativo.

VI.1.3.2.7. Confiança

Tendo em conta o nível de confiança na avaliação da capacidade de carga / limite de alteração e da magnitude de cada impacto, classifica-se a componente confiança do seguinte modo:

- Impacto de alteração da qualidade das águas:
 - Alteração da concentração de coliformes termotolerantes: confiança Moderada a Alta na avaliação da capacidade de carga (uma vez que existe uma proposta de enquadramento para a RH-II ainda não aprovada), confiança Baixa a Moderada na avaliação da magnitude – classificação global de confiança Baixa a Moderada;
- Impacto de redução da disponibilidade de águas continentais para abastecimento público: confiança Moderada na avaliação da capacidade de carga, Baixa a Moderada na avaliação da magnitude – confiança global de Baixa a Moderada.

Quadro 26 – Classificação do impacto “Aumento da concentração de coliformes termotolerantes em águas continentais”.

Componente	Classificação	Justificativa
Natureza	Negativa	O impacto prejudica o fator por alterações negativas na condição de qualidade das águas continentais.
Escala espacial	Regional	O impacto alcança três municípios do Litoral Sul Fluminense (Angra dos Reis, Mangaratiba e Itaguaí).
Duração	Curto a Médio Prazo	O impacto influi na qualidade anual dos rios.
Frequência	Contínua	O impacto ocorre continuamente sobre a concentração de coliformes termotolerantes.
Magnitude	Moderada	O impacto tem um efeito considerável na função das águas continentais, existindo a possibilidade de recuperação da sua função de curto a médio prazo.
Significância	Significativo	O impacto é significativo face aos limites de alteração identificados quanto à concentração de coliformes termotolerantes, dado o limite de alteração já ter sido excedido na grande maioria dos corpos de água monitorados.
Confiança	Baixa a Moderada	Existe alguma incerteza na avaliação da significância do impacto cumulativo, notadamente na avaliação da sua magnitude.

Fonte: Témis/Nemus, 2019.

Quadro 27 – Classificação do impacto “Redução da disponibilidade de águas continentais para abastecimento público”.

Componente	Classificação	Justificativa
Natureza	Negativa	O impacto prejudica o fator por alterações negativas na quantidade das águas continentais e na sua função de qualidade, por afetação da capacidade de depuração dos corpos de água.
Escala espacial	Regional	O impacto alcança dois municípios do Litoral Sul Fluminense (Angra dos Reis e Mangaratiba).
Duração	Longo Prazo	O impacto poderá ter efeitos significativos durante mais de dez anos.

Componente	Classificação	Justificativa
Frequência	Contínua	O impacto ocorre continuamente sobre a disponibilidade hídrica para abastecimento público.
Magnitude	Moderada a Alta	O impacto tem um efeito considerável sobre a função quantitativa das águas continentais (capacidade de suprir a demanda para abastecimento público), sendo a recuperação da função a médio prazo dificultada, porque exige a implementação de mananciais alternativos.
Significância	Significativo	O impacto é significativo face aos limites de alteração identificados, considerando os aspectos quantitativos e qualitativos da função das águas continentais.
Confiança	Baixa a Moderada	Existe alguma incerteza na avaliação da significância do impacto cumulativo, notadamente na avaliação da sua magnitude.

Fonte: Témis/Nemus, 2019.

VI.1.4. Estimativa do estado futuro

Na seção anterior determinaram-se impactos cumulativos significativos resultantes dos empreendimentos em estudo sobre o fator Águas continentais aquele de:

- Alteração da qualidade das águas, indicado pela concentração média anual de coliformes termotolerantes;
- Redução da disponibilidade de águas continentais para abastecimento público, indicado pela razão entre demanda hídrica e disponibilidade hídrica.

VI.1.4.1. Alteração da qualidade das águas

Tomando-se o impacto de **alteração da qualidade das águas**, de acordo com análise apresentada no Relatório Final de Avaliação de Impactos Cumulativos, que efetua uma reavaliação de estressores pré-selecionados na Fase de Escopo,

importam na evolução do indicador concentração média anual de coliformes termotolerantes os seguintes estressores:

- Ações estressoras dos empreendimentos em estudo, notadamente: demanda por mão de obra (A1) e demanda adicional de insumos, serviços e imóveis (2), por intermédio do efeito sobre a população residente e no nível de atendimento de esgotamento sanitário.

Neste contexto e considerando os dados disponíveis apresentados no Relatório Final da Fase de Levantamento de Dados, estimou-se para o indicador concentração de coliformes termotolerantes e para o período 2013-2017 um modelo relacionando os estressores identificados, notadamente:

- Modelo de regressão da concentração média anual de coliformes termotolerantes em rios e córregos em função da população residente por unidade área;
- O estressor nível de atendimento de esgotamento sanitário (coleta) verificou-se sem efeito no período analisado.

O modelo não permite explicar toda a variação observada nos dados históricos da concentração de coliformes termotolerantes em rios e córregos indicando que existem outros estressores que não estão representados pelo modelo. Entretanto, o modelo reproduz a maior parte importante dessa variação - pelo menos 57%.

Assim, para a estimação do estado final da condição de qualidade das águas continentais, numa situação de manutenção do serviço atual de esgotamento sanitário (coleta e tratamento), considera-se o modelo estimado para o efeito da população residente, adotando-se a formulação base, dado a dificuldade no momento atual de se assumir efeitos específicos temporais aplicáveis ao período de projeção. A formulação deste modelo é a seguinte:

$$Coliformes_{it} = e^{8,7189} * e^{0,0086 * PopulaçãoResidente_{it}} * e^{\varepsilon_{it}}$$

Onde Coliformes representa a concentração de coliformes termotolerantes em rios (NMP/100mL) e PopulaçãoResidente representa a população residente por unidade de área em cada município (hab./km²).

Para efetuar a previsão para o município de Paraty e tendo em conta o número reduzido de anos com dados de concentração média de coliformes termotolerantes

(apenas desde 2013), que impossibilita a determinação de um modelo específico para o município com significado estatístico, estimou-se um modelo de painel para o efeito da população residente considerando os dados de 2013-2017 dos quatro municípios do Litoral Sul Fluminense. Obteve-se assim a seguinte formulação, com significado estatístico ao nível dos 5% na variável regressora população residente por unidade de área em cada município e explicação de cerca de 70% da variabilidade da concentração média de coliformes termotolerantes:

$$Coliformes_{it} = e^{8,408} * e^{0,0095 * PopulaçãoResidente_{it}} * e^{\varepsilon_{it}}$$

Para informação da evolução futura dos estressores da condição de qualidade das águas continentais, recorreu-se aos cenários de evolução da população residente na região considerados no fator habitação, notadamente A (mais pressionante) e B (tendencial), bem como aos cenários de evolução do tratamento do esgoto desenvolvidos para o Prognóstico do PERH-Guandu (PROFILL, 2017b), referentes a RH-II, considerados aplicáveis aos municípios de Itaguaí e Mangaratiba. O PRH da RH-I encontra-se em desenvolvimento, não se dispondo de momento do relatório de Prognóstico. Assim, para a RH-I consideram-se cenários semelhantes aos assumidos para a RH-II, com os ajustes necessários.

Por forma a conjugar os dois tipos de cenários, populacionais e de saneamento, consideraram-se os cenários seguintes:

- Cenário A (Crítico): a população dos municípios segue o nível de crescimento verificado na última década; o tratamento de esgoto nos municípios mantém-se sem alteração face à situação atual;
- Cenário B (Tendencial): o crescimento natural e a migração evoluem de acordo com a tendência de diminuição observada na última década; o tratamento de esgoto nos municípios é realizado nas zonas com maiores problemas de poluição e preferencialmente nos municípios que possuem já infraestrutura de tratamento de esgoto (Angra dos Reis), onde atingem 20% em 2022, 30% em 2027 e 40% em 2042, atingindo 22% em 2030 no mínimo em cada município.

Uma vez que os modelos estimados não utilizam como variável regressora o nível de tratamento de esgotamento sanitário, essa variável foi introduzida considerando a aplicação de um fator (K_{esgsan}) ao total de população residente, calculado de acordo com o nível de tratamento de esgoto através do seguinte:

$$K_{esgsan,it} = ((1 - \text{NívelTratamentoEsgoto}_{it}) + \text{NívelTratamentoEsgoto}_{it} * 1/50)$$

Onde $\text{NívelTratamentoEsgoto}$ é a fração da população residente com tratamento do seu esgoto sanitário adicional à situação em 2018, que considera um nível de tratamento de esgoto de 11% em Angra dos Reis e 0% nos restantes municípios.

Este fator assume que a população atendida com tratamento de esgoto origina uma carga de coliformes termotolerantes 50 vezes inferior a aquela resultante da população sem tratamento do esgoto sanitário, considerando a concentração média de coliformes termotolerantes de 50.000 NMP/100 ml no esgoto doméstico não tratado (Metcalf & Eddy, 1991) e um tratamento de esgoto por forma a atingir qualidade conforme padrão de Classe 2 (1000 NMP/100 ml).

Os modelos utilizados para estimar a concentração média futura de coliformes termotolerantes são os seguintes, respectivamente para os municípios de Angra dos Reis, Mangaratiba e Itaguaí e para o município de Paraty:

$$\text{Coliformes}_{it} = e^{8,7189} * e^{0,0086 * \text{PopulaçãoResidente}_{it} * K_{esgsan,it}} * e^{\varepsilon_{it}}$$

$$\text{Coliformes}_{it} = e^{8,408} * e^{0,0095 * \text{PopulaçãoResidente}_{it} * K_{esgsan,it}} * e^{\varepsilon_{it}}$$

Os cenários são concretizados para a população residente e o nível de atendimento de tratamento de esgoto sanitário para 2025 e 2030 para os municípios da região, conforme o indicado nos Quadro 28 e Quadro 29.

Quadro 28 – Projeção da população residente por área (habitantes) para Cenário A e Cenário B de evolução da região Litoral Sul Fluminense

Município	Cenário A (Crítico)		Cenário B (Tendencial)	
	2025	2030	2025	2030
Itaguaí	139.404 (+1,46%)	148.984 (+1,34%)	135.684 (+1,07%)	140.708 (+0,73%)

Município	Cenário A (Crítico)		Cenário B (Tendencial)	
	2025	2030	2025	2030
Mangaratiba	50.577 (+2,11%)	55.485 (+1,87%)	46.867 (+1,01%)	47.684 (+0,35%)
Angra dos Reis	224.216 (+1,62%)	241.186 (+1,47%)	216.829 (+1,13%)	224.717 (+0,72%)
Paraty	46.868 (+1,36%)	49.879 (+1,25%)	46.371 (+1,21%)	48.501 (+0,94%)

Notas: em parêntesis TGCA da população residente considerada.

Fonte: Témis/Nemus, 2019.

Quadro 29 – Projeção do nível de atendimento de tratamento de esgoto sanitário (face a população residente) para Cenário A e Cenário B de evolução da região Litoral Sul Fluminense

Município	Cenário A (Crítico)		Cenário B (Tendencial)	
	2025	2030	2025	2030
Itaguaí	0%	0%	0%	22%
Mangaratiba	0%	0%	0%	22%
Angra dos Reis	11%	11%	26%	32%
Paraty	0%	0%	0%	22%

Fonte: Adaptado de PROFILL (2017b) com cálculos próprios.

A concretização da evolução do indicador concentração média anual de coliformes termotolerantes em rios e córregos para os cenários A e B é apresentada no Quadro 30, aplicando a tendência de evolução resultante do modelo aos valores obtidos dos dados para 2018.

Quadro 30 – Projeção da concentração de coliformes termotolerantes média anual (NMP/100ml) em rios e córregos em cada município para Cenário A e Cenário B de evolução da região Litoral Sul Fluminense

Município	2018*	Cenário A (Crítico)		Cenário B (Tendencial)	
		2025	2030	2025	2030
Itaguaí	267.505	408.535 (+53%)	551.844 (+35%)	363.515 (+36%)	164.241 (-55%)

Município	2018*	Cenário A (Crítico)		Cenário B (Tendencial)	
		2025	2030	2025	2030
Mangaratiba	6.799	8.019 (+18%)	9.020 (+12%)	7.337 (+8%)	5.849 (-20%)
Angra dos Reis	12.069	15.469 (+28%)	18.462 (+19%)	10.273 (-15%)	9.602 (-7%)
Paraty	1.808	1.888 (+4%)	1.947 (+3%)	1.878 (+4%)	1.726 (-8%)

Nota: * média em cada município dos valores obtidos para rios e córregos com dados em 2018; condição face aos valores limite da Resolução CONAMA n.º 357/2005 de 17 de março, Classe 1: até 200 /100 ml, Classe 2: até 1000 /100 ml, Classe 3: até 4000 /100 ml, Classe 4: superior a 4000 /100 ml.

Fonte: Témis/Nemus, 2019.

Para o Cenário A prevê-se, até 2030, o aumento da concentração de coliformes termotolerantes média anual em todos os municípios, decorrendo do aumento da população residente sem a alteração do saneamento. Esta alteração dá-se de forma mais rápida no primeiro período, de 2018 até 2025, verificando-se um incremento total do indicador (entre 2018 e 2030) entre 8% em Paraty e 106% em Itaguaí, com valores intermédios de 33% em Mangaratiba e 53% em Angra dos Reis. Assim, embora no contexto da região o crescimento previsto da população residente seja maior em Mangaratiba (cf. Quadro 28) é em Itaguaí que se obtém o maior crescimento da concentração de coliformes termotolerantes (que passa para um valor de mais do dobro daquele de 2018), por ser nesse município que se tem a maior densidade populacional (e que que se prevê que em 2030 seja cerca de 3,5 vezes a de Mangaratiba).

Por sua vez em Paraty o relativamente reduzido aumento da população conjuga-se com uma maior área face aos demais municípios, obtendo-se relativamente reduzidos aumentos de densidade populacional e por consequência, de concentração de coliformes termotolerantes.

Face ao limite de alteração definido para o indicador e considerando o padrão de Classe 2 (aplicável à grande maioria dos rios e córregos monitorizados na região), estes resultados significam que o estado final de qualidade das águas superficiais interiores deverá, em termos médios, exceder o limite de alteração em todos os municípios da região, ampliando-se o afastamento que já se verifica atualmente. No caso de Paraty, o valor médio previsto para 2030 é conforme a

Classe 3, mas nos restantes municípios obtêm-se valores característicos de Classe 4, tal como atualmente.

Considerando os resultados obtidos para o Cenário B, prevê-se até 2025 um aumento mais reduzido no valor do indicador que no cenário A (ou mesmo uma redução no caso de Angra dos Reis), seguido de uma redução nos cinco anos seguintes em todos os municípios do Litoral Sul Fluminense, impulsionada pela melhoria no tratamento dos esgotos. O estado final em 2030 corresponde, neste cenário, a um menor valor do indicador face ao valor de 2018, com redução total (entre 2018 e 2030) de 5% em Paraty a 39% em Itaguaí, com valores intermédios de 14% em Mangaratiba e 20% em Angra dos Reis. Não obstante a melhoria no valor do indicador, todos os municípios apresentam em 2030 a mesma condição de qualidade que em 2018, notadamente: Classe 3 em Paraty e Classe 4 nos restantes municípios.

Daqui se conclui que no final da abrangência temporal do PAIC o efeito cumulativo dos empreendimentos em estudo deverá provocar, no cenário mais crítico, uma degradação da qualidade das águas continentais, aumentando-se em média o afastamento ao limite de alteração em todos os municípios do Litoral Sul Fluminense. Em todo o caso, a condição de qualidade das águas continentais, notadamente os usos que são suportados pela qualidade das águas, não deverá alterar-se mantendo-se a região com qualidade conforme Classe 4 ou, caso de Paraty, Classe 3. Estes resultados confirmam o significado atribuído ao impacto de alteração da qualidade das águas de nível significativo.

Entretanto, a melhoria do saneamento dos municípios, notadamente com o aumento do tratamento do esgoto gerado, poderá atenuar essa degradação e afastamento, embora a evolução no saneamento perspectivada (que não corresponde ao nível considerado adequado para a boa condição do fator saneamento básico) não surta efeitos apreciáveis sobre a condição de qualidade no horizonte temporal estudado.

O caso mais crítico é o de Itaguaí, que é o município que parte em 2018 com menor qualidade nos corpos hídricos e que mantém até 2030 a maior densidade populacional da região.

Comparativamente, em Paraty a ação estressora dos empreendimentos não foi notada de forma significativa, obtendo-se uma evolução que conduz a menor

degradação dos corpos hídricos face à restante região, com uma alteração do indicador pouco significativa considerando a evolução perspectivada da população do município (aumento de 3%). A melhoria de saneamento que se perspectiva poder acontecer na abrangência temporal do PAIC, notadamente a implantação de capacidade de tratamento de esgoto que sirva pelo menos 22% da população em 2030, não deverá ser capaz, considerando os dados reunidos, de melhorar significativamente a condição de qualidade das águas continentais desse município, que se mantém acima do limite de alteração definido genericamente como Classe 2.

Partindo da evolução da condição do fator perspectivada a nível regional e municipal, interessa agora discutir-se as possíveis repercussões ao nível local para os corpos de água do Litoral Sul Fluminense, na hipótese sempre redutora de concretização local das tendências regionais.

Retomando a análise por corpo de água efetuada no Relatório Final da Fase de Avaliação de Impactos Cumulativos aplica-se a evolução emanada da análise regional para os corpos de água monitorizados, estimando-se, assim, a sua condição futura, que se apresenta no Quadro 31. Os valores obtidos devem ser considerados apenas como indicativos dado que os valores locais anuais estão afetados por diversos efeitos (temporais e espaciais) de pequena escala que não estão contabilizados ao nível regional, os quais resultam importantes variações do indicador de ano para ano ou entre corpos de água.

Quadro 31 – Estimativa de estado final de concentração de coliformes termotolerantes em cursos de água do Litoral Sul Fluminense e condição face aos valores limite da Resolução CONAMA n.º 357/2005 de 17 de março

Município	Curso de água (estação de monitoramento)	Concentração média anual de coliformes termotolerantes (NMP/100 ml) (classe de qualidade*)		
		2018	2030 CA	2030 CB
Itaguaí	Rio Cação (CA140)	12.680 (Classe 4)	26.158 (Classe 4)	7.785 (Classe 4)
	Rio Canal do Viana (PM360)	980.000 (Classe 4)	2.021.669 (Classe 4)	601.694 (Classe 4)

Município	Curso de água (estação de monitoramento)	Concentração média anual de coliformes termotolerantes (NMP/100 ml) (classe de qualidade*)		
		2018	2030 CA	2030 CB
	Rio da Guarda (GR100)	41.000 (Classe 4)	84.580 (Classe 4)	25.173 (Classe 4)
	Rio Valão dos Bois (IG301)	36.340 (Classe 4)	74.967 (Classe 4)	22.312 (Classe 4)
Mangaratiba	Rio Ingaíba (IG0010)	810 (Classe 2)	1.075 (Classe 3)	697 (Classe 2)
	Rio São Brás (SA030)	1.233 (Classe 3)	1.636 (Classe 3)	1.061 (Classe 3)
	Rio do Saco (SC490)	22.380 (Classe 4)	29.688 (Classe 4)	19.252 (Classe 4)
	Rio Sahy (SH300)	4.118 (Classe 4)	5.463 (Classe 4)	3.542 (Classe 3)
	Rio Itinguçú (IU100)	5.456 (Classe 4)	7.237 (Classe 4)	4.693 (Classe 4)
Angra dos Reis	Rio Mambucaba (MB0080)	1.177 (Classe 3)	1.800 (Classe 3)	936 (Classe 2)
	Rio do Frade (FR0010)	1.427 (Classe 3)	2.182 (Classe 3)	1.135 (Classe 3)
	Rio Bracuí (BC0060)	839 (Classe 2)	1.284 (Classe 3)	668 (Classe 2)
	Rio Jurumirim (JM0030)	6.400 (Classe 4)	9.790 (Classe 4)	5.092 (Classe 4)
	Rio Campo Alegre (CA0010)	1.843 (Classe 3)	2.820 (Classe 3)	1.467 (Classe 3)
	Rio Caputera (CT0050)	59.267 (Classe 4)	90.662 (Classe 4)	47.152 (Classe 4)
	Rio do Meio (MI0010)	28.667 (Classe 4)	43.852 (Classe 4)	22.807 (Classe 4)
	Rio Jacuecanga (JC0010)	3.133 (Classe 3)	4.793 (Classe 4)	2.493 (Classe 3)
	Rio Cantagalo (CG0010)	5.867 (Classe 4)	8.974 (Classe 4)	4.667 (Classe 4)

Município	Curso de água (estação de monitoramento)	Concentração média anual de coliformes termotolerantes (NMP/100 ml) (classe de qualidade*)		
		2018	2030 CA	2030 CB
Paraty	Rio da Barra Grande (BG0040)	700 (Classe 2)	754 (Classe 2)	668 (Classe 2)
	Rio Corisco (CR0070)	1.127 (Classe 3)	1.177 (Classe 3)	1.076 (Classe 3)
	Rio Grauna (GU0100)	326 (Classe 2)	351 (Classe 2)	311 (Classe 2)
	Rio dos Meros (ME0020)	1.227 (Classe 3)	1.321 (Classe 3)	1.171 (Classe 3)
	Rio Perequeaçu (PE0024)	3.167 (Classe 3)	3.411 (Classe 3)	3.023 (Classe 3)
	Rio Parati-Mirim (PM0090)	4.300 (Classe 4)	4.632 (Classe 4)	4.105 (Classe 4)

Notas: * classificação da concentração de coliformes termotolerantes (usos gerais): Classe 1: até 200 /100 ml, Classe 2: até 1000 /100 ml, Classe 3: até 4000 /100 ml, Classe 4: superior a 4000 /100 ml; CA – Cenário A (Crítico), CB – Cenário B (Tendencial); a negrito situação desfavorável para a qualidade da água.

Fonte: Témis/Nemus, 2019.

Os resultados sugerem, para os corpos de água monitorados, algumas alterações face ao limite de alteração definido para o indicador (conforme Classe 2 da Resolução CONAMA n.º 357/2005 de 17 de março, na generalidade dos casos, ou Classe 3 nos locais PM360 e IG301).

No Cenário A prevê-se que o limite de alteração passe a ser excedido em 2030 em dois corpos de água atualmente com boa condição (conforme Classe 2), notadamente no rio Ingaíba (Mangaratiba) e no Bracuí (Angra dos Reis). É de registrar ainda em Angra dos Reis a degradação significativa do rio Jacuecanga com a sua condição de qualidade a passar, em termos médios, de Classe 3 para Classe 4.

Em Itaguaí e Paraty não se prevê que a degradação da qualidade altere a condição dos corpos de água, notando-se que os rios da Barra Grande e Grauna se manterão conforme Classe 2, não obstante a redução da qualidade prevista.

No Cenário B, a ação conjunta do menor crescimento populacional e da melhoria do saneamento deverá resultar na recuperação de boa condição no rio

Mambucada (Angra dos Reis) que se encontra atualmente em condição desfavorável (Classe 3). Merece ainda menção o caso dos rios São Brás (Mangaratiba) e Corisco (Paraty), que apresentam em 2030 um valor médio de concentração de coliformes termotolerantes já muito próximo do limite da Classe 2 (1000 /100 ml).

Em Mangaratiba refira-se ainda a melhoria da condição no rio Sahy que, no Cenário B, passaria em termos médios, a conformar-se com a Classe 3, sem, no entanto, atingir a boa condição face ao limite de alteração definido.

Assim, em 2030 prevê-se, em qualquer um dos cenários, que a maioria dos corpos de água monitorados atualmente na região e nos municípios se apresentem em condição de qualidade inadequada face ao limite de alteração definido:

- Município de Itaguaí: rios Cação, Canal do Viana, da Guarda e Valão dos Bois (todos os rios monitorados);
- Município de Mangaratiba: rios Itinguçú, do Saco, Sahy e São Brás (80% dos rios monitorados);
- Município de Angra dos Reis: rios do Frade, Jurumirim, Campo Alegre, Caputera, do Meio, Jacuecanga e Cantagalo (78% dos rios monitorados);
- Município de Paraty: rio Corisco, dos Meros, Perequeaçu e Parati-Mirim (67% dos rios monitorados).

VI.1.4.2. Disponibilidade de águas continentais para abastecimento público

Considera-se agora o impacto da redução da **disponibilidade de águas continentais para abastecimento público**, com interferência no indicador “razão entre demanda hídrica e disponibilidade hídrica”. De acordo com análise apresentada no Relatório Final da Fase de Avaliação de Impactos Cumulativos, importam na evolução desse indicador os seguintes estressores:

- Ações estressoras dos empreendimentos em estudo, notadamente: demanda por mão de obra (A1) e demanda adicional de insumos, serviços e imóveis (A2), por intermédio do efeito sobre a população

residente e conseqüente aumento da demanda de água para abastecimento público.

Neste contexto, e considerando os dados disponíveis apresentados no Relatório Final da Fase de Avaliação de Impactos Cumulativos, estimou-se que o impacto estaria ocorrendo nas UHPs dos municípios de Angra dos Reis e Mangaratiba onde se localizam os mananciais para abastecimento público: UHPs Rio do Meio, Rio Jacuecanga, Rio Jacareí e Rio Bracuí (manancial futuro) em Angra dos Reis e UHP Bacias Litorâneas Margem Direita em Mangaratiba.

Assim, para estimação do estado final da condição de quantidade das águas continentais resultante do impacto identificado, faz-se necessário calcular a demanda hídrica para abastecer a população residente futura na região, informada pelos cenários considerados no fator habitação, notadamente A (mais pressionante) e B (tendencial), e avaliar-se sua razão face à disponibilidade hídrica em cada UHP.

A demanda hídrica para abastecimento humano é estimada a partir dos quantitativos da população residente para cada UHP, em 2018, apresentados no PRH-BIG (PROFILL, 2019) e PERH-Guandu (PROFILL, 2017b), e nos cenários A e B, aplicando-se os consumos *per capita* em cada município e a população urbana apresentados no Diagnóstico dos Serviços de Água e Esgotos 2017 (SNIS, 2017), e um consumo de 125 L/hab.dia para a população rural, conforme a Nota Técnica n.º 56/2015/SPR da Agência Nacional de Águas, seguindo-se a metodologia que foi aplicada no PRH-BIG (cf. Quadro 32). Nesta metodologia, não se consideram, por simplificação, as perdas de água ocorrentes nos sistemas de abastecimento.

Quadro 32 – Consumos per capita considerados para a população urbana de cada município

Município	Consumo per capita da população urbana (L/hab.dia)
Itaguaí	205,8
Mangaratiba	231,41
Angra dos Reis	151,92 (350 na UHP sede)
Paraty	156,63 (350 na UHP sede)

Município	Consumo per capita da população urbana (L/hab.dia)
Seropédica*	212,41

Nota: * necessário para estimar consumo na UHP Rio da Guarda (RH-II).

Fonte: SNIS, 2017; ANA, 2003.

Neste exercício considera-se apenas o efeito da população residente sobre a disponibilidade hídrica, assumindo-se, como se apurou anteriormente, que não existe um efeito direto sensível dos empreendimentos considerados no PAIC sobre a demanda hídrica. Assim, os consumos referentes aos usos industrial, agrícola, dessedentação e minerários consideram-se sem alteração face ao momento atual, conforme apurados no PRH-BIG e PERH-Guandu (cf. Quadro 33). Nota-se também que não se consideram melhorias na eficiência no uso da água nos diversos setores utilizadores.

Quadro 33 – Estimativa da demanda hídrica para usos industrial, mineração, irrigação, dessedentação de animais e aquicultura em UHPs para momento atual da região Litoral Sul Fluminense

Região Hidrográfica	UHP	Demanda hídrica (L/s)				
		Industrial	Mineração	Irrigação	Dessedentação animal	Aquicultura
I – Baía da Ilha Grande	1 – Ponta da Juatinga	10,9	0	0	0,2	0
	2 – Rio Paraty-Mirim	10,7	0	0	0,4	0
	3 – Rio Perequê-Açú	56,9	3,2	1,6	0,6	0
	4 – Rios Pequeno e Barra Grande	5,1	0	0	0,4	0
	5 – Rio Taquari	35,9	0	0	0,7	0
	6 – Rio Mambucaba	22,7	0	0	0,1	0

Região Hidrográfica	UHP	Demanda hídrica (L/s)				
		Industrial	Mineração	Irrigação	Dessedentação animal	Aquicultura
	7 – Rios Grataú e do Frade	27,1	0	0	0,4	0
	8 – Rio Bracuí	24,7	0	0	0,1	0
	9 – Rio Ariró	28,7	16,2	0	1,3	84,8
	10 – Rio do Meio	73,2	0	5,7	0,4	0
	11 – Rio Jacuecanga	45,7	0	0	0,5	0
	12 – Rio Jacareí	13,1	0	0	0,2	0
	13 – Bacias da Ilha Grande	0	0	0	0,1	0
	14 - Ilhas	0	0	0	0	0
II - Guandu	11 – Bacias Litorâneas Margem Direita	12,55	0	6,01	3,44	0
	9 – Rio da Guarda	15,97	63,55	63,69	8,58	0

Nota: ano da estimativa é 2018 para a RH-I e 2015 para a RH-II.

Fonte: PROFILL (2019), PROFILL (2017b).

A alocação da população de Paraty, Angra dos Reis e Mangaratiba por UHP é efetuada conforme a distribuição obtida para 2018 para a RH-I constante do PRH-BIG e considerando-se na RH-II a restante população de Mangaratiba (UHP Bacias Litorâneas Margem Direita), atribuindo-se a população de Itaguaí integralmente à UHP Rio da Guarda. Nessa última UHP considera-se também a população do município de Seropédica e correspondente consumo *per capita*, pois a sede do município localiza-se aí. A demanda da população atendida pelo abastecimento público de água nos municípios de Itaguaí e Seropédica é retirada ao total das

demandas da UHP Rio da Guarda, por estes municípios serem servidos pelo Sistema Guandu/Lajes, cujos mananciais são exteriores à região (INEA, 2018).

Os resultados da projeção da demanda hídrica obtidos para as UHPs da região Litoral Sul Fluminense são apresentados no Quadro 34.

Quadro 34 – Estimativa da demanda hídrica (L/s) em UHPs para 2018, Cenário A e Cenário B de evolução da região Litoral Sul Fluminense

Região Hidrográfica	UHP	2018	Cenário A (Crítico)		Cenário B (Tendencial)	
			2025	2030	2025	2030
I – Baía da Ilha Grande	1 – Ponta da Juatinga	17,9	18,5 (+4%)	19,0 (+6%)	18,4 (+3%)	18,8 (5%)
	2 – Rio Paraty-Mirim	19,5	20,4 (+4%)	21,0 (+7%)	20,3 (+4%)	20,7 (+6%)
	3 – Rio Perequê-Açú	211,8	226,6 (+7%)	237,2 (+12%)	224,9 (+6%)	232,7 (+10%)
	4 – Rios Pequeno e Barra Grande	11,3	11,8 (+5%)	12,2 (+9%)	11,8 (+4%)	12,1 (+7%)
	5 – Rio Taquari	45,0	45,8 (+2%)	46,4 (+3%)	45,7 (+2%)	46,1 (+3%)
	6 – Rio Mambucaba	92,8	100,9 (+9%)	106,7 (+15%)	98,6 (+6%)	101,5 (+9%)
	7 – Rios Grataú e do Frade	72,8	78,2 (+7%)	82,0 (+13%)	76,5 (+5%)	78,3 (+8%)
	8 – Rio Bracuí	49,4	52,3 (+6%)	54,4 (+10%)	51,4 (+4%)	52,4 (+6%)
	9 – Rio Ariró	144,5	146,1 (+1%)	147,2 (+2%)	145,6 (+1%)	146,1 (+1%)
	10 – Rio do Meio	686,0	758,1 (+11%)	809,5 (+18%)	735,7 (+7%)	759,6 (+11%)
	11 – Rio Jacuecanga	131,7	141,9 (+8%)	149,1 (+13%)	138,7 (+5%)	142,1 (+8%)
	12 – Rio Jacareí	35,8	38,7 (+8%)	40,8 (+14%)	37,6 (+5%)	38,3 (+7%)
	13 – Bacias da Ilha Grande	15,3	17,2 (+12%)	18,5 (+20%)	16,6 (+8%)	17,2 (+12%)
	14 - Ilhas	2,6	2,9 (+12%)	3,1 (+20%)	2,8 (+8%)	2,9 (+12%)

Região Hidrográfica	UHP	2018	Cenário A (Crítico)		Cenário B (Tendencial)	
			2025	2030	2025	2030
II - Guandu	11 – Bacias Litorâneas Margem Direita	177,3	201,8 (+14%)	219,2 (+24%)	188,6 (+6%)	191,5 (+8%)
	9 – Rio da Guarda	307,0	314,1 (+2%)	319,2 (+4%)	312,2 (+2%)	314,8 (+3%)

Nota: em parêntesis variação face ao valor de 2018.
Fonte: Témis/Nemus, 2019.

Relativamente aos valores obtidos para 2018, verifica-se que reproduzem em geral a distribuição da demanda por UHPs apurada no levantamento para 2016 (apresentado no Relatório Final da Fase de Avaliação de Impactos Cumulativos), excetuando-se o caso da UHP Rio do Meio (RH-I), onde se localiza a sede do município de Angra dos Reis, que não figurava entre bacias com maior demanda. Tal discrepância sucede em virtude de, para o presente relatório, se terem utilizado os valores consolidados de demandas para a RH-I publicados em junho de 2019 no escopo do PRH-BIG.

Os resultados agora apresentados para 2018 evidenciam que é na UHP Rio do Meio que se verifica a maior demanda hídrica da região Litoral Sul Fluminense (686 L/s), seguindo-se as UHPs Rio da Guarda (307 L/s), Rio Perequê-Açú (212 L/s) e Bacias Litorâneas da Margem Direita (177 L/s). Importa referir que estas UHPs correspondem à localização das sedes dos quatro municípios da região (acrescentando-se ainda a sede do município de Seropédica na UHP Rio da Guarda).

Considerando os valores de demanda hídrica apresentados para 2012 (cf. Relatório Final da Fase de Avaliação de Impactos Cumulativos) com base no PERH-RJ e a delimitação de UHPs em 5 grandes bacias, importa notar que se observa o crescimento da demanda em todas as bacias, entre 60%-79% nas UHPs I-c, II-f e II-g (correspondendo a UHPs 7-12 da RH-I e UHPs 9 e 11 da RH-II) e 175% na I-a (UHPs Ponta da Juatinga, Rio Paraty-Mirim, Rio Perequê-Açú, Rios Pequeno e Barra Grande e Rio Taquari), com exceção da UHP I-b (Rio Mambucaba), na qual se observa um ligeiro decréscimo (5%), que se relacionará com a redução da demanda para mineração e irrigação (PERH-RJ, PRH-BIG). Assim, confirma-se a avaliação do impacto sobre a disponibilidade hídrica da região

Litoral Sul Fluminense efetuada na Fase de Avaliação de Impactos Cumulativos, notadamente nos municípios de Angra dos Reis e Mangaratiba.

Quanto às estimativas das demandas para 2030 verifica-se que no **Cenário A**, mais pressionante, a demanda hídrica deverá aumentar entre 3% e 24% nas UHPs da região Litoral Sul Fluminense. O aumento incidirá principalmente na UHP Bacias Litorâneas Margem Direita (24%), abrangendo o município de Mangaratiba, e nas UHPs Bacias da Ilha Grande e Ilhas (20%), mas também terá incidência importante sobre as UHPs Rio do Meio (18%) e Rio Mambucaba (15%) refletindo o impacto significativo em Angra dos Reis. Comparativamente, nas UHPs de Paraty e, principalmente, de Itaguaí, o aumento será menos importante (12% e 4%), devido ao relativamente menor aumento populacional no primeiro município e à assunção de que grande parte da população de Itaguaí continuará a ser servida por mananciais do Sistema Guandu/Lajes, exteriores ao Litoral Sul Fluminense.

No **Cenário B**, tendencial, verifica-se que o aumento da demanda nas UHPs do Litoral Sul Fluminense é substancialmente menor na abrangência dos municípios de Mangaratiba e Angra dos Reis, com máximo de 11-12% em Angra dos Reis (UHPs Bacias de Ilha Grande, Ilhas e Rio do Meio) e de 8% em Mangaratiba. Em contraste, em Paraty e Itaguaí verifica-se uma redução apenas ligeira do aumento da demanda hídrica face ao Cenário A (6% na UHP Rio Perequê-Açú e 3% na UHP Rio da Guarda).

Para verificação da condição de quantidade das águas continentais do Litoral Sul Fluminense face aos limites de alteração propostos apresentam-se no Quadro 35 os resultados do indicador “razão entre demanda e disponibilidade hídrica” (avaliada pela vazão de referência $Q_{7,10}$) em cada UHP, para 2018, e para 2025 e 2030, em ambos os cenários.

Quadro 35 – Estimativa da razão entre demanda hídrica e disponibilidade hídrica (%) em UHPs para 2018, Cenário A e Cenário B de evolução da região Litoral Sul Fluminense

Região Hidrográfica	UHP	2018	Cenário A (Crítico)		Cenário B (Tendencial)	
			2025	2030	2025	2030
I – Baía da Ilha Grande*	1 – Ponta da Juatinga	17,9%	18,5%	19,0%	18,4%	18,8%
	2 – Rio Paraty-Mirim	1,8%	1,9%	1,9%	1,8%	1,9%

Região Hidrográfica	UHP	2018	Cenário A (Crítico)		Cenário B (Tendencial)	
			2025	2030	2025	2030
	3 – Rio Perequê-Açú	16,3%	17,4%	18,2%	17,3%	17,9%
	4 – Rios Pequeno e Barra Grande	1,1%	1,2%	1,2%	1,2%	1,2%
	5 – Rio Taquari	4,1%	4,2%	4,2%	4,2%	4,2%
	6 – Rio Mambucaba	1,0%	1,1%	1,1%	1,0%	1,1%
	7 – Rios Grataú e do Frade	12,1%	13,0%	13,7%	12,8%	13,0%
	8 – Rio Bracuí	1,8%	1,9%	2,0%	1,9%	1,9%
	9 – Rio Ariró	7,2%	7,3%	7,4%	7,3%	7,3%
	10 – Rio do Meio	137,2%	151,6%	161,9%	147,1%	151,9%
	11 – Rio Jacuecanga	26,3%	28,4%	29,8%	27,7%	28,4%
	12 – Rio Jacareí	35,8%	38,7%	40,8%	37,6%	38,3%
II - Guandu	11 – Bacias Litorâneas Margem Direita	8,1%	9,2%	10,0%	8,6%	8,7%
	9 – Rio da Guarda	17,0%	17,4%	17,6%	17,2%	17,4%

Notas: disponibilidade hídrica avaliada pela vazão de referência $Q_{7,10}$; * razão entre demanda e disponibilidade hídricas não avaliada para as UHPs Bacias da Ilha Grande e Ilhas por falta de dados de disponibilidade hídrica; a vermelho valores em excedência do limite de alteração quantitativo considerado (50% da $Q_{7,10}$).

Fonte: Témis/Nemus, 2019.

Estes resultados mostram que, para a situação atual, existe já excedência do limite de alteração quantitativo, indicado pela vazão máxima outorgável, na UHP Rio do Meio, que abrange o setor central (mais povoado) no município de Angra dos Reis, o qual é abastecido pelos mananciais do Cabo Severino e Japuíba. Apesar de os resultados de 2018 não evidenciarem a excedência na UHP Rio Jacareí, verifica-se que a demanda hídrica representa já 36% da disponibilidade. Segue-se a UHP Rio Jacuecanga que apresenta uma demanda de 26% da disponibilidade.

Em conjunto, estes resultados encontram-se alinhados com evidências de falhas no abastecimento em Angra dos Reis e em Mangaratiba (município que abrange parte da UHP Rio Jacareí) identificadas da análise de mídia e nas oficinas

participativas realizadas até ao momento, mostrando a relevância do indicador selecionado para caracterizar a condição do fator águas continentais.

Com a concretização de aumento da demanda hídrica em 2030, nos cenários A e B, verifica-se, em geral, o aproximar do limite de alteração em todas as UHPs e municípios e o aumento da excedência atual na UHP central de Angra dos Reis. Entretanto, as alterações não são significativas nos municípios de Paraty e Itaguaí e nos setores menos centrais de Angra dos Reis, apresentando menor magnitude na maioria do município de Mangaratiba. Para a UHP Jacareí que abrange Angra dos Reis e Mangaratiba, o Cenário A concretiza, em 2030, uma razão entre demanda e disponibilidade hídrica de 41%, já bastante próximo do limite de alteração considerado.

Para verificação da excedência do limite de alteração indicado para consideração da capacidade de depuração dos corpos de água importa tomar em isolado as demandas para abastecimento humano, que podem gerar poluição com coliformes termotolerantes. Estas demandas hídricas, atual e para ambos os cenários em 2025 e 2030, são apresentadas no Quadro 36 através da razão da disponibilidade hídrica em cada UHP. No Cenário B considera-se a melhoria do nível de tratamento do efluente doméstico considerada no Quadro 29.

Quadro 36 – Estimativa da razão entre demanda hídrica para abastecimento humano e disponibilidade hídrica (%) em UHPs para 2018, Cenário A e Cenário B de evolução da região Litoral Sul Fluminense

Região Hidrográfica	UHP	2018	Cenário A (Crítico)		Cenário B (Tendencial)	
			2025	2030	2025	2030
I – Baía da Ilha Grande*	1 – Ponta da Juatinga	6,8%	7,4%	7,9%	7,3%	7,7%
	2 – Rio Paraty-Mirim	0,8%	0,8%	0,9%	0,8%	0,9%
	3 – Rio Perequê-Açú	11,5%	12,6%	13,5%	12,5%	13,1%
	4 – Rios Pequeno e Barra Grande	0,6%	0,6%	0,7%	0,6%	0,7%
	5 – Rio Taquari	0,8%	0,8%	0,9%	0,8%	0,9%
	6 – Rio Mambucaba	0,7%	0,8%	0,9%	0,8%	0,8%
	7 – Rios Grataú e do Frade	7,5%	8,4%	9,1%	8,2%	8,5%

Região Hidrográfica	UHP	2018	Cenário A (Crítico)		Cenário B (Tendencial)	
			2025	2030	2025	2030
	8 – Rio Bracuí	0,9%	1,0%	1,1%	1,0%	1,0%
	9 – Rio Ariró	0,7%	0,8%	0,8%	0,7%	0,8%
	10 – Rio do Meio	121,3%	135,8%	146,0%	131,3%	136,1%
	11 – Rio Jacuecanga	17,1%	19,1%	20,6%	18,5%	19,2%
	12 – Rio Jacareí	22,5%	25,4%	27,5%	24,3%	25,0%
II - Guandu	11 – Bacias Litorâneas Margem Direita	7,1%	8,2%	9,0%	7,6%	7,7%
	9 – Rio da Guarda	8,6%	9,0%	9,2%	8,9%	9,0%

Notas: disponibilidade hídrica avaliada pela vazão de referência $Q_{7,10}$; * razão entre demanda e disponibilidade hídricas não avaliada para as UHPs Bacias da Ilha Grande e Ilhas por falta de dados de disponibilidade hídrica; a vermelho valores em excedência do limite de alteração qualitativo considerado: 2% do $Q_{7,10}$ para municípios de Paraty, Mangaratiba e Itaguaí no momento atual e nos cenários A e B 2025; 2,6% do $Q_{7,10}$ para municípios de Paraty, Mangaratiba e Itaguaí no Cenário B 2030; 2,2% do $Q_{7,10}$ para município de Angra dos Reis no momento atual e Cenário A e no Cenário B 2,7% do $Q_{7,10}$ e 2,9% do $Q_{7,10}$, respectivamente em 2025 e 2030.

Fonte: Témis/Nemus, 2019.

A análise do quadro permite verificar que existe superação do limite de alteração da demanda hídrica considerando a capacidade de depuração dos corpos de água (limite qualitativo) no momento atual e em ambos os cenários de evolução na maioria das UHPs, notadamente da Ponta da Juatinga, Rio Perequê-Açú, Rios Grataú e Frade, Rio do Meio, Rio Jacuecanga, Rio Jacareí, Bacia Litorâneas Margem Direita e Rio da Guarda. A excedência é mais acentuada nas UHPs Rio do Meio, Jacareí e Jacuecanga, onde a razão da demanda para abastecimento humano face à disponibilidade atinge atualmente o valor de 121%, 23% e 17%, respectivamente, uma ordem de grandeza acima do limite proposto.

A evolução perspectivada para a demanda hídrica para 2030 indica o aumento da excedência do valor limite nas UHPs, que abrangem todos os municípios da região Litoral Sul Fluminense. Entretanto, esse aumento é mais expressivo nas UHPs onde atualmente existe já maior excedência, notadamente Rio do Meio, Jacareí e Rio Jacuecanga. Relativamente ao afastamento do limite de alteração, a diferença entre os dois cenários é pequena.

De igual forma, a alteração perspectivada no tratamento de esgoto no Cenário B corresponde apenas a pequenos acréscimos do limite de alteração,

insignificantes face à razão entre demanda e disponibilidade atual e futura nas UHPs referidas:

- Municípios de Paraty, Mangaratiba e Itaguaí: limite de alteração passa de 2% do $Q_{7,10}$ para 2,6% do $Q_{7,10}$;
- Município de Angra dos Reis: limite de alteração passa de 2,2% do $Q_{7,10}$ para 2,9% do $Q_{7,10}$.

É interessante contrastar-se estes resultados com a situação face ao limite de alteração da qualidade das águas continentais. Desta comparação resulta que diversos corpos de água em situação atual desfavorável e com evolução negativa no Cenário A se encontram em UHPs em que a demanda hídrica para abastecimento humano é atualmente (e em qualquer um dos cenários) excessiva tendo em conta a capacidade de depuração dos corpos de água, notadamente:

- Rios Perequeaçu e Corisco na UHP Perequê-Açú, atualmente com condição de Classe 3;
- Rios do Meio e Cantagalo nas UHPs Rio do Meio e Rio Jacuecanga, atualmente com condição de Classe 4;
- Rio Jacuecanga na UHP Rio Jacuecanga, atualmente com condição de Classe 3;
- Rios Itinguçú, Sahy e do Saco, atualmente com Classe 4, e rio São Brás, com Classe 3, na UHP Bacias Litorâneas Margem Direita;
- Rios Valão dos Bois, da Guarda, Canal do Viana e Cação, na UHP Rio da Guarda, com Classe 4.

Nestes corpos de água, a demanda hídrica para abastecimento humano deverá interferir negativamente na evolução da condição de qualidade. Merece ainda realçar que não existe monitoramento da qualidade das águas continentais na UHP Ponta da Juatinga, pelo que não é possível concluir-se sobre a possível interferência da demanda hídrica na qualidade das águas nessa UHP.

Considerando os principais mananciais da região, notadamente aqueles que servem as sedes urbanas dos municípios (ANA, 2018), sumariza-se do seguinte modo as possíveis inferências quanto ao seu estado futuro em 2030:

- Município de Paraty:

- UHP Rio Perequê-Açú (mananciais rio da Pedra Branca e Cachoeira do Caboclo e rio do Corisquinho): a qualidade das águas continentais nas drenagens dos rios Perequê-Açú e Corisco deverá degradar-se no Cenário A de maior aumento da população no município, aumentando o afastamento ao limite de alteração de Classe 2; no Cenário B prevê-se o alívio da pressão exercida pelos esgotos domésticos (por um crescimento mais ligeiro da população e implantação de tratamento de esgotos abrangendo 22% da população), o que tenderá a devolver a boa condição de qualidade ao rio Corisco (Classe 2); embora sofra aumento, a demanda hídrica total deverá manter-se abaixo do limite de alteração definido mas a demanda para consumo humano manter-se-á excessiva face à necessária capacidade de depuração dos corpos de água, o que contribuirá para a continuação de ocorrência de episódios de má condição de qualidade da água em épocas de menor vazão;
- Município de Angra dos Reis:
 - UHP Rio do Meio (manancial rio Cabo Severino): as águas continentais da bacia do rio do Meio deverão manter-se sob grande pressão da população do município, promovendo a manutenção de grande excedência do limite de alteração na parte mais a jusante (Classe 4); a melhoria da qualidade no cenário B deverá assim ser muita ligeira e não significativa para a alteração da condição de qualidade; a demanda hídrica total na UHP, bastante determinada pelo abastecimento à população, manter-se-á muito acima do limite de alteração dado pela vazão máxima outorgável, potenciando situações de escassez de água em períodos de menor vazão; as situações de má qualidade na bacia continuarão a ser promovidas, também, pela excessiva demanda para consumo humano face à capacidade de depuração dos corpos de água;
 - UHP Rio Jacuecanga (mananciais rios Camorim, Jacuecanga, Caputera e Córrego de Monsuaba): a qualidade das águas continentais na bacia do rio Jacuecanga sofrerá uma degradação que poderá ser significativa no cenário de maior aumento populacional,

atingindo-se Classe 4 na parte mais a jusante (aumentando a excedência face ao limite de alteração da Classe 2); a demanda hídrica total manter-se-á abaixo do limite de alteração da máxima vazão outorgável, mas a demanda para abastecimento humano é muito excessiva para a adequada depuração dos corpos de água, potenciando situações de degradação da qualidade nos momentos de menor vazão;

- UHP Rio Jacareí (manancial rio Garatuaia): a condição de qualidade na bacia do rio Cantagalo deverá manter-se em 2030 em significativa excedência do limite de alteração (Classe 4) em qualquer dos cenários; a demanda hídrica poderá atingir no Cenário A um valor relativamente próximo do limite de alteração, potenciando a ocorrência de escassez hídrica em momentos de menor vazão; a demanda para abastecimento humano é muito excessiva para a adequada depuração dos corpos de água, potenciando a degradação da qualidade nos momentos de menor vazão;
- UHP Rio Bracuí (manancial futuro rio Bracuí): as águas continentais da bacia do rio Bracuí poderão sofrer no Cenário A uma degradação significativa, passando a apresentar condição inadequada (Classe 3) face ao limite de alteração de Classe 2; considerando apenas as necessidades da UHP a demanda hídrica deverá manter-se abaixo do limite de alteração considerando a máxima vazão outorgável ou a capacidade de depuração dos corpos de água; a concretização de novo manancial na UHP, capaz de responder ao excesso previsto de demanda hídrica nas UHPs Rio do Meio, Jacuecanga e Jacareí (entre 390 e 450 L/s no total das três UHPs), não deverá traduzir-se numa excedência do limite de alteração da máxima vazão outorgável, nem causar, em geral, uma significativa alteração da capacidade de depuração dos esgotos gerados na UHP, confirmando a potencialidade de criação do novo manancial;
- Município de Mangaratiba: UHP Bacias Litorâneas Margem Direita (manancial rio do Saco): a qualidade das águas continentais na bacia do rio do Saco deverá manter-se em grande excedência do limite de

alteração definido de Classe 2 em qualquer dos cenários; a demanda hídrica total deverá aumentar significativamente no Cenário A mas, entretanto, o limite de alteração constituído pela máxima vazão outorgável não deverá ser atingido; a demanda para abastecimento humano manter-se-á excessiva para a adequada depuração dos corpos de água, potenciando a degradação da condição de qualidade nos períodos de menor vazão.

Merece ainda discussão a potencial interferência das questões relacionadas às alterações climáticas na condição futura de qualidade das águas superficiais. Neste escopo merece referência a análise desenvolvida no PERH-Guandu de dados de vazão de 2001, 2002, 2014 e 2015, assinalados como anos de estiagem prolongada na região Sudeste do Brasil. Desta análise resultou a constatação que, em cenário de escassez hídrica, a disponibilidade hídrica avaliada em $Q_{7,10}$ poderá reduzir-se em 15% face ao valor de referência.

No escopo da análise desenvolvida para o PAIC a ocorrência desta alteração traduzir-se-ia num aproximar do limite de alteração definido para a razão entre demanda e disponibilidade hídrica. As previsões para 2030 considerando a redução de disponibilidade hídrica em 15% são apresentadas no Quadro 37.

Quadro 37 – Estimativa da razão entre demanda hídrica total e disponibilidade hídrica (%) e da razão entre demanda hídrica para abastecimento humano e disponibilidade hídrica (%) numa situação de escassez hídrica em UHPs para 2030, no Cenário A e Cenário B de evolução da região Litoral Sul Fluminense

Região Hidrográfica	UHP	85% Q _{7,10} (L/s)	Cenário A 2030 (Crítico)		Cenário B 2030 (Tendencial)	
			Demanda total	Demanda abast. humano	Demanda total	Demanda abast. humano
I – Baía da Ilha Grande*	1 – Ponta da Juatinga	85	22%	9,3%	22%	9,1%
	2 – Rio Paraty-Mirim	935	2%	1,1%	2%	1,0%

Região Hidrográfica	UHP	85% Q7,10 (L/s)	Cenário A 2030 (Crítico)		Cenário B 2030 (Tendencial)	
			Demanda total	Demanda abast. humano	Demanda total	Demanda abast. humano
	3 – Rio Perequê-Açú	1105	21%	15,8%	21%	15,4%
	4 – Rios Pequeno e Barra Grande	850	1%	0,8%	1%	0,8%
	5 – Rio Taquari	935	5%	1,0%	5%	1,0%
	6 – Rio Mambucaba	8160	1%	1,0%	1%	1,0%
	7 – Rios Grataú e do Frade	510	16%	10,7%	15%	10,0%
	8 – Rio Bracuí	2295	2%	1,3%	2%	1,2%
	9 – Rio Ariró	1700	9%	1,0%	9%	0,9%
	10 – Rio do Meio	425	190%	171,8%	179%	160,1%
	11 – Rio Jacuecanga	425	35%	24,2%	33%	22,6%
	12 – Rio Jacareí	85	48%	32,4%	45%	29,4%
II - Guandu	11 – Bacias Litorâneas Margem Direita	1870	12%	10,5%	10%	9,1%
	9 – Rio da Guarda	1539	21%	10,9%	20%	10,6%

Notas: disponibilidade hídrica avaliada por 85% da vazão de referência Q_{7,10}; * razão entre demanda e disponibilidade hídricas não avaliada para as UHPs Bacias da Ilha Grande e Ilhas por falta de dados de disponibilidade hídrica; a vermelho valores em excedência do limite de alteração quantitativo (50%) ou qualitativo considerado: 2% para municípios de Paraty, Mangaratiba e Itaguaí no cenário A; 2,6% para municípios de Paraty, Mangaratiba e Itaguaí no Cenário B; 2,2% para município de Angra dos Reis no Cenário A e 2,9% no Cenário B.

Fonte: Témis/Nemus, 2019.

Destes resultados verifica-se que o posicionamento das UHPs face aos limites de alteração definidos para a quantidade das águas continentais se manterá, na situação de escassez hídrica, em geral, igual ao obtido com a vazão de referência utilizada atualmente. A exceção é a UHP Rio Jacareí, que no Cenário A estará já praticamente atingindo o limite de alteração definido pela máxima vazão outorgável, do que decorrerá um aumento das situações em que poderá ocorrer falta de água. Assim, na região Litoral Sul Fluminense, o efeito das alterações climáticas sobre a disponibilidade hídrica perspectiva-se ser mais significativo no município de Angra dos Reis, em particular nas UHPs Rio do Meio e Rio Jacareí.

VI.2. QUALIDADE DAS ÁGUAS COSTEIRAS

VI.2.1. Introdução

Os processos de desenvolvimento antrópicos observados na região costeira têm tendência a impactar de maneira significativa a qualidade da água do mar adjacente (Barros, 2007; Mori *et al.*, 2015; Wasserman *et al.*, 2018). Não obstante, este impacto não é diretamente proporcional à ocupação e depende de muitos fatores inerentes aos ecossistemas da região. Assim, um dos aspectos mais relevantes que determinam a resiliência de um ecossistema é a capacidade de suporte, seja porque as comunidades naturais da região são particularmente resistentes, seja porque a capacidade de diluição é elevada (Alessa *et al.*, 2003). Por esta razão, a determinação dos *limites de alteração* de um ecossistema considera obrigatoriamente aspectos como: tipos de ecossistemas afetados, pluviosidade da região, fluviometria (Wasserman, 2015), físico-química das águas, presença de sistemas que constituam barreiras geoquímicas (manguezais, por exemplo), correntes costeiras e grau de exposição a ondas (Sanders *et al.*, 2005). Em um trabalho recente Wasserman *et al.* (2016) mostra que a definição de critérios de qualidade para sedimentos em operações de dragagem vai depender muito das características ambientais na coluna d'água onde a operação é realizada. Em situações de baixa hidrodinâmica, maior contaminação da água é esperada, enquanto em condições hidrodinâmicas muito ativas, sedimentos muito contaminados podem não constituir risco para os organismos.

As Regiões Hidrográficas da Baía da Ilha Grande e da Baía de Sepetiba (RH-I e RH-II), localizadas no sul do Estado do Rio de Janeiro (22°50' - 23°20'S, 43°50' - 44°45'W), possuem uma área total de 5.428 km² (1.728 km² correspondente à RH-I e 3700 km², correspondente à RH-II) e um litoral continental de 520 km onde se alternam costões rochosos, praias e manguezais, 200 ilhas e ilhotas e um fundo onde predominam bancos de areia fina, seguido de areias grossas, lama e substratos rochosos (INEA, 2011). A região abriga uma grande beleza paisagística e uma riqueza natural em fauna e flora, sendo um santuário de biodiversidade singular, que se situa entre as duas maiores metrópoles da América do Sul, as cidades do Rio de Janeiro e São Paulo (MMA e SBF, 2007).

Ainda há amplo predomínio dos usos naturais na RH-I, totalizando 89% da área da região. As Bacias da Ilha Grande são as unidades mais preservadas na RH-I, totalizando 94,45% da área ocupada por remanescentes de vegetação; esse elevado nível de preservação pode estar relacionado à dificuldade de acesso à ilha, bem como, a existência de diversas unidades de conservação, inclusive de proteção integral. A ocupação antrópica, que ocupa 11% da RH-I, está concentrada em áreas costeiras, às quais são mais favoráveis à ocupação devido às condições de relevo, causando maior pressão a ambientes como manguezais e restingas.

Na área da RH-I observam-se diversos locais onde ocorre a sobreposição espacial de atividades, como o turismo com atividades tradicionais como aquicultura e pesca, bem como, a existência de diversas unidades de conservação, sendo que as UCs de proteção integral restringem diversos usos, podendo causar conflitos de uso no território da unidade. Em Trindade destaca-se para a população flutuante em virtude do turismo.

Na várzea do Rio Jurumirim encontram-se as maiores áreas de pastagem da RH-I, as quais representam 14,64% da área total, são destinadas à criação de gado.

Nesta unidade estão localizados três pontos de disposição de resíduos sólidos: UPR Verde, que recebe resíduos de poda e roçada para trituração e encaminhamento para compostagem aeróbia; Aterro Sanitário (CTR Costa Verde) que recebe os resíduos sólidos das cidades de Angra dos Reis e Paraty; e o aterro controlado desativado da Prefeitura Municipal de Angra dos Reis.

A Baía de Sepetiba é formada pela Restinga da Marambaia e pela ilha da Marambaia, compreendendo uma área de 300 km². O contato com o oceano se faz principalmente por dois canais com profundidade máximas variando entre 24 e 31 metros, sendo o canal entre as ilhas de Itacuruçá e Jaguanum utilizado como acesso ao porto de Sepetiba. Uma outra ligação conhecida, porém, mais restrita, é o canal de maré da Barra de Guaratiba, na extremidade leste da restinga, em cuja região se desenvolve amplo manguezal, parte da reserva biológica e arqueológica de Guaratiba (MUEHE, 2006).

A costa da RH-II se estende por aproximadamente 337,34 km. Na região destaca-se a APA de Mangaratiba, com a expressiva Floresta Ombrófila Densa

Montana, que se estende pelos municípios de Angra dos Reis, Mangaratiba e Itaguaí (INEA, 2015, INEA, 2008).

A ocupação antrópica da zona costeira está concentrada nas Unidades Hidrológicas de Planejamento (UHP) do Rio-Guandu Mirim, com 42,9% de área urbana, e da bacia litorânea (ME), vizinha ao Rio de Janeiro, com 36,3 % de área urbana, ambas com elevado grau de degradação. As unidades UHP-RHII da bacia litorânea (MD) em Mangaratiba, e das ilhas e Restinga de Marambaia, possuem respectivamente 6,8% e 1,0% de área urbana e baixo grau de degradação. No entanto, a taxa de crescimento urbano para a região costeira da RH-II apresentou uma tendência ao crescimento, comparando-se o período 1991-2010, com exceção para o Rio-Guandu Mirim, onde registrou-se uma ligeira redução. No período de 2010-2016, foram as unidades das bacias litorânea (MD) em Mangaratiba e das ilhas e Restinga de Marambaia, que apresentaram as maiores taxas, indicando a uma tendência à pressão antrópica nas áreas de maior concentração das unidades de conservação. Cumpre destacar que as Bacias Litorâneas (ME) concentram cerca de 63% do total de mangue mapeado para a região da Baía de Sepetiba da RH-II, cabendo o restante às UHPs das Ilhas e restinga da Marambaia, Rio da Guarda e Rio Guandu-Mirim. A lenta circulação das águas em áreas de mangues permite a presença de contaminantes em níveis perigosos. Além dos rejeitos industriais, somam-se os rejeitos domésticos (resíduos sólidos e esgoto).

Os condicionantes fisiográficos gerais distintos entre o extremo oeste e o extremo leste da Baía de Sepetiba acabaram por colaborar na formação de perfis socioeconômicos também distintos entre essas regiões. Limitada pela Serra do Mar e com condicionantes sérios para a ocupação do espaço, a região a oeste, se desenvolveu voltada para o mar e para o turismo. Contrastando com o tipo de desenvolvimento observado no setor oeste da Baía de Sepetiba, a região mais a leste teve o seu processo de desenvolvimento atrelado à expansão urbano-industrial da metrópole do Rio de Janeiro, exercendo uma grande pressão dessas atividades sobre unidades de conservação e áreas sensíveis. As águas da Baía de Sepetiba servem à preservação da flora e fauna, à recreação e à navegação, além da beleza cênica da região.

Em relação à velocidade dos ventos, a maior velocidade registrada foi de 9,2 m/s, o que representa uma brisa forte, na Escala de Beaufort, o que não

desperta preocupação. A presença da Serra do Mar configura uma barreira natural que impede a formação de ventos com velocidades mais altas, gerando uma alta frequência de calmarias (mais de 74%, segundo Nicolli, 1992 apud MMA e IBAMA, 2006).

Os valores acumulados de precipitação média mensal indicam um regime de chuvas bem distribuído ao longo do ano, com uma estação úmida de outubro a março, e seca de abril a setembro. Os meses de junho, julho e agosto se destacam pelos menores índices de precipitação, com uma média de cerca de 75 mm mensais. Dezembro, janeiro, fevereiro e março são os meses mais úmidos, com índices pluviométricos médios de 245 a 280 mm/mês.

As enxurradas e os deslizamentos são os principais desastres identificados entre 1996 e 2013 na RH-I, sendo que cerca de 47% das enxurradas aconteceram no município de Mangaratiba e 63% dos deslizamentos em Angra dos Reis.

Por ser uma região de pouca ocupação urbana, devido à existência de UCs de proteção integral, as cabeceiras dos rios da RH-I se encontram em um estado de boas condições de preservação. Essa condição é importante para a manutenção dos aspectos quantitativos e qualitativos dos cursos hídricos da região, uma vez que a remoção da mata ciliar nos entornos das regiões de nascentes pode gerar picos ainda maiores de escoamento, assoreamento, e redução da qualidade da água. Segundo os registros fotográficos observados na região da RH-I, mesmo após períodos chuvosos não se verifica presença de sedimentos na maior parte dos cursos hídricos.

Em geral, as águas são calmas e abrigadas. O vento Sudoeste é o principal responsável pela formação de fortes ondulações, comuns no período de outono/inverno. As baías de Sepetiba e Ilha Grande apresentam comportamento hidrodinâmico bastante distinto, o mesmo acontecendo com suas características hidrográficas. A baía de Sepetiba é fortemente influenciada pela descarga de água doce proveniente de canais e rios e além disso, a troca de águas com o oceano adjacente é dificultada pela barreira formada por uma grande restinga, a Restinga da Marambaia. Todavia, a baía da Ilha Grande por ser mais profunda e por apresentar uma abertura mais franca para o oceano, sofre maior influência de águas da Plataforma, mais frias e salgadas (FRAGOSO e LORENZZETTI, 1999).

Ainda de acordo com Fragoso e Lorenzetti (1999), a circulação da Baía da Ilha Grande não é fortemente influenciada pela maré, nem pelos ventos locais. Já a Baía de Sepetiba possui águas menos densas e tem a circulação gerada principalmente pela maré (FRAGOSO e LORENZETTI, 1999).

Para o período de 2000 a 2010, observa-se um aumento significativo da população urbana em detrimento da rural. Além disso, nota-se um aumento geral da população nos três municípios.

Esse conjunto paisagístico, além de oferecer habitat para milhares de espécies nativas, propicia as seguintes atividades: o banho, a recreação e natação nas praias; o surfe, o iatismo e lazer náutico; a pesca artesanal de linha e rede, industrial (arrasto, cerco e espinhel), amadora (embarcada ou na praia) e submarina; a coleta de invertebrados em manguezais e costões rochosos (mexilhões, ostras); a coleta de peixes e invertebrados para o comércio de aquarofilia; a coleta de conchas e demais invertebrados para artesanato e venda como objeto de decoração; a maricultura (produção de mexilhão *Perna perna* e vieira *Nodipecten nodosus*), a navegação oceânica e o transporte interno de passageiros, o suprimento de água para refrigeração industrial (Usina Nuclear).

Neste relatório apresenta-se uma síntese dos impactos cumulativos na qualidade das águas costeiras, causados pelas diversas atividades exercidas nos quatro municípios do Litoral Sul do Estado do Rio de Janeiro.

VI.2.2. Limites de alteração

Embora o conceito de limite de alteração leve em consideração uma grande complexidade de processos, particularmente a resiliência do sistema, no presente estudo aplicam-se preferencialmente os limites estabelecidos pela legislação (CONAMA n.º 357/2005), os quais já consideram a funcionalidade. Neste caso, a funcionalidade é dada pelos usos, isto é, o sistema deve atender às funções que lhe são demandadas pelo usuário. Assim, a classificação é atribuída em função dos usos e os limites de alteração são determinados na legislação.

Os critérios de qualidade da água estabelecidos pela CONAMA n.º 357/2005 estabelecem três grandes grupos de água: 1) as águas doces (salinidade inferior a

0,5); 2) as águas salobras (salinidade entre 0,5 e 30,0) e 3) as águas salinas (salinidades superiores a 30). Em se tratando de águas salgadas, principal tipo de água nos limites da região costeira, os usos estabelecidos na legislação são estabelecidos segundo as classes a seguir:

- ✓ Classe especial: São os usos mais restritivos que demandam água de melhor qualidade. Águas destinadas à preservação dos ambientes aquáticos em *unidades de conservação de proteção integral* (classificam-se todas as águas em unidades de conservação de proteção integral (UCPI) como especiais) e à preservação do equilíbrio natural das comunidades aquáticas.
- ✓ Classe 1: águas destinadas à recreação de contato primário (conforme Resolução CONAMA n.º 274, de 2000); destinadas à proteção das comunidades aquáticas e à aquicultura e atividade de pesca.
- ✓ Classe 2: águas destinadas à pesca amadora e à recreação de contato secundário.
- ✓ Classe 3: águas destinadas à navegação e à harmonia paisagística.

Em decorrência das atividades reportadas para a região, as águas da região enquadram-se na Classe 1, ou seja, deverão atender aos padrões estabelecidos para essa classe, conforme previsto no Artigo 42 da resolução CONAMA n.º 357/2005. Não obstante, antes de enquadrar todas as águas como Classe 1, é necessário verificar as áreas onde existem unidades de conservação de proteção integral e áreas de maricultura (classificadas na classe especial e classe 1 com limites específicos, respectivamente).

A análise da CONAMA n.º 357/2005 mostra que o Legislador tomou a decisão de não incluir limites para clorofila-a em nenhuma das classes de águas salinas. A Resolução estabelece ainda que em águas salinas, substâncias que promovam a turbidez devem estar *virtualmente ausentes*. Esta definição é um pouco vaga já que não toca na questão de valores limites de turbidez, estabelecendo a rigor que para ser enquadrada a água precisa apresentar valores de turbidez iguais a zero, uma condição muito rara no ambiente costeiro. A rigor, não teríamos valores para estabelecermos limites de alteração para os parâmetros clorofila-a e turbidez. Os limites utilizados para águas doces, correspondem a 10 µg L⁻¹ para clorofila-a e 40 NTU para a turbidez. No tocante às águas da classe especial, o Legislador também

decidiu não impor limites e estabelece que “...deverão ser mantidas as condições naturais do corpo de água...”

Embora não exista limite na CONAMA n.º 357/2005 para clorofila-a, em água salgada, estes limites foram propostos pela CETESB em seu relatório de qualidade de águas de 2016, onde aparecem os limites de $2,5 \mu\text{g L}^{-1}$ para águas salinas. Como a CONAMA n.º 357/2005 estabelece a possibilidade de a agência ambiental estabelecer limites mais restritivos, os valores da CETESB poderão servir de base para o presente estudo. O limite para turbidez em água doce também será utilizado (40 NTU).

Para a **balneabilidade** (recreação de contato primário), a CONAMA n.º 357 remete à Resolução n.º 274, de 2000 (Critérios de qualidade sanitária das águas para recreação de contato primário). Para o cultivo de moluscos bivalves destinados à alimentação humana (caso de toda região da Ilha Grande), a média geométrica da densidade de coliformes termotolerantes, de um mínimo de 15 amostras coletadas no mesmo local, não deverá exceder 43 coliformes termotolerantes 100 mL^{-1} , e o percentil 90% não deverá ultrapassar 88 coliformes termotolerantes 100 mL^{-1} . Esses índices deverão ser mantidos em monitoramento anual com um mínimo de 5 amostras. Para os demais usos não deverá ser excedido um limite de 1.000 coliformes termotolerantes 100 mL^{-1} em 80% ou mais de pelo menos 6 amostras coletadas durante o período de um ano, com periodicidade bimestral. A *E. Coli* poderá ser determinada em substituição ao parâmetro “coliformes termotolerantes”, de acordo com limites estabelecidos pelo órgão ambiental competente. Embora os *Enterococcus* não sejam mencionados na CONAMA n.º 357/2005, eles são sugeridos na CONAMA n.º 274/2000.

A definição dos limites de alteração para a balneabilidade segue premissas distintas do padrão de qualidade da água (CONAMA n.º 357/2005), associada à qualidade sanitária da água. Neste sentido, os limites serão aqueles que autorizam a recreação de contato primário ou não. A resolução que estabelece os limites da balneabilidade é a CONAMA n.º 274/2000, a qual define os critérios de qualidade da água em termos de frequência de ocorrência de valores acima ou abaixo de determinados limites. Para a balneabilidade não há classificação da água segundo o uso, mas segundo a sua própria qualidade, já que o uso é a própria

balneabilidade. Em termos de funcionalidade, pode-se falar que a água tem sua função afetada quando não mais é possível a recreação de contato primário.

Em seu Artigo 2º, a CONAMA n.º 247/2000 classifica as águas em próprias ou impróprias para recreação de contato primário (balneabilidade). As águas próprias e impróprias são classificadas pela Resolução como indicado no Quadro 38.

Quadro 38 – Critérios de classificação das águas próprias e impróprias para a recreação de contato primário.

Classificação	% de valores inferiores em conjunto de 5 coletas (5 semanas)	Coliformes fecais (NMP 100 mL ⁻¹)	Coliformes termotolerantes (NMP 100 mL ⁻¹)	Enterococcus (NMP 100 mL ⁻¹)
Próprias:				
Excelente	80%	250	200	25
Muito boa	80%	500	400	50
Satisfatória	80%	1000	800	100
Impróprias				
Impróprias	<80%	1000	800	100
Impróprias	Uma das coletas	2500	2000	400

VI.2.3. Significância dos impactos

VI.2.3.1. Qualidade sanitária das águas costeiras

Antes de entrar na análise dos impactos dos empreendimentos, é importante estabelecer alguns conceitos relativos à qualidade sanitária da água, a qual é dada pela presença de microrganismos característicos de esgotos domésticos, mas também resíduos da criação de animais. De uma forma geral, estes organismos têm seu ambiente preferencial nos intestinos de animais de sangue quente, onde se reproduzem e exercem suas funções biológicas. Nestas condições os

organismos estão expostos a soluções de baixa salinidade (0.9 mg L^{-1}) e ausência total de luz.

Uma vez eliminadas para fora do seu ambiente natural, estas bactérias (que são aquelas que atribuirão os níveis de colimetria nas medições) entram em ambiente hostil, sendo expostas à luz (radiação UV), à salinidade (no caso das águas marinhas), a predadores e outros fatores que determinam sua mortalidade. Uma revisão realizada por Feitosa et al. (2013) mostra como as bactérias coliformes sofrem um decaimento (chamado de $T_{90\%}$) à medida que entram em contato com o ambiente. Alguns aspectos interessantes podem ser sublinhados, como por exemplo, o fato de as bactérias terem uma taxa de decaimento lenta quando lançadas no ambiente natural à noite (não existe radiação UV), ao passo que quando lançadas de dia, podem decair em apenas 2 horas. O $T_{90\%}$ é extremamente importante quando se trata de relacionar o impacto de fontes de contaminação sanitária e a colimetria de uma determinada região. Assim, naquelas áreas com baixa turbidez (permite a penetração da radiação UV) e insolação intensa o $T_{90\%}$ é curto e é provável que mesmo que haja fontes relevantes, a colimetria não seja muito elevada. Já nos locais onde a turbidez é elevada, a circulação das águas é restrita e a insolação reduzida (local muito chuvoso) também a colimetria será elevada, mesmo com reduzidas fontes de contaminação sanitária.

O processo fica ainda mais complicado, pois as bactérias coliformes que entram no ecossistema podem sofrer mutações genéticas e, mesmo não sendo contabilizadas nas medições de colimetria tradicionais podem ainda ser viáveis (Carneiro et al, 2018).

Os trabalhos de ampliação e operação do porto Sudeste e as dragagens associadas ao EBN e ao TECAR por outro lado, devem promover um impacto relevante na qualidade da água, à medida que promovem a remobilização de sedimentos e seus contaminantes. Os sedimentos são um compartimento onde ocorre a acumulação de bactérias, muitas das quais em estado de dormência (An et al. 2002) e ao retornar à coluna d'água podem ser viabilizadas, constituindo contribuição aos valores de colimetria da água (Carneiro et al, 2018). Trata-se de impacto de pequena abrangência temporal e o decaimento discutido acima deve dar conta de reduzir rapidamente a contaminação.

Como já referido, as obras civis geram impacto no crescimento demográfico e, portanto, no aumento da carga de contaminantes gerada. Por outro lado, empreendimentos de logística móvel, como as estradas e dutos têm características distintas das normalmente tratadas em empreendimentos sésseis. Nestes casos, o canteiro se move junto com a obra e as estruturas sanitárias, normalmente não devem ser ligadas à drenagem ou às redes de coleta (são banheiros químicos) causando baixo impacto na qualidade das águas continentais e costeiras. Deve-se considerar, contudo que os resíduos dos banheiros químicos devem alimentar os aterros sanitários que, diferentemente do Litoral Norte de São Paulo, encontram-se na própria região, promovendo assim algum impacto em termos de geração de chorume e de coliformes para a água.

VI.2.3.2. Clorofila-a e turbidez nas águas costeiras

A produção primária fitoplanctônica (dada pelo indicador clorofila-a) é quase sempre alimentada pelo fornecimento de nutrientes, sendo que na área costeira os principais nutrientes limitantes deste crescimento são o nitrogênio e o fósforo. As possíveis fontes destes nutrientes são: 1) erosão continental que pode ser intensificada pelo desmatamento; 2) atividades agrícolas com aplicação de intensiva de adubos artificiais; 3) atividades industriais específicas (como por exemplo indústria alimentícia); 4) esgotos domésticos não tratados, ou tratados de forma parcial; 5) chorume de aterros sanitários ou vazadouros de resíduos sólidos.

Diferentemente dos coliformes, a clorofila-a e os produtores primários têm um comportamento muito associado à disponibilidade de nutrientes no ambiente costeiro. É impressionante a capacidade dos produtores primários de afetar as concentrações de nutrientes no ambiente aquático, sendo que em algumas situações são capazes de absorver todo nitrogênio ou fósforo da coluna d'água. Em um trabalho já bastante antigo, Thayer et al. (1975) mostrou como os bancos de fanerógamas marinhas (plantas superiores que crescem na água salgada – não são algas) são capazes de absorver todos os nutrientes da coluna d'água, ao ponto de restringir severamente a produção de outras espécies. Cunha e Wasserman (2003) mostraram o mesmo tipo de comportamento em um banco

de algas da laguna de Piratininga (Rio de Janeiro), onde a partir de um balanço de nutrientes observam que as algas consomem mais nutrientes do que o fornecimento via esgotos domésticos, concluindo que a produção é principalmente suportada pela reciclagem de nutrientes do sedimento. Em alto mar, onde a disponibilidade de nutrientes é muito pequena, a concentração de nutrientes na superfície é severamente reduzida em função da presença do fitoplâncton que consome qualquer traço de nutriente presente na água (Broecker and Peng, 1982). É assim que em áreas onde há muita disponibilidade de nutrientes, as medidas de nitrogênio e fósforo dissolvidos na coluna d'água são baixas, pois eles foram todos consumidos pelo fitoplâncton. Por outro lado, dada a biologia das diversas espécies produtoras primárias muitas vezes, as plantas entram em senescência e liberam grandes quantidades de nutrientes na coluna d'água (Wasserman, 1993).

Concluindo, é importante ter em mente que tanto a colimetria (com seu decaimento $T_{90\%}$) quanto a clorofila-a (com suas complexas relações com a disponibilidade de nutrientes) são parâmetros biológicos, cada qual com suas particularidades. Os respectivos comportamentos no ambiente não são simples como contaminantes conservativos (que não têm nenhuma interação com o ambiente e são controlados exclusivamente por diluição e concentração).

Os empreendimentos a serem instalados na região, associados à indústria de produção de petróleo poderão produzir significativas quantidades de nutrientes, mas dada sua distância da costa, o seu impacto na produção primária deve ser irrelevante. Os principais impactos associados à indústria do petróleo - que são o aumento do risco de contaminação acidental por óleo, não devem afetar a produção primária e a clorofila-a.

Não devem existir fontes de nutrientes a partir da aplicação de adubos artificiais na agricultura, ou são irrelevantes, considerando que não existem grandes extensões desta atividade na região. Principalmente a baía de Sepetiba tem uma industrialização mais intensa, mas as características desta indústria não geram fontes relevantes de nutrientes (principalmente associados à indústria de alimentos). Por outro lado, a mais significativa fonte de nutrientes para a região deve ser o esgoto sanitário doméstico, pois mesmo esgotos domésticos

tratados ainda contêm uma boa parcela dos nutrientes presentes no afluente. Assim, o crescimento demográfico na região é o principal fator que deve levar ao aumento da produção primária.

Finalmente, depósitos de resíduos sólidos urbanos (incluindo aterros sanitários) constituem importantes fontes de nutrientes para o meio ambiente. A respeito dos instrumentos setoriais de saneamento básico, destaca-se a articulação para destinação de resíduos sólidos, que, em consonância com o plano estadual, é consorciada. Angra dos Reis e Paraty enviam seus resíduos para o aterro localizado em Angra dos Reis, em Ariró. No aterro do Ariró é feita a colocação de camadas de impermeabilização, que protegem o solo do contato de qualquer tipo de material colocado sobre ele. Esse processo vem passando por mudanças que acompanham as novas tecnologias utilizadas no setor. Na primeira parte do aterro, por exemplo, argila compactada e membrana de polietileno de alta densidade foram utilizadas. Na nova área de armazenamento, além desses dois materiais, está sendo utilizada uma camada de manta bentonítica e, para complementar, uma camada de bidim, o que fecha o ciclo de proteção do solo, cumprindo todas as exigências ambientais. A adequação às exigências ambientais não está apenas centrada no material utilizado para a impermeabilização do solo, mas também, no tratamento do chorume, gerado pelo lixo. Por conta disto, um sistema de captação é feito em toda a extensão do aterro para levar este material a uma Estação de Tratamento de Esgoto (ETE) montada no local. A estação, que conta com equipamentos de última geração, realiza um tratamento físico-químico no chorume, de tal forma que a água proveniente deste tratamento sai com 100% de possibilidade de reaproveitamento, sendo utilizada para o abatimento de poeira nas vias internas do aterro e para a lavagem de equipamentos e dos galpões existentes no local. Mangaratiba envia os resíduos para fora da bacia, em solução consorciada, com Seropédica e outros municípios. Apesar da destinação de resíduos a aterros controlados em outros municípios, o material depositado nos lixões continuará a ser um vetor relevante, mas difícil de quantificar. Quanto ao esgotamento sanitário, cabe maior atenção, pois, nos instrumentos visitados, não existem soluções tão explicitadas e planejadas quanto para os resíduos sólidos. O contexto institucional, dado pelas atribuições do INEA, que incorporam em um mesmo órgão as atribuições de licenciamento, gestão ambiental, gestão de

recursos hídricos e gestão costeira, forma um quadro ímpar e de grande potencial para uma gestão verdadeiramente integrada. A base técnica de gestão que se pretende desenvolver a partir do Projeto de Gestão Integrada do Ecosistema Baía da Ilha Grande é de vanguarda no cenário nacional.

No caso da baía de Sepetiba, a questão da destinação dos resíduos sólidos é ainda mais complexa. Inicialmente, o número de municípios na bacia de drenagem é muito grande (Barra do Piraí, Engenheiro Paulo de Frontin, Itaguaí, Japeri, Mangaratiba, Mendes, Miguel Pereira, Nova Iguaçu, Paracambi, Piraí, Queimados, Rio Claro, Rio de Janeiro, Seropédica, Vassouras), maior que nas regiões da baía da Ilha Grande e do Litoral Norte de São Paulo, sendo que as destinações são muito diversas para cada município. Para complicar ainda mais a questão dos resíduos sólidos, foi instalado no município de Seropédica a principal Estação de Tratamento de Resíduos Sólidos da região. Sozinha, esta estação recebe os resíduos sólidos de toda a cidade do Rio de Janeiro, mais algumas cidades do Grande Rio. Embora seja uma estação moderna, não se pode descartar a possibilidade de relevantes contaminações com chumbo para o lençol freático e eventualmente alguma contaminação para a bacia de drenagem. Em um estudo recentemente publicado, Lopes *et al.* (2019) identificou uma relevante contaminação por mercúrio em sedimentos de manguezal da baía de Sepetiba. Embora possam existir diversas fontes possíveis, os aterros sanitários certamente têm uma contribuição relevante.

Em termos de impactos cumulativos, a indústria do petróleo tem uma contribuição pequena para o aumento populacional na região costeira da baía de Sepetiba.

A turbidez pode ser gerada no continente, por aporte de material resultante da erosão de rochas e de solos, ou pode ser gerada no mar pelo processo de ressuspensão. Barcellos e colegas estudaram o processo de ressuspensão de sedimentos na Baía de Sepetiba, RJ, mostrando que embora os aportes de sedimento dos rios seja significativo, a ressuspensão parece contribuir para a turbidez da região (Barcellos *et al.* 1997; Barcellos *et al.* 1998). A ressuspensão ocorre pela remobilização de sedimentos, resultante da ação das correntes e das ondas e uma vez em suspensão, eles vão disponibilizar microrganismos, metais pesados e outros contaminantes para a coluna d'água, inclusive nutrientes. A

ressuspensão também pode promover o consumo do oxigênio na coluna d'água quando os sedimentos envolvidos são anóxicos. Outra fonte relevante de turbidez para a região costeira é a dragagem e outras obras subaquáticas, estas extremamente relevantes na baía de Sepetiba (grandes portos), mas também na baía da Ilha Grande (portos de lazer e marinas).

Um processo importante associado aos aportes de material em suspensão para a região costeira a partir dos rios é descrito por Eckert e Sholkovitz (1976), demonstrando que o aumento na salinidade, característico das regiões estuarinas, promove um processo chamado de floculação. Neste processo, as partículas mais finas se associam entre elas e em vez de permanecerem em suspensão (constituindo a turbidez) acabam se depositando. É um processo que elimina boa parte do material particulado transportado pelos rios, juntamente com os poluentes associados (metais pesados, nutrientes, pesticidas entre outros). Em razão deste processo, os estuários são chamados de barreiras geoquímicas, já que ocorre a retirada de poluentes da água, os quais não avançam para o oceano.

Dentre os empreendimentos a serem realizados na região, todos aqueles que promovam o desmatamento, como a ampliação e construção de estradas e a colocação de dutos devem promover algum aumento nos aportes de material em suspensão e da turbidez. As unidades de produção de petróleo offshore não devem gerar impacto na região costeira, mas as estruturas costeiras a serem construídas ou adaptadas que servirão a estas estruturas costeiras devem promover aumento significativo na turbidez, particularmente portos. A dragagem é o principal elemento de geração de turbidez para a coluna d'água e embora seja um impacto de abrangência temporal restrita, é muito relevante. Além disso, as dragagens precisam ser realizadas de forma periódica (Wasserman *et al.* 2013; Wasserman *et al.* 2016).

Dos empreendimentos em análise na região, os que afetam significativamente a qualidade da água (por outros contaminantes) são: a implantação e ampliação do Porto Sudeste, Estaleiro e Base Naval (EBN), a Linha de Transferência de Água de Formação e Emissário para Escoamento de Efluentes Industriais do TEBIG, Projeto Expansão do Terminal Ilha Guaíba (TIG) o Terminal de Granéis Sólidos – TECAR

e a Central Nuclear Almirante Álvaro Alberto (Angra 3). Embora a indústria do petróleo possa materializar algum tipo de impacto na qualidade da região, os impactos relacionados a estes empreendimentos são causados principalmente pelo risco de vazamentos acidentais no mar.

Para sintetizar a importância relativa dos empreendimentos na geração de impactos nos parâmetros de qualidade das águas costeiras do Litoral Sul do Estado do Rio de Janeiro, foi construída uma tabela com uma escala de impactos do tipo Likert (considerando impactos crescentes, numa escala de 0 a 5) (Quadro 39).

Quadro 39 – Estimativa da importância relativa dos empreendimentos na geração de impactos na qualidade das águas costeiras no Litoral Sul Fluminense.

Empreendimento	Coliformes termotolerantes	Clorofila-a	Turbidez	Somatório
Etapa 1 do Pré-Sal	0	0	1	1
Etapa 2 do Pré-Sal	0	0	1	1
Etapa 3 do Pré-Sal	0	0	1	1
Ampliação do Porto Sudeste para Movimentação de Granéis Sólidos para 100 Mtpa	4	3	4	11
Estaleiro e Base Naval (EBN) para a Construção de Submarinos Convencionais e de Propulsão Nuclear	3	3	4	10
Implantação do Porto Sudeste	4	4	5	13
Linha de Transferência de Água de Formação e Emissário para Escoamento de Efluentes Industriais do TEBIG	2	2	4	8
Projeto Expansão do Terminal Ilha Guaíba (TIG)	3	3	4	10
Terminal de Granéis Sólidos – TECAR 70 Mtpa	3	3	4	10
Arco metropolitano do Rio de Janeiro	3	3	3	9

A análise da evolução dos parâmetros de qualidade das águas costeiras realizada no Relatório Final da Avaliação de Impactos Cumulativos (Fase 4) permitiu verificar que:

- A análise da tendência da contaminação bacteriológica (traduzida pelo parâmetro Coliformes termotolerantes) das águas costeiras foi prejudicada em razão da irregularidade no monitoramento, tanto em frequência como em número de estações. Entretanto, realça-se que, enquanto o valor mínimo foi semelhante em todos os anos e em ambas as baías, o valor máximo e o desvio padrão tiveram registros elevados na Baía de Sepetiba. Em 2018, o valor máximo registrado, para a Baía de Sepetiba, ficou acima do limite máximo da resolução CONAMA n.º 247/2000 para classificá-la como própria.
- Ao nível da balneabilidade verifica-se uma evolução positiva para a região no período 2008-2017, reduzindo-se a ocorrência de classificação Péssima e aumentando a ocorrência de classificação Ótima. Entretanto, esta evolução é determinada pela evolução das classificações em Angra dos Reis, onde se localiza a maioria das praias onde ocorrem medições, provavelmente já refletindo ações do Projeto de Gestão Integrada do Ecossistema Baía da Ilha Grande. Nos restantes municípios, a evolução é díspar: em Paraty a evolução é negativa (a condição que era boa em 2009 passou a má em 2017); contudo, note-se que a evolução da balneabilidade em Paraty oscila muito de ano para ano; em Itaguaí a classificação manteve-se sempre Péssima (2013 a 2017); em Mangaratiba verifica-se uma tendência positiva ligeira, contudo também aqui a balneabilidade oscila muito, havendo anos em que a qualidade é “péssima” ou “má” em 100% das praias analisadas (2011, 2012, 2016) e outros em que este valor desce abaixo dos 50% (2014 e 2017).
- A classificação do índice de conformidade predominante no período disponível é de “Satisfatório” (2013 para Baía de Ilha Grande de 2000-2010 para Baía de Sepetiba). A classificação obtida, considerando o percentual de boletins emitidos para as praias em cada ano é menos favorável que a qualificação anual, tendo-se obtido uma classificação de “Bom” apenas no ano de 2016 em Paraty. Considerando toda a região, e no período 2010-2017, verifica-se que apenas em dois anos

a classificação foi “Regular”, mantendo-se nos outros anos na categoria “Ruim”.

- Assinalam-se níveis de clorofila-a tendencialmente mais elevados no inverno face ao verão e na Baía de Sepetiba face à de Ilha Grande; a análise de clorofila-a através de sensoriamento remoto de 2005 até 2017 identificou concentrações superiores a 3 µg L⁻¹ de clorofila-a, principalmente na Baía de Sepetiba, desde 2005. Nos anos de 2009, 2013 e 2014 valores mais elevados foram observados no verão, mas não foi possível associar esse padrão inverso a nenhum evento ocorrido na região, visto que nos anos subsequentes a situação se manteve no padrão registrado em outros anos.
- Os níveis de turbidez também são geralmente mais elevados na Baía de Sepetiba face à de Ilha Grande, embora os raros valores reportados tenham sido bastante inferiores ao limite adotado nesta avaliação (40 UTN). A análise de turbidez através de sensoriamento remoto de 2005 até 2017 demonstrou que níveis altos ocorreram principalmente na Baía de Sepetiba, mas a irregularidade dos eventos mais críticos indica que mecanismos como sedimentação e diluição fazem o sistema retornar à sua condição inicial rapidamente.
- Tendo em conta que as concentrações de metais traço nos sedimentos da baía de Sepetiba são elevadas, com a realização de dragagens nesta baía, a qualidade da água relativamente à concentração em metais deve ter sido afetada durante a fase de construção dos empreendimentos PROSUB-EBN e Porto Sudeste (desde 2009).

Assim, identificou-se como impacto cumulativo na qualidade das águas costeiras a persistência de níveis elevados da produção primária fitoplanctônica.

Os poucos valores de turbidez da Baía de Sepetiba registrados mediante monitoramento ficaram muito abaixo do limite estabelecido para este parâmetro, embora a análise das imagens de satélites tenha indicado, por vezes, valores elevados para a região. Contudo, o principal impacto cumulativo comprovadamente verificado (associado aos empreendimentos PROSUB-EBN e Porto Sudeste) decorre da remobilização de poluentes associada às operações de dragagem, e

traduz-se no aumento da turbidez e da concentração de metais traço, afetando principalmente a baía de Sepetiba.

Sobre os metais pesados apresenta-se em seguida uma síntese dos resultados do monitoramento realizado entre outubro de 2011 e setembro de 2012 pelo Instituto de Estudos do Mar Almirante Paulo Moreira para a Odebrecht (subprojeto II.4.3, associado à implantação do empreendimento PROSUB-EBN):

- Durante o período de monitoramento foram observados níveis diferentes para metais distintos:

. Na 1ª campanha de monitoramento, as maiores concentrações, em níveis superiores aos estabelecidos pela Resolução CONAMA nº 357/2005 foram registradas para os elementos cobre dissolvido, chumbo e urânio;

. Na 2ª campanha somente o cobre dissolvido foi detectado em altas concentrações;

. Na 3ª os metais arsênio, cobre dissolvido e ferro dissolvido;

. Na 4ª campanha, arsênio e ferro dissolvido;

. Na última campanha, arsênio, cobre dissolvido e ferro dissolvido.

- O cobre dissolvido, arsênio e ferro dissolvidos foram detectados em concentrações elevadas constantemente durante o período de monitoramento. Estes elementos foram detectados tanto na área adjacente ao empreendimento (PROSUB-EBN), como também no ponto de controle. Portanto, sua presença não caracteriza uma contaminação resultante diretamente da instalação do empreendimento e sim do estado ambiental da Baía de Sepetiba como um todo.

- As maiores concentrações de metais vêm sendo, de forma geral, registrados no P4, ponto de maior influência do aporte fluvial, principal via de acesso de metais para a Baía de Sepetiba e também no ponto P3, influenciado também pelo aporte fluvial.

- De uma maneira geral, os resultados encontrados mostram pequena variação entre os pontos localizados na área adjacente ao empreendimento e o ponto controle. Este fato é um indicativo de que os impactos observados neste monitoramento são, provavelmente reflexo da condição geral da Baía de Sepetiba e não diretamente causados pela implantação do empreendimento.

- A dragagem de sedimento na região do ponto P4, além do aumento da turbidez, não está alterando a qualidade da água da região.



Fonte: Odebrecht, 2012

Figura 33 – Pontos de amostragem da qualidade da água na Baía de Sepetiba, na região adjacente ao empreendimento PROSUB-EBN (2011-2012)

Os valores de coliformes termoresistentes registrados em 2018, também na Baía de Sepetiba, merecem melhor investigação no futuro.

Para sintetizar a significância da “persistência de níveis elevados da produção primária fitoplanctônica” e da “remobilização de poluentes associada às operações de dragagem” foi aplicada a classificação de componentes apresentada na seção III.2, baseada no trabalho de Hegmann *et al.* (1999) (Quadro 40 e Quadro 41).

Quadro 40 – Classificação do impacto cumulativo “níveis elevados da produção primária fitoplanctônica” sobre a qualidade das águas costeiras

Componente	Classificação	Justificativa
Natureza	Negativa	O impacto cumulativo prejudica o fator qualidade das águas costeiras.
Escala espacial	Regional	A interferência sobre a qualidade das águas ocorre principalmente na Baía de Sepetiba (marginada por mais do que um município)
Duração	Curto	Os efeitos foram identificados em intervalos irregulares, o que sugere ainda a capacidade do sistema de retornar às condições originais.
Frequência	Esporádica	Os dados obtidos, apesar de pontuais no tempo, levam a pensar numa frequência não contínua.
Magnitude	Baixa	O impacto cumulativo apresenta um efeito mínimo na função do fator, existindo a possibilidade de recuperação da sua função.
Significância	Insignificativo	A contribuição dos impactos para o atingimento do limite de alteração é insignificativa (sendo que pelo menos uma parte dos resultados é atribuível ao clima e ao afloramento de águas profundas mais ricas em nutrientes)
Confiança	Baixa a moderada	Não estão disponíveis dados de monitoramento. Os dados de sensoriamento remoto sugerem uma intensificação da clorofila-a associada à sazonalidade (no inverno). Contudo, serão necessários trabalhos mais aprofundados para discernir a contribuição alocável aos empreendimentos e a outros fatores (e.g. clima).

Fonte: Témis/Nemus, 2019.

Quadro 41 – Classificação do impacto cumulativo “remobilização de poluentes associada às operações de dragagem – aumento da turbidez e da concentração de metais” sobre a qualidade das águas costeiras

Componente	Classificação	Justificativa
Natureza	Negativa	O impacto cumulativo prejudica o fator qualidade das águas costeiras.
Escala espacial	Regional	A interferência sobre a qualidade das águas ocorre principalmente na Baía de Sepetiba (marginada por mais do que um município)

Componente	Classificação	Justificativa
Duração	Média	Uma vez que as dragagens ocorreram durante vários anos, entre 2009 e 2015, e que os sedimentos dragados são majoritariamente formados por siltes.
Frequência	Esporádica	Entre 2009 e 2015 as dragagens ocorreram de forma intermitente.
Magnitude	Baixa	O impacto cumulativo apresenta um efeito mínimo na função do fator, existindo a possibilidade de recuperação da sua função.
Significância	Insignificativo	Os valores máximos de turbidez monitorados nas baías de Ilha Grande e Sepetiba foram bastante inferiores ao limite de alteração de 40 NTU. Nos períodos de dragagem, estes limites podem ter sido ultrapassados, mas mecanismos como a sedimentação e a diluição fazem o sistema retornar à sua condição inicial. As dragagens terão ainda motivado o aumento das concentrações de metais-traço na água; a informação angariada indicia que essas alterações são mascaradas pelas concentrações já existentes na Baía ¹¹ .
Confiança	Baixa a moderada	Tendo em conta que ocorreram dragagens na baía de Sepetiba, é certo que a turbidez e a concentração em metais das águas terão aumentado durante e após essas operações. Contudo, a disponibilidade de dados de monitoramento é muito reduzida, pelo que essas alterações não foram evidenciadas nos períodos de monitoramento.

Fonte: Témis/Nemus, 2019.

¹¹ No monitoramento realizado em 5 pontos de amostragem na Baía de Sepetiba pelo IEAPM em 2011, os metais cobre dissolvido, arsênio e ferro dissolvidos foram detectados em concentrações elevadas constantemente durante o período de monitoramento (5 campanhas), tanto na área adjacente ao empreendimento PROSUB-EBN, como no ponto de controle.

VI.2.4. Estimativa do estado futuro

A qualidade das águas costeiras está muito dependente da qualidade das águas dos rios que drenam para a zona costeira, especialmente nas baías costeiras, uma vez que há um constrangimento nas trocas de água com o mar aberto.

Partindo dos cenários estabelecidos no Plano Estratégico de Recursos Hídricos das Bacias Hidrográficas dos Rios Guandu, da Guarda e Guandu-Mirim (PERH Guandu – PROFILL, 2017b), descritos na metodologia (**seção III.4**), consideram-se as estimativas do crescimento industrial, da população, do investimento em saneamento e da área utilizada para irrigação indicadas neste Plano.

Em termos de abrangência espacial, consideram-se apenas os cenários do PERH Guandu uma vez que, à data, o Plano para as bacias associadas à baía da Ilha Grande ainda não chegou à fase de Prognóstico. De qualquer forma, o PERH Guandu abrange a maior parte da área que drena para a zona de estudo, e assume-se que o desenvolvimento da área associada à baía da Ilha Grande siga uma evolução semelhante àquela que prevaleça na área terrestre que drena para a baía de Sepetiba.

Em seguida, analisa-se a evolução futura dos diferentes parâmetros analisados no fator qualidade das águas costeiras, considerando os diferentes cenários utilizados no referido Plano Estratégico de Recursos Hídricos das Bacias Hidrográficas dos Rios Guandu, da Guarda e Guandu-Mirim (PERH Guandu – PROFILL, 2017b).

Pelo menos nos curto e médio prazos, o cenário “Vai Levando” corresponde ao cenário tendencial, pelo que o mais provável é que nestes prazos os problemas de poluição sejam agravados devido à falta de capacidade de investimento no setor de saneamento. Carências na regulação ambiental e de recursos hídricos, devido à fragilidade institucional dos entes estaduais e municipais encarregados de provê-la, resultarão em incremento nas ocupações irregulares do solo e nos usos irregulares de água, agravando a poluição do solo, da água e do ar.

VI.2.4.1. Qualidade sanitária

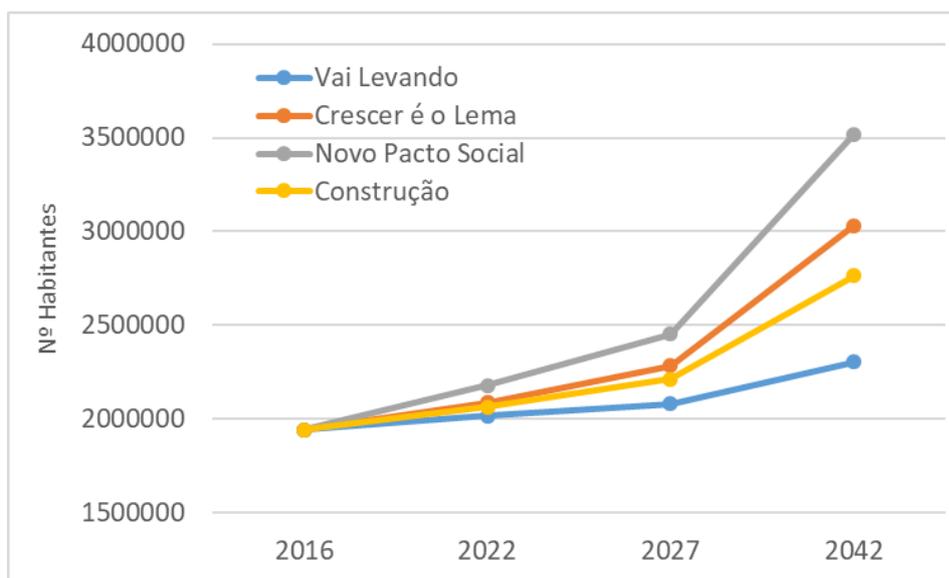
Considerando que a criação de animais na região terá apenas um leve crescimento segundo as tendências atuais (PROFILL, 2017b), a principal fonte de contaminação sanitária é humana e seu crescimento está associado à demografia.

Note-se que no caso das águas costeiras interessa a demografia da bacia hidrográfica completa e não só dos municípios (como acontece noutros fatores, como as águas continentais).

Também foi mencionado ao longo do estudo que o processo de ressuspensão dos sedimentos, por exemplo, através da realização de dragagens, pode levar à coluna d'água células coliformes viáveis, promovendo assim incremento na contaminação fecal. No entanto, esta será apenas uma fonte secundária e adicional à anterior.

Considerando o crescimento demográfico previsto nos diferentes cenários (Figura 34), assim como o investimento em coleta e tratamento de esgotos, conclui-se que o cenário com melhores perspectivas em termos de qualidade sanitária das águas costeiras corresponde ao cenário “Construção”, uma vez que não é aquele em que há maior crescimento populacional e, em adição, prevêem-se aumentos no investimentos que atingem os 100% no longo prazo, em toda a RHII.

Por outro lado, o pior cenário para a qualidade sanitária corresponderá ao cenário “Novo Pacto”, uma vez que o crescimento da população a longo prazo (2042) prevê quase o dobro do número de habitantes estimado em 2016 (Figura 34). Em adição, os investimentos na coleta e tratamento de esgotos serão realizados apenas nas zonas com maiores problemas de poluição.



Adaptado de (PROFILL, 2017)

Figura 34 – Estimativas da evolução do número de habitantes nas bacias hidrográficas dos rios Guandu, da Guarda e Guandu-Mirim segundo quatro cenários de desenvolvimento

VI.2.4.2. Clorofila-a

A produção primária fitoplanctônica (dada pelo indicador clorofila-a) é quase sempre alimentada pelo fornecimento de nutrientes, sendo que na área costeira os principais nutrientes limitantes deste crescimento são o nitrogênio e o fósforo. As possíveis fontes aqui consideradas destes nutrientes são: 1) atividades agrícolas com aplicação de intensiva de adubos artificiais; 2) atividades industriais específicas (como por exemplo indústria alimentícia); 3) esgotos domésticos não tratados, ou tratados de forma parcial. Os indicadores utilizados para as diferentes fontes foram retirados do PERH Guandu, e são, respectivamente: área de irrigação, valor agregado bruto da indústria e índice de coleta e tratamento de esgotos.

Através do Quadro 6 (**seção III.4**) pode-se concluir que o cenário menos favorável à concentração de nutrientes nas águas costeiras será o “Crescer é o Lema”, pois mantém o baixo investimento no saneamento básico que existe atualmente, representa um aumento no valor agregado bruto da indústria, que provavelmente incluirá tipos de indústria que lançam nutrientes no meio hídrico, e inclui também o maior crescimento na área de irrigação.

No cenário onde se perspectiva uma melhor qualidade da água costeira sob o ponto de vista da clorofila-a é o “Construção”, uma vez que é aquele onde se prevê

maior investimento na coleta e tratamento de esgotos, e onde ocorre manutenção da área associada a irrigação. Em adição, embora seja considerado um valor intermédio de investimento na indústria, assume-se uma manutenção da emissão de nutrientes para o meio hídrico por parte da indústria, tendo em conta que a visão deste cenário prevê um processo de desenvolvimento sustentável no qual o crescimento econômico é conciliado com o alcance da equidade social, o que envolve a proteção ambiental.

VI.2.4.3. Turbidez

A turbidez pode ser gerada no continente, por aporte de material resultante da erosão de rochas e de solos, por descargas de matéria particulada em suspensão no meio hídrico, ou pode ser gerada no mar pelo processo de ressuspensão ou de produção primária.

Dentre as origens no continente o desmatamento de áreas irá promover algum aumento nos aportes de material em suspensão no meio hídrico e, portanto, da turbidez. Por outro lado, a descarga de águas residuais sem tratamento prévio irá igualmente promover o seu aumento.

Relativamente às origens geradas no mar, enquanto a ressuspensão pode ser causada por tempestades ou ainda por dragagens, a produção primária está muito ligada à disponibilidade de nutrientes, conforme explanado na seção anterior.

Dentre os cenários considerados no PERH Guandu o “Crescer é o Lema” será aquele que irá originar pior cenário de turbidez, tendo em conta a emissão de nutrientes, conforme indicado na seção anterior. Em adição, considera-se também a maior ocupação de área com irrigação e o maior investimento em indústria refletem provavelmente uma maior área a desmatar. Por estas mesmas razões, considera-se que o cenário “Construção” originaria melhor qualidade das águas costeiras, sob o ponto de vista da turbidez.

VI.2.4.4. Qualidade das águas costeiras em geral

Da mesma forma que atualmente existem diferenças de qualidade de água entre a baía de Sepetiba e a baía da Ilha Grande devido à diferente hidrodinâmica destas áreas, mas também devido ao tamanho e à ocupação do solo nas bacias drenantes, prevê-se que no médio e longo prazo a qualidade da água continue a ser relativamente melhor na baía da Ilha Grande.

No PERH Guandu, que se foca essencialmente nas bacias que drenam para a baía de Sepetiba, são apresentadas as projeções de carga orgânica potencial e lançada para os quatro cenários no médio (2027) e no longo prazo (2042).

Do ponto de vista do lançamento de efluentes, o pior cenário é o “Crescer é o Lema”, onde se prevê um aumento de até 55% nas cargas que chegam aos cursos d’água da RH II no longo prazo, isto, considerando-se a premissa de que não haverá novos investimentos na área de saneamento na região hidrográfica.

Estes resultados estão de acordo com as conclusões apresentadas atrás, pois efetivamente a carga orgânica interfere com todos os indicadores considerados (coliformes termotolerantes, clorofila-a e turbidez). Contudo, para o caso da qualidade sanitária, o pior cenário identificado foi o “Novo Pacto”, uma vez que o crescimento da população a longo prazo (2042) prevê quase o dobro do número de habitantes estimado em 2016. Da mesma forma, o PERH Guandu considera que este cenário é aquele que produz os maiores valores em termos de carga potencial. Contudo, quando se considera depois que há incrementos na população atendida por tratamento de efluentes, as maiores cargas lançadas passam a ocorrer no cenário “Crescer é o Lema”.

Especificamente para o caso dos **coliformes termotolerantes**, no capítulo sobre as águas continentais consideraram-se dois cenários que conjugam a variação das duas principais variáveis que afetam a sua concentração (população e saneamento) - Cenário A (Crítico): população dos municípios segue o nível de crescimento verificado na última década, tratamento de esgoto nos municípios sem alteração face à situação atual; Cenário B (Tendencial): crescimento natural e a migração evoluem de acordo com a tendência de diminuição observada na última década, o tratamento de esgoto nos municípios é realizado nas zonas com maiores problemas de poluição e preferencialmente nos municípios que possuem já

infraestrutura de tratamento de esgoto (Angra dos Reis), onde atingem 20% em 2022, 30% em 2027 e 40% em 2042, atingindo 22% em 2030 no mínimo em cada município.

No capítulo anterior, conclui-se que, em 2030 e para qualquer um dos cenários, a maioria dos corpos de água monitorados atualmente na região e nos municípios estarão em condição de qualidade inadequadas face ao limite de alteração definido (classe 2 – 1000 NMP 100 mL⁻¹):

- Município de Itaguaí: rios Caçã, Canal do Viana, da Guarda e Valão dos Bois (todos os rios monitorados);
- Município de Mangaratiba: rios Itinguçú, do Saco e Sahy (60% dos rios monitorados);
- Município de Angra dos Reis: rios do Frade, Jurumirim, Campo Alegre, Caputera, do Meio, Jacuecanga e Cantagalo (78% dos rios monitorados);
- Município de Paraty: rio Corisco, Perequeaçu e Parati-Mirim (67% dos rios monitorados).

Embora esta análise se foque apenas nos municípios, e não em toda a extensão da bacia hidrográfica, assume-se aqui que a evolução na restante bacia hidrográfica não será diferente daquela decorrente nos municípios de interesse para as águas continentais.

Face ao exposto, espera-se que o limite estabelecido para a balneabilidade (1000 NMP 100 mL⁻¹) seja também ultrapassado nas praias, a médio e longo prazo.

Para o caso da **clorofila-a**, sendo o limite de alteração 2,5 µg/L (2,5 mg/m³), nos dados obtidos por sensoriamento remoto (2005 - 2017) verifica-se que este valor tem sido permanentemente ultrapassado na baía de Sepetiba e muito frequentemente na zona costeira de Paraty. Em casos específicos, este limite foi ultrapassado em toda a área costeira em análise.

Pelo exposto, considerando o cenário tendencial “Vai Levando” ou o cenário “Crescer é o Lema”, que mantém o baixo investimento no saneamento básico, os valores de clorofila-a tenderão a aumentar, ultrapassando mais frequentemente e de forma mais severa o referido limite. Isto acontecerá quer pelo crescimento demográfico, quer pelo crescimento de área irrigada e da indústria. Note-se que

nestes cenários o crescimento econômico não é tendencialmente conciliado com o alcance da equidade social, o que não envolve a proteção ambiental.

Nos dois restantes cenários há melhores perspectivas em termos de coleta e tratamento de esgotos, mas previsivelmente não o suficiente para que o referido valor limite não seja ultrapassado, especialmente nas áreas mais confinadas (em termos de trocas de água com o mar aberto) onde há descarga de águas residuais, como é o caso da baía de Sepetiba.

Para o caso da **turbidez**, como referido atrás, uma vez que esta está relacionada à produtividade primária, mas também com o acarreo dos rios, a tendência será para aumentar genericamente. No entanto, o valor de turbidez estabelecido como limite foi de 40 NTU, que corresponde a uma visibilidade baixa (~20 cm). É provável que este limite seja apenas ultrapassado durante períodos específicos de maior transporte fluvial, e durante períodos tempestivos, devido à ressuspensão dos sedimentos de fundo.

VII. SÍNTESE

Nas seções seguintes apresentam-se quadros-síntese relacionados a: limites de alteração dos fatores, significância dos impactos e estimativa do estado futuro.

VII.1. LIMITES DE ALTERAÇÃO

No Quadro 42 sistematizam-se os limites de alteração para os fatores analisados.

Quadro 42 – Síntese dos limites de alteração, por fator, para a região Litoral Sul Fluminense

Fator	Variável	Limite de alteração
Comunidades tradicionais	<i>Espaços de reprodução do modo de vida tradicional</i>	Manutenção e proteção dos territórios (terrestres e marinhos) utilizados hoje pelas comunidades caiçaras, quilombolas e indígenas (Mapa 1, Volume 2 – Apêndice IV.1-1), e manutenção da garantia de acesso aos recursos naturais necessários para o desenvolvimento das atividades tradicionais e preservação da cultura e modo de vida tradicional
Habitação	<i>População em aglomerados subnormais/ população total</i>	10%
Saneamento básico	<i>Atendimento de esgoto (coleta)</i>	. Itaguaí: 50% até 2022; 90% até 2027; 90% até 2030 . Mangaratiba: 50% até 2022; 80% até 2027; 90% até 2030 . Paraty: 25% até 2022; 50% até 2027; 75% até 2030 . Angra dos Reis: 68% até 2022; 80% até 2027; 86% até 2030
	<i>Índice de tratamento de esgoto</i>	100% do esgoto coletado a partir de 2022

Fator	Variável	Limite de alteração
Vegetação costeira	<i>Abrangência da vegetação costeira</i>	Abrangência atual (áreas de mangue, restinga e vegetação secundária da floresta ombrófila densa das terras baixas representadas nos Mapas 2A-2D (Volume 2, Apêndice IV.1-1))
Biodiversidade marinha	<i>Não existem espécies ou grupos de espécies adequados para servirem como variável-condição para a avaliação de impactos cumulativos</i>	Não identificável
Águas continentais	<i>Concentração média anual de coliformes termotolerantes</i>	- Corpos de água enquadrados em Classe 1*: 200 NMP/100 ml** - Corpos de água enquadrados em Classe 2*: 1000 NMP/100 ml** - Corpos de água enquadrados em Classe 3*: 4000 NMP/100 ml** (limites legais estabelecidos pela Resolução CONAMA n.º 357 de 17 de março de 2005)
	<i>Razão anual entre demanda hídrica e disponibilidade hídrica</i>	50 % (vazão máxima outorgável face a $Q_{Q_{7,10}}$ pela Portaria SERLA n.º 567/2007) $1/50/(1-K)$ % (vazão máxima para abastecimento humano face a $Q_{7,10}$ para manter capacidade de depuração do corpo de água, dada a eficiência de tratamento de esgoto K)
Qualidade das águas costeiras	<i>Turbidez média anual</i>	40 NTU
	<i>Clorofila-a</i>	2,5 $\mu\text{g L}^{-1}$

Fator	Variável	Limite de alteração
	Balneabilidade (Coliformes fecais; Coliformes termotolerantes; Enterococcus)	. Coliformes fecais: 1000 NMP/100 mL . Coliformes termotolerantes: 800 NMP/100 mL . Enterococcus: 100 NMP /100 mL (limites legais estabelecidos pela Resolução CONAMA n.º 274/2000- classificação satisfatória para recreação de contato primário)

Nota: * conforme enquadramento dos corpos de água pelo art. 42º da Resolução CONAMA n.º 357 de 17 de março de 2005; ** para outros usos que não recreação de contato primário, que deve respeitar padrões de qualidade de balneabilidade estabelecidos por Resolução CONAMA n.º 274 de 2000.

Fonte: Témis/Nemus, 2019.

VII.2. SIGNIFICÂNCIA DOS IMPACTOS

No Quadro 43 sistematiza-se a natureza, magnitude e significância dos principais impactos cumulativos identificados nos fatores analisados com base nas seções IV.1.3 (Comunidades Tradicionais), IV.2.3 (Habitação), IV.3.3 (Saneamento Básico), V.1.3 (Vegetação Costeira), V.2.3 (Biodiversidade Marinha), VI.1.3 (Águas Continentais), VI.2.3 (Qualidade das Águas Costeiras).

Quadro 43 – Síntese da classificação de impactos cumulativos, por fator, para a região Litoral Sul Fluminense

Fator	Impacto	Componentes de classificação do impacto		
		Natureza	Magnitude	Significância (confiança)
Comunidades tradicionais litorâneas	Interferência com o território tradicional (terrestre e marinho)”	Negativa	Alta	Muito significativo (Moderada)
	Interferência sobre as atividades tradicionais	Negativa	Alta	Muito significativo (moderada)
Habitação	Aumento da precariedade habitacional	Negativa	Alta	Muito significativo (alta)

Fator	Impacto	Componentes de classificação do impacto		
		Natureza	Magnitude	Significância (confiança)
Saneamento básico	Desajuste da oferta pública de saneamento	Negativa	Moderada	Muito significativo (moderada)
Vegetação costeira	Supressão da vegetação e degradação da vegetação e dos ecossistemas	Negativa	Alta	Significativos (alta)
Biodiversidade marinha	Afetação da biodiversidade marinha	Negativa	Alta	Muito significativo (baixa)
Águas continentais	Aumento da concentração de coliformes termotolerantes	Negativa	Moderada	Significativo (baixa a moderada)
	Redução da disponibilidade de água para abastecimento público	Negativa	Moderada a Alta	Significativo (baixa a moderada)
Qualidade das águas costeiras	Níveis elevados da produção primária fitoplanctônica	Negativa	Baixa	Insignificativo (baixa a moderada)
	Remobilização de poluentes associada às operações de dragagem – aumento da turbidez e da concentração de metais	Negativa	Baixa	Insignificativo (baixa a moderada)

Fonte: Témis/Nemus, 2019.

VII.3. ESTIMATIVA DO ESTADO FUTURO

No Quadro 44 sistematiza-se a estimativa do estado futuro dos fatores analisados com base nas seções IV.1.4 (Comunidades Tradicionais), IV.2.4 (Habitação), IV.3.4 (Saneamento Básico), V.1.4 (Vegetação Costeira), V.2.4 (Biodiversidade Marinha), VI.1.4 (Águas Continentais), VI.2.4 (Qualidade das Águas Costeiras).

Quadro 44 – Estimativa do estado futuro dos fatores, na região Litoral Sul Fluminense

Fator	Estimativa quanto ao estado futuro
Comunidades tradicionais	<ul style="list-style-type: none"> • Caso as medidas de reconhecimento e proteção das comunidades tradicionais continuem incipientes e pouco efetivas na prática (cenário mais provável, face às políticas atuais do Governo Federal): condição de fragilidade territorial, perda de territórios, descaracterização do modo de vida (incluindo práticas e usos e a cultura), levando à perda dos espaços de reprodução do modo de vida tradicional • Caso as medidas de reconhecimento e proteção das comunidades tradicionais sejam ampliadas e efetivas na prática: reconhecimento e proteção do território tradicional, garantindo a manutenção do modo de vida tradicional (incluindo práticas e usos e a cultura) e dos espaços de reprodução do modo de vida tradicional.
Habitação	<ul style="list-style-type: none"> • Sem medidas públicas no mercado habitacional: aumento muito significativo de residentes em aglomerados subnormais • Com a continuação da atual política pública de habitação: estabilização dos indicadores de precariedade, ie, manutenção da proporção de residentes em aglomerados subnormais (aumento em termos absolutos) • Com uma política pública ambiciosa de habitação e requalificação de infraestruturas: diminuição significativa de residentes em aglomerados subnormais (em termos absolutos e relativos)

Fator	Estimativa quanto ao estado futuro
Saneamento básico	<ul style="list-style-type: none"> • Atendimento com coleta de esgoto em Itaguaí: 67% • Atendimento com coleta de esgoto em Paraty: 22% • Atendimento com coleta de esgoto em Angra dos Reis: 69% • Atendimento com coleta de esgoto em Mangaratiba: 24%
Vegetação costeira	<ul style="list-style-type: none"> • Abrangência de vegetação costeira ligeiramente inferior à atual, principalmente no entorno de áreas urbanas (Mapas 6A-6D). As unidades/áreas que se prevê que possam ser mais afetadas são: <ul style="list-style-type: none"> ○ APA de Cairuçu, município de Paraty, na faixa que fica no entorno imediato da cidade de Paraty; ○ PARNA Serra da Bocaina, zona inserida no município de Angra dos Reis, na faixa que fica no entorno oriental de Perequê; ○ APA de Tamoios e PE da Ilha Grande, ambas na Ilha Grande, município de Angra dos Reis, no extremo Oeste (entorno de Provetá) e extremo Este (entorno de Abraão); ○ APA de Mangaratiba, município de Mangaratiba, várias pequenas faixas no entorno dos principais núcleos urbanos.
Biodiversidade marinha	<ul style="list-style-type: none"> • Não é possível estimar o estado futuro do fator • A percepção dos atores da região que têm participado nas sessões de participação pública, é que tem havido uma intensificação da afetação da biodiversidade marinha; assim, há preocupação que o estado futuro do fator venha a piorar caso não sejam tomadas medidas

Águas continentais	<ul style="list-style-type: none">• A condição de qualidade indicada pela concentração de coliformes termotolerantes manter-se-á degradada, acima do limite de alteração, na maioria dos rios monitorados nos municípios da região, que observarão qualidade conforme Classe 3 ou Classe 4.• A alteração na qualidade prevista não deverá, no geral, ser significativa, exceto no caso de alguns rios de Mangaratiba e Angra dos Reis atualmente menos pressionados, que terão o limite de alteração de Classe 2 excedido no caso de um crescimento populacional mais vigoroso e sem melhoria no tratamento de esgoto.• Embora modesta, a prevista melhoria no saneamento poderá, com um crescimento populacional na região apenas tendencial, originar uma recuperação da boa condição (conforme Classe 2) em alguns rios menos degradados em Paraty, Angra dos Reis e Mangaratiba.• A condição de quantidade, indicada pela razão entre demanda hídrica e disponibilidade hídrica, deverá manter-se especialmente degradada na bacia da zona sede do município de Angra dos Reis, com aumento da excedência do limite de alteração referente à máxima vazão outorgável (50% da $Q_{7,10}$).• Na restante região ocorrerá degradação com o aumento da demanda para abastecimento público, mas sem que a alteração seja significativa face ao limite de alteração.• Entretanto, na maioria das bacias da região a demanda para abastecimento competirá de forma mais intensiva com a vazão necessária à função natural de depuração do esgoto nos corpos de água, potenciando situações de má qualidade da água em épocas de menor vazão.• As bacias dos principais mananciais da região deverão sofrer aumento da pressão populacional sobre a qualidade das águas, sem que se mostre alívio com a perspectiva de melhor saneamento. A situação deverá ser mais significativa em Angra dos Reis e menos observada em Paraty.• O manancial previsto no rio Bracuí poderá verificar uma degradação potencialmente significativa na sua qualidade, caso não seja alvo de proteção.
--------------------	--

Fator	Estimativa quanto ao estado futuro
Qualidade das águas costeiras	<ul style="list-style-type: none"> • A qualidade da água deverá continuar a ser relativamente melhor na baía da Ilha Grande face à baía de Sepetiba • Os valores de colimetria deverão aumentar, refletindo o crescimento demográfico esperado. Os resultados de balneabilidade serão afetados em sequência das elevadas concentrações de coliformes termotolerantes nos rios afluentes • Os valores de clorofila-a deverão aumentar, refletindo os processos demográficos previstos, bem como crescimento da área irrigada e da indústria. Esperadamente, o limite de alteração será ultrapassado mais frequentemente e de forma mais severa • A turbidez deverá aumentar, mas provavelmente o limite de alteração só será ultrapassado durante períodos específicos de maior transporte fluvial, e durante períodos tempestivos, devido à ressuspensão dos sedimentos de fundo.

Fonte: Témis/Nemus, 2019.

VIII. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O presente relatório inicia-se com uma síntese dos principais impactos cumulativos dos empreendimentos em análise em cada um dos fatores selecionados para a análise do PAIC na região Litoral Sul Fluminense. Esses impactos, identificados na fase anterior (Fase 4), são avaliados e classificados quanto à sua significância, com base num conjunto de critérios, e considerando os limites de alteração propostos.

A significância dos impactos cumulativos e a proposta de limites de alteração consta do primeiro relatório da Fase 5: Relatório de Levantamento da Significância dos Impactos Cumulativos, que foi discutido na oficina participativa realizada no dia 5 de junho 2019, em Angra dos Reis.

As contribuições obtidas na oficina e após a mesma (foi dado o prazo de 26 de junho de 2019 para receber contribuições adicionais) foram alvo de análise e ponderação pela equipe, e motivaram a complementação de alguns dados e mapas, e a revisão de algumas avaliações, que integram o presente documento.

Quanto à significância dos impactos cumulativos, foram considerados:

- Muito significativos - os impactos identificados nos fatores:
 - Comunidades tradicionais litorâneas (interferência com o território tradicional e interferência sobre as atividades tradicionais)
 - Habitação (aumento da precariedade habitacional)
 - Saneamento básico (desajuste da oferta pública de saneamento)
 - Biodiversidade marinha (afetação da biodiversidade marinha)
- Significativos - os impactos identificados nos fatores:
 - Vegetação costeira (supressão da vegetação e degradação da vegetação e dos ecossistemas)
 - Águas continentais (aumento da concentração de coliformes termotolerantes e redução da disponibilidade de água para abastecimento público)
- Insignificativos - os impactos identificados no fator:
 - Qualidade das águas costeiras (níveis elevados da produção primária fitoplanctônica e aumento da turbidez e da concentração de metais

associada à remobilização de poluentes em operações de dragagem).

Este relatório integra ainda uma estimativa do estado futuro (2030) por meio de metodologias próprias, que foram desenvolvidas de forma adaptada para cada fator em estudo.

Quanto à evolução futura da região, resumem-se da seguinte forma as tendências estimadas:

- Comunidades tradicionais litorâneas: fragilidade territorial, perda de territórios, descaracterização do modo de vida (incluindo práticas e usos e a cultura), levando à perda dos espaços de reprodução do modo de vida tradicional (se as medidas de reconhecimento e proteção das comunidades tradicionais continuarem incipientes e pouco efetivas na prática)
- Habitação: manutenção da proporção de residentes em aglomerados subnormais (aumento em termos absolutos) (com a continuação da atual política pública de habitação)
- Saneamento básico: ligeiro aumento do atendimento quanto à coleta (contudo, inferior a 70% em todos os municípios) e tratamento de esgotos (mas atingindo, no máximo, 32% de população atendida, e apenas no município de Angra dos Reis)
- Vegetação costeira: abrangência de vegetação costeira ligeiramente inferior à atual, principalmente no entorno de áreas urbanas; aumento da afetação da APA de Cairuçu, PARNA Serra da Bocaina, APA de Tamoios, PE da Ilha Grande e APA de Mangaratiba
- Biodiversidade marinha: a percepção dos atores da região que têm participado nas sessões de participação pública, é que tem havido uma intensificação da afetação da biodiversidade marinha, receando-se que esta tendência se mantenha ou se intensifique
- Águas continentais: manutenção de qualidade (indicada pela concentração de coliformes termotolerantes) degradada na maioria dos rios monitorados nos municípios da região; a condição de quantidade (indicada pela razão entre demanda hídrica e disponibilidade hídrica), deverá manter-se especialmente degradada

na bacia onde se encontra sedado o município de Angra dos Reis; o manancial previsto no rio Bracuí poderá verificar uma degradação potencialmente significativa na sua qualidade, caso não seja alvo de proteção

- Qualidade das águas costeiras: os valores de colimetria deverão aumentar (com reflexos na balneabilidade), bem como a clorofila-a e a turbidez.

A evolução socioeconômica e ambiental da região Litoral Sul Fluminense constitui assim motivo de preocupação, e evidencia a necessidade de aplicação de medidas específicas (a definir na Fase 6).

IX. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALESSA, L.; BENNETT, S. M.; KLISKEY, A. D. 2003. **Effects of knowledge, personal attribution and perception of ecosystem health on depreciative behaviors in the intertidal zone of Pacific Rim National Park and Reserve.** *Journal of Environmental Management*, v. 68, n. 2, p. 207-218, Jun 2003. Disponível em: <<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0301479703000689> >.

ANA - AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS. 2003. **Memorial descritivo do cálculo da demanda humana de água no documento “Base de Referência do Plano Nacional de Recursos Hídricos”.** ANA, Superintendência de Planejamento de Recursos Hídricos Brasília, 2003. Citado em: PROFILL (2019).

ANGRA NEWS, 2011. **Batalhão detecta desmatamento em área de proteção ambiental.** 28/03/2011. Disponível em: <http://angranews.com.br/batalhao-detecta-desmatamento-em-area-de-protecao-ambiental>. Acessado em: julho 2019.

AQUAA3. 2014. **Coral-sol: uma praga iminente.** Disponível em: <<https://www.aquaa3.com.br/2014/04/coral-sol-uma-praga-iminente.html#.XRtnLehKiUI>>. Consultado em junho 2019.

ARQUIVO CORREIO DO BRASIL, 2018. **Estado embarga obra de mansão em Angra dos Reis.** 7/3/2018. Disponível em: <https://arquivo.correiodobrasil.com.br/estado-embarga-obra-de-mansao-em-angra-dos-reis>. Acessado em: julho 2019.

AVENA, Regina Célia Suzano. 2003. **Construções rodoviárias, bacias hidrográficas, geração de passivos ambientais e riscos associados: o caso da rodovia RJ-165-Paraty-Cunha.** Unpublished MSc. Dissertation, Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 257p, 2003.

BARBOSA, Z. N. T., OLIVEIRA, N. W., & ALVES, R. P. 2011. **Uso de geotecnologias para mapeamento de áreas de riscos Estudo de Caso: Angra dos Reis-RJ**. Proceeding of Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto.

BARCELLOS, C.; LACERDA, L. D. D.; CERADINI, S. 1997. **Sediment origin and budget in Sepetiba Bay (Brazil) - an approach based on multielemental analysis**. *Environmental Geology*, v. 32, n. 3, p. 203-209, 1997.

BARCELLOS, C.; LACERDA, L. D.; CERADINI, S. 1998. **Metal scavenging and cycling in a tropical coastal region**. In: WASSERMAN, J. C.; SILVA-FILHO, E. V., *et al* (Ed.). **Environmental Geochemistry in the Tropics**. 1st. Heidelberg: Springer-Verlag, v.72, 1998. p.157-169. (Lecture Notes in Earth Sciences).

BARROS, S. R. D. S. 2007. **A Inserção da Zona Costeira nas territorialidades da Bacia Hidrográfica do Rio São João: inter-relações, trocas e conflitos**. 2007. 145 Doutorado (Doutorado). Programa de Pós-Graduação em Geografia, Universidade Federal Fluminense, Niterói.

BORGES, ANDRÉ. 2019. Notícia "**Governo fará revisão geral das 334 áreas de proteção ambiental no País**" (10-maio-2019) in: **Estadão**. <<https://sustentabilidade.estadao.com.br/noticias/geral,governo-fara-revisao-geral-das-334-areas-de-protECAo-ambiental-no-pais,70002822999>>. Acessado em junho 2019.

BROECKER, W. S.; PENG, T.-H. 1982. **Tracers in the Sea**. Palisades, NY: Lamont-Doherty Geological Observatory. 690.

CARNEIRO, M. T.; CORTES, M. B. V.; WASSERMAN, J. C. 2018. **Critical evaluation of the factors affecting Escherichia coli environmental decay for outfall plume models**, v. 13, n. 4, p. 18, 2018-07-03 2018. ISSN 1980-993X. Disponível em: < <http://www.ambi-agua.net/seer/index.php/ambi-agua/article/view/2038> >.

CETESB, Companhia Ambiental do Estado de São Paulo. 2017. **Qualidade das Águas Interiores no Estado de São Paulo 2016, Relatório**. Secretaria do Meio Ambiente, São Paulo (Estado). Disponível em: <http://aguasinteriores.cetesb.sp.gov.br/publicacoes-e-relatorios/>. Acessado em: agosto de 2017.

CIDA DE OLIVEIRA. 2019. Notícia “**Em cinco meses, governo Bolsonaro atende conjunto da pauta ruralista**” (17-junho-2019). In: **Rede Brasil Atual**. <<https://www.redebrasilatual.com.br/ambiente/2019/06/em-cinco-meses-governo-bolsonaro-atende-conjunto-da-pauta-ruralista/>>. Acessado em 01-julho-2019.

CUNHA, L. C.; WASSERMAN, J. C. 2003. **Relationship between nutrients and macroalgal biomass in a Brazilian Coastal Lagoon: The impact of a lock construction**. *Chemistry and Ecology*, v. 19, n. 4, p. 283-298.

DEEPASK. **Minha Casa Minha Vida: Veja quantidade de imóveis entregues e recursos aplicados por cidade do Brasil**. Disponível em: <<http://www.deepask.com/goes?page=Programa-Minha-Casa-Minha-Vida:-Veja-quantidade-de-imoveis-entregues-e-recursos-aplicados-por-municipio-do-Brasil>> Acessado em: junho de 2019.

DIÁRIO DO VALE, 2017. **Secretaria de Estado do Ambiente e INEA combatem desmatamento em Paraty**. 14/08/2017. Disponível em: <https://diariodovale.com.br/cidade/secretaria-de-estado-do-ambiente-e-inea-combatem-desmatamento-em-paraty>. Acessado em: julho 2019.

ECODEBATE, 2010. **INEA notifica 87 imóveis com suspeita de ocupação irregular em Ilha Grande, Angra dos Reis, RJ**. 20/01/2010. Disponível em: <https://www.ecodebate.com.br/2010/01/20/inea-notifica-87-imoveis-com-suspeita-de-ocupacao-irregular-em-em-ilha-grande-angra-dos-reis-rj>. Acessado em: julho 2019.

FEITOSA, R. C. et al. 2013. **Comparative study of fecal bacterial decay models for the simulation of plumes of submarine sewage outfalls**. Water Science and Technology, v. 68, n. 3, p. 622-631.

FJP, FUNDAÇÃO JOÃO PINHEIRO. **Déficit Habitacional no Brasil**. Disponível em: <<http://www.fjp.mg.gov.br/index.php/produtos-e-servicos/2742-deficit-habitacional-no-brasil-3>>. Acessado em: julho de 2018.

FRANCISCO, C.; CARVALHO, C., 2008. **“Avaliação da Sustentabilidade Hídrica de Municípios Abastecidos por Pequenas Bacias Hidrográficas: O Caso de Angra dos Reis, RJ”**. RBRH - Revista Brasileira de Recursos Hídricos, 13(2), Abr/Jun 2008., 15-30. Disponível em: <https://abrh.s3.sa-east-1.amazonaws.com/Sumarios/16/9b2a910f4197ce43f3625d93e96ca44d_be4adf54f955e5f2a80f47e710fe3647.pdf>. Acessado em: junho de 2018.

FRANCISCO, C.; OLIVEIRA, C. 2009. **“Sustentabilidade hídrica da Região Hidrográfica da Baía da Ilha Grande, RJ”**, Anais XIV Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, Natal, Brasil, 25-30 abril 2009, INPE, p. 4707-4714. Disponível em: <<https://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=1&cad=rja&uact=8&ved=2ahUKEwiGh9vRIJnjAhUGWsAKHU23BTkQFjAAegQIARAC&url=http%3A%2F%2Fmarte.sid.inpe.br%2Fattachment.cgi%2Fdpi.inpe.br%2Fsbsr%4080%2F2008%2F11.17.21.18.30%2Fdoc%2F4707-4714.pdf&usg=AOvVaw29bH-YUb0unUGPiMXWUPZ8>>. Acessado em: abril de 2019.

FUNDAÇÃO COPPETEC. 2013. **Elaboração do Plano Estadual de Recursos Hídricos do Estado do Rio de Janeiro, R4 – Relatório Gestão de Recursos Hídricos**. Revisão 03. Instituto Estadual do Ambiente, Secretaria de Estado do Ambiente, Governo do Estado do Rio de Janeiro.

GOMES, ADRIANA NASCIMENTO; BARROS, GRAZIELA MORAES; POMPEI, CARLOS. 2015. **Monitoramento extensivo e manejo do coral-sol *Tubastraea* spp. (Cnidaria, Anthozoa) na estação ecológica de Tamoios, RJ, Brasil.** Anais do VIII CBUC – Trabalhos Técnicos.

GT “CORAL SOL” (Grupo de Trabalho “Coral-sol”). 2018. **Relatório Final. Plano Setorial para os Recursos do Mar.** 155 pp.

GT CORAL SOL (Grupo de trabalho Coral Sol). 2017. **Relatório Final. Plano Setorial para os Recursos do Mar.** Brasília. 77 pp.

HEGMANN, G., COCKLIN, C., CREASEY, R., DUPUIS, S., KENNEDY, A., KINGSLEY, L., ROSS, W., SPALING, H. and STALKER, D., 1999. **Cumulative Effects Assessment Practitioners Guide.** Prepared by AXYS Environmental Consulting Ltd. and the CEA Working Group for the Canadian Environmental Assessment Agency, Hull, Quebec.

IBGE, INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Cidades.** Disponível em: <<https://cidades.ibge.gov.br/>>. Acessado em: agosto de 2017; setembro de 2018; fevereiro de 2019.

ICMBIO, 2012a. **Quiosques irregulares são demolidos em Trindade.** 28/02/12. Disponível em: <http://www.icmbio.gov.br/parnaserradabocaina/destaques/59-quiosques-irregulares-sao-demolidos-em-trindade.html>. Acessado em: julho 2019

ICMBIO, 2012b. **Edificações irregulares são demolidas.** 28/02/12. Disponível em: <http://www.icmbio.gov.br/parnaserradabocaina/destaques/58-edificacoes-irregulares-sao-demolidas.html>. Acessado em: julho 2019.

ICMBIO, 2012c. **Operação de fiscalização embarga bares e restaurantes nas Ilhas da APA Cairucu e ESEC Tamoios.** 27/04/12. Disponível em: <http://www.icmbio.gov.br/cairucu/destaques/75-operacao-de-fiscalizacao-embarga-bares-e-restaurantes-nas-ilhas-da-apa-cairucu-e-esec-tamoios2.html>. Acessado em: julho 2019.

ICMBIO, 2012d. **Operação de fiscalização impede invasão em Ilha da ESEC Tamoios.** 17/09/12. Disponível em: <http://www.icmbio.gov.br/cairucu/destaques/80-operacao-de-fiscalizacao-impede-invasao-em-ilha-da-esec-tamoios.html>. Acessado em: julho 2019.

ICMBIO, 2013a. **Cerca de 15 mil turistas no último feriado.** 21/11/2013. Disponível em: <http://www.icmbio.gov.br/parnaserradabocaina/destaques/117-resultado-operacao-trindade.html>. Acessado em: julho 2019

ICMBIO, 2013b. **Edificações clandestinas e caça são flagradas em operação de fiscalização.** 25/03/2013. Disponível em: <http://www.icmbio.gov.br/parnaserradabocaina/destaques/127-fiscalizacao-marco-de-2014.html>. Acessado em: julho 2019

ICMBIO, 2013c. **Palmito é apreendido em Mambucaba.** 04/11/2013. Disponível em: <http://www.icmbio.gov.br/parnaserradabocaina/destaques/112-apreensao-de-palmito.html>. Acessado em: julho 2019.

ICMBIO, 2014a. **PNSB terá ações em Trindade durante e depois do Carnaval.** 28/02/2014. Disponível em: <http://www.icmbio.gov.br/parnaserradabocaina/destaques/122-operacao-carnaval-2014.html>. Acessado em: julho 2019

ICMBIO, 2014b. **Zona intangível do Parque Nacional da Serra da Bocaina é alvo de caçadores.** 23/04/2014. Disponível em: <http://www.icmbio.gov.br/parnaserradabocaina/destaques/129-caca-trilha-do-funil.html>. Acessado em: julho 2019

ICMBIO, 2016. **Menos duas edificações irregulares no Parque Nacional.** 29/04/2016. Disponível em: <http://www.icmbio.gov.br/parnaserradabocaina/destaques/144-menos-duas-edificacoes-irregulares-no-parque-nacional.html>. Acessado em: julho 2019

ICMBIO, 2019. **Portal do Parque Nacional Serra da Bocaina.** Disponível em: <http://www.icmbio.gov.br/parnaserradabocaina/o-que-fazemos/protecao.html>. Acessado em: julho 2019

IFC, INTERNATIONAL FINANCE CORPORATION. 2013. **Good Practice Handbook. Cumulative Impact Assessment and Management: Guidance for the Private Sector in Emerging Markets.**

INEA, 2017. **Secretaria de Estado do Ambiente e Instituto Estadual do Ambiente deflagram fiscalização no Parque Estadual Cunhambebe para combater desmatamento ilegal.** 16/11/2017. Disponível em: <http://www.inea.rj.gov.br/Portal/Noticias/INEA0145847>. Acessado em: julho 2019.

INEA. 2018. **Atlas dos Mananciais de Abastecimento Público do Estado do Rio de Janeiro, Subsídios ao planejamento e ordenamento territorial.** Disponível em: <http://www.inea.rj.gov.br/Portal/MegaDropDown/EstudosePublicacoes/Publicacoes/INEA0201473>. Acessado em: fevereiro de 2019.

INSTITUTO BRASILEIRO DE BIODIVERSIDADE (BrBio). 2018. **Projeto coral-sol.** Disponível em: <http://www.brbio.org.br/nossos-projetos/projeto-coral-sol/> Consultado em junho 2019.

IPEA. 2017. **Brasil 2035: Cenários para o desenvolvimento.** Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada, Associação Nacional dos Servidores da Carreira de Planejamento e Orçamento. – Brasília: Ipea: Assecor, 2017. 320 p.: il., gráfs. color.

LIMA, ANDRÉ. 2019. Notícia “**O patriotismo às avessas da política ambiental de Bolsonaro**” (15-janeiro-2019). In: **Congresso em Foco**. <<https://congressoemfoco.uol.com.br/opiniao/colunas/o-patriotismo-as-avessas-na-politica-ambiental-de-bolsonaro/>>. Acessado em 01-julho-2019.

LOPES, PAULO ROBERTO SALGADO, MARIA DAS GRAÇAS SILVEIRA BISPO, MIRIAM ARAÚJO CARLOS CRAPEZ, AND JULIO CESAR WASSERMAN. 2019. **Role of bacterial esterase on mercury dynamics in mangrove sediments**. *Geochimica Brasiliensis* 33 (1):64-75. doi: 10.21715/GB2358-2812.2019331064.

METCALF & EDDY. 1991. **Wastewater Engineering – Treatment, Disposal, Reuse**. Third Edition. Tchobanoglous, G., Burton, F. L. (Revisors). McGRAW-HILL International Editions.

MINISTÉRIO DA ECONOMIA. 2019. “**Ministério da Economia começa a elaboração do PPA 2020-2023**” (publicado em 04/04/2019; última modificação em: 14/06/2019). In: <<http://www.economia.gov.br/noticias/2019/04/ministerio-da-economia-comeca-a-elaboracao-do-ppa-2020-2023>>. Acessado em 01-julho-2019.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE (MMA), INSTITUTO BRASILEIRO DO MEIO AMBIENTE E DOS RECURSOS NATURAIS RENOVÁVEIS (IBAMA), INSTITUTO CHICO MENDES DE CONSERVAÇÃO DA BIODIVERSIDADE (ICMBio). 2018. **Diagnóstico sobre a invasão do coral-sol (*Tubastraea spp.*) no Brasil. Consulta pública**. 74 pp. Disponível em: <http://www.ibama.gov.br/phocadownload/consultapublica/2018/2018-01-diagnostico-coral-sol-consulta-publica_revisaoMMA.pdf>

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE (MMA). 2019. **Planos de Controle** Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/informma/item/7505-estrat%C3%A9gia-nacional.html#plano-coral-sol>>. Consultado em junho 2019.

MORI, G. B. et al. 2015. **Influence of landscape properties on stream water quality in agricultural catchments in Southeastern Brazil**. Ann. Limnol. - Int. J. Lim., v. 51, n. 1, p. 11-21. Disponível em: < <https://doi.org/10.1051/limn/2014029> >.

ODEBRECHT. 2012. **Relatório anual 2012. Seção II- Programa de Gestão Ambiental Integrada. Projeto 4-Projeto de Monitoramento e Controle da Qualidade Ambiental. Subprojeto 3 – Qualidade da água**. Marinha do Brasil.

OLIVEIRA, G. D. S. D. 2014. **Classes populares em Angra dos Reis: o olhar de uma jovem estudante**. Trabalho de Conclusão de Curso - Curso de Pedagogia, Instituto de Educação de Angra dos Reis da Universidade Federal Fluminense.

PEREIRA, A. P. C. 2012. **O lazer e a residência secundária em Angra dos Reis-RJ**. Tese de Doutorado - Pós-Graduação da Faculdade de Educação Física, Universidade Estadual de Campinas, São Paulo.

PICK-UPAU, 2010. **Operação de fiscalização destrói rancho de palmiteiros e caçadores**. 20/08/2010. Disponível em: https://www.pick-upau.org.br/sos/crime_ao_compensa/2010_sos/2010.08.31/operacao_fiscalizacao.htm. Acessado em: julho 2019.

PREFEITURA DE ANGRA DOS REIS. **Programa Minha Casa, Minha Vida – Informações à população de Angra dos Reis**. Disponível em: <<https://www.angra.rj.gov.br/sop-minhacasa.asp?IndexSigla=SDUS&vNomeLink=Minha%20Casa,%20Minha%20Vida>> Acessado em: junho de 2019.

PREFEITURA DE ANGRA DOS REIS, 2019. **Upam combate desmatamento na Ilha Grande**. 24/05/2019. Disponível em: https://www.angra.rj.gov.br/noticia.asp?vid_noticia=55259&indexsigla=imp. Acessado em: julho 2019.

PREFEITURA DE ITAGUAÍ. **Prefeitura de Itaguaí sorteia unidades do Minha Casa, Minha Vida.** Disponível em: <<https://itaguai.rj.gov.br/noticia-1726-prefeitura-de-itaguai-sorteia-unidades-do-minha-casa--minha-vida.html>> Acessado em: junho de 2019.

PREFEITURA MUNICIPAL DE ITAGUAÍ. 2016. **Plano Municipal do Serviço Público de Saneamento Básico de Itaguaí.** Itaguaí, RJ.

PREFEITURA MUNICIPAL DE MANGARATIBA. 2013. **Plano Municipal do Serviço Público de Abastecimento de Água e Esgotamento Sanitário.** Mangaratiba, RJ.

PREFEITURA MUNICIPAL DE PARATY. 2011. **Plano Municipal de Saneamento Básico de Paraty.** Paraty, RJ.

PROFILL. 2017a. **Plano Estratégico de Recursos Hídricos das Bacias Hidrográficas dos Rios Guandu, da Guarda e Guandu Mirim, Definição das Metas do PERH-Guandu e Diretrizes e Estudos para os Instrumentos de Gestão.** Comitê de Bacia Hidrográfica Guandu. Disponível em: <<http://www.comiteguandu.org.br/plano-de-bacia.php>>. Acessado em: abril de 2019.

PROFILL. 2017b. **Plano Estratégico de Recursos Hídricos das Bacias Hidrográficas dos Rios Guandu, da Guarda e Guandu Mirim, Prognóstico.** Comitê de Bacia Hidrográfica Guandu. Disponível em: <<http://www.comiteguandu.org.br/plano-de-bacia.php>>. Acessado em: abril de 2019.

PROFILL. 2019. **Plano de Recursos Hídricos da Região Hidrográfica da Baía da Ilha Grande, RD08 Relatório de Demandas Hídricas**. INEA – Instituto Estadual do Ambiente, Secretaria do Ambiente, Governo do Rio de Janeiro, junho de 2019. Disponível em: <https://drive.google.com/drive/folders/1Lr5_ys20O9BOXRrkQshw8gYMSKfMRTGC>. Acessado em: junho de 2019.

REDAÇÃO. 2019. Notícia “**Bolsonaro diz que pretende implementar caça submarina em área protegida**” (08-maio-2019) in: **Estadão**. <<https://politica.estadao.com.br/noticias/geral,bolsonaro-diz-que-pretende-implantar-caca-submarina-em-area-protegida,70002821016>> Acessado em junho 2019.

SANDERS, B. F.; AREGA, F.; SUTULA, M. 2005. **Modeling the dry-weather tidal cycling of fecal indicator bacteria in surface waters of an intertidal wetland**. Water Research, v. 39, n. 14, p. 3394-3408, Sep 2005. Disponível em: <[Go to ISI://000231740900027](http://Go%20to%20ISI%3A%2F000231740900027) >.

SENADO NOTÍCIAS. 2019. Notícia “**Ambientalistas criticam política ambiental de Bolsonaro**” (06-junho-2019) in: **Senado Notícias**. <<https://www12.senado.leg.br/noticias/materias/2019/06/06/ambientalistas-criticam-politica-ambiental-de-bolsonaro>>. Acessado em 01-julho-2019.

SILVA FILHO, L. 2015. **Análise da gestão costeira em Baías: o caso da Baía de Sepetiba**. Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-graduação em Planejamento Energético. Rio de Janeiro: UFRJ/COPPE, 2015.

SILVA, R. T. 2012. **Alfabetização Muito Além da Paideia: Proposta e Conflitos em Angra Dos Reis**. Revista Aleph, (18).

SILVA, R. T., & SILVA, D. T. P. 2016. **A Questão Favela em Angra Dos Reis: Contribuições Periféricas de uma Pesquisa Longitudinal em Alfabetização**. Revista Aleph, (27).

SNIS. 2017. **Diagnóstico dos Serviços de Água e Esgotos – 2017**. Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento, Ministério do Desenvolvimento Regional. Disponível em: <<http://www.snis.gov.br/diagnostico-agua-e-esgotos/diagnostico-ae-2017>>. Acessado em: junho de 2019.

THAYER, G. W.; WOLFE, D. A.; WILLIAMS, R. B. 1975. **The Impact of Man on Seagrass Systems: Seagrasses must be considered in terms of their interaction with the other sources of primary production that support the estuarine trophic structure before their significance can be fully appreciated**. American Scientist, v. 63, n. 3, p. 288-296. ISSN 00030996. Disponível em: <<http://www.jstor.org/stable/27845464>>.

VEJARIO, 2017. **Invasão turística, esgoto e lixo ameaçam santuário de Ilha Grande**. Disponível em: <https://vejario.abril.com.br/cidades/invasao-turistica-esgoto-e-lixo-ameacam-o-santuario-de-ilha-grande>. Acessado em: julho 2019.

WASSERMAN, J. C. 1993. **Decomposição de plantas marinhas: qual a contribuição para o meio ambiente?** Ciência Hoje, v. 92, p. 10-11.

WASSERMAN, J. C. 2015. **Diagnóstico preliminar de gestão dos recursos hídricos na bacia do Rio São João, RJ**. Universidade Federal Fluminense. Niterói, RJ, p.45. 2015.

WASSERMAN, J. C. et al. 2016. **Predicting pollutant concentrations in the water column during dredging operations: implications for sediment quality criteria**. Marine Pollution Bulletin, v. 108, n. 1-2, p. 24-32, 2016.

WASSERMAN, J. C. et al. 2018. **Development of an environmental management overview in the Farol de São Tomé Plain - Brazil**. Journal of Coastal Conservation, v. 22, n. 2, p. 293-304, April 01 2018. ISSN 1874-7841. Disponível em: <<https://doi.org/10.1007/s11852-017-0576-7>>.

WASSERMAN, J. C.; BARROS, S. R.; LIMA, G. B. A. 2013. **Planning dredging services in contaminated sediments for balanced environmental and investment costs. Journal of Environmental Management**, v. 121, n. 0, p. 48-56, 2013. ISSN 0301-4797. Disponível em: <
<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0301479713001126> >.

X. EQUIPE TÉCNICA

Equipe da Empresa Consultora Témis/Nemus

Profissional	Pedro Bettencourt
Empresa	Témis / Nemus
Registro no Conselho de Classe	Não aplicável
Cadastro Técnico Federal de Atividades e Instrumentos de Defesa Ambiental	Não aplicável
Responsável pela(s) Seção(ões)	Coordenação geral
Assinatura	

Profissional	Fabiano Carvalho Melo
Empresa	Témis
Registro no Conselho de Classe	CREA/BA: 58.980
Cadastro Técnico Federal de Atividades e Instrumentos de Defesa Ambiental	5787600
Responsável pela(s) Seção(ões)	Técnico Responsável
Assinatura	

Profissional	Diogo Maia
Empresa	Témis / Nemus
Registro no Conselho de Classe	Não aplicável
Cadastro Técnico Federal de Atividades e Instrumentos de Defesa Ambiental	Não aplicável
Responsável pela(s) Seção(ões)	
Assinatura	

Profissional	Nuno Silva
Empresa	Témis / Nemus
Registro no Conselho de Classe	Não aplicável
Cadastro Técnico Federal de Atividades e Instrumentos de Defesa Ambiental	Não aplicável
Responsável pela(s) Seção(ões)	
Assinatura	

Profissional	Sara de Sousa
Empresa	Témis / Nemus
Registro no Conselho de Classe	Não aplicável
Cadastro Técnico Federal de Atividades e Instrumentos de Defesa Ambiental	Não aplicável
Responsável pela(s) Seção(ões)	
Assinatura	

Profissional	Ângela Canas
Empresa	Témis / Nemus
Registro no Conselho de Classe	Não aplicável
Cadastro Técnico Federal de Atividades e Instrumentos de Defesa Ambiental	Não aplicável
Responsável pela(s) Seção(ões)	
Assinatura	

Profissional	Carlos César de Jesus
Empresa	Témis / Nemus
Registro no Conselho de Classe	Não aplicável
Cadastro Técnico Federal de Atividades e Instrumentos de Defesa Ambiental	Não aplicável
Responsável pela(s) Seção(ões)	
Assinatura	

Profissional	Ana Carolina Gonçalves Paes
Empresa	Témis
Registro no Conselho de Classe	Não possui conselho de classe
Cadastro Técnico Federal de Atividades e Instrumentos de Defesa Ambiental	6511155
Responsável pela(s) Seção(ões)	
Assinatura	

Profissional	Carolina Rodrigues Bio Poletto
Empresa	Témis
Registro no Conselho de Classe	CRBio: 047070/01-D
Cadastro Técnico Federal de Atividades e Instrumentos de Defesa Ambiental	578511
Responsável pela(s) Seção(ões)	
Assinatura	

Profissional	Francisco Pimenta Júnior
Empresa	Témis
Registro no Conselho de Classe	CRBio: 59.813/05-D
Cadastro Técnico Federal de Atividades e Instrumentos de Defesa Ambiental	5081574
Responsável pela(s) Seção(ões)	
Assinatura	

Profissional	Mateus Rodrigues Giffoni
Empresa	Témis / Nemus
Registro no Conselho de Classe	CRBio: 92.192/08-D
Cadastro Técnico Federal de Atividades e Instrumentos de Defesa Ambiental	5651923
Responsável pela(s) Seção(ões)	
Assinatura	

Profissional	Cláudia Fulgêncio
Empresa	Témis / Nemus
Registro no Conselho de Classe	Não aplicável
Cadastro Técnico Federal de Atividades e Instrumentos de Defesa Ambiental	Não aplicável
Responsável pela(s) Seção(ões)	
Assinatura	

Profissional	Maria Grade
Empresa	Témis / Nemus
Registro no Conselho de Classe	Não aplicável
Cadastro Técnico Federal de Atividades e Instrumentos de Defesa Ambiental	Não aplicável
Responsável pela(s) Seção(ões)	Sistema de Informação Geográfica
Assinatura	

Profissional	Ana Otília Dias
Empresa	Témis / Nemus
Registro no Conselho de Classe	Não aplicável
Cadastro Técnico Federal de Atividades e Instrumentos de Defesa Ambiental	Não aplicável
Responsável pela(s) Seção(ões)	
Assinatura	

Profissional	Marcel Peruzzo Scarton
Empresa	Témis
Registro no Conselho de Classe	OAB/BA: 20.099
Cadastro Técnico Federal de Atividades e Instrumentos de Defesa Ambiental	6066133
Responsável pela(s) Seção(ões)	Gerenciamento de projeto
Assinatura	



PETROBRAS