

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

Levantamento da Significância dos
Impactos Cumulativos Previstos

Relatório Parcial (Fase 5)

Litoral Sul Fluminense/RJ



E&P

Maio 2019



PETROBRAS

Projeto de Avaliação de Impactos Cumulativos - PAIC

Região Litoral Sul Fluminense/RJ

**Levantamento da Significância dos Impactos Cumulativos
Previstos - Relatório Parcial**
(Produto 5.1.1 - Fase 5)

Maio / 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
IV.	MEIO SOCIOECONÔMICO.....	13
	IV.1. COMUNIDADES TRADICIONAIS	13
	IV.1.1. Introdução	13
	IV.1.2. Limites de alteração	14
	IV.1.3. Significância dos impactos.....	17
	IV.2. HABITAÇÃO.....	21
	IV.2.1. Introdução	21
	IV.2.2. Limites de alteração	26
	IV.2.3. Significância dos impactos.....	30
	IV.3. SANEAMENTO BÁSICO.....	35
	IV.3.1. Introdução	35
	IV.3.2. Limites de alteração	38
	IV.3.3. Significância dos impactos.....	40
V.	MEIO BIÓTICO	43
	V.1. VEGETAÇÃO COSTEIRA.....	43
	V.1.1. Introdução	43
	V.1.2. Limites de alteração	43
	V.1.3. Significância dos impactos.....	46
	V.2. BIODIVERSIDADE MARINHA	53
	V.2.1. Introdução	53
	V.2.2. Limites de alteração	53
	V.2.3. Significância dos impactos.....	55
VI.	MEIO FÍSICO.....	59
	VI.1. ÁGUAS CONTINENTAIS	59
	VI.1.1. Introdução	59

VI.1.2. Limites de alteração	60
VI.1.3. Significância dos impactos.....	69
VI.2. QUALIDADE DAS ÁGUAS COSTEIRAS	79
VI.2.1. Introdução	79
VI.2.2. Limites de alteração	83
VI.2.3. Significância dos impactos.....	86
VII. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	100
VIII. EQUIPE TÉCNICA.....	105
APÊNDICE – MAPAS	109

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.....	10
Quadro 4 – Componente de avaliação do impacto cumulativo: Frequência.	11
Quadro 5 – Componente de avaliação do impacto cumulativo: Magnitude.	11
Quadro 6 – Classificação do impacto “interferência com o território tradicional (terrestre e marinho)”	19
Quadro 7 – Classificação do impacto “interferência sobre as atividades tradicionais”	20
Quadro 8 – Classificação do impacto “Aumento da precariedade habitacional”. ..	33
Quadro 9 – Metas propostas para o atendimento de esgoto (coleta) a curto, médio e longo prazos nos municípios do Litoral Sul Fluminense	39
Quadro 10 – Classificação do impacto “Crescente desajuste da oferta pública de saneamento”	42
Quadro 11 – Representatividade da vegetação costeira na área de abrangência espacial terrestre e representatividade das áreas afetadas por impactos cumulativos	49
Quadro 12 – Classificação das componentes dos impactos cumulativos sobre a vegetação costeira	51
Quadro 13 – Classificação das componentes dos impactos cumulativos sobre a biodiversidade marinha	57
Quadro 14 – 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	64
Quadro 15 – 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).....	68
Quadro 16 – Estimativa da magnitude do impacto cumulativo sobre a concentração de coliformes termotolerantes dos corpos de água no período 2013 - 2017	71
Quadro 17 – Classificação do impacto “Aumento da concentração de coliformes termotolerantes em águas continentais”	77
Quadro 18 – Classificação do impacto “Redução da disponibilidade de águas continentais para abastecimento público”	77
Quadro 19 – Critérios de classificação das águas próprias e impróprias para a recreação de contato primário.....	86
Quadro 20 – Estimativa da importância relativa dos empreendimentos na geração de impactos na qualidade das águas costeiras no Litoral Sul Fluminense.	93
Quadro 21 – Classificação do impacto cumulativo “níveis elevados da produção primária fitoplanctônica” sobre a qualidade das águas costeiras	98

Quadro 22 – 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	98
---	----

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).....	22
Figura 4 – Proporção da população residente por classes de rendimento nominal mensal familiar per capita no Litoral Sul Fluminense/RJ (2000 e 2010).	23
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).....	23
Figura 6 – Déficit habitacional para o Litoral Sul Fluminense – 2000 e 2010	24
Figura 7 – Crescimento populacional no Litoral Sul Fluminense e no Estado do Rio de Janeiro (índice com 2000=100).....	25
Figura 8 – Proporção de pessoas em aglomerados subnormais em várias mesorregiões do Estado de Rio de Janeiro	27
Figura 9 – Proporção de pessoas em aglomerados subnormais no Litoral Sul Fluminense e limite de alteração aceitável	31
Figura 10 – Índice de Atendimento de Esgoto nos municípios da região Litoral Sul Fluminense, excetuando Paraty.....	36
Figura 11 – Índice de Coleta de Esgoto nos municípios da região Litoral Sul Fluminense, excetuando Paraty.....	36
Figura 12 – Índice de Tratamento de Esgoto nos municípios da região Litoral Sul Fluminense, excetuando Paraty.....	37
Figura 13 – Índice de Abastecimento de Água nos municípios da região Litoral Sul Fluminense, excetuando Paraty.....	37
Figura 14 – Pontos de amostragem da qualidade da água na Baía de Sepetiba, na região adjacente ao empreendimento PROSUB-EBN (2011-2012).....	97

LISTA DE SIGLAS

ADA – Área Diretamente Afetada
AID – Área de Influência Direta
ANA – Agência Nacional de Águas
APA – Área de Proteção Ambiental
CTR – Centro de Tratamento de Resíduos
DBO – Demanda Bioquímica de Oxigênio
EBN – Estaleiro e Base Naval
EIA – Estudos de Impacto Ambiental
ETE – Estação de Tratamento de Esgoto
NMP – Número Máximo Provável
PAIC – Projeto de Avaliação de Impactos Cumulativos
PERH – Plano Estadual de Recursos Hídricos
PMSB – Planos Municipais de Saneamento Básico
RH – Região Hidrográfica
RJ – Rio de Janeiro
SIG – Sistema de Informação Geográfica
TEBIG – Terminal da Baía da Ilha Grande
TECAR – Terminal de Granéis Sólidos
TIG – Terminal Ilha Guaíba
UCPI – Unidades de Conservação de Proteção Integral
UFC – Unidades Formadoras de Colônias
UHP – Unidades Hidrológicas de Planejamento
UPR – Unidade de Processamento de Resíduos
UTN/UNT – Unidade Nefelométrica de *Turbidez*

I. NOTA INTRODUTÓRIA

O presente documento constitui o **Relatório Parcial** de “**Levantamento da Significância dos Impactos Cumulativos Previstos**” (**Fase 5**), e tem como principal objetivo apresentar os resultados parciais das análises relativas à:

- Definição de limites de alteração aceitáveis para as condições dos fatores ambientais e sociais;
- Determinação da significância dos impactos cumulativos.

Os principais impactos cumulativos associados aos 12 empreendimentos selecionados para análise no PAIC da região Litoral Sul Fluminense foram identificados na Fase 4, e são resumidos na seção seguinte do presente documento.

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. Referências bibliográficas
- Capítulo VIII. Equipe técnica.

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 défice 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 (ainda que estes impactos não tenham uma expressão significativa a nível regional).

De fato, verificou-se a manutenção, a nível regional, das áreas de abrangência da vegetação costeira, sem aumento ou diminuição significativa na região no período 2005-2017. Para tanto, foi essencial a criação das Unidades de Conservação e a elaboração dos seus planos de manejo (que geraram, paralelamente, diversos conflitos sociais).

Reforça-se, no entanto, 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.

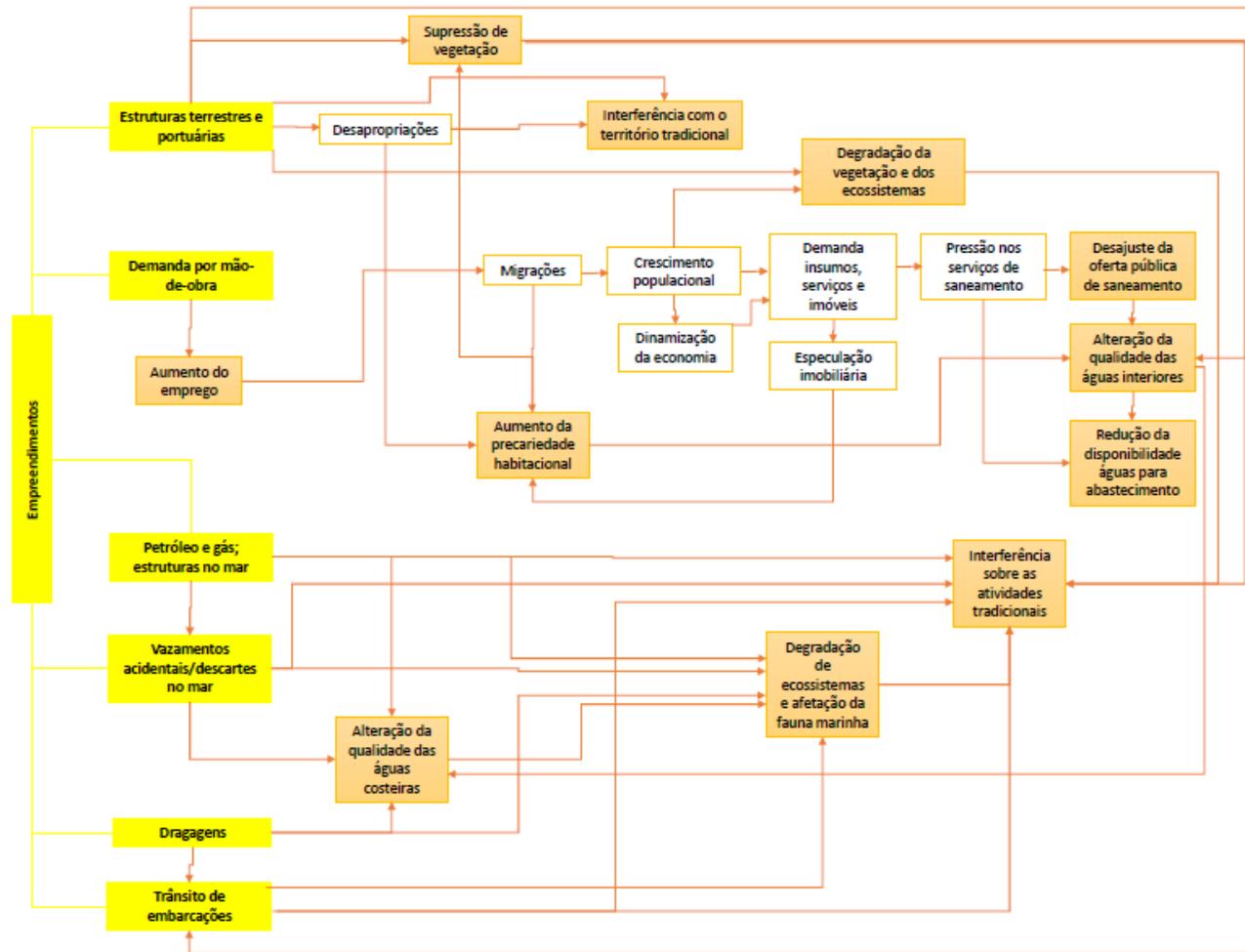


Figura 1 – Diagrama de relação entre impactos

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.

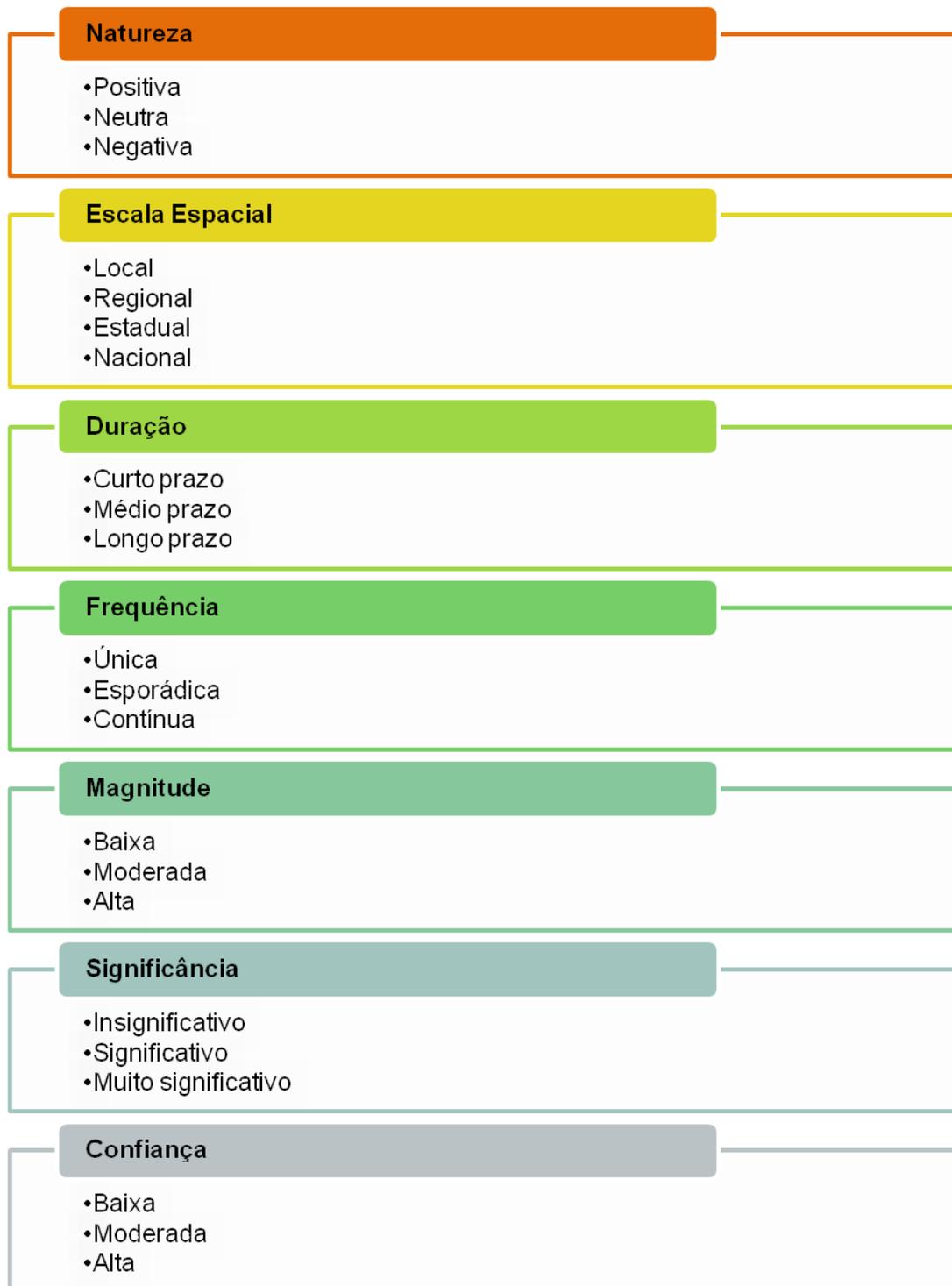
As metodologias específicas de identificação dos limites de alteração são apresentadas no âmbito da análise dos respetivos fatores.

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)

Classificação	Definição
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.

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 no território e nas atividades tradicionais. 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 em sua maioria, 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.

No caso das comunidades tradicionais, não se encontra na literatura um limite já estabelecido ou testado e, 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 e tornando-a subjetiva. 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, em apêndice), 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 da cultura e do 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 impedindo 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 nos capítulos anteriores 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. Ainda, 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, conclui-se que o provável estado futuro do fator será ruim, ficando seriamente ameaçado pelos impactos cumulativos que incidem, tanto sobre o território como sobre as atividades desenvolvidas pelas comunidades tradicionais.

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.

Ressalta-se a importância da aferição e discussão destes limites com as comunidades afetadas.

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 a 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

caiaças, 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 6 – 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

Componente	Classificação	Justificativa
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 7 – 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
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.2. HABITAÇÃO

IV.2.1. Introdução

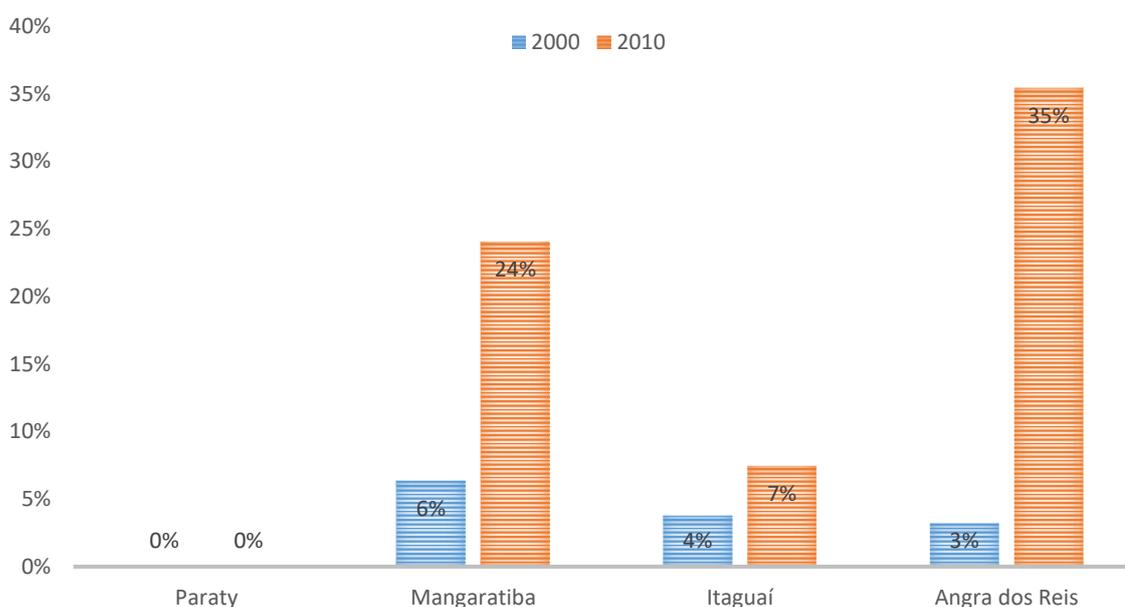
Como foi apresentado no Relatório Final de Avaliação de Impactos (Fase 4), existe uma relação de causalidade entre a instalação dos empreendimentos em estudo no Litoral Sul Fluminense e o aumento da sua população residente.

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 seus 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

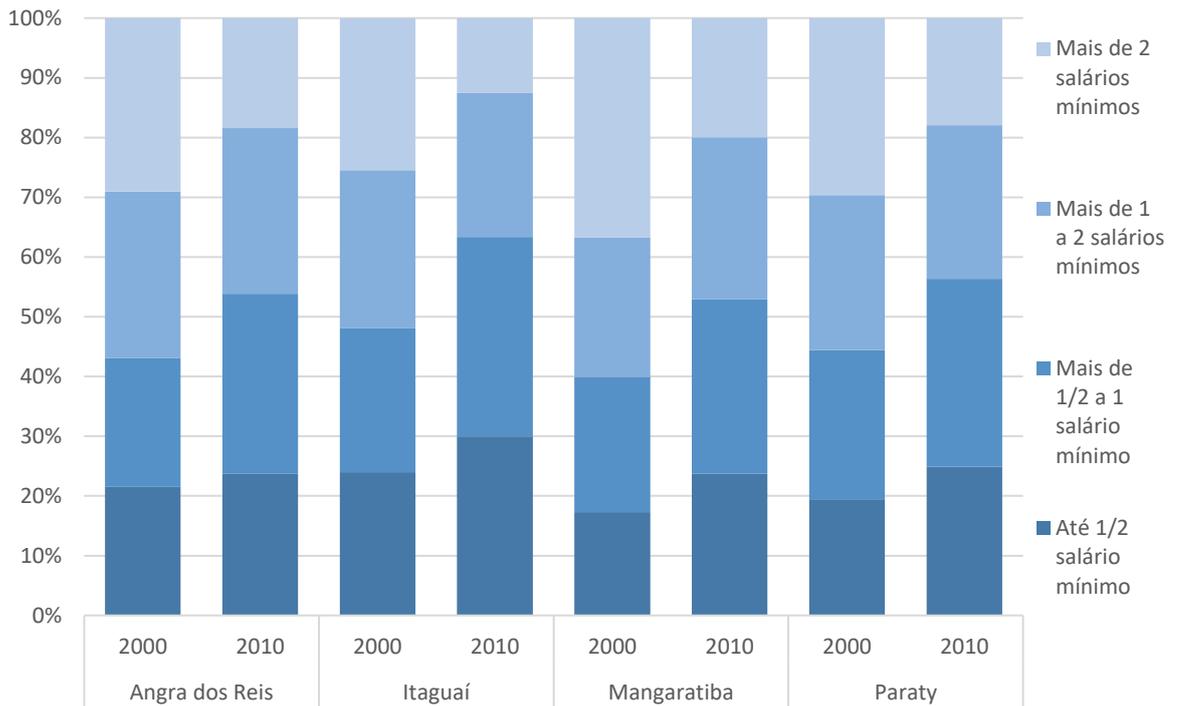
processo de valorização dos terrenos junto à costa (em parte devido às atividades turísticas e de veraneio; em parte devido à atração populacional que os empreendimentos em estudo causam). Como resultado disso e da falta de espaços com infraestruturas urbanas, a população mais frágil do ponto de vista 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.

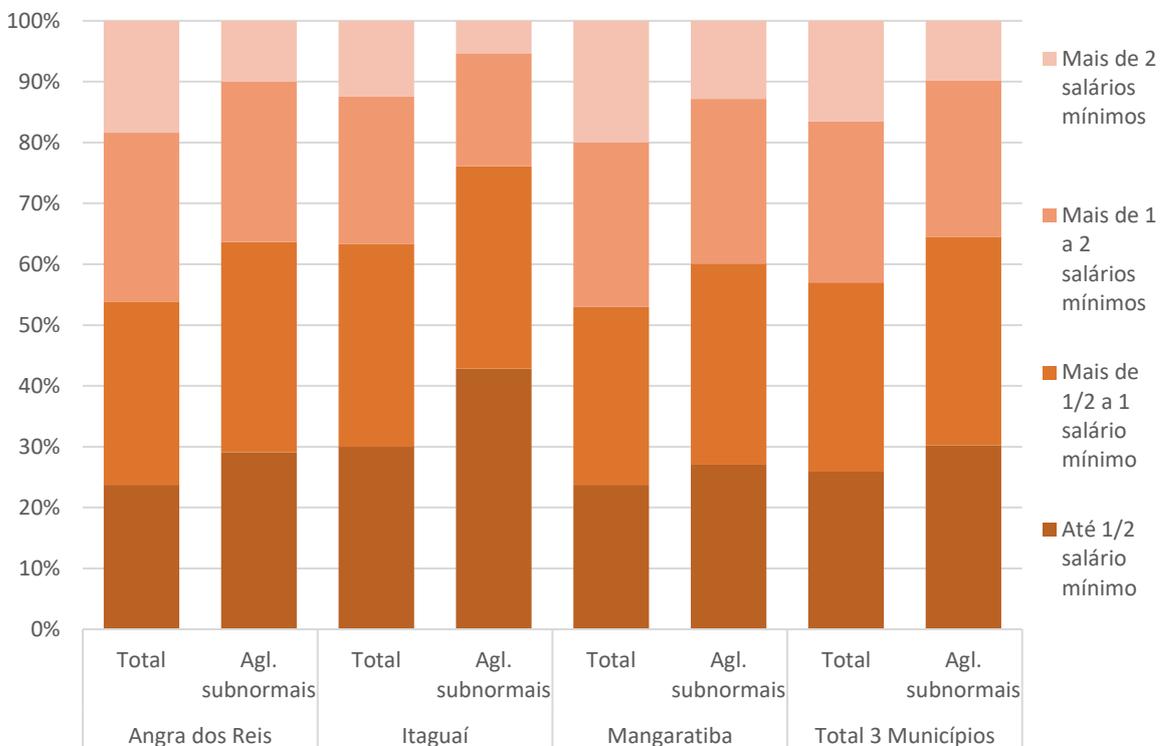
Figura 3 – Proporção da população residente em aglomerados subnormais na Região Litoral Sul Fluminense/RJ (2000 e 2010).

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).

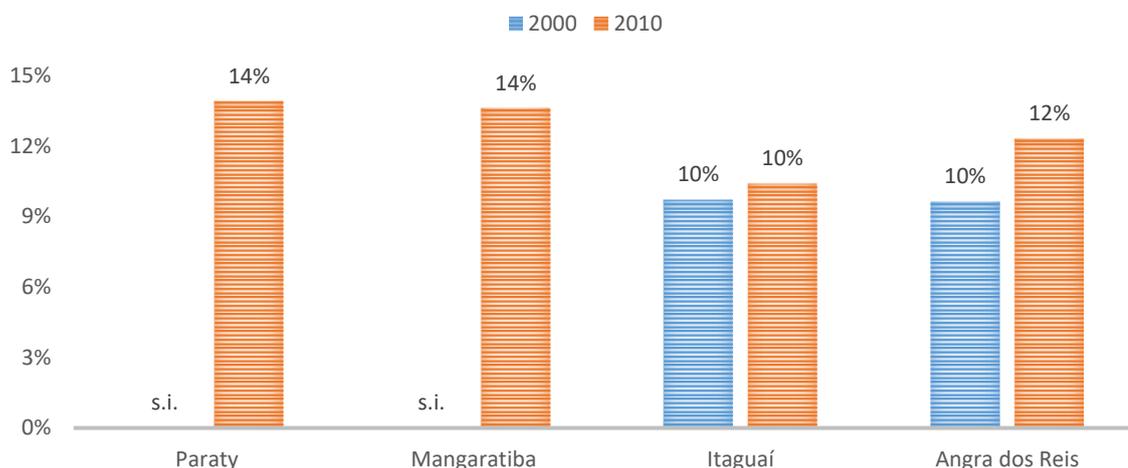


Fonte: IBGE (2019) com cálculos próprios.

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.

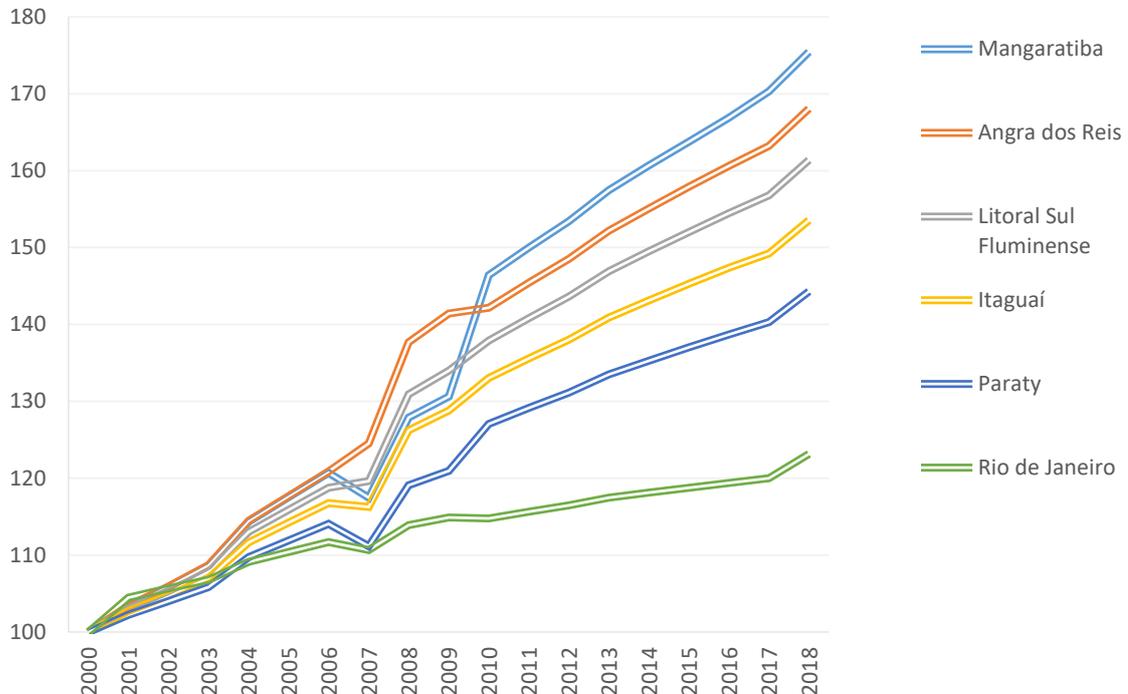
Fonte: Cálculos próprios com base nos dados do FJP (2018).

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 ter sido 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).

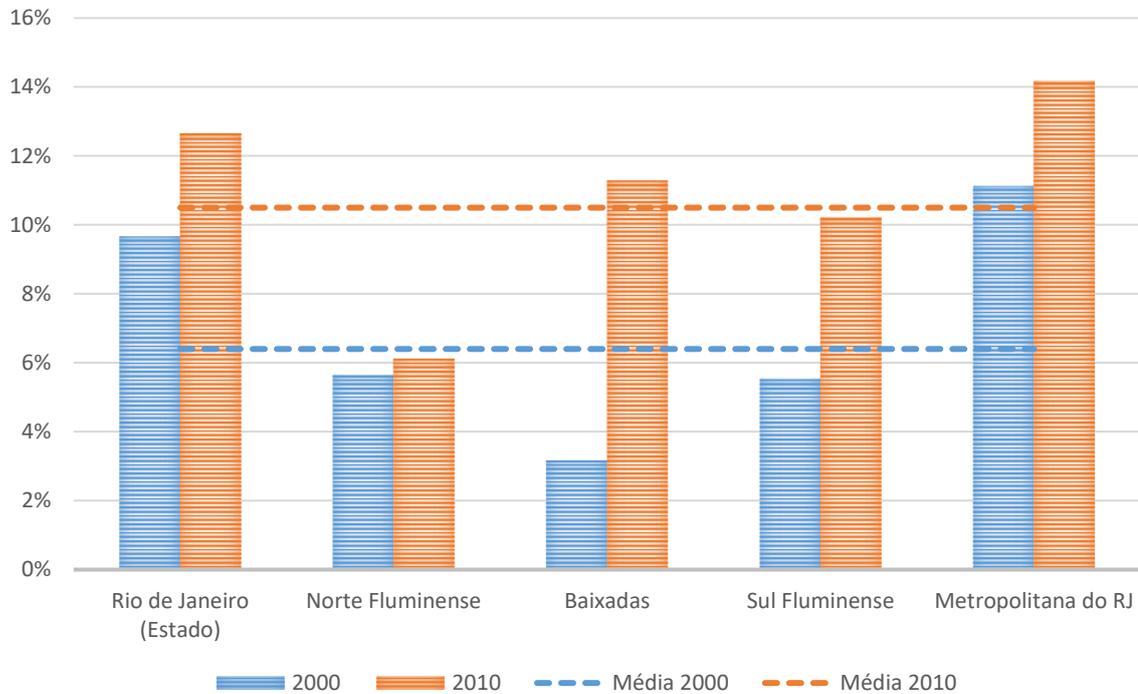
Assim, no caso do fator habitação, utiliza-se o indicador “**população em aglomerados subnormais/ população total**” para aferir o limite de alteração aceitável. Este indicador tem as seguintes vantagens:

- 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 assentamentos precários 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 assentamentos precários/ 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

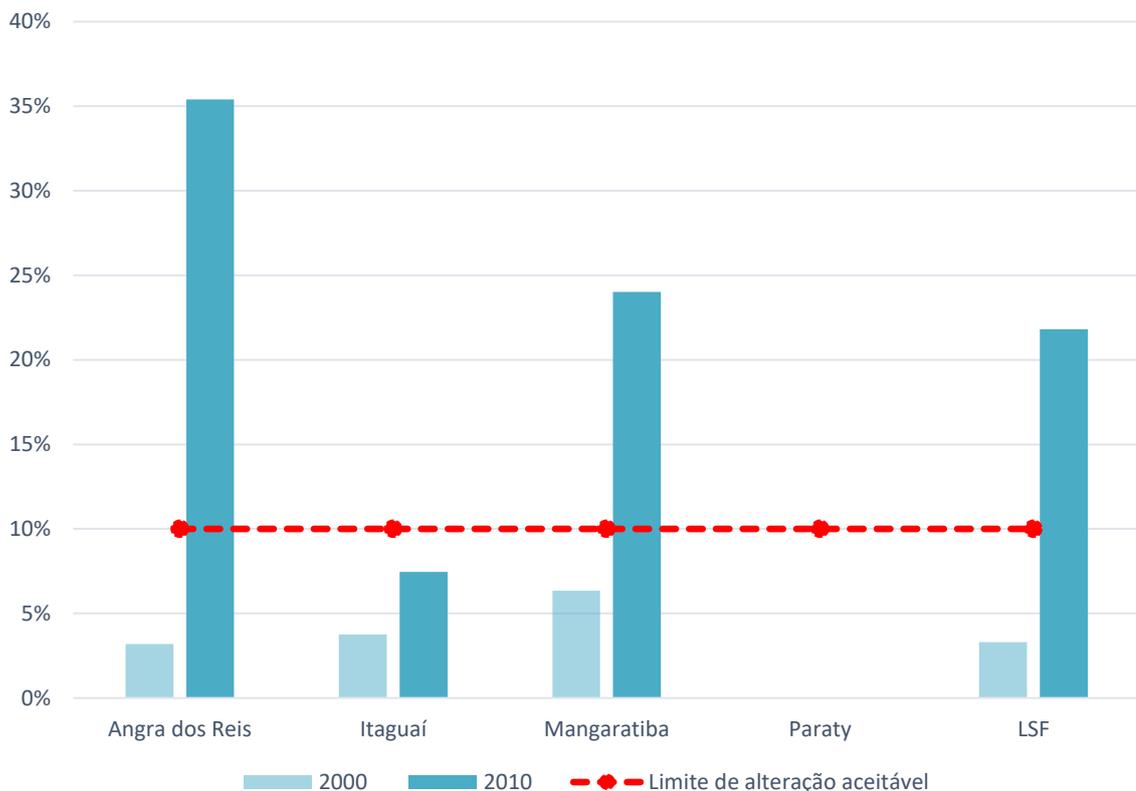
Apresenta-se, na Figura 9, a comparação entre: os valores observáveis para a variável “população em aglomerados subnormais/ população total” para 2000 e 2010 nos municípios de Angra dos Reis, Itaguaí, Mangaratiba, Paraty e para o Litoral Sul Fluminense; e o limite de alteração aceitável estabelecido 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 8.

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 8 – 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 estão presentes 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.

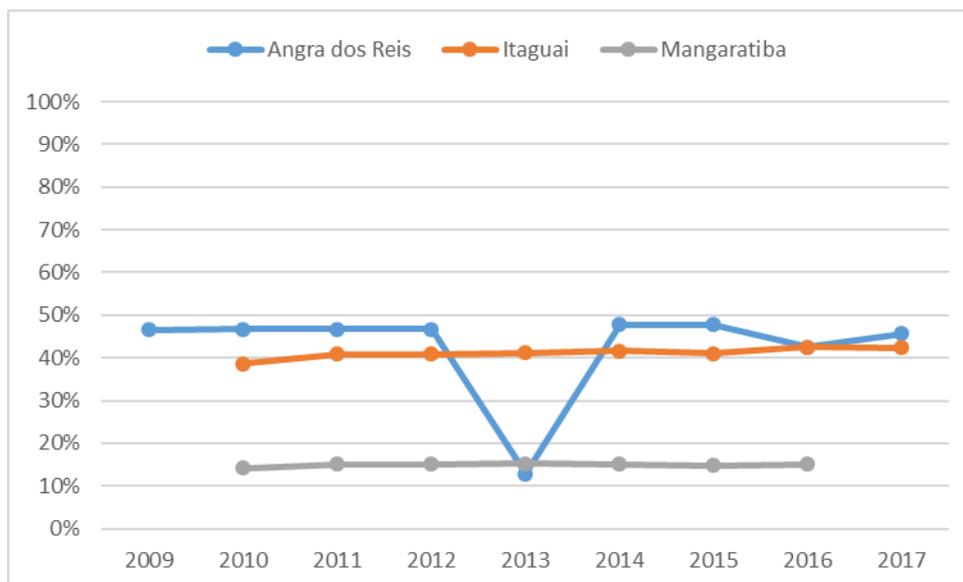
IV.3. SANEAMENTO BÁSICO

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**.

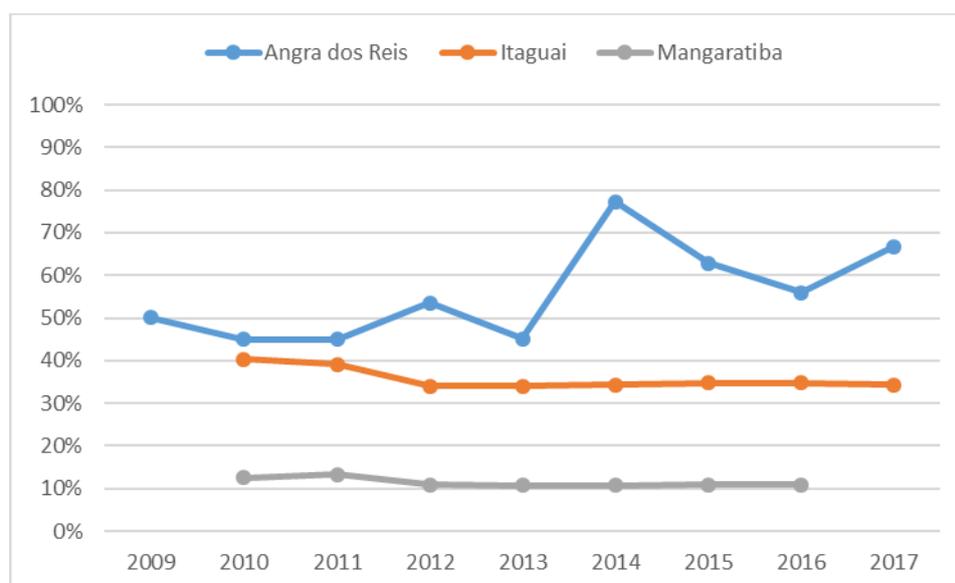
Na análise da influência dos estressores na condição do fator saneamento básico, realizada no produto anterior (Relatório Final de Avaliação de Impactos Cumulativos – Fase 4, capítulo III.2.3), foram utilizadas como indicadores as variáveis *índice de coleta de esgotos* (Figura 11), *índice de tratamento de esgoto* (Figura 12) e *índice de abastecimento de água* (Figura 13). 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 10).

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).



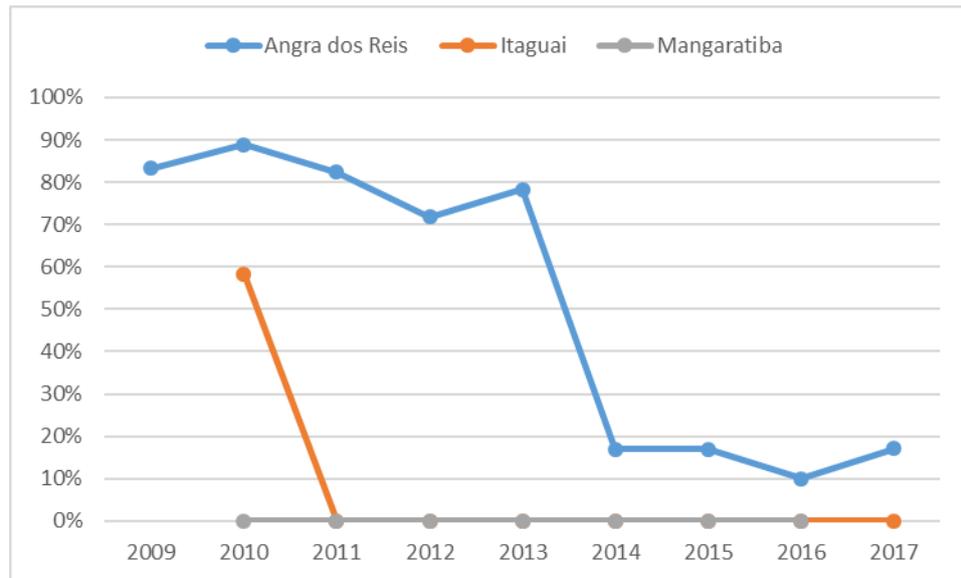
Fonte: SNIS, 2018

Figura 10 – Índice de Atendimento de Esgoto nos municípios da região Litoral Sul Fluminense, excetuando Paraty



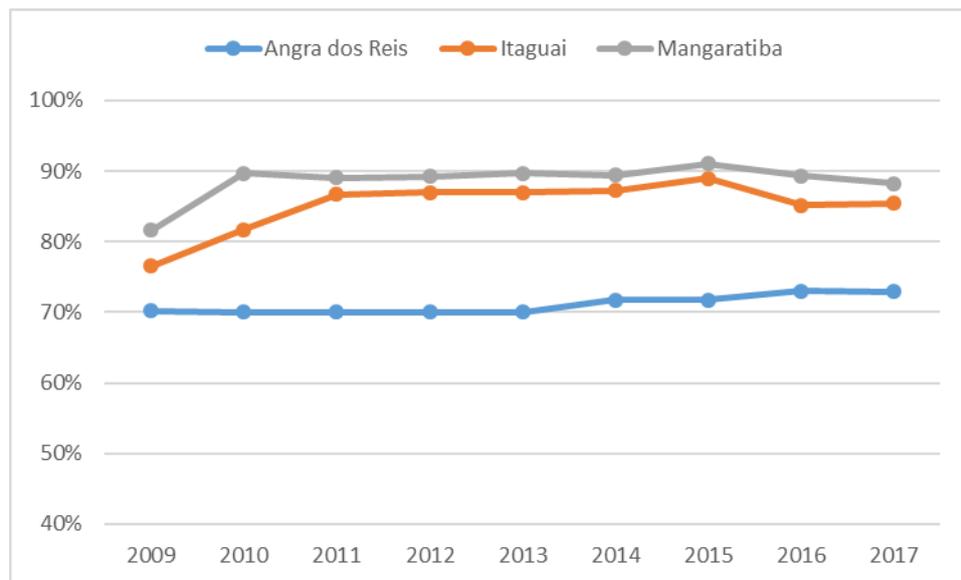
Fonte: SNIS, 2018

Figura 11 – Índice de Coleta de Esgoto nos municípios da região Litoral Sul Fluminense, excetuando Paraty



Fonte: SNIS, 2018

Figura 12 – Índice de Tratamento de Esgoto nos municípios da região Litoral Sul Fluminense, excetuando Paraty



Fonte: SNIS, 2018

Figura 13 – 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 10).

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 11).

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 12).

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 13).

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

Considerando o apresentado na seção II.1, os limites de alteração são as alterações resultantes dos impactos cumulativos que, se atingidos, tornam-se motivo de preocupação.

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).

Contudo, 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 9 – 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 2020	Até 2030
Itaguaí	(1)	(1)	90%
Mangaratiba	50% ⁽²⁾	80% ⁽³⁾	90% ⁽³⁾
Paraty	25% ⁽⁴⁾	50% ⁽⁴⁾	100% ⁽⁴⁾
Angra dos Reis	(5)	68% ⁽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); Témis/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%. Uma vez que o plano foi elaborado em 2013, considerou-se que o ano 3 correspondia ao ano 2016.
- (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. Uma vez que o plano foi elaborado em 2013, considerou-se que o ano 5 corresponderia a 2018. Para 2020 adotou-se o mesmo valor de 2018 (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.
- (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 2020 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):

- Itaguaí – tratamento de 100% do esgoto coletado a partir de 2018;
- Mangaratiba – tratamento de 100% do esgoto coletado a partir de 2016;
- Paraty – tratamento de 100% do esgoto coletado a partir de 2015;
- Angra dos Reis – tratamento de 100% do esgoto coletado a partir de 2016.

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 **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.

Esta avaliação de significância tem um nível de **confiança alto** considerando os dados e os limites quantificáveis relativamente aos quais é avaliada.

Quadro 10 – 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	Significativo	Apenas 2 municípios da região (Itaguaí e Mangaratiba) apresentam metas definidas nos respectivos PMSB para o tratamento de esgoto. Os municípios se mantêm aquém dos limites de alteração propostos para atendimento (coleta) e tratamento
Confiança	Alta	Variáveis adotadas e respectivo limite de alteração avaliados com base em dados quantificados

Fonte: Témis/Nemus, 2019.

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.

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**.

Pode-se assim interpretar que, por via da imposição legal, 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), que seria possível alcançar a determinação do limite de alteração recorrendo aos dados existentes, notadamente ao limite legal. A consulta de opiniões será, contudo, realizada, na oficina da fase 5.

Assim, mesmo não tendo havido consulta direta sobre o limite de alteração da vegetação costeira para a elaboração do presente relatório parcial, 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 pouco mangue e pouca restinga 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.

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 e restinga apresentadas no Mapa 2, em Apêndice.

V.1.3. Significância dos impactos

V.1.3.1. Introdução

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): “supressão da vegetação” e “degradação da vegetação e dos ecossistemas”. Estes impactos 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 “**supressão da vegetação**” sobre a vegetação costeira é **aditivo** (a área total afetada é igual à soma das áreas afetadas pelos vários empreendimentos estudados) e praticamente **insignificante**¹: 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 “**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

¹ 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.

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);

- Mesmo considerando a improvável ocorrência de todas as ações acidentais que poderiam levar à realização do impacto “degradação da vegetação e dos ecossistemas”, a tradução em área afetada da totalidade dos impactos seria de 3,34% da área de abrangência espacial terrestre (0,00% da supressão e 3,34% da degradação).

Assim, globalmente, considerando as abrangências temporais e espaciais definidas, os empreendimentos têm impactos regionalmente insignificantes sobre a vegetação costeira, como se concluiu no produto Relatório Final de Impactos Cumulativos.

No entanto, 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.

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

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 11 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) e pelos indiretos e incertos (degradação da vegetação e dos ecossistemas nas AID).

Quadro 11 – Representatividade da vegetação costeira na área de abrangência espacial terrestre e representatividade das áreas afetadas por impactos cumulativos

	TOTAL (ha)	Porcentagem da área de estudo	Porcentagem da área de vegetação costeira
Veget. costeira	6.533	3%	100%
ADA veget. costeira	7,10	0,00%	0,11%
AID veget. costeira	6.532,5	2,84%	100%
AID+ADA veget. costeira	6.532,5	2,84%	100%

ADA – Área diretamente afetada; corresponde à área de afetação do impacto I17, Supressão de vegetação;
AID – Área indiretamente afetada; corresponde à área de afetação do impacto I18, Degradação da vegetação e dos ecossistemas.

Área de estudo terrestre – corresponde à área “Litoral Sul, RJ” (230.045,56 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).

As áreas diretamente afetadas (impacto de remoção da vegetação) representam 0,00% da área de abrangência espacial. As áreas potencialmente afetadas (impacto de degradação da vegetação e dos ecossistemas) representam 2,84% da área de abrangência espacial.

Considerando apenas a porcentagem da área de abrangência espacial terrestre que é afetada, trata-se de um impacto muito 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 (3%), a afetação destas áreas remanescentes, mesmo sendo

pontuais (2,84% da área total), 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 à AID das etapas 1, 2 e 3 que abrange toda a área costeira (onde ocorre a vegetação costeira), que é potencialmente afetada em caso de derrame² (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).

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).

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.

Deste modo, considera-se que os impactos cumulativos sobre a vegetação costeira “remoção da vegetação” e “degradação da vegetação e dos ecossistemas” são **insignificativos à escala regional**. Contudo, foram reportados impactos

² 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. Os relatórios de Projeto de Monitoramento do Tráfego de Embarcações (publicações Petrobras) apresentam mapas com a passagem de navios mesmo frente à linha de costa e muitos dirigindo-se mesmo ao porto de Sepetiba.

significativos à escala local, durante o processo de participação social realizado no âmbito do PAIC.

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 (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.

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 12 – 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

Componente	Classificação	Justificativa
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.
Significância	Insignificativos à escala regional Significativos à escala local	A contribuição dos impactos para o atingimento do limite de alteração é insignificativa à escala regional. Contudo, foram reportados impactos significativos à escala local, durante o processo de participação social realizado no âmbito do PAIC.
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.

Fonte: Témis/Nemus, 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) a **classificação dos impactos cumulativos** sobre este fator.

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, 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, se concluiu 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 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 permita indicar o estado (e sua evolução) do fator biodiversidade marinha.

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 entrevistados³. 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 interação positiva. A maioria reconheceu a inexistência de dados que permitam responder a esta questão.

Destaque ainda para o facto 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 doze especialistas entrevistados, que trabalham nesta área temática, na região em estudo.

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

³ Notar que as abrangências espacial e temporal do PAIC são extensas, e é nesse plano que é feita a análise.

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 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), faz-se seguidamente 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). A classificação dos componentes dos impactos cumulativos sobre a biodiversidade marinha, que se apresenta no quadro seguinte, tem em conta a preponderância destes dois componentes, de acordo com a previsão de impactos que consta dos EIA respectivos.

Quadro 13 – Classificação das componentes dos impactos cumulativos sobre a biodiversidade marinha

Componente	Classificação	Justificativa
Natureza	Negativa	Os impactos cumulativos sobre a biodiversidade marinha prejudicam o fator ambiental
Escala espacial	Regional	As áreas afetadas pelos impactos cumulativos localizam-se na área marítima da região Litoral Sul Fluminense
Duração	Variável	Classificação não aplicável. Depende da ação causadora, do componente ecológico afetado, da sua intensidade.

Componente	Classificação	Justificativa
Frequência	Variável	Classificação não aplicável. Depende da ação causadora, do componente ecológico afetado, da sua intensidade.
Magnitude	Não contabilizável	Classificação não aplicável. Depende da ação causadora, do componente ecológico afetado, da sua intensidade.
Significância	Não contabilizável	Classificação não aplicável. Depende da ação causadora, do componente ecológico afetado, da sua intensidade.
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.

Fonte: Témis/Nemus, 2019.

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.

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 e a classificação dos impactos cumulativos 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 (2017) 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 Cação): Classe 2 (2027), Classe 2 (2042);
 - Rio Cação: 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 14 – 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 (UFC/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 UFC/100 ml) e dessedentação de animais criados confinados (limite 1000 UFC/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 Oliveira (2008, 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 facto, 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 (CBH-Guandu, 2017). 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 UFC/100 ml no esgoto doméstico não tratado (cf. Metcalf & Eddy, 1991) e o padrão de qualidade de classe 2 de 1.000 UFC/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 15 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 15 – 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-Açu	Rio Perequê-Açu	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):

$$\text{Coliformes}_{it} = e^{\alpha_t} * e^{0,0087 * \text{População residente}_{it}} * e^{\varepsilon_{it}}$$

Onde “Coliformes” representa a concentração de coliformes termotolerantes em rios (UFC/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 16 apresentam-se as contribuições dos diferentes termos da equação referente ao efeito da população residente estimado pelo modelo para o período 2013-2017.

Quadro 16 – 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* (UFC / 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 Itinguçú.

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 UFC/100 ml – classe 2): rios Mambucaba, do Frade, Jurumirim, Campo Alegre, Caputera, do Meio, Jacuecanga, Cantagalo;
- Município de Mangaratiba (limite de alteração de 1000 UFC/100 ml – classe 2): rios São Brás, do Saco, Sahy e Itinguçú;
- Município de Itaguaí (limite de alteração de 1000 UFC/100 ml – classe 2 ou 4000 UFC/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 17 – 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 18 – 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.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 Lorenzzetti (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 LORENZZETTI, 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 19.

Quadro 19 – 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 Ecossistema 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 20).

Quadro 20 – 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 $3 \mu\text{g L}^{-1}$ 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 14 – 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 21 e Quadro 22).

Quadro 21 – 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 22 – 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 ⁴ .
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.

⁴ 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.

VII. 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: <<Go to ISI>://000183871200010>.

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.

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> >.

CBHLN, Comitê de Bacia Hidrográfica do Litoral Norte. 2016. **PBHLN - Relatório I – Informações Básicas**. Ubatuba, dezembro 2016. Disponível em: <http://www.sigrh.sp.gov.br>. Acessado em: maio 2018.

CBHLN, Comitê de Bacia Hidrográfica do Litoral Norte. 2017. **PBHLN - Relatório II**. Dezembro 2017. Disponível em: <http://www.sigrh.sp.gov.br>. Acessado em: agosto 2018.

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.

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.

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-servicos1/2742-deficit-habitacional-no-brasil-3>>. Acessado em: julho de 2018.

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.

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.

IFC, INTERNATIONAL FINANCE CORPORATION. 2013. **Good Practice Handbook. Cumulative Impact Assessment and Management: Guidance for the Private Sector in Emerging Markets**.

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.

MORI, G. B. et al. 2015. **Influence of landscape properties on stream water quality in agricultural catchments in Southeastern Brazil**. *Ann. Limnol. - Int. J. Limn.*, v. 51, n. 1, p. 11-21. Disponível em: < <https://doi.org/10.1051/limn/2014029> >.

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.

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.

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 >.

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).

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> >.

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. 1993. **Decomposição de plantas marinhas: qual a contribuição para o meio ambiente?** Ciência Hoje, v. 92, p. 10-11.

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> >.

VIII. 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	

APÊNDICE – MAPAS

Mapa 1 – Comunidades tradicionais da região Litoral Sul Fluminense

Mapa 2 – Uso do solo/tipos de vegetação da Região Litoral Sul Fluminense



BASE CARTOGRÁFICA

- Cidade
- Limite de Unidade de Federação
- Limite de Município
- Batimetria
- Linha de costa

COMUNIDADES TRADICIONAIS

- Caiçaras e pescadores artesanais
- Indígena
- Quilombola

REGIÃO LITORAL SUL FLUMINENSE

Sistema de Coordenadas: SIRGAS2000 Polyconic • Projeção: Polyconic • Datum: SIRGAS 2000

© NEMUS, 2019

44°30'0"W BASE CARTOGRÁFICA • CIDADE, VILA, ÁREA EDIFICADA, MUNICÍPIO E REDE RODOVIÁRIA: BC250 - BASE CARTOGRÁFICA CONTÍNUA DO BRASIL À ESCALA 1:250.000. IBGE, 2015



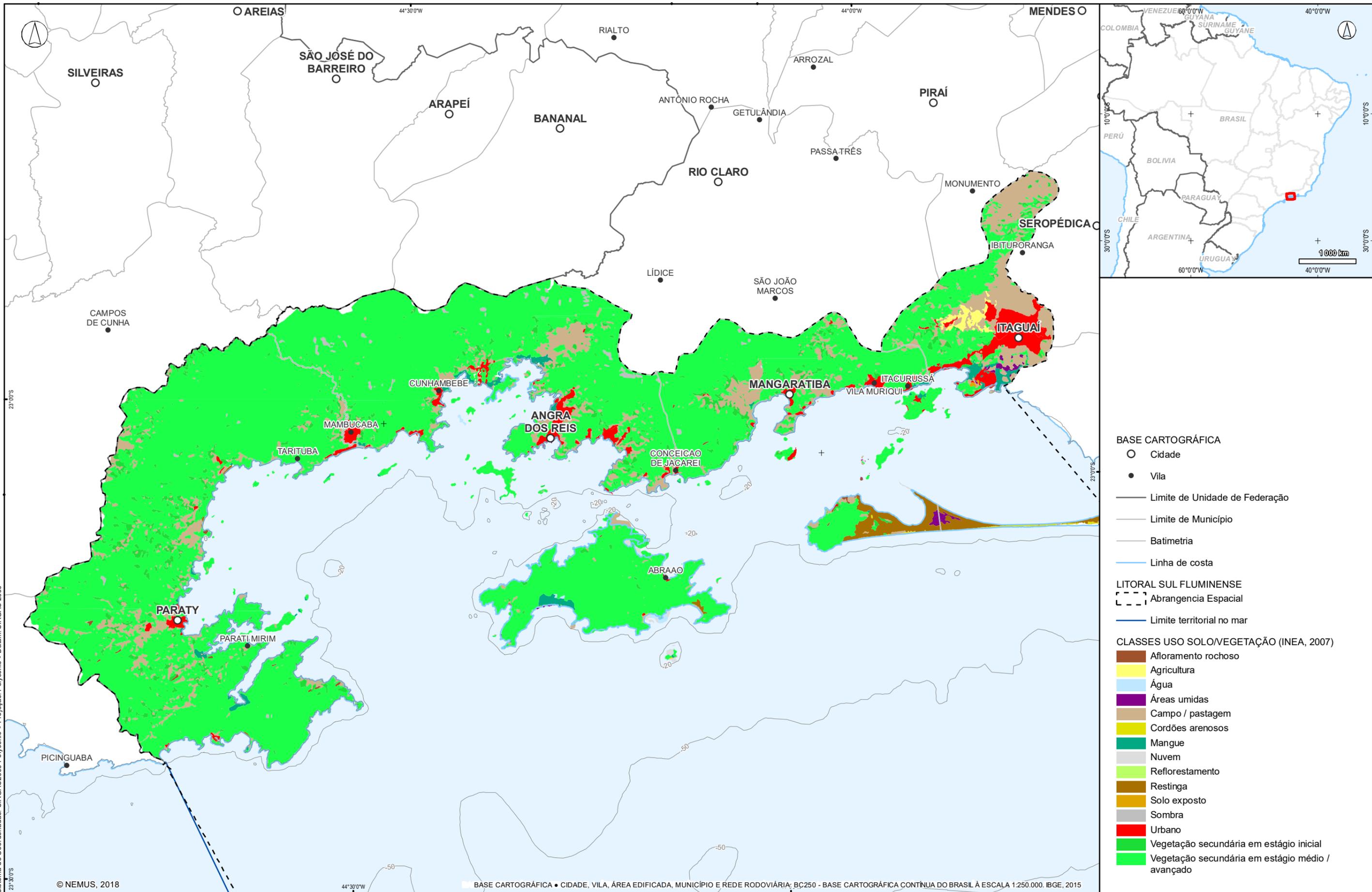
Projeto	Cláudia Fulgêncio
Verificou	Cláudia Fulgêncio
Desenhou	João Fernandes
Aprovou	Pedro Bettencourt

PROJETO DE AVALIAÇÃO DE IMPACTOS CUMULATIVOS

Comunidades tradicionais litorâneas da Região Litoral Sul Fluminense

Escala	1:300 000
Sistema de referência	SIRGAS 2000 em projeção policônica
Escala gráfica	0 5 000 10 000 m

Número	1	
Data	março 2019	Folha 1/1
Código	T16077_MAPA_01_R3_COM_1903	



Sistema de Coordenadas: SIRGAS2000 Polyconic • Projeção: Polyconic • Datum: SIRGAS 2000



empowering sustainability

Projeto	Sara de Sousa
Verificou	Sara de Sousa
Desenhou	João Fernandes
Aprovou	Pedro Bettencourt

PROJETO DE AVALIAÇÃO DE IMPACTOS CUMULATIVOS

Uso do solo/tipos de vegetação (2007) da Região Litoral Sul Fluminense

Escala	1:400 000
Sistema de referência	SIRGAS 2000 em projeção policônica
Escala gráfica	0 5 000 10 000 m

Número	2
Data	setembro 2018
Folha	1/1
Código	T16077_MAPA_02_USV_1809



PETROBRAS