

# Projeto de Avaliação de Impactos Cumulativos - PAIC

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

Relatório Final (Fase 5)

**Região Metropolitana da Baixada Santista/SP**



E&P

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

**Região Metropolitana da Baixada Santista/SP**

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

**Fevereiro / 2021**



**E&P**

## CONTROLE DE REVISÕES

<b>REV.</b>	<b>DESCRIÇÃO</b>	<b>DATA</b>
00	Documento Original	18/02/2021

	<b>Original</b>	<b>Rev. 01</b>	<b>Rev. 02</b>	<b>Rev. 03</b>	<b>Rev. 04</b>	<b>Rev. 05</b>	<b>Rev. 06</b>
<b>Data</b>	18/02/2021						
<b>Elaboração</b>	Témis/Nemus						
<b>Verificação</b>	Témis/Nemus						
<b>Aprovação</b>	Témis/Nemus						

## ÍNDICE GERAL

I.	NOTA INTRODUTÓRIA.....	1
II.	FASES ANTERIORES.....	3
	II.1. INTRODUÇÃO.....	3
	II.2. ESCOPO DA AVALIAÇÃO DE IMPACTOS CUMULATIVOS.....	4
	II.2.1. Fatores ambientais e sociais.....	4
	II.2.2. Abrangência espacial e temporal.....	5
	II.3. SITUAÇÃO DA REGIÃO DA BAIXADA SANTISTA.....	6
	II.4. PRINCIPAIS ESTRESSORES.....	6
	II.4.1. Empreendimentos.....	6
	II.4.2. Estressores naturais.....	11
	II.4.3. Outros estressores.....	11
	II.5. PRINCIPAIS IMPACTOS CUMULATIVOS.....	12
III.	METODOLOGIA.....	17
	III.1. DEFINIÇÃO DE LIMITES DE ALTERAÇÃO.....	17
	III.2. DETERMINAÇÃO DA SIGNIFICÂNCIA DOS IMPACTOS CUMULATIVOS.....	18
	III.3. AFERIÇÃO DOS LIMITES DE ALTERAÇÃO E DA SIGNIFICÂNCIA DOS IMPACTOS.....	22
	III.4. ESTIMATIVA DO ESTADO FUTURO.....	24
IV.	MEIO SOCIOECONÔMICO.....	26
	IV.1. EMPREGO.....	26
	IV.1.1. Introdução.....	26
	IV.1.2. Limites de alteração.....	31
	IV.1.3. Significância dos impactos.....	34
	IV.1.4. Estimativa do estado futuro.....	43
	IV.2. HABITAÇÃO.....	46
	IV.2.1. Introdução.....	46
	IV.2.2. Limites de alteração.....	54
	IV.2.3. Significância dos impactos.....	57
	IV.2.4. Estimativa do estado futuro.....	62
	IV.3. MOBILIDADE URBANA.....	73



IV.3.1. Introdução .....	73
IV.3.2. Limites de alteração .....	88
IV.3.3. Significância dos impactos.....	109
IV.3.4. Estimativa do estado futuro.....	111
V. MEIO BIÓTICO .....	120
V.1. VEGETAÇÃO COSTEIRA.....	120
V.1.1. Introdução .....	120
V.1.2. Limites de alteração .....	120
V.1.3. Significância dos impactos.....	123
V.1.4. Estimativa do estado futuro.....	131
V.2. BIODIVERSIDADE MARINHA .....	136
V.2.1. Introdução .....	136
V.2.2. Limites de alteração .....	167
V.2.3. Significância dos impactos.....	168
V.2.4. Estimativa do estado futuro.....	170
VI. MEIO FÍSICO.....	172
VI.1. ÁGUAS SUPERFICIAIS INTERIORES .....	172
VI.1.1. Introdução .....	172
VI.1.2. Limites de alteração .....	173
VI.1.3. Significância dos impactos.....	180
VI.1.4. Estimativa do estado futuro.....	191
VI.2. QUALIDADE DAS ÁGUAS COSTEIRAS E ESTUARINAS.....	213
VI.2.1. Introdução .....	213
VI.2.2. Limites de alteração .....	214
VI.2.3. Significância dos impactos.....	227
VI.2.4. Estimativa do estado futuro.....	249
VII. OUTRAS QUESTÕES IMPORTANTES; PESCA ARTESANAL .....	257
VII.1. INTRODUÇÃO .....	257
VII.2. CONTEXTO HISTÓRICO.....	258
VII.3. ATIVIDADE PESQUEIRA NA RMBS .....	261
VII.4. IMPACTOS CUMULATIVOS.....	287
VIII. SÍNTESE.....	291
VIII.1. LIMITES DE ALTERAÇÃO .....	291

---

VIII.2. SIGNIFICÂNCIA DOS IMPACTOS .....	294
VIII.3. ESTIMATIVA DO ESTADO FUTURO .....	296
IX. CONSIDERAÇÕES FINAIS .....	300
X. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	303
XI. EQUIPE TÉCNICA.....	317
APÊNDICE – MAPAS .....	321

## QUADROS

Quadro 1 – Empreendimentos em análise no PAIC da Região Metropolitana da Baixada Santista .....	7
Quadro 2 – Anos em que decorreu (ou decorrerá) a fase de construção e de operação de cada empreendimento em análise .....	8
Quadro 3 – Principais ações geradoras de impactos associadas aos empreendimentos em análise no PAIC da região Metropolitana da Baixada Santista .....	9
Quadro 4 – Componente de avaliação do impacto cumulativo: Natureza.....	20
Quadro 5 – Componente de avaliação do impacto cumulativo: Escala espacial. .	20
Quadro 6 – Componente de avaliação do impacto cumulativo: Duração.....	20
Quadro 7 – Componente de avaliação do impacto cumulativo: Frequência. ....	21
Quadro 8 – Componente de avaliação do impacto cumulativo: Magnitude. ....	21
Quadro 9 – Classificação do impacto “criação de emprego” .....	40
Quadro 10 – Classificação do impacto “desligamento de emprego” .....	42
Quadro 11 – Classificação do impacto “Aumento da precariedade habitacional”. .	61
Quadro 12 – Cenários de projeção dos assentamentos precários.....	66
Quadro 13 – Atendimento habitacional na Baixada Santista (2010-2019).....	67
Quadro 14 – Ações geradoras e impactos potencialmente gerados no fator “Mobilidade urbana” por empreendimento .....	77
Quadro 15 – Impacto “aumento do tráfego de veículos pesados”: incidência temporal e estimativas de tráfego .....	78
Quadro 19 – Classificação do impacto Aumento do Tráfego de Veículos .....	110
Quadro 20 – Objetivos e Metas para a mobilidade urbana. ....	112
Quadro 21 – Representatividade da vegetação costeira na área de abrangência espacial terrestre e representatividade das áreas afetadas por impactos cumulativos .....	126
Quadro 22 – Classificação das componentes dos impactos cumulativos sobre a vegetação costeira .....	130
Quadro 23 – Relação entre estressores e evolução do fator vegetação costeira no período 2005-2017 .....	132
Quadro 24 – Classificação das componentes dos impactos cumulativos sobre a biodiversidade marinha .....	169
Quadro 25 – 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 superficiais interiores .....	175
Quadro 26 – Limite de alteração da demanda hídrica por município e sub-bacia da região Baixada Santista estimado pelo valor máximo outorgável (limite quantitativo)	

e considerando a capacidade de depuração dos corpos de água (atual) (limite qualitativo).....	179
Quadro 27 – Estimativa da magnitude do impacto cumulativo sobre a concentração de coliformes termotolerantes dos corpos de água no período 2005 - 2017 .....	183
Quadro 28 – Classificação do impacto “Alterações negativas na qualidade das águas interiores” .....	190
Quadro 29 – Classificação do impacto “Alteração da disponibilidade hídrica” ...	190
Quadro 30 – Projeção da população residente por área (habitantes / km <sup>2</sup> ) para os cenários tendencial / dirigido de evolução da região Baixada Santista.....	193
Quadro 31 – Projeção do nível de atendimento de tratamento de esgoto sanitário (face a população residente) para cenário tendencial e cenário dirigido de evolução da região Baixada Santista .....	193
Quadro 32 – Resultados de estimativa de parâmetros para o modelo de painel de regressão da concentração de coliformes termotolerantes pela população residente sem tratamento de esgoto por unidade de área – período 2004-2015 .....	194
Quadro 33 – Projeção da concentração de coliformes termotolerantes média anual (UFC/100ml) em rios e córregos em cada município para Cenário tendencial e Cenário dirigido de evolução da região Baixada Santista .....	195
Quadro 34 – Estimativa de estado final de concentração de coliformes termotolerantes em cursos de água da Baixada Santista e condição face aos valores limite da Resolução CONAMA n.º 357/2005 de 17 de março.....	198
Quadro 35 – Demanda adicional de água superficial por sub-bacia da região Baixada Santista prevista para 2030.....	201
Quadro 36 – Demanda outorgada de água superficial e balanço hídrico por sub-bacia da região Baixada Santista (previsão para 2030).....	203
Quadro 37 – Projeção da disponibilidade hídrica per capita nos municípios e região da Baixada Santista em 2025 e 2030 (m <sup>3</sup> /hab.ano).....	206
Quadro 38 – Balanço hídrico por sub-bacia da região Baixada Santista à cota 5m (previsão para 2030).....	210
Quadro 39 – Classificação das águas salinas e salobras.....	215
Quadro 40 – Limite de alteração, identificado através de limites legais estabelecidos pela Resolução CONAMA n.º 357 de 17 de março de 2005, para os parâmetros COT e chumbo total, indicadores da condição de qualidade das águas estuarinas e costeiras na região Baixada Santista – impacto cumulativo das dragagens (A10) .....	223
Quadro 41 – Limite de alteração, identificado através de limite legal estabelecido pela Resolução CONAMA n.º 274 de 29 de novembro de 2000, para o parâmetro classificação anual de balneabilidade, indicador da condição de qualidade das águas estuarinas e costeiras na região Baixada Santista – impacto cumulativo da demanda por mão-de-obra (A1) / demanda adicional de imóveis (A3) .....	223

Quadro 42 – Limite de alteração, identificado através de limite de alteração aceitável para o índice IQAC, indicador da condição de qualidade das águas estuarinas e costeiras na região Baixada Santista – impacto cumulativo da demanda por mão-de-obra (A1) / demanda adicional de imóveis (A3) .....	224
Quadro 43 – Limite de alteração, identificado através de limite de alteração aceitável para o parâmetro concentração de clorofila a, indicador da condição de qualidade das águas estuarinas e costeiras na região Baixada Santista – impactos cumulativos da demanda por mão-de-obra (A1) / demanda adicional de imóveis (A3) e dragagens (A10).....	225
Quadro 44 – Limites de alteração, identificados através de limite de alteração aceitável, para os parâmetros COT e chumbo total em sedimentos marinhos e estuarinos, indicadores da condição de qualidade das águas estuarinas e costeiras na região Baixada Santista – impacto cumulativo das dragagens (A10) .....	226
Quadro 45 – Resultados de estimativa de parâmetros para o modelo de painel de regressão do IQAC pela população residente sem tratamento de esgoto por unidade de área – período 2011-2015 .....	231
Quadro 46 – Estimativa da magnitude do impacto cumulativo sobre o IQAC médio anual nas águas costeiras da Baixada Santista no período 2011 - 2015.....	232
Quadro 47 – Estimativa da magnitude do impacto cumulativo sobre o IQAC médio anual nas águas estuarinas da Baixada Santista no período 2011 - 2015 .....	233
Quadro 48 – Evolução da condição do fator qualidade das águas costeiras e estuarinas nas praias da região Baixada Santista (classificação anual de balneabilidade) com efeito das ações estressoras demanda por mão-de-obra (A1) / demanda adicional de imóveis (A3) no período 2005 - 2017 .....	235
Quadro 49 – Evolução da condição do fator qualidade das águas costeiras e estuarinas da região Baixada Santista (concentração de clorofila a) com efeito das ações estressoras demanda por mão-de-obra (A1) / demanda adicional de imóveis (A3) e dragagens (A10) no período 2011 - 2017.....	236
Quadro 50 – Evolução da condição do fator qualidade das águas costeiras e estuarinas (concentração de COT e chumbo na água) com efeito da ação estressora dragagens (A10) no período 2011 - 2017.....	238
Quadro 51 – Evolução da condição do fator qualidade das águas costeiras e estuarinas (concentração de chumbo na água) com efeito da ação estressora dragagens (A10) no período 2002- 2012 .....	240
Quadro 52 – Evolução da condição do fator qualidade das águas costeiras e estuarinas (concentração de COT e chumbo nos sedimentos) com efeito da ação estressora dragagens (A10) no período 2011 - 2017.....	241
Quadro 53 – Evolução da condição do fator qualidade das águas costeiras e estuarinas da região Baixada Santista (IQAC) com efeito das ações estressoras demanda por mão-de-obra (A1) / demanda adicional de imóveis (A3) e dragagens (A10) no período 2012 – 2017 .....	245

Quadro 54 – Classificação do impacto cumulativo “Alteração da qualidade das águas estuarinas e costeiras” .....	248
Quadro 55 – Projeção do nível de atendimento de tratamento de esgoto sanitário (face a população residente) para cenário tendencial e cenário dirigido de evolução do IQAC da região Baixada Santista.....	252
Quadro 56 – Projeção do IQAC médio anual (%) nas águas costeiras de cada município para Cenário tendencial e Cenário dirigido de evolução da região Baixada Santista .....	253
Quadro 57 - Número total de pescadores artesanais na RMBS entre os anos de 2017 e 2018 .....	263
Quadro 58 - Renda média em salário mínimo (s.m.) nos municípios da RMBS ..	266
Quadro 59 - Captura descarregada em tonelada (t) para a pesca artesanal e industrial entre 2017 e 2019.....	268
Quadro 60 - Esforço pesqueiro, unidades produtivas e quantidade descarregada (em toneladas) para a pesca artesanal nos municípios da Baixada Santista em 2017 .....	270
Quadro 61 - Esforço pesqueiro, unidades produtivas e quantidade descarregada (em toneladas) para a pesca artesanal nos municípios da Baixada Santista em 2018 .....	270
Quadro 62 - Esforço pesqueiro, unidades produtivas e quantidade descarregada (em toneladas) para a pesca artesanal nos municípios da Baixada Santista no primeiro semestre de 2019 .....	270
Quadro 63 - Percentual de pescadores da RMBS que beneficiados por programas sociais e/ou seguro defeso entre os anos de 2012-2014.....	282
Quadro 64 - Percentual de pescadores da RMBS que beneficiados por programas sociais e/ou seguro defeso entre os anos de 2017 e 2018 .....	282
Quadro 65 – Síntese dos limites de alteração, por fator, para a região Metropolitana da Baixada Santista .....	291
Quadro 66 – Síntese da classificação de impactos cumulativos, por fator, para a região Metropolitana da Baixada Santista.....	294
Quadro 67 – Estimativa do estado futuro dos fatores, na região Metropolitana da Baixada Santista .....	296



## FIGURAS

Figura 1 – Diagrama de relação entre impactos .....	16
Figura 2 – Componentes de avaliação dos impactos cumulativos.....	19
Figura 3 – Empregos formais na Baixada Santista e emprego direto nos empreendimentos em avaliação. ....	29
Figura 4 – Empregos formais na Baixada Santista e royalties totais da região.....	30
Figura 5 – Empregos formais na Baixada Santista e previsão com base em função do logaritmo do emprego direto dos empreendimentos e royalties da região. ....	30
Figura 6 – Emprego formal/ população total entre os 15 e os 64 anos (Estado de São Paulo e Baixada Santista).....	32
Figura 7 – Tendência da variável emprego formal/ população total entre os 15 e os 64 anos (Baixada Santista e Cubatão).....	33
Figura 8 – Tendência da variável emprego formal/ população total entre os 15 e os 64 anos (Guarujá e Santos). ....	33
Figura 9 – Limite de alteração e valor real da variável emprego formal/ população total entre os 15 e os 64 anos (Baixada Santista).....	36
Figura 10 – Limite de alteração e valor real da variável emprego formal/ população total entre os 15 e os 64 anos (Santos). ....	36
Figura 11 – Limite de alteração e valor real da variável emprego formal/ população total entre os 15 e os 64 anos (Cubatão). ....	37
Figura 12 – Limite de alteração e valor real da variável emprego formal/ população total entre os 15 e os 64 anos (Guarujá).....	38
Figura 13 – Tendência até 2030 da variável emprego formal/ população total entre os 15 e os 64 anos (Baixada Santista).....	43
Figura 14 – Tendência até 2030 da variável emprego formal/ população total entre os 15 e os 64 anos (Cubatão, Guarujá e Santos). ....	46
Figura 15 – Proporção de domicílios e da população residente em assentamentos precários na RM Baixada Santista (2000 e 2010).....	47
Figura 16 – Comparação IPVS 2000 e 2010 – população (%) com vulnerabilidade social média, alta ou muito alta. ....	48
Figura 17 – Crescimento populacional na Baixada Santista e no Estado de São Paulo (índice com 2000=100) .....	50
Figura 18 – Emprego direto, indireto e induzido dos empreendimentos em avaliação e nascidos vivos (Baixada Santista).....	52
Figura 19 – Emprego direto, indireto e induzido dos empreendimentos em avaliação e nascidos vivos por município (Bertioga, Cubatão, Guarujá e São Vicente) .....	53
Figura 20 – Proporção de residentes em assentamentos precários em várias regiões do Estado de São Paulo.....	55
Figura 21 – Proporção de residentes em assentamentos precários na Baixada Santista e limite de alteração aceitável. ....	58

Figura 22 – Estruturas, tendências, acontecimentos e desenvolvimento de cenários e prognósticos.....	65
Figura 23 – Proporção de residentes em assentamentos precários na Baixada Santista (projeções do cenário A) .....	69
Figura 24 – Proporção de residentes em assentamentos precários na Baixada Santista (projeções do cenário B) .....	70
Figura 25 – Proporção de residentes em assentamentos precários na Baixada Santista (projeções do cenário C) .....	71
Figura 26 – Proporção de residentes em assentamentos precários na Baixada Santista em 2010 e para 2030 de acordo com as projeções dos cenários A, B e C .....	72
Figura 27 – Evolução do tráfego diário médio nos municípios da Região Metropolitana da Baixada Santista.....	75
Figura 28 – Evolução do VDM na Rodovia SP-055 entre Peruíbe e Praia Grande entre 2009 e 2018. ....	86
Figura 29 – Gráfico correlacionando empregos formais e VDM em Bertioga 2009 e 2017. ....	87
Figura 30 – Limite de alteração para mobilidade urbana no Sistema Anchieta-Imigrantes (considerando as faixas usadas para descida da Serra do Mar, sentido cidade de Santos) .....	91
Figura 31 – Limite de alteração para mobilidade urbana no Sistema Anchieta-Imigrantes (considerando as faixas usadas para subida da Serra do Mar sentido cidade de São Paulo).....	91
Figura 32 – Programação do fluxo de veículos do feriado de ano novo entre os anos de 2013 e 2014 (descida da serra sentido a cidade de Santos) .....	93
Figura 33 – Programação do fluxo de veículos do feriado de ano novo entre os anos de 2013 e 2014 (subida da serra sentido a cidade de São Paulo).....	93
Figura 34 – Estimativa do VDMm do Sistema Anchieta-Imigrantes no trecho de descida da Serra entre os anos de 2015 e 2018.....	94
Figura 35 – Estimativa do VDMm do Sistema Anchieta-Imigrantes no trecho de subida da Serra entre os anos de 2015 e 2018 .....	95
Figura 36 – Exemplo de variação semanal por tipo de rodovia.....	96
Figura 37 – Variação semanal do Sistema Anchieta-Imigrantes (2018) para a descida da serra (São Paulo - Santos) comparados ao limite de alteração.....	97
Figura 38 – Variação semanal do Sistema Anchieta-Imigrantes (2018) para a subida da serra (Santos - São Paulo) comparados ao limite de alteração. ....	97
Figura 39 – Exemplo de variação do tráfego de veículos ao longo do dia .....	98
Figura 40 – Variação do tráfego de veículos no Sistema Anchieta-Imigrantes sentido cidade de Santos ao longo de um dia útil. ....	99
Figura 41 – Variação do tráfego de veículos no Sistema Anchieta-Imigrantes sentido cidade de São Paulo ao longo de um dia útil. ....	100



Figura 42 – Limite de alteração para mobilidade urbana na rodovia SP 055 no trecho Maresias x Riviera.....	102
Figura 43 – Limite de alteração para mobilidade urbana na rodovia SP 055 no trecho Riviera x Bertioga.....	102
Figura 44 – Limite de alteração para mobilidade urbana na rodovia SP 061 no trecho Guarujá x Bertioga .....	103
Figura 45 – Limite de alteração para mobilidade urbana na rodovia SP 055 entre o fim do trecho concedido x Mongaguá .....	103
Figura 46 – Limite de alteração para mobilidade urbana na rodovia SP 055 no trecho Pedro Taques x Praia Grande.....	104
Figura 47 – Limite de alteração para mobilidade urbana na rodovia SP 055 no trecho Mongaguá x Itanhaém (em Mongaguá) .....	104
Figura 48 – Variação mensal das rodovias SP-055 e SP-061 para o ano de 2017 comparadas ao limite de alteração proposto.....	105
Figura 49 – Variação semanal das rodovias SP-055 e SP-061 para o ano de 2017 comparadas ao limite de alteração proposto.....	107
Figura 50 – Variação do tráfego de veículos nas Rodovias SP-055 e SP-061 ao longo de um dia útil. ....	108
Figura 51 – Níveis de serviços por trechos da SP 160 – Rodovia Imigrantes, no ano de 2012. ....	115
Figura 52 – Projeção dos níveis de serviços por trechos da SP 160 – Rodovia Imigrantes para 2030. ....	116
Figura 53 – Níveis de serviços por trechos da SP 150 – Rodovia Anchieta, no ano de 2012. ....	116
Figura 54 – Projeção dos níveis de serviços por trechos da SP 150 – Rodovia Anchieta para 2030. ....	117
Figura 55 – Tendência até 2030 da variável volume diário médio (Baixada Santista exceto Cubatão, Santos e São Vicente). ....	118
Figura 56 – Tendência até 2030 da variável volume diário médio (Baixada Santista). ....	119
Figura 57 – Proporção de residentes em assentamentos precários na Baixada Santista em 2010 e para 2030 de acordo com as projeções dos cenários A, B e C .....	134
Figura 58 – Distribuição espacial dos locais de execução dos estudos considerados na análise de impactos da poluição química sobre os ecossistemas marinhos e os impactos cumulativos sobre os organismos bentônicos da Baixada Santista.....	138
Figura 59 – População fixa e flutuante para o ano de 2012 nos municípios do litoral do Estado de São Paulo. ....	189
Figura 60 – Classificação do IQAC .....	217
Figura 61 – Limites para as bactérias fecais.....	218
Figura 62 – Classificação das praias com monitoramento semanal .....	218

Figura 63 – Classificação das praias com monitoramento mensal .....	219
Figura 64 – Valores orientadores para os compostos orgânicos e metais (mg/kg) nos sedimentos .....	220
Figura 65 – Valores de referência para a concentração de nutrientes nos sedimentos.....	220
Figura 66 – Limites para classificação dos sedimentos em função da ecotoxicidade .....	221
Figura 67 – Localização dos empreendimentos com operações de dragagem ..	228
Figura 68 - Distribuição das comunidades de pescadores na Região Metropolitana da Baixada Santista .....	262
Figura 69 - Áreas embarque/desembarque e beneficiamento, armazenamento e comercialização de pescado na Baixada Santista .....	265
Figura 70 - Série histórica da produção pesqueira marinha e estuarina do Estado de São Paulo entre os anos de 1967 e 2018 .....	269
Figura 71 - Quantidade em toneladas (t) de pescados por aparelho de pesca no primeiro semestre de 2019 nos municípios de Santos e Guarujá.....	272
Figura 72 - Quantidade em toneladas (t) das principais espécies capturadas no primeiro semestre de 2019 no municípios de Santos e Guarujá.....	273
Figura 73 - Quantidade em toneladas (t) de pescados por aparelho de pesca no primeiro semestre de 2019 no município de Bertioga .....	274
Figura 74 - Quantidade em toneladas (t) de pescados por aparelho de pesca no primeiro semestre de 2019 no município de Itanhaém. ....	274
Figura 75 - Quantidade em toneladas (t) das principais espécies capturadas no primeiro semestre de 2019 no município de Bertioga.....	275
Figura 76 - Quantidade em toneladas (t) das principais espécies capturadas no primeiro semestre de 2019 no município de Itanhaém. ....	275
Figura 77 - Quantidade em toneladas (t) de pescados por aparelho de pesca no primeiro semestre de 2019 no município de Peruíbe.....	277
Figura 78 - Quantidade em toneladas (t) de pescados por aparelho de pesca no primeiro semestre de 2019 no município de Mongaguá .....	277
Figura 79 - Quantidade em toneladas (t) de pescados por aparelho de pesca no primeiro semestre de 2019 no município de São Vicente .....	278
Figura 80 - Quantidade em toneladas (t) de pescados por aparelho de pesca no primeiro semestre de 2019 no município de Praia Grande .....	278
Figura 81 - Quantidade em toneladas (t) das principais espécies capturadas no primeiro semestre de 2019 no município de Peruíbe.....	279
Figura 82 - Quantidade em toneladas (t) das principais espécies capturadas no primeiro semestre de 2019 no município de Mongaguá. ....	279
Figura 83 - Quantidade em toneladas (t) das principais espécies capturadas no primeiro semestre de 2019 no município de São Vicente. ....	280

---

Figura 84 - Quantidade em toneladas (t) das principais espécies capturadas no primeiro semestre de 2019 no município de Praia Grande. ....	280
Figura 85 - Distribuição territorial do esforço pesqueiro por dias de pesca para a pesca artesanal na Baixada Santista no período de janeiro a junho de 2019.....	283
Figura 86 – Complexo Portuário de Santos .....	284
Figura 87 – Distribuição territorial do esforço pesqueiro considerando os dias de pesca para a pesca artesanal e pesca industrial na Baixada Santista no período de janeiro a junho de 2019.....	289

## **LISTA DE SIGLAS**

ADA – Área Diretamente Afetada  
AID – Área de Influência Direta  
DAEE – Departamento de Águas e Energia Elétrica  
DBO – Demanda Bioquímica de Oxigênio  
DNIT – Departamento Nacional de Estradas de Rodagem  
EIA – Estudo de Impacto Ambiental  
GEE – Gases com efeito de estufa  
IPVS – Índice Paulista de Vulnerabilidade Social  
IQAC – Índice de Qualidade das Águas Costeiras  
MAPEMLS – Monitoramento Ambiental do Parque Estadual Marinho da Laje de Santos  
PAIC – Projeto de Avaliação de Impactos Cumulativos  
PEL – *Probable effect level*  
PMAP – Projeto de Monitoramento da Atividade Pesqueira  
PRONAF – Programa Nacional de Fortalecimento da Agricultura Familiar  
RMBS – Região Metropolitana da Baixada Santista  
TEL – *Threshold effect level*  
UFC – Unidades Formadoras de Colônias  
UNT – Unidades Nefelométrica de Turbidez  
UTE – Usina Termoelétrica  
VDM – Volume Diário Médio

## I. NOTA INTRODUTÓRIA

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

- Definição de limites de alteração aceitáveis para as condições dos fatores ambientais e sociais;
- Determinação da significância dos impactos cumulativos;
- Estimativa do estado final do ambiente após as mudanças ocorridas.

Os principais impactos cumulativos associados aos 12 empreendimentos selecionados para análise no PAIC da região Metropolitana da Baixada Santista foram identificados na Fase 4, e são resumidos na seção II.5 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: emprego; habitação; mobilidade urbana;
- Fatores bióticos: vegetação costeira; biodiversidade marinha;
- Fatores físicos: águas superficiais interiores; qualidade das águas costeiras e estuarinas.

O presente documento, elaborado após a oficina realizada no dia 8 de outubro de 2020, encontra-se estruturado da seguinte forma:

- Capítulo I. Nota introdutória
- Capítulo II. Fases anteriores
- Capítulo III. Metodologia
- Capítulo IV. Meio socioeconômico
- Capítulo V. Meio biótico
- Capítulo VI. Meio físico

- Capítulo VII. Outras questões importantes; Pesca artesanal<sup>1</sup>
- Capítulo VIII. Síntese
- Capítulo IX. Considerações finais
- Capítulo X. Referências bibliográficas
- Capítulo XI. Equipe técnica.

---

<sup>1</sup> Em complemento das análises desenvolvidas para os fatores ambientais e sociais, a pesca artesanal foi referida como uma preocupação importante em diversos eventos de consulta e participação, pelo que se dedica um capítulo à análise de impactos nesta atividade.

## **II. FASES ANTERIORES**

### **II.1. INTRODUÇÃO**

O Projeto de Avaliação de Impactos Cumulativos (PAIC) na região Metropolitana da Baixada Santista/SP teve início em setembro de 2018, com a elaboração do Plano de Trabalho (Fase 1), e contempla sete fases:

- Fase 1 – Planejamento;
- Fase 2 – Escopo;
- Fase 3 – Levantamento de dados;
- Fase 4 – Avaliação dos impactos cumulativos;
- Fase 5 – Avaliação da capacidade de suporte e da significância dos impactos cumulativos previstos;
- Fase 6 – Análise dos resultados e banco de dados georreferenciado;
- Fase 7 – Apresentação dos resultados finais.

Na Fase 2 (Escopo), foram definidos os fatores ambientais e sociais a analisar na região, o recorte espacial e temporal da análise e os principais estressores com influência nos fatores (incluindo os principais empreendimentos a analisar). Foi ainda definida a metodologia a empregar na análise, incluindo as principais variáveis-condição a utilizar para a caracterização da situação base, da situação atual e das tendências de evolução de cada fator.

Na Fase 3 (Levantamento de Dados) foi analisada a condição de base e a situação atual dos fatores ambientais e sociais selecionados na fase de escopo.

A Avaliação de Impactos Cumulativos foi realizada na Fase 4. Nesta fase foi analisada a evolução dos principais estressores com influência nos fatores em análise, bem como a sua influência na condição dos mesmos. Em seguida, foram analisados os principais impactos cumulativos.

Destaca-se que as várias fases foram discutidas e subsidiadas por uma componente de participação social, concretizada principalmente através de:

- Visitas técnicas e entrevistas a atores da região (Prefeitura de Bertioga/Secretaria de Meio Ambiente, Prefeitura de Santos/Secretaria

de Meio Ambiente, Instituto Gremar, Biopesca, Colônia de Pesca de Santos) (Fase 2);

- Oficina da Fase 2 (realizada no dia 21 de fevereiro de 2019, em Santos);
- Reunião pública de apresentação do Relatório Parcial de Levantamento de Dados (Fase 3) (realizada no dia 7 de agosto de 2019, em Santos);
- Contatos/pedidos de informação a entidades detentoras de informação relevante, incluindo empreendedores (Companhia VLI Logística; CODESP - Companhia Docas do Estado de São Paulo; Petrobras; Saipem do Brasil Serviços de Petróleo Ltda; BTP - Brasil Terminal Portuário; Terminal DP World Santos; CETESB; IBAMA; Secretaria de Habitação do Estado de São Paulo; Prefeituras de Bertioga, Guarujá, Santos, Cubatão, São Vicente, Praia Grande, Mongaguá, Itanhaém e Peruíbe; Complexo Andaraguá; Sabesp) (Fase 2 e Fase 3);
- Sugestões e considerações de pessoas individuais (submetidas à Petrobras, e encaminhadas à equipe do PAIC).

## **II.2. ESCOPO DA AVALIAÇÃO DE IMPACTOS CUMULATIVOS**

### **II.2.1. Fatores ambientais e sociais**

O levantamento inicial dos fatores ambientais e sociais foi realizado no Relatório Preliminar da Fase de Escopo, individualmente, para os meios socioeconômico, biótico e físico, partindo:

- a) Do conhecimento e análise da região;
- a) Das avaliações de impacto ambiental dos empreendimentos da região;
- b) Da análise da mídia.

No final do levantamento inicial dos fatores ambientais e sociais, obteve-se uma lista de fatores por meio (socioeconômico, biótico e físico), que foi sujeita às seguintes análises, de forma a verificar a viabilidade da sua consideração:

- Avaliação do valor dos fatores;



- Análise matricial da exposição dos fatores a partir do cruzamento dos atributos “susceptibilidade aos impactos cumulativos” e “afetação por impactos cumulativos”;
- Análise pericial do grupo de fatores.

Em sequência da metodologia anteriormente aplicada, os fatores propostos no Relatório Técnico Preliminar de Escopo foram os seguintes: 1- Comunidades tradicionais pesqueiras; 2- Emprego; 3- Habitação; 4- Vegetação costeira; 5- Águas superficiais interiores; 6- Qualidade das águas costeiras.

A aferição dos fatores ambientais e sociais propostos no Relatório Técnico Preliminar de Escopo foi realizada com base em:

- Entrevistas a atores-chave da região, realizadas em outubro de 2018;
- Oficina participativa, realizada no dia 21 de fevereiro de 2019, em São Vicente.

Os fatores ambientais e sociais para análise na avaliação de impactos cumulativos na região Metropolitana da Baixada Santista indicados no Relatório Técnico Final da Fase de Escopo (outubro de 2019):

- Fatores socioeconômicos: emprego; habitação; mobilidade urbana;
- Fatores bióticos: vegetação costeira;
- Fatores físicos: águas superficiais interiores; qualidade das águas costeiras e estuarinas.

Além destes seis fatores, foi acrescentado no Relatório Final de Levantamento de Dados (Fase 3) o fator biodiversidade marinha, por solicitação de vários participantes na reunião pública realizada no dia 7 de agosto de 2019.

### ***II.2.2. Abrangência espacial e temporal***

A proposta inicial de abrangência espacial e temporal da avaliação de impactos cumulativos foi apresentada no Relatório Preliminar de Escopo (Fase 2). Esta proposta foi discutida na oficina realizada no dia 21 de fevereiro de 2019, em São Vicente.

A aferição da abrangência espacial e temporal foi apresentada no Relatório Técnico Final de Escopo (Fase 2) (outubro de 2019).

Assim, a avaliação de impactos cumulativos desenvolve-se no período 2005-2030, com o seguinte recorte espacial:

- Área terrestre: municípios de Bertioga, Guarujá, Santos, Cubatão, São Vicente, Praia Grande, Mongaguá, Itanhaém e Peruíbe;
- Área marinha: isóbata de 50m.

Considerando a análise do contexto de São Paulo e das estradas de acesso à região sempre que relevante.

### **II.3. SITUAÇÃO DA REGIÃO DA BAIXADA SANTISTA**

No Relatório de Levantamento de informações de base sobre o status dos fatores ambientais e sociais (Fase 3) (novembro de 2019) foram utilizadas variáveis (selecionadas no Relatório Metodológico da fase de Escopo), com base nas quais se procedeu à caracterização da situação de base e atual de cada um dos fatores.

### **II.4. PRINCIPAIS ESTRESSORES**

A identificação das ações estressoras consistiu nas seguintes tarefas:

- Identificação das ações geradoras de impactos relacionados aos fatores em análise decorrentes dos empreendimentos alvo da avaliação de impactos cumulativos;
- Identificação de estressores naturais com efeitos na região, e seleção dos mais relevantes para os fatores em análise;
- Identificação de outras ações com influência nos fatores em análise.

Em seguida apresenta-se uma síntese dos principais estressores identificados no Relatório de Avaliação de Impactos Cumulativos (Fase 4) (dezembro, 2019).

#### **II.4.1. Empreendimentos**

Os empreendimentos em análise no PAIC da Região Metropolitana da Baixada Santista (cf. Relatório Final da Fase de Escopo - Fase 2) são apresentados no

Quadro 1, bem como os respectivos empreendedores, localização e órgão licenciador.

Quadro 1 – Empreendimentos em análise no PAIC da Região Metropolitana da Baixada Santista

Empreendimento		Empreendedor	Localização (municípios da área de estudo)	Órgão licenciador
1	Etapa 1 do Pré-Sal	Petrobras	Offshore	IBAMA
2	Etapa 2 do Pré-Sal	Petrobras	Offshore	IBAMA
3	Etapa 3 do Pré-Sal	Petrobras	Offshore	IBAMA
4	Carteira de Diesel na Refinaria Presidente Bernardes de Cubatão (RPBC)	Petrobras	Cubatão	CETESB
5	Usina Termoeletrica (UTE) Euzébio Rocha	Petrobras	Cubatão	CETESB
6	Reforço Estrutural de Suprimento de Gás da Baixada Santista	Companhia de Gás de São Paulo (Comgás)	Cubatão, Santos	CETESB
7	Dragagem de aprofundamento do porto de Santos	Codesp- Companhia Docas do Estado de São Paulo	Estuário de Santos, margem com os Municípios de Santos e Guarujá	IBAMA
8	Centro de Tecnologia e Construção Offshore (CTCO)	Saipem do Brasil Serviços de Petróleo Ltda	Guarujá	CETESB
9	Ampliação do Terminal Integrador Portuário Luiz Antônio Mesquita (TIPLAM)	VLI Logística	Santos	CETESB
10	Terminal Portuário BTP	Brasil Terminal Portuário-BTP	Santos	IBAMA

Empreendimento		Empreendedor	Localização (municípios da área de estudo)	Órgão licenciador
11	Terminal DP World Santos (ex-Embraport)	DP World	Santos	IBAMA
12	Complexo empresarial e aeroportuário Andaraguá	Complexo Empresarial Andaraguá	Praia Grande	CETESB

No Quadro 2 indicam-se os anos associados às fases de construção e de operação de cada empreendimento.

*Quadro 2 – Anos em que decorreu (ou decorrerá) a fase de construção e de operação de cada empreendimento em análise*

Empreendimento		Anos (no período de análise do PAIC)	
		Fase de construção	Fase de operação
1	Etapa 1 do Pré-Sal	2012-2017	2012-2030
2	Etapa 2 do Pré-Sal	2014-2017	2014-2030
3	Etapa 3 do Pré-Sal	2019-2023 <sup>*1</sup>	Não iniciada (início estimado para 2020)
4	Carteira de Diesel na Refinaria Presidente Bernardes de Cubatão (RPBC)	2011-2016	2017-2030
5	Usina Termoelétrica (UTE) Euzébio Rocha	2007-2009	2010-2030
6	Reforço Estrutural de Suprimento de Gás da Baixada Santista	Não iniciada	Não iniciada (início estimado para 2020)
7	Dragagem de aprofundamento do porto de Santos	2010-2013	2013-2030
8	Centro de Tecnologia e Construção Offshore (CTCO)	2012-2016 (ainda incompleta)	Não iniciada
9	Ampliação do Terminal Integrador Portuário Luiz Antônio Mesquita (TIPLAM)	2013-2018	2018-2030

Empreendimento		Anos (no período de análise do PAIC)	
		Fase de construção	Fase de operação
10	Terminal Portuário BTP	2010-2013	2013-2030
11	Terminal DP World Santos (ex-Embraport)	2007-2013	2013-2030
12	Complexo empresarial e aeroportuário de Andaraguá	Não iniciada	Não iniciada

\*1 De acordo com o EIA, em 2023 termina a fase de instalação de TLD, SPAs e piloto de curta duração  
Fonte: Témis/Nemus, 2019.

Como principais ações geradoras de impactos associadas aos empreendimentos identificaram-se as seguintes:

*Quadro 3 – Principais ações geradoras de impactos associadas aos empreendimentos em análise no PAIC da região Metropolitana da Baixada Santista*

Ações geradoras de impactos consideradas <sup>2</sup>	Descrição (atividades consideradas integradas nas ações)
1. Demanda por mão-de-obra	Refere-se à geração, à manutenção e/ou ao aumento dos postos de trabalhos em consequência direta ou indireta do empreendimento, incluindo a contratação de mão-de-obra especializada, como empresas para elaboração de estudos, laudos e programas referentes ao empreendimento. A demanda por mão-de-obra também está intimamente associada ao crescimento populacional na área de influência.
2. Desmobilização da mão de obra	Com a conclusão das obras, inicia-se a dispensa de prestadores de serviços
3. Demanda adicional de imóveis	Este fator leva em consideração a dinamização do fluxo populacional e das atividades econômicas, que implica a geração de necessidades adicionais de habitação
4. Trânsito de embarcações de apoio	Refere-se ao aumento do tráfego marítimo e da movimentação de embarcações.

<sup>2</sup> A terminologia de designação das ações geradoras foi adaptada das atividades geradoras de impactos descritas originalmente nos EIA. Assim, apesar de, em alguns casos, os EIA fazerem referência a estas mesmas ações, noutros casos adoptou-se uma designação diferente, mas que se considerou adequada, ponderadas as ações geradoras referidas nos EIA e os impactos gerados.

Ações geradoras de impactos consideradas <sup>2</sup>	Descrição (atividades consideradas integradas nas ações)
5. Instalação e desativação de estruturas no mar	Execução de aterros, de enrocamentos e instalação de estruturas portuárias; instalação de gasodutos; instalação do sistema de ancoragem das unidades de produção (UEP); desativação de sistemas submarinos
6. Produção e transferência de petróleo e gás	Transporte de FPSOs; permanência física das plataformas, unidades de perfuração e FPSOs nos campos de produção; criação de áreas de restrições de uso
7. Implantação de estruturas terrestres	Remoção de cobertura vegetal, limpeza e preparação do terreno, terraplenagens, aterros, escavações, abertura ou adequação de acessos, instalação de áreas de apoio, geração de efluentes e resíduos no canteiro de obras. Movimento em terra (tráfego rodoviário) de insumos, materiais e trabalhadores. Inclui-se aqui também o aumento das demandas de água em função do incremento de trabalhadores e das atividades de implantação, a desapropriação e deslocalização de população
8. Presença e operação de novas estruturas terrestres	Abrange a presença do empreendimento (e.g. aumento de demandas de água, geração de emissões gasosas, líquidas e sólidas) e de restrições de uso em seu entorno. Inclui-se aqui também o movimento em terra (tráfego rodoviário) de insumos, materiais e trabalhadores associado à operação de novas estruturas terrestres.
9. Presença e operação de novas estruturas portuárias	Movimentação de cargas; aumento do tráfego de veículos; abastecimento de embarcações; aumento da circulação de pessoas de diferentes origens; alteração de acessos
10. Dragagens	Abrange a operação de dragagem, a disposição de material dragado em bota-fora e a criação de áreas de exclusão ou uso restrito para a pesca. Após dragagem, há um aprofundamento dos fundos, que facilita a navegação. Inclui-se também aqui o movimento em terra (tráfego rodoviário) relacionado às operações de dragagem
11. Vazamento acidental de combustível/óleo no mar	Vazamentos acidentais de combustível/óleo no mar (acidentes em embarcações de apoio e FPSO; roturas)
12. Descarte de efluentes e resíduos no mar	Descarte de efluentes (tratados e não tratados) e rejeitos sólidos no mar (operação normal e acidental)

Fonte: Témis/Nemus (2019) com base nos EIA dos empreendimentos

### **II.4.2. Estressores naturais**

Os acidentes naturais geológicos e hidrológicos foram identificados como os principais estressores naturais na região, apresentando influência mais direta nos fatores físicos (“águas superficiais interiores” e “qualidade das águas costeiras e estuarinas”). Além destes, foram analisados os efeitos das mudanças climáticas de forma qualitativa.

### **II.4.3. Outros estressores**

Além das ações estressoras associadas aos empreendimentos em análise na Baixada Santista/SP e dos estressores naturais, existem outras ações/processos que podem influenciar, direta ou indiretamente, os fatores.

Entre os outros estressores com influência nos fatores os mais importantes são os seguintes:

- População
- Crescimento econômico
- Atendimento habitacional
- Expansão da área urbanizável
- Demanda de água superficial
- Níveis de atendimento de coleta e de tratamento de esgoto
- Carga poluidora remanescente
- Tráfego rodoviário e investimentos em infraestrutura
- Emergências químicas de origem aquaviária e manchas orfãs
- Movimentações portuárias
- Dragagens portuárias



## **II.5. PRINCIPAIS IMPACTOS CUMULATIVOS**

Os principais impactos cumulativos identificados no PAIC da região Metropolitana da Baixada Santista foram os seguintes:

- Criação (e desligamento) de emprego
- Aumento da precariedade habitacional
- Aumento do tráfego rodoviário
- Degradação da vegetação e dos ecossistemas
- Degradação de ecossistemas e da fauna aquática
- Redução da disponibilidade hídrica (sub-bacia do rio Cubatão)
- Alterações à qualidade das águas costeiras e estuarinas

### **Criação (e desligamento) de emprego**

O aumento do emprego direto nos empreendimentos em avaliação teve efeitos indiretos e induzidos no emprego formal na região Metropolitana da Baixada Santista (essencialmente de 2010 a 2014). Contudo, a diminuição significativa do emprego nos empreendimentos em avaliação desde 2014 levou também a um efeito negativo no emprego formal na região (de 2014 a 2016, em particular).

O crescimento significativo dos royalties de 2009 a 2014 teve um efeito positivo sobre o emprego formal na região (principalmente em Bertioga e Cubatão); mas a queda nos royalties de 2014 a 2016 igualmente provocou, com grande probabilidade, uma diminuição do emprego formal na Baixada Santista.

### **Aumento da precariedade habitacional**

O déficit habitacional na região Metropolitana da Baixada Santista aumentou de cerca de 40 mil habitações para mais de 75 mil entre 2000 e 2010, sendo particularmente elevado em São Vicente, Bertioga, Cubatão e Guarujá. A proporção de população residente em aglomerados subnormais subiu de 13% para 18%, sendo especialmente elevada em Bertioga, Cubatão, Guarujá e São Vicente.



Apesar de não terem sido verificadas evidências fortes de que os empreendimentos em avaliação tiveram influência na variável população residente (e indiretamente na precariedade habitacional), existem, contudo, indícios dessa influência.

### **Aumento do tráfego rodoviário**

Apesar dos dados disponíveis implicarem alguma incerteza na avaliação de relações entre variáveis, pode-se inferir que os empreendimentos em análise (por via do aumento do emprego formal) influenciaram o aumento do tráfego rodoviário, pelo menos em alguns municípios da região (e.g. Itanhaém, Praia Grande e Bertioga). A mesma conclusão não pode ser alargada à RMBS, por conta da falha de dados na série histórica relativa ao volume médio de tráfego para os municípios de Santos, Cubatão e São Vicente. Contudo, a saturação do sistema viário é evidente em Santos (já era, na situação de referência). Mesmo com a baixa dinâmica populacional e contínuo processo de transferência de população para os municípios vizinhos, Santos segue concentrando empregos e renda, polarizando também os serviços especializados e as instituições de educação e saúde. Tais dinâmicas tendem a provocar o aumento da quantidade de viagens que têm origem ou destino em sua região insular (Instituto Pólis, 2012).

### **Degradação da vegetação costeira**

Apesar dos dados analisados indicarem a manutenção, à escala regional, das áreas de abrangência da vegetação costeira, sem aumento ou diminuição significativa na região no período posterior ao ano 2005, verifica-se a existência de impactos negativos cumulativos dos empreendimentos em análise (impactos de supressão (247 ha) e degradação de vegetação costeira (96.853 ha)) com outras atividades já instaladas. De fato, os contaminantes químicos, as ocupações irregulares e o aumento da presença de atividades humanas, têm conduzido a uma degradação da vegetação e dos ecossistemas, reportada em vários estudos, e relatada pelos participantes em vários momentos do processo de participação pública realizado no âmbito do PAIC. Por seu lado, a preservação dos manguezais é dificultada pela intensa pressão das atividades antrópicas (inclusivamente, pelo

despejo de efluentes sem tratamento), justamente por estarem situados na área de maior atividade industrial e maior ocupação urbana (Santos, Cubatão e São Vicente) (Oliveira, R. & Cunha, C., 2015).

### **Degradação de ecossistemas e fauna marinha**

Apesar de não ter sido possível quantificar os efeitos específicos dos empreendimentos em análise no fator biodiversidade marinha, verifica-se que as ações associadas à fase de construção e operação dos empreendimentos (e.g. dragagens, trânsito de embarcações) têm potencial para gerar impactos negativos cumulativos com outras atividades que têm vindo a afetar os ecossistemas e a fauna marinha da região. De fato, vários estudos realizados na baía de Santos têm evidenciado a influência negativa do aporte de compostos químicos, esgotos domésticos e teores de metais na fauna marinha. Acresce que a percepção dos participantes nas sessões de participação realizadas no âmbito do PAIC é de que essa afetação e degradação têm, de fato, ocorrido.

### **Redução da disponibilidade hídrica**

A análise das principais ações estressoras dos empreendimentos em estudo potencialmente geradoras de impactos cumulativos sobre o fator águas superficiais interiores sugere que se possa estar a gerar diretamente, cumulativamente com outros estressores, a redução da disponibilidade hídrica sobre a sub-bacia do Rio Cubatão, com efeito na disponibilidade hídrica regional, devido à presença e operação de novas estruturas terrestres relacionadas a alguns empreendimentos.

A análise realizada permitiu ainda identificar que o crescimento populacional na região está a exercer uma ação estressora sobre a qualidade da água e disponibilidade hídrica regional. Este efeito perspectiva-se cumulativo com o efeito direto dos empreendimentos sobre a disponibilidade hídrica na sub-bacia do Rio Cubatão.

### **Alterações à qualidade das águas costeiras e estuarinas**

O principal impacto cumulativo (negativo) identificado refere-se a alterações à qualidade por ressuspensão de partículas, microrganismos, nutrientes e contaminantes adsorvidos em sedimentos durante as operações de dragagem e

imersão. Este impacto deve-se essencialmente ao efeito conjunto das operações de aprofundamento e/ou manutenção de fundos na área portuária ou para instalação de novos empreendimentos no período decorrido entre 2007 e 2016.

O significativo volume de dragados aliado aos já conhecidos problemas de qualidade da água relacionados com a deficiência nos sistemas de saneamento da região terão contribuído para alguns dos problemas que caracterizam aquele corpo hídrico, bem como para, pontualmente, condicionar a balneabilidade das praias litorâneas adjacentes.

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

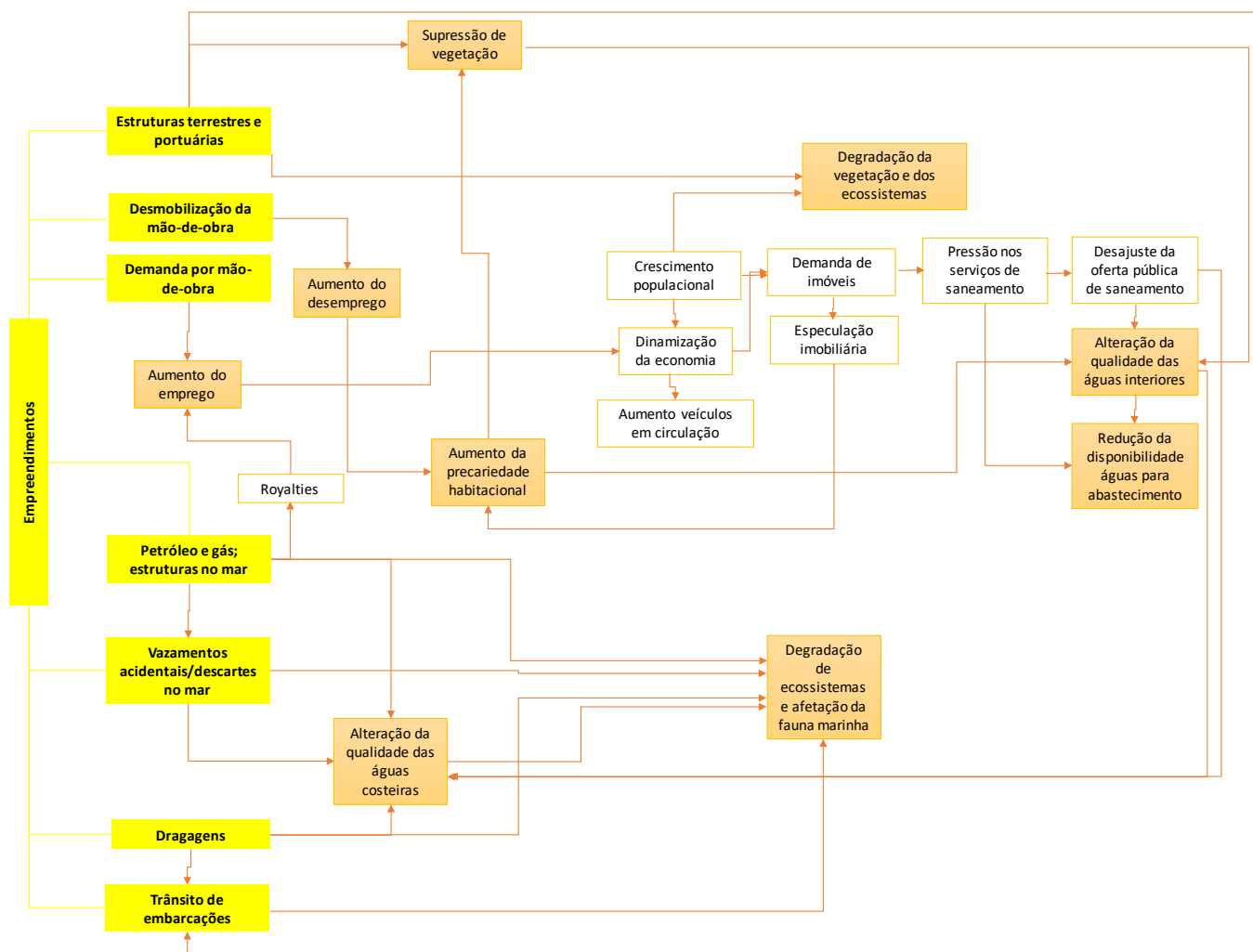


Figura 1 – Diagrama de relação entre impactos

### 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.

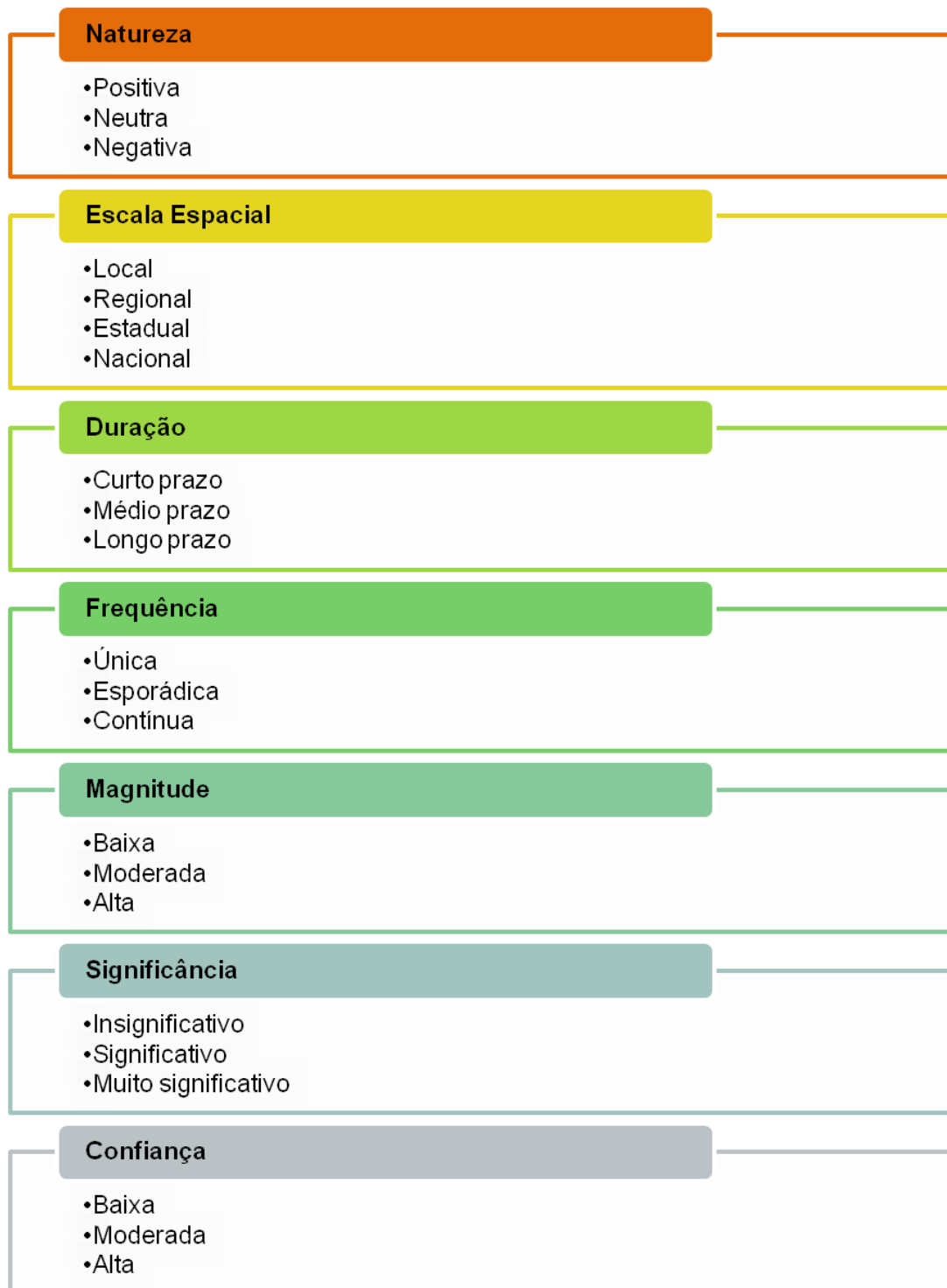
As metodologias específicas de identificação dos limites de alteração são apresentadas no âmbito da análise dos respetivos fatores.

## **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 4.

Quadro 4 – 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 5.

Quadro 5 – 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 6.

Quadro 6 – 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 7.

Quadro 7 – 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 8.

Quadro 8 – Componente de avaliação do impacto cumulativo: Magnitude.

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

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

- Insignificativo;
- Significativo;
- Muito significativo.

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

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

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

A confiança pode ser:

- Baixa;
- Moderada;
- Alta.

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

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

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

Para discutir o Relatório de Levantamento da Significância dos Impactos Cumulativos foi realizada uma oficina participativa. A mesma foi realizada no dia 8 de outubro de 2020, dando origem ao Relatório da Oficina Participativa da Fase 5 (dezembro 2020 – revisão 01).

Estiveram presentes 33 pessoas representando 13 instituições, de diferentes segmentos: poder público federal, poder público estadual, poder público municipal, setor privado/grandes empreendedores, ONGs/movimentos e instituições de pesquisa.

Foi dado o prazo de 9 de novembro de 2020 para receber contribuições adicionais, que contudo, não existiram.

Em função das contribuições recebidas na oficina participativa, foram revistos os limites de alteração e/ou a classificação das componentes de avaliação dos impactos cumulativos apresentados no Relatório Preliminar da Fase 5, em particular, nos fatores habitação, biodiversidade marinha e qualidade das águas costeiras e estuarinas.

Os limites de alteração para cada um dos fatores analisados são apresentados nas seções IV.1.2 (Emprego), IV.2.2 (Habitação), IV.3.2 (Mobilidade urbana), V.1.2 (Vegetação costeira), V.2.2 (Biodiversidade Marinha), VI.1.2 (Águas superficiais interiores), VI.2.2 (Qualidade das águas costeiras e estuarinas).

A significância dos principais impactos cumulativos identificados nos fatores analisados é apresentada nas seções IV.1.3 (Emprego), IV.2.3 (Habitação), IV.3.3 (Mobilidade urbana), V.1.3 (Vegetação costeira), V.2.3 (Biodiversidade Marinha), VI.1.3 (Águas superficiais interiores), VI.2.3 (Qualidade das águas costeiras e estuarinas).

### III.4. ESTIMATIVA DO ESTADO FUTURO

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

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

Assim, para o fator “**emprego**” projetaram-se tendências para a região da Baixada Santista, e em específico, para três municípios da região (Cubatão, Guarujá e Santos), através de cálculos estatísticos (função potência com expoente inferior a 1 – crescimento da variável a uma taxa decrescente). A utilização desta função para projeção dos valores futuros estimados da variável “emprego formal/ população 15-64 anos” prende-se com dois motivos: em primeiro lugar é evidente um decréscimo da taxa de crescimento do emprego formal nos territórios da Baixada Santista na presente década (em oposição ao que ocorreu na primeira década do século XXI); em segundo, verifica-se igualmente um decréscimo da taxa de crescimento da variável população entre os 15 e os 64 anos que resulta da menor migração para o território (menos oportunidades de emprego) e menor crescimento natural.

Para o fator “**Habitação**” assume-se grande incerteza (por vários motivos explicados em detalhe na seção respectiva) e, portanto, para este caso, a abordagem geral adotada remeteu para os métodos prospectivos. Os cenários de projeção dos assentamentos precários consideram a concretização de três variáveis (proporção do crescimento populacional em assentamentos precários; atendimento habitacional na década de 2020; criação de infraestruturas urbanas) em três cenários: um cenário tendencial ou de base, de natureza adaptativa e associado a iniciativas menos fraturantes face à realidade observada na situação de referência; um cenário mais pressionante do ponto de vista socioeconômico (cenário A); um cenário C (mais favorável), que antevê a concretização de um plano de investimentos em habitação bastante ambicioso.

No fator “**Mobilidade Urbana**” foram utilizadas as informações do Plano Metropolitano de Desenvolvimento Estratégico da Baixada Santista (2014), que realiza um prognóstico consistente dos níveis de serviços para as rodovias

Imigrantes (SP-160) e Anchieta (SP-150), tendo como horizonte final o ano de 2030. Também foram utilizadas as séries históricas do Volume Diário Médio (VDM) para a Baixada Santista para fazer uma estimativa de tráfego para 2030 (em exceção dos municípios de Cubatão, Santos e São Vicente, que dispõem de inconsistências na série de dados).

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

Quanto à “**biodiversidade marinha**”, não houve aplicação de uma metodologia específica para estimar o estado futuro do fator, devido à dificuldade em identificar e definir uma variável-condição para representar o fator. Assim, essa estimativa foi realizada com base em análise pericial.

Para o fator “**Águas Superficiais Interiores**” projetaram-se tendências da qualidade das águas para os seis municípios com disponibilidade de dados de monitoramento, determinadas a partir de modelos estatísticos estimados para a região, considerando cenários de evolução dos principais estressores, população residente e tratamento de esgoto doméstico. Para a quantidade das águas, consideraram-se as projeções de demanda para sistemas de abastecimento humano, previstas no Plano de Bacia Hidrográfica 2016-2027, e as necessidades hídricas dos empreendimentos em estudo.

Relativamente à “**Qualidade das Águas Costeiras e Estuarinas**” projetaram-se tendências de qualidade das águas estuarinas e costeiras de região, considerando os mesmos cenários de evolução dos principais estressores, população e tratamento de esgoto doméstico assumidos no fator “Águas Superficiais Interiores”. Partindo desta evolução da qualidade das águas em geral, foi feita uma avaliação pericial da evolução provável na balneabilidade das praias da região.

A estimativa do estado futuro dos fatores analisados é realizada nas seções IV.1.4 (Emprego), IV.2.4 (Habitação), IV.3.4 (Mobilidade urbana), V.1.4 (Vegetação Costeira), V.2.4 (Biodiversidade Marinha), VI.1.4 (Águas Superficiais Interiores), VI.2.4 (Qualidade das Águas Costeiras e Estuarinas).

## IV. MEIO SOCIOECONÔMICO

### IV.1. EMPREGO

#### IV.1.1. Introdução

Com base no apresentado no Relatório Final de Avaliação de Impactos (Fase 4), foi possível identificar que alguns dos empreendimentos em análise tiveram efeitos indiretos e induzidos no fator emprego na região da Baixada Santista, para além dos efeitos diretos. Por forma a explicar o mecanismo econômico que produz um aumento de emprego superior ao emprego direto gerado por cada um dos empreendimentos em análise na região, pode-se recorrer aos seguintes conceitos teóricos, notadamente: o conceito de multiplicador keynesiano; a teoria econômica relacionada com as ligações, de Hirschman; e o conceito de transbordamento.

Através do conceito de multiplicador keynesiano, é possível explicar o mecanismo que leva a que a criação de emprego direto produza um crescimento mais do que proporcional do emprego na região. Apesar de ser denominado keynesiano, este conceito tem origem no trabalho de Kahn (1931). Como o autor indicava, *“o aumento do emprego exigido em conexão com o aumento do investimento será descrito como o emprego "primário". Inclui o emprego "direto" e também, é claro, o emprego "indireto" que é estabelecido na produção e no transporte das matérias-primas necessárias para fazer o novo investimento. Para atender ao aumento dos gastos com salários e lucros associados ao emprego primário, a produção de bens de consumo é aumentada. Aqui novamente os salários e lucros são aumentados, e o efeito será repassado, embora com intensidade diminuída. E assim por diante, ad infinitum. O emprego total que é criado desta forma na produção de bens de consumo será denominado emprego secundário. A relação entre o emprego secundário e o emprego primário é uma medida dessas "repercussões benéficas"...”* (Kahn 1931, 173). Ou nas palavras de Keynes, *“O multiplicador de Kahn... o que podemos chamar de multiplicador de emprego... mede a razão entre o incremento do emprego total que está associado a um dado incremento do emprego primário nas indústrias de investimento.”* (Keynes 1936, 78).

Adicionalmente, pode-se ainda relacionar o aumento mais do que proporcional do emprego na região, em relação ao emprego direto gerado pelos empreendimentos em análise, ao conceito de ligação, de Hirschman. Como o autor definiu, existe uma ligação sempre que uma atividade econômica dá origem a pressões econômicas ou outras que levam à criação (adaptação) de uma nova atividade (Hirschman 2013, 170). Desta forma, o crescimento do emprego é estimulado pelo investimento direto dos empreendimentos em estudo, mas também pelos efeitos de propagação que causam. Este conceito (de ligação) foi adaptado e reformulado por inúmeros autores da área do desenvolvimento econômico. Podemos diferenciar quatro diferentes exemplos de ligações (Watkins, 1963; Gunton, 2003):

- **Ligações para frente**, o que envolve atividades de produção/processamento, posteriores (no processo de produção) aos empreendimentos em avaliação;
- **Ligações para trás**, envolvendo a produção de insumos, como maquinário de recursos e infraestrutura de transporte, necessários para possibilitar as atividades econômicas dos empreendimentos em avaliação;
- **Ligações de demanda final**, envolvendo a produção de bens de consumo e serviços para atender às necessidades regionais daqueles que estão empregados nos empreendimentos em avaliação;
- **Ligações fiscais**, envolvendo a tributação de royalties e outros, gerados pelos empreendimentos.

Existe ainda outro conceito que relaciona investimentos de grande envergadura com o crescimento econômico e crescimento de emprego adicional: o chamado efeito de transbordamento. Este se refere à ideia de que, além de qualquer ligação direta, fiscal ou de consumo, o investimento pode gerar benefícios potenciais para a economia local por meio de transferências tecnológicas, treinamento de mão-de-obra, aumento do conhecimento nas áreas de gestão, marketing ou mesmo de processos de produção (Morrissey 2012, 26).

Como resultado do apresentado no Relatório Final de Avaliação de Impactos, foi possível concluir que existiram efeitos cumulativos instigados pela criação (e desligamento) de emprego nos empreendimentos em análise e pelo seu



investimento na região. Adicionalmente, não só o emprego direto criado (e os desligamentos) gerou (/ destruiu) emprego indireto e induzido na região, como o recebimento de royalties do petróleo e gás natural produzidos na Bacia de Santos permitiu o crescimento do emprego nos dois municípios que recebem valores mais significativos – Bertioga e Cubatão (o que terá tido igualmente efeitos multiplicadores noutros setores da economia da região). Desta forma, conclui-se pela existência dos quatro tipos de ligações mencionados, ainda que com efeitos de magnitudes diversificados.

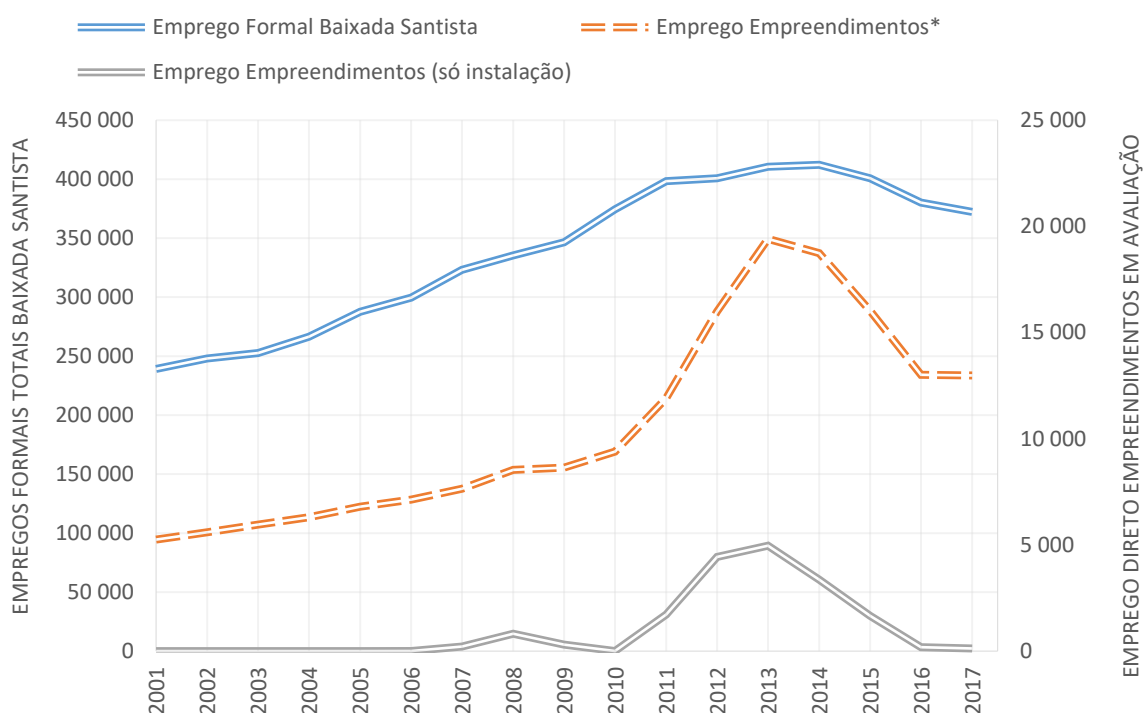
Existe outra questão que não foi abordada devido à impossibilidade de recolha de informação: o emprego informal. É de esperar que o multiplicador real do emprego na região seja superior ao estimado (para os empreendimentos em análise), dado que o crescimento do emprego informal não é mensurável (existem apenas dados do Censos).

Outra questão relaciona-se com os efeitos sinérgicos que o investimento (ou criação/ diminuição do emprego) quase em simultâneo dos vários empreendimentos em análise pode potenciar (verificar Figura 3). Define-se como efeito sinérgico a “potencialização nos efeitos de um ou mais impactos em decorrência da interação espacial e/ou temporal entre estes”. Assim, o impacto de geração (/ destruição) de emprego e de aumento da procura por bens e serviços que os vários empreendimentos geraram na Baixada Santista podem ter potenciado um aumento (/ diminuição) ainda mais significativo do emprego. Estes efeitos sinérgicos não são mensuráveis, ao contrário dos efeitos induzidos. Contudo, é bastante provável que tenham ocorrido. Desta forma, a pressão que um investimento (/ desinvestimento) realiza para que outras atividades econômicas se iniciem ou sejam criadas (/ destruídas) é bastante inferior à pressão realizada por vários investimentos (/ desinvestimentos) (realizados no mesmo período ou em períodos sobrepostos), possibilitando a que atividades econômicas, que de outra forma não seriam estabelecidas, sejam criadas (/ destruídas).

Como se verifica na Figura 3, o pico de emprego criado pelos empreendimentos em avaliação (principalmente devido às obras de instalação) coincide com o pico de emprego formal na Baixada Santista. Desta forma, é visível que o aumento do emprego direto nos empreendimentos em avaliação teve efeitos indiretos e induzidos no emprego formal na região. Contudo, o contrário é



igualmente verdade: a diminuição significativa do emprego nos empreendimentos em avaliação desde 2014 (devido principalmente à finalização/ paragem das obras de instalação) coincide com a diminuição significativa do emprego formal na região. Em conclusão, da mesma forma que os empreendimentos em avaliação tiveram um efeito positivo na variável *emprego formal na região* (essencialmente de 2010 a 2014), estes tiveram igualmente um efeito negativo (de 2014 a 2016, em particular).



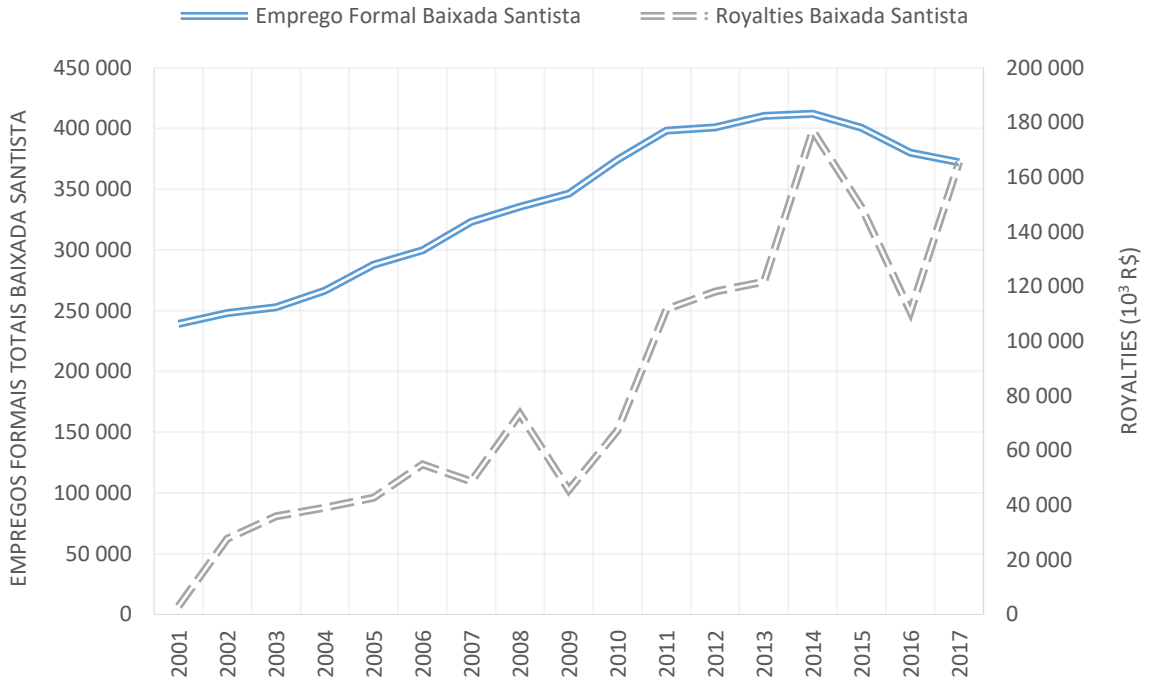
Nota: \* - Empregos diretos calculados com base nos dados apresentados no Relatório Final de Avaliação de Impactos (Fase 4).

Fonte: SEADE (2019).

**Figura 3 – Empregos formais na Baixada Santista e emprego direto nos empreendimentos em avaliação.**

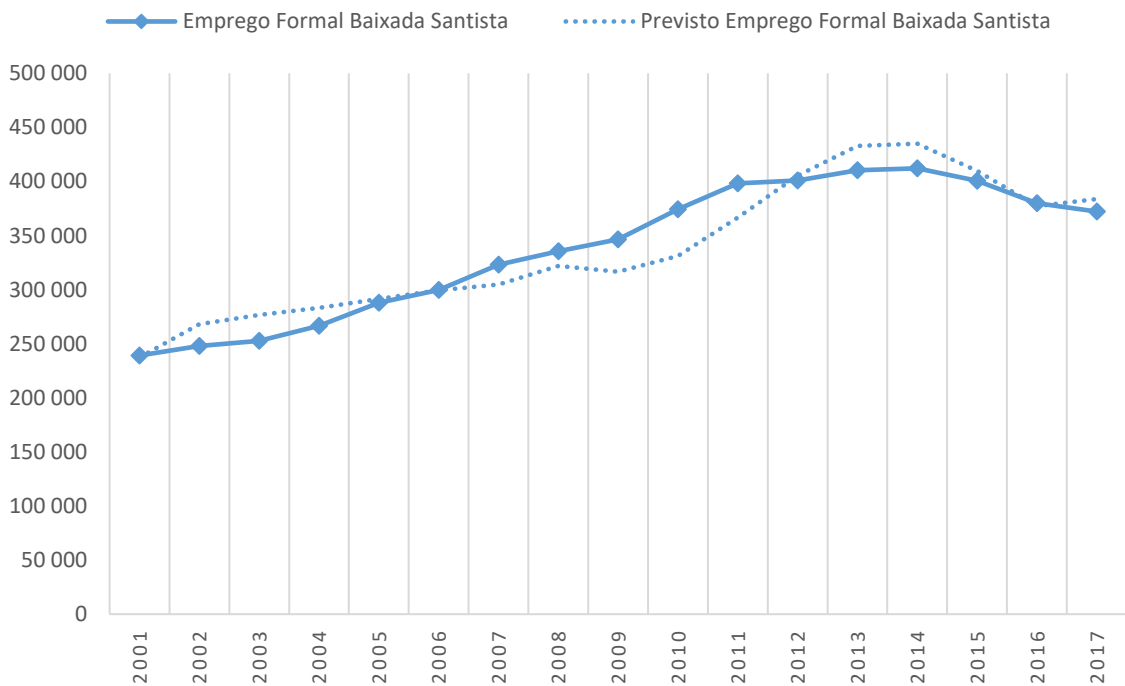
O mesmo pode ser afirmado (apesar de um efeito inferior) em relação à variável royalties de petróleo e gás natural recebidos pelos municípios da região da Baixada Santista (verificar Figura 4): o crescimento significativo dos royalties de 2009 a 2014 tiveram um efeito positivo sobre a variável emprego formal na região; mas a queda abrupta na variável royalties de 2014 a 2016 (-37%) igualmente provocou, com grande probabilidade, uma diminuição do emprego formal na Baixada Santista.

O efeito positivo e negativo das variáveis *emprego direto nos empreendimentos em avaliação* e *royalties recebidos pelos municípios da região no emprego formal* da Baixada Santista pode ser verificado na Figura 5.



Fonte: SEADE (2019) e InfoRoyalties (2019).

**Figura 4 – Empregos formais na Baixada Santista e royalties totais da região.**



Fonte: SEADE (2019) e InfoRoyalties (2019) com cálculos próprios.

**Figura 5 – Empregos formais na Baixada Santista e previsão com base em função do logaritmo do emprego direto dos empreendimentos e royalties da região.**

#### IV.1.2. Limites de alteração

Tendo em conta a especificidade do fator emprego, 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 com o emprego).

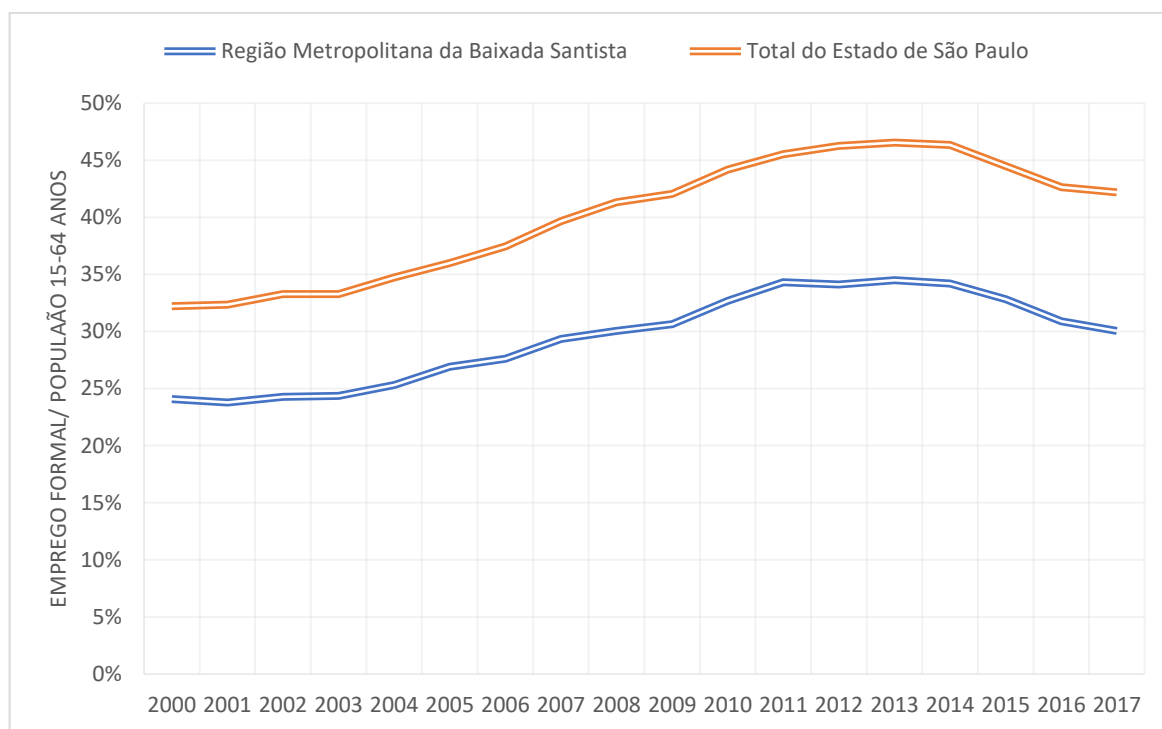
Assim, no caso do fator emprego, utiliza-se o indicador “**emprego formal/ população 15-64 anos**” para aferir o limite de alteração aceitável. Este indicador tem as seguintes vantagens:

- Ao contrário do indicador “emprego formal”, este indicador é uma *proxy* da taxa de atividade, tendo em consideração o aumento da população economicamente ativa;
- Considera igualmente o crescimento populacional, permitindo integrar na avaliação os efeitos que o aumento da oferta de trabalho teve (tem) no aumento da população;
- Considera igualmente um aumento na taxa de formalidade do emprego;
- Por fim, é uma aproximação mais fiel às preocupações sociais que o emprego normalmente envolve: uma maior taxa de atividade traduz-se num melhor ambiente econômico e social; o contrário usualmente provoca problemas sociais, principalmente para as populações mais carenciadas.

A Figura 6 apresenta o indicador “emprego formal/ população 15-64 anos” para a região da Baixada Santista e para o Estado de São Paulo. Para além de se evidenciar uma diferença assinalável entre as duas variáveis (o que pode indiciar a maior informalidade do emprego na Baixada Santista), verifica-se que os recentes anos de crise econômica no País (2014 a 2017) tiveram um impacto elevado na variável “emprego formal/ população 15-64 anos” do Estado de São Paulo, mas também na região em estudo.

A criação de um limite de alteração aceitável para a variável “emprego formal/ população 15-64 anos” traz várias questões, notadamente quanto à metodologia do seu estabelecimento. No âmbito deste trabalho, **o limite de alteração aceitável para a variável “emprego formal/ população 15-64 anos”** estabelece-se como a

tendência observada no território previamente ao investimento realizado pelos empreendimentos em avaliação, considerando ainda os efeitos expectáveis que a crise econômica dos últimos anos teria na variável emprego formal.

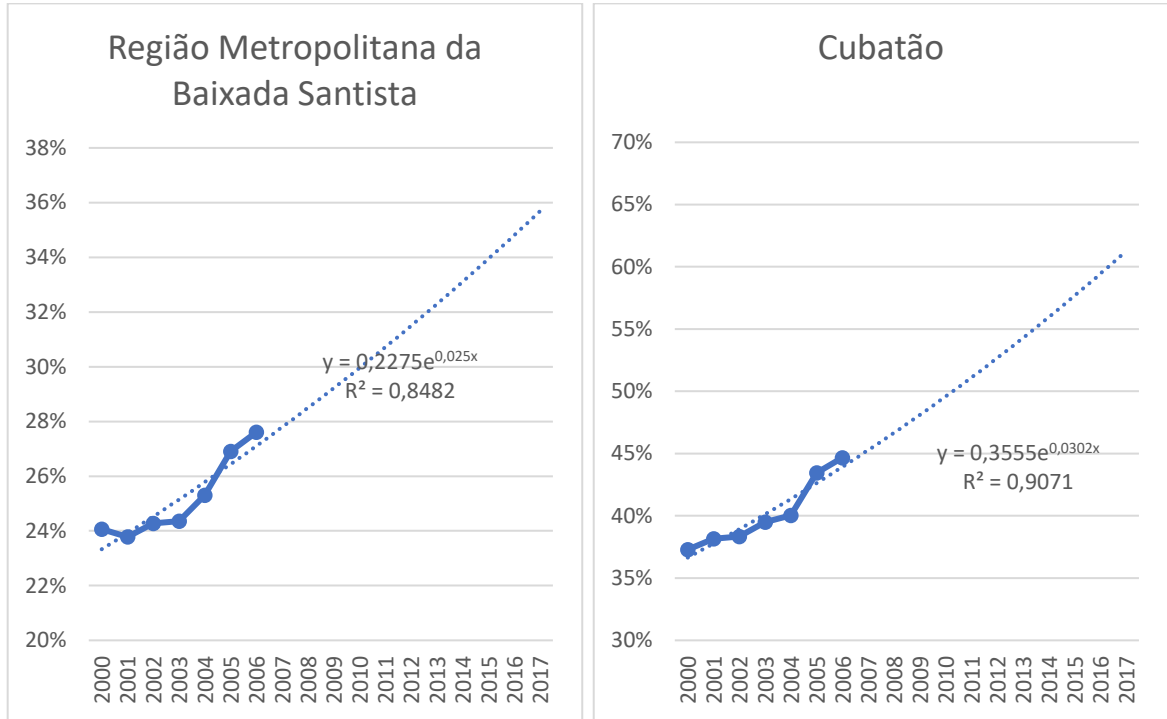


Fonte: Cálculos próprios com base em SEADE (2019).

Figura 6 – Emprego formal/ população total entre os 15 e os 64 anos (Estado de São Paulo e Baixada Santista).

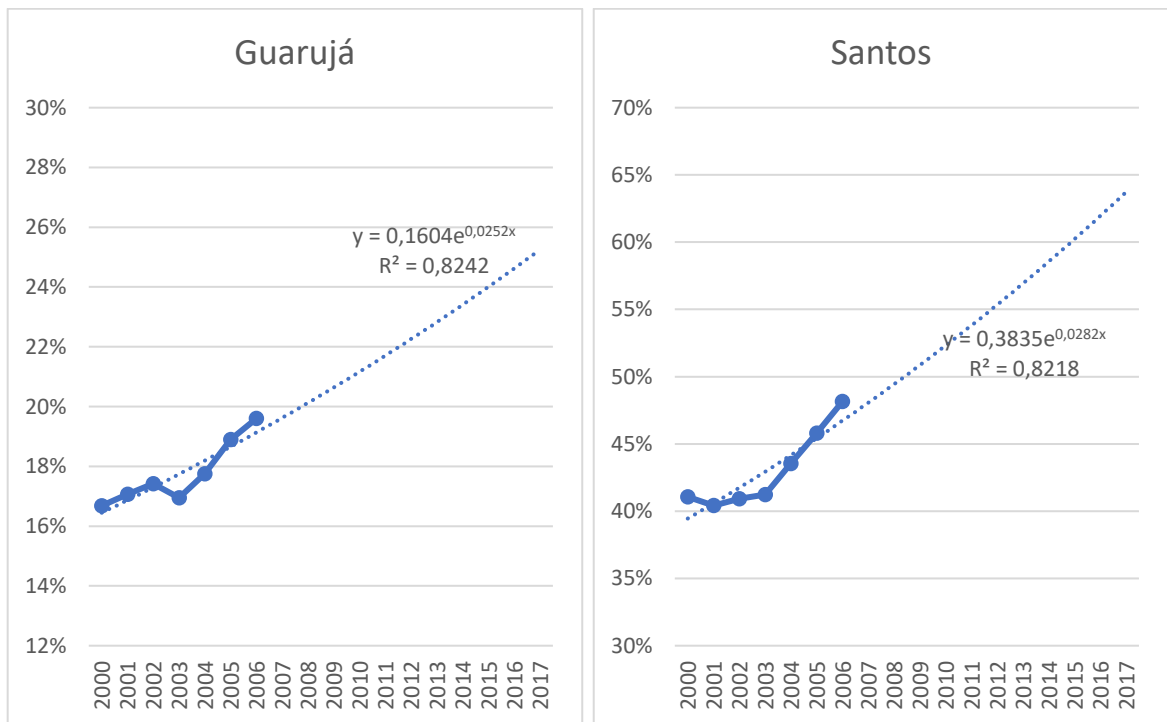
Significa isto, que o impacto cumulativo dos empreendimentos em avaliação é tanto mais significativo quanto maior for a diferença entre o limite de alteração aceitável na variável “emprego formal/ população 15-64 anos” (dado pela tendência entre 2000 e 2006, isto é, pela tendência observada no território previamente ao investimento realizado pelos empreendimentos em avaliação) e o valor real dessa variável, tendo em consideração o território em análise.

Apresenta-se na Figura 7 e na Figura 8, as tendências observadas para a variável “emprego formal/ população 15-64 anos” para a região da Baixada Santista, e em específico para os municípios de Cubatão, Guarujá e Santos. Nos quatro casos, a tendência é uma função exponencial (crescimento da variável a taxas constantes). A escolha da função foi efetuada considerando o melhor ajustamento em relação aos dados observados.



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

Figura 7 – Tendência da variável emprego formal/ população total entre os 15 e os 64 anos (Baixada Santista e Cubatão).



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

Figura 8 – Tendência da variável emprego formal/ população total entre os 15 e os 64 anos (Guarujá e Santos).

Adicionalmente, por forma a incorporar os efeitos expectáveis da crise econômica dos últimos anos na variável emprego formal/ população total entre os 15 e os 64 anos, procedeu-se à seguinte transformação na curva de tendência:

- O dado para o ano de 2014 foi substituído pela tendência para o ano de 2013;
- O dado para o ano de 2015 foi substituído pela tendência para o ano de 2012;
- O dado para o ano de 2016 foi substituído pela tendência para o ano de 2011;
- O dado para o ano de 2017 foi substituído pela tendência para o ano de 2010.

Esta transformação segue aproximadamente o observável no Estado de São Paulo, sendo este um contrafactual relativamente fidedigno ao que ocorreria na região da Baixada Santista sem o investimento dos empreendimentos em avaliação.

### **IV.1.3. Significância dos impactos**

Apresenta-se na Figura 9, na Figura 10, na Figura 11 e na Figura 12, a comparação entre o valor observado para a variável “emprego formal/ população total entre os 15 e os 64 anos” (incluindo a proporção relativa ao emprego direto, indireto e induzido dos empreendimentos em análise) e o seu limite de alteração aceitável, para a região da Baixada Santista e também em específico para os municípios de Santos, Cubatão e Guarujá. É de notar que não são apresentadas estas figuras para os restantes municípios pela relativa insignificância do emprego direto criado pelos empreendimentos em avaliação nestes municípios (até 2017). Apesar disso, como afirmado no anterior relatório, é de esperar impactos no emprego formal resultante de efeitos fiscais do Pré-sal, em específico em Bertioga, tendo em conta a magnitude dos royalties que este município tem vindo a receber, particularmente desde 2011.

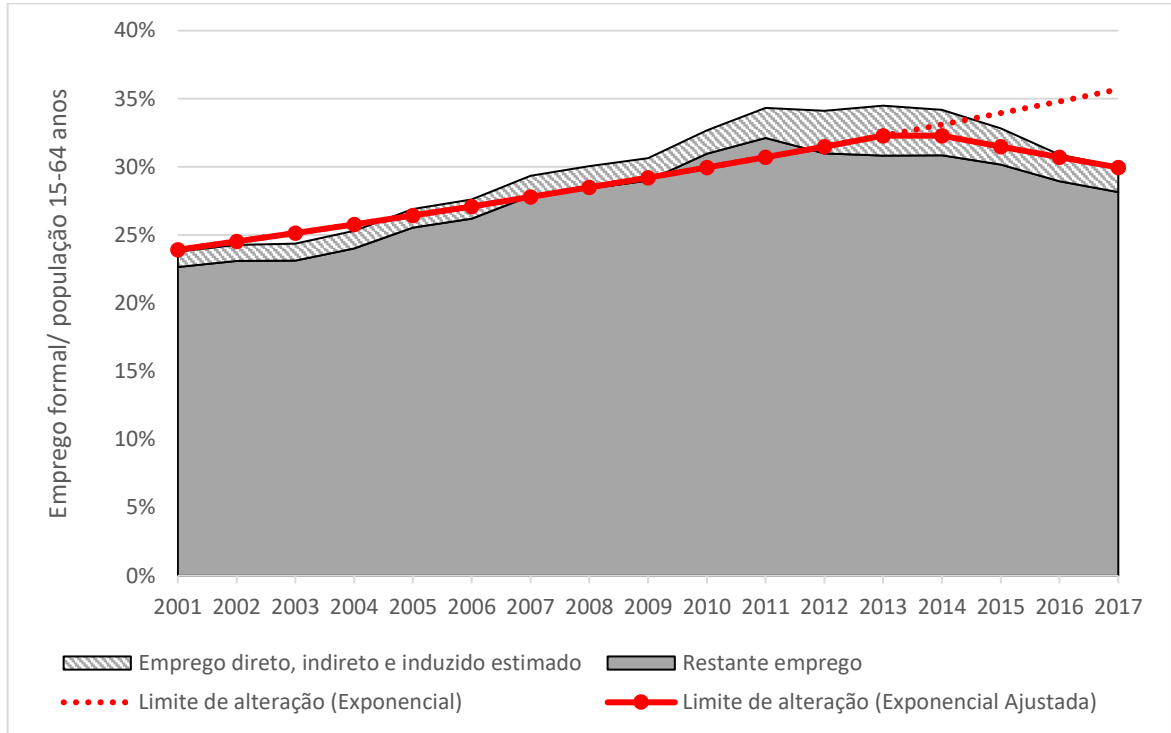
Neste particular, é importante referir que um impacto cumulativo no emprego será tanto mais significativo quanto maior for o seu impacto na relação “emprego formal/ população total entre os 15 e os 64 anos”. Adicionalmente, será ainda

avaliado o impacto do emprego criado pelos empreendimentos em avaliação na menorização dos efeitos da diminuição da atividade econômica, observados no País e no Estado de São Paulo, principalmente desde 2015.

Como se observa na Figura 9, o limite de alteração aceitável é excedido logo em 2007 na **região da Baixada Santista**. Isto ocorre, em parte significativa, pelo efeito do emprego direto, indireto e induzido criado pelos empreendimentos em avaliação. De 2011 a 2014, a variável *emprego formal/ população 15-64 anos* estabilizou em cerca de 34%, período em que o emprego direto, indireto e induzido é mais significativo na região (média de 3% da população entre 15 e 64 anos). De 2015 a 2017, o efeito destes empreendimentos decresce de cerca de 3% para 2% da população com 15-64 anos. De forma idêntica, o restante emprego formal decresce de cerca de 31% em 2014, para 28% para 2017, em proporção da população considerada ativa (15-64 anos).

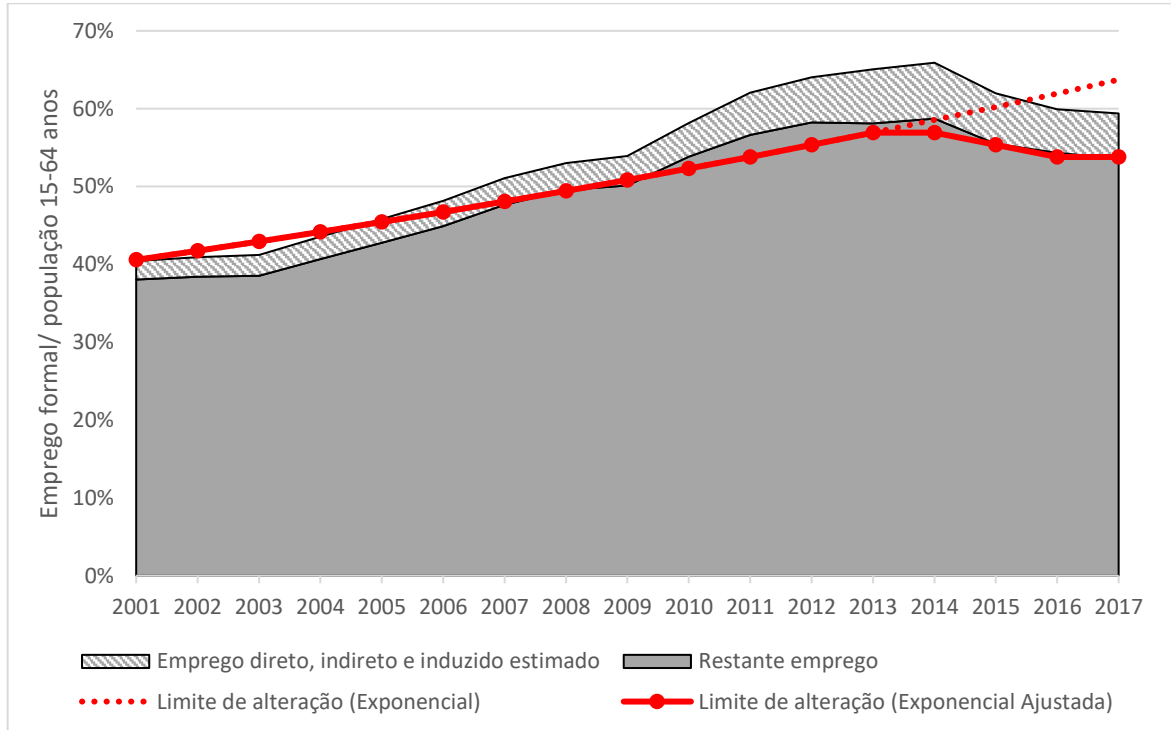
Desta forma, no que se refere a toda a região da Baixada Santista, em dois períodos distintos, o emprego direto, indireto e induzido dos empreendimentos em análise teve um efeito significativo: em 2011, 2012 e 2013 evitam a diminuição da variável *emprego formal/ população 15-64 anos*, mantendo-a acima do limite de alteração aceitável; de 2014 até 2017, tal como o restante emprego formal, o emprego formal direto, indireto e induzido dos empreendimentos em estudo decresce significativamente na Baixada Santista, colocando a variável *emprego formal/ população 15-64 anos* em cerca de 30%, igual ao limite de alteração aceitável estabelecido.

Relativamente ao município de **Santos**, como é possível observar na Figura 10, o limite de alteração aceitável é sempre ultrapassado desde 2007, por causa quase exclusiva do emprego direto, indireto e induzido dos empreendimentos em avaliação. Mais uma vez este efeito é crescente de 2009 a 2014, e decrescente de 2014 a 2017, o que se deve particularmente a obras de construção dos empreendimentos em avaliação. É de notar, igualmente, que o período entre 2011 e 2014 teria sido de estabilização da taxa de atividade caso os empreendimentos em avaliação não fossem estabelecidos. Assim, em 2014, por exemplo, é estimado em sete pontos percentuais o contributo na variável *emprego formal/ população 15-64 anos* do emprego direto, indireto e induzido dos empreendimentos em avaliação, em Santos.



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

Figura 9 – Limite de alteração e valor real da variável emprego formal/ população total entre os 15 e os 64 anos (Baixada Santista).

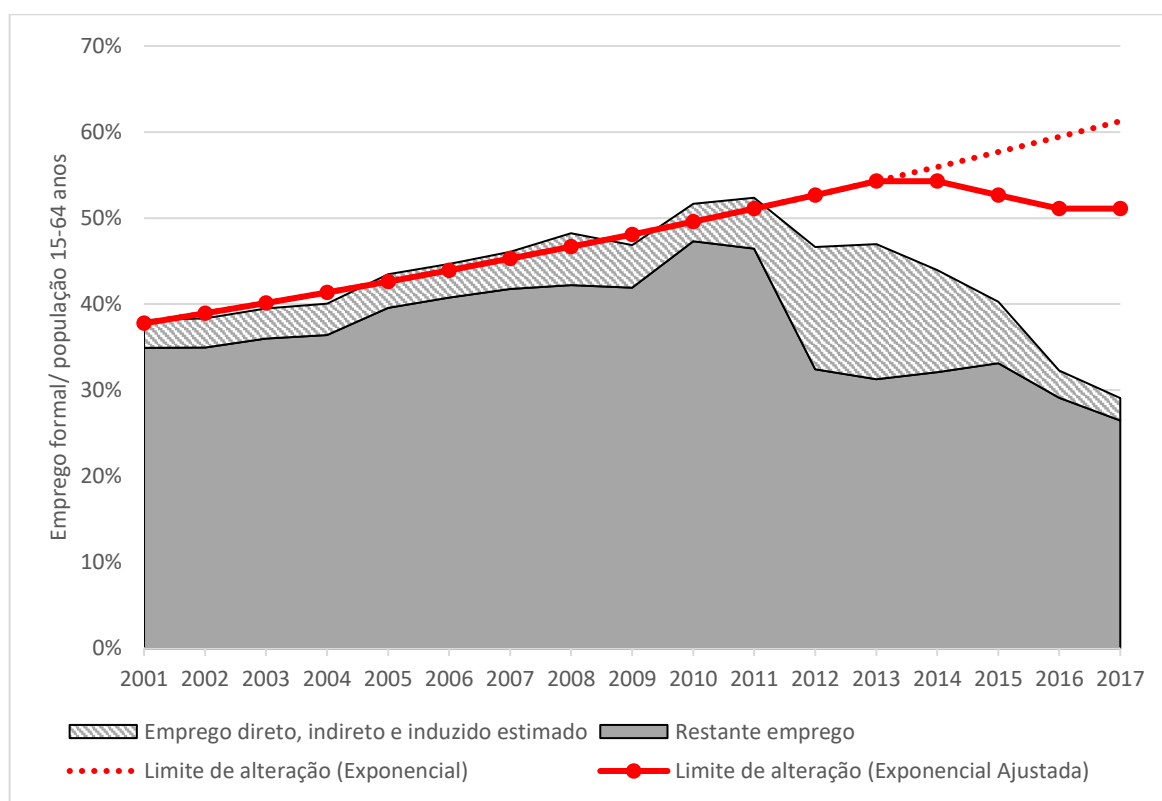


Fonte: Cálculos próprios com base em SEADE (2019).

Figura 10 – Limite de alteração e valor real da variável emprego formal/ população total entre os 15 e os 64 anos (Santos).



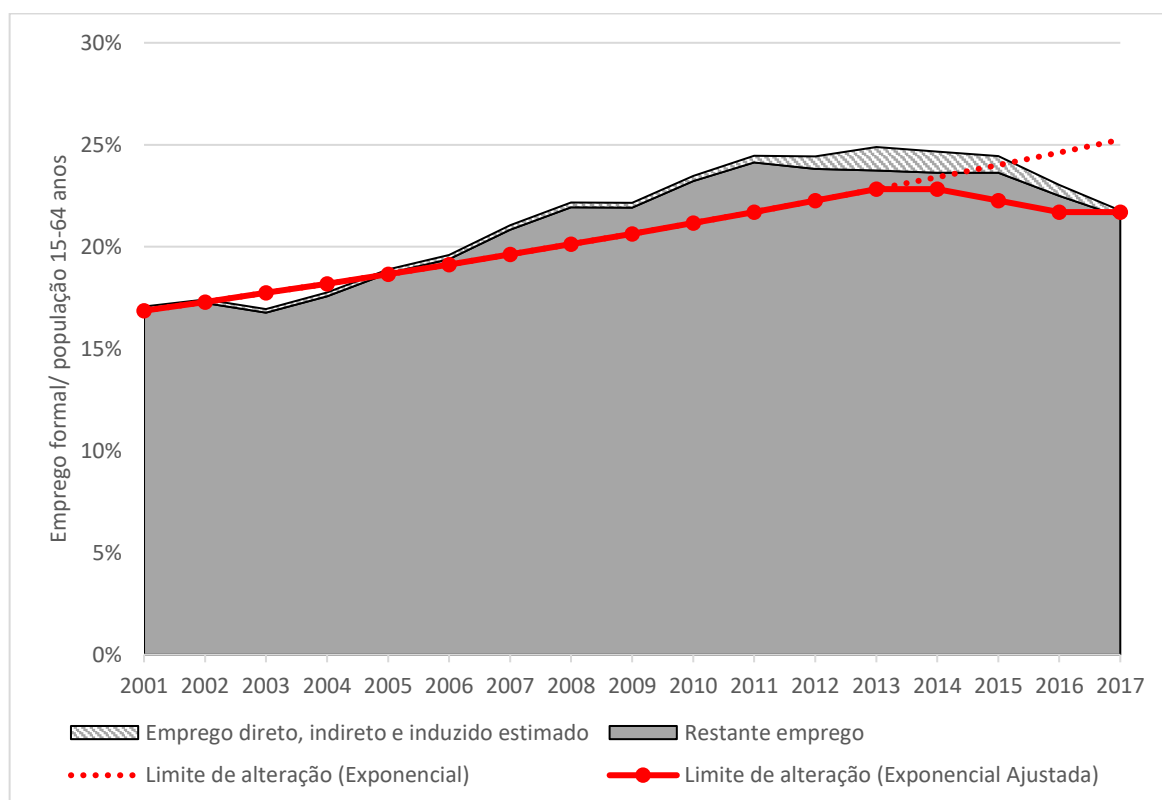
No município de Cubatão (ver Figura 11), a realidade foi inteiramente diferente. O limite de alteração aceitável é superior à variável *emprego formal/ população 15-64 anos* desde 2012. Isto ocorre em parte devido à componente do emprego direto, indireto e induzido dos empreendimentos em avaliação, mas apenas desde 2014. Isto é, o contributo dos empreendimentos em avaliação é particularmente positivo de 2011 a 2013, mas passa a ter uma evolução negativa desde 2013. Desta forma, apesar de o emprego nos empreendimentos em avaliação contribuir para o aumento do emprego formal em Cubatão, este efeito é insuficiente desde 2011 para superar o limite de alteração aceitável; e desde 2014 passa a contribuir para a diminuição da variável *emprego formal/ população 15-64 anos*, devido à sua redução muito significativa. O emprego direto, indireto e induzido estimado para Cubatão torna-se relativamente marginal em 2016, contribuindo para empregar 3% do total da população do município entre os 15 e os 64 anos.



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

Figura 11 – Limite de alteração e valor real da variável *emprego formal/ população total* entre os 15 e os 64 anos (Cubatão).

No caso do município de Guarujá, o emprego direto, indireto e induzido estimado é sempre residual. Mesmo no período de maior criação de emprego no município (2013 e 2014), este emprego instigado pelos empreendimentos em avaliação apenas corresponde a 1% do total da população entre os 15 e os 64 anos.



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

Figura 12 – Limite de alteração e valor real da variável emprego formal/ população total entre os 15 e os 64 anos (Guarujá).

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

A **natureza é positiva**. Como se verificou anteriormente, o emprego direto, indireto e induzido pelos empreendimentos em análise teve um efeito líquido positivo, fazendo com que a variável “emprego formal/ população 15-64 anos” superasse o limite de alteração aceitável em vários períodos (na região como um todo, de 2006 a 2016).

A escala espacial do impacto “criação de emprego” é regional, afetando a região da Baixada Santista, em especial os municípios de Cubatão (até 2010) e Santos (até 2014).

A duração do impacto é de médio prazo, isto é, o impacto no emprego é sentido num período temporal relativamente alargado (mas diferenciado entre os vários municípios).

Relativamente à frequência do impacto “criação de emprego”, este é contínuo, isto é, o efeito ocorre de forma continuada, apesar de a magnitude do efeito variar no tempo. Neste particular é importante salientar dois efeitos com magnitudes díspares:

- Na fase de construção dos empreendimentos em avaliação, porque se tratam de empreendimento de grande escala, o efeito no emprego formal é bastante expressivo (magnitude muito alta). Este efeito é maior pelo maior número de empregos diretos criados, mas também pela presença de ligações de diversos tipos (para trás; de demanda final; fiscais);
- Na fase de operação dos empreendimentos em avaliação, o efeito do emprego formal é menos relevante (magnitude média). Nesta fase as ligações para trás são diminutas; as ligações de demanda final diminuem pelo menor número de emprego direto criado.

Em suma, a magnitude é classificada como alta no geral, salientando-se, contudo, as particularidades identificadas nos parágrafos anteriores.

Considerando a classificação do impacto nas vertentes: natureza, escala espacial, duração, frequência e magnitude; este é classificado como **significativo na região metropolitana da Baixada Santista**. Contudo, a significância do impacto “contribuição para o aumento do emprego” é assimétrica entre os municípios da região:

- **Santos** é o município que experimenta o maior impacto, considerado assim **muito significativo**. Isto ocorre pelas seguintes razões: trata-se do município onde fisicamente grande parte dos empreendimentos se situa; existem ligações do tipo para trás, de demanda final e fiscais bastante fortes devido ao tipo de empreendimento, com criação de

emprego significativa quer na fase de implantação como na fase de operação;

- **Cubatão** apresenta um impacto **significativo**, contudo este impacto ocorre apenas na fase de implantação dos empreendimentos aqui situados; apesar de o emprego direto, indireto e induzido não permitir a superação do limite de alteração aceitável desde 2012 (inclusive), este contribui para que o emprego formal não decresça de forma ainda mais acentuada até 2014; o contributo passa a ser liquidamente negativo desde esse ano;
- **Guarujá** apresenta um **impacto pouco significativo** pela reduzida proporção de emprego direto, indireto e induzido dos empreendimentos em avaliação;
- **Nos restantes municípios o impacto é pouco significativo a nulo.**

Por fim, a confiança em relação à análise efetuada e à classificação realizada relativamente ao impacto “criação de emprego” é média pois parte dos dados referentes ao emprego direto dos empreendimentos em avaliação é de fraca qualidade, como foi descrito no Relatório Final de Avaliação de Impactos (Fase 4).

Quadro 9 – Classificação do impacto “criação de emprego”.

Componente	Classificação	Justificativa
Natureza	Positiva	Beneficia o fator emprego
Escala espacial	Regional	Impacto cumulativo alargado a toda a Baixada Santista (apesar de os efeitos terem magnitudes diferenciadas em cada município)
Duração	Médio prazo	Efeitos sentidos em período temporal relativamente alargado (2006-2016)
Frequência	Contínua	Frequência contínua, ainda que com magnitudes diferenciadas nas fases de operação e de construção
Magnitude	Alta	A magnitude dos efeitos no emprego é alta, especificamente nas fases de construção e em períodos de contração econômica

Componente	Classificação	Justificativa
Significância	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Significativo - de uma forma geral na Baixada Santista</li> <li>• Muito significativo - Santos</li> <li>• Significativo – Cubatão</li> <li>• Pouco significativo – Guarujá</li> <li>• Pouco significativo a nulo – Bertioga, Itanhaém, Mongaguá, Peruíbe, Praia Grande, São Vicente</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Santos apresenta impacto muito significativo devido à incidência física dos investimentos e natureza dos mesmos</li> <li>• Cubatão apresenta impacto significativo, limitando a diminuição do emprego formal até 2014</li> <li>• Nos restantes municípios o impacto é pouco significativo a nulo</li> </ul>
Confiança	Média	Análise baseada em estatísticas oficiais, mas com algumas limitações

Fonte: Témis/Nemus, 2019.

Existe, adicionalmente, um impacto negativo classificado como “desligamento de emprego” que se limita ao município de Cubatão. Este está classificado de acordo com a sua natureza, escala espacial, duração, frequência, magnitude, significância e confiança no Quadro 10.

Neste particular, como é observável na Figura 11, a coincidência do final do período de instalação dos empreendimentos em análise em Cubatão com um período de abrandamento e de recessão econômica, após 2014, contribuiu para uma diminuição muito significativa na variável “emprego formal/ população total entre os 15 e os 64 anos”: esta variável tinha um valor de 52% em 2011, 47% em 2013, e de apenas 29% em 2017. Esta tendência de decréscimo muito acentuado foi, até 2014, limitada pelo crescimento líquido do emprego direto, indireto e induzido dos empreendimentos em avaliação. Mas após 2014, ocorre uma diminuição líquida do emprego direto, indireto e induzido dos empreendimentos em avaliação em Cubatão (explicada pelo final do período de implantação), o que contribui de forma muito considerável para a diminuição da variável “emprego formal/ população total entre os 15 e os 64 anos” em quase 15 pontos percentuais entre 2014 e 2017. Esta crise de emprego no município resulta assim da coincidência temporal do desligamento de emprego após a fase de implantação

dos empreendimentos com uma conjuntura de crise econômica na região e no município (em particular a crise da Usiminas), o que alterou de forma muito significativa a realidade do fator emprego no município.

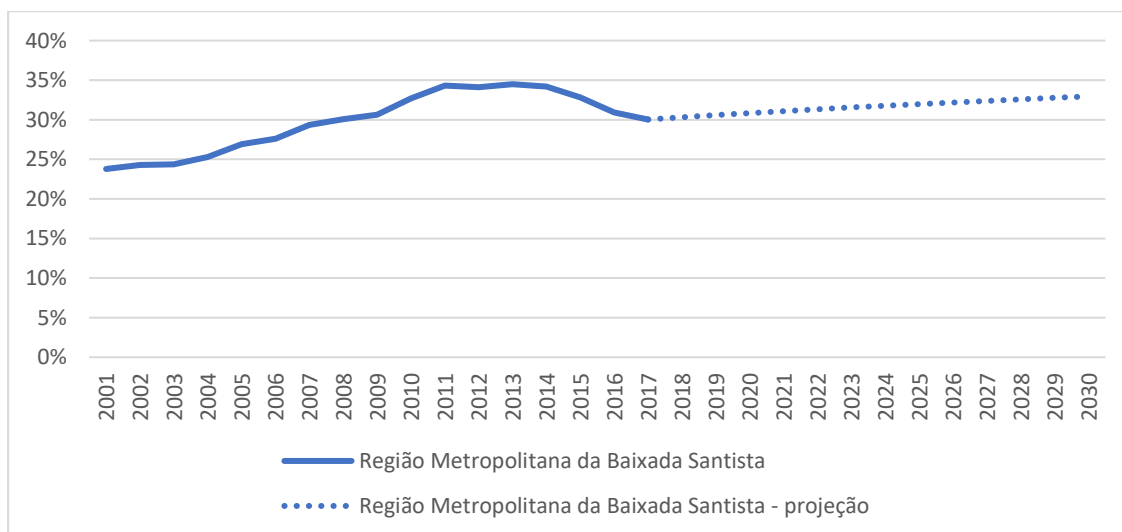
Quadro 10 – Classificação do impacto “desligamento de emprego”

Componente	Classificação	Justificativa
Natureza	Negativa	Prejudica o fator emprego
Escala espacial	Local	Impacto cumulativo limitado a Cubatão
Duração	Médio prazo	Efeitos sentidos em período temporal relativamente alargado (2014-2017)
Frequência	Contínua	Frequência contínua, desde o final do período de implantação dos empreendimentos no município
Magnitude	Alta	A magnitude dos efeitos no emprego é alta, tendo havido uma redução de 30% do emprego formal em Cubatão, entre 2014 e 2017
Significância	Muito significativo	O desligamento do emprego após a fase de implantação num contexto de uma crise econômica na região e no município (em particular a crise da Usiminas) alterou de forma muito significativa a realidade do fator emprego
Confiança	Média	Análise baseada em estatísticas oficiais, mas com algumas limitações

Fonte: Témis/Nemus, 2019.

#### IV.1.4. Estimativa do estado futuro

Apresenta-se na Figura 13 e na Figura 14, as tendências projetadas até 2030 para a variável “emprego formal/ população 15-64 anos” para a Baixada Santista, e em específico para três municípios da região (Cubatão, Guarujá e Santos). As tendências apresentadas seguem uma função potência com expoente inferior a 1 (crescimento da variável a uma taxa decrescente). A utilização desta função para projeção dos valores futuros estimados da variável “emprego formal/ população 15-64 anos” prende-se com dois motivos: em primeiro lugar é evidente um decréscimo da taxa de crescimento do emprego formal nos territórios da Baixada Santista na presente década (em oposição ao que ocorreu na primeira década do século XXI); em segundo, verifica-se igualmente um decréscimo da taxa de crescimento da variável população entre os 15 e os 64 anos que resulta da menor migração para o território (menos oportunidades de emprego) e menor crescimento natural.



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

**Figura 13 – Tendência até 2030 da variável emprego formal/ população total entre os 15 e os 64 anos (Baixada Santista).**

Adicionalmente, o crescimento da variável “emprego formal/ população 15-64 anos” tem um limite natural. O comportamento que se verificou na primeira década de 2000 resulta não só de um crescimento econômico sem paralelo na região da Baixada Santista, mas de igual forma, de um ponto de partida com um emprego formal pouco significativo e residual (24% em 2001).



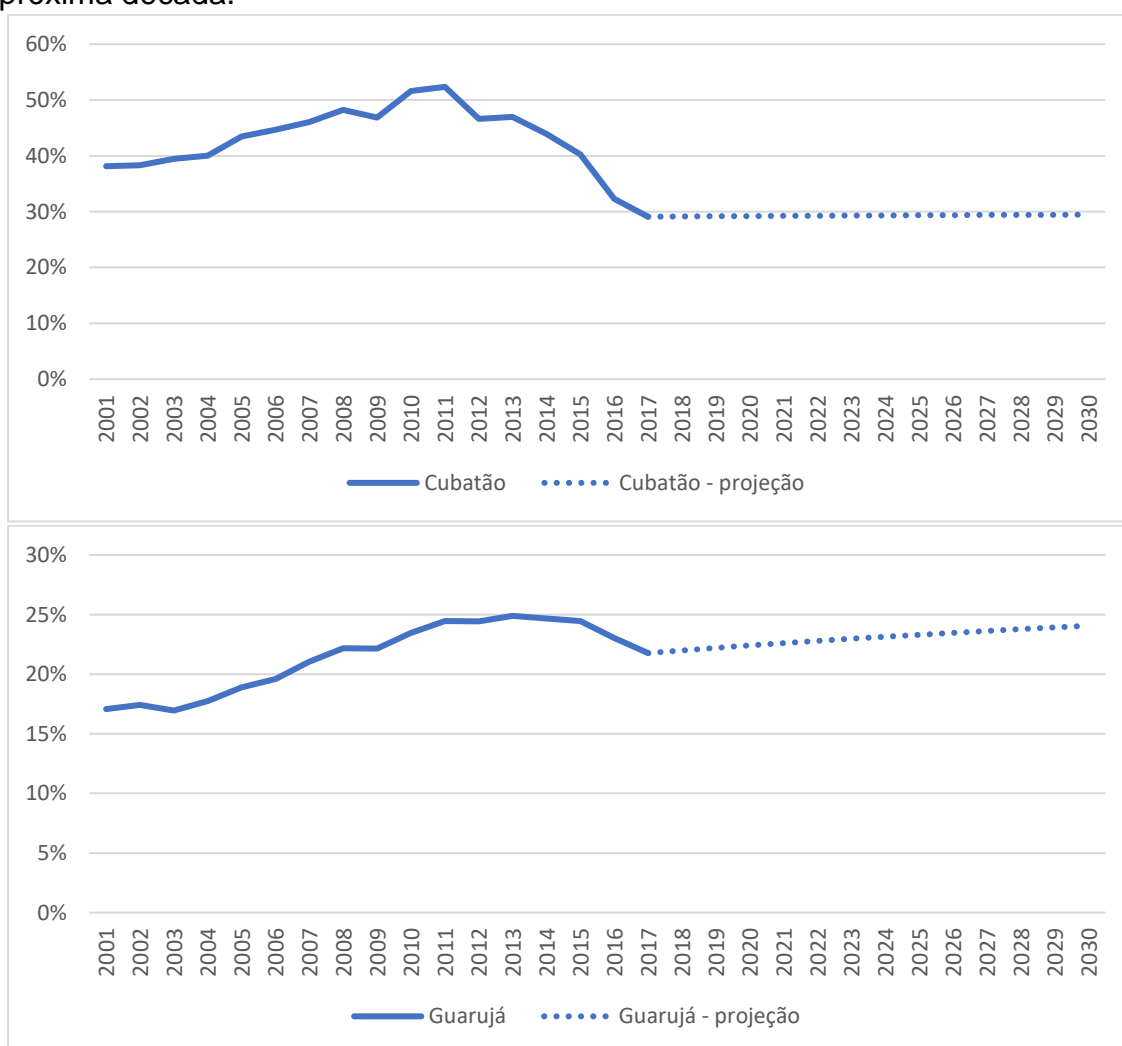
Como se verifica na Figura 13, na região da Baixada Santista, o crescimento da variável “emprego formal/ população 15-64 anos” tende para um valor em torno dos 33% em 2030, o que representaria, em termos gerais, o que o que se observou nos anos de pico da presente década (2011 a 2014). Como foi verificado na Figura 9, o emprego direto, indireto e induzido dos empreendimentos em análise teve um elevado impacto no emprego na Baixada Santista, em particular nas respectivas fases de construção (anos 2011 a 2014). Verificou-se, ainda, que foram estes empreendimentos que evitaram uma diminuição ainda mais acentuada do emprego desde 2014, em resultado da crise econômica que o Brasil enfrentou. Espera-se, assim, que com o término das fases de construção dos empreendimentos em avaliação, o crescimento do emprego passe a ser impulsionado pelo retorno do crescimento econômico (ainda que com taxas de crescimento baixas).

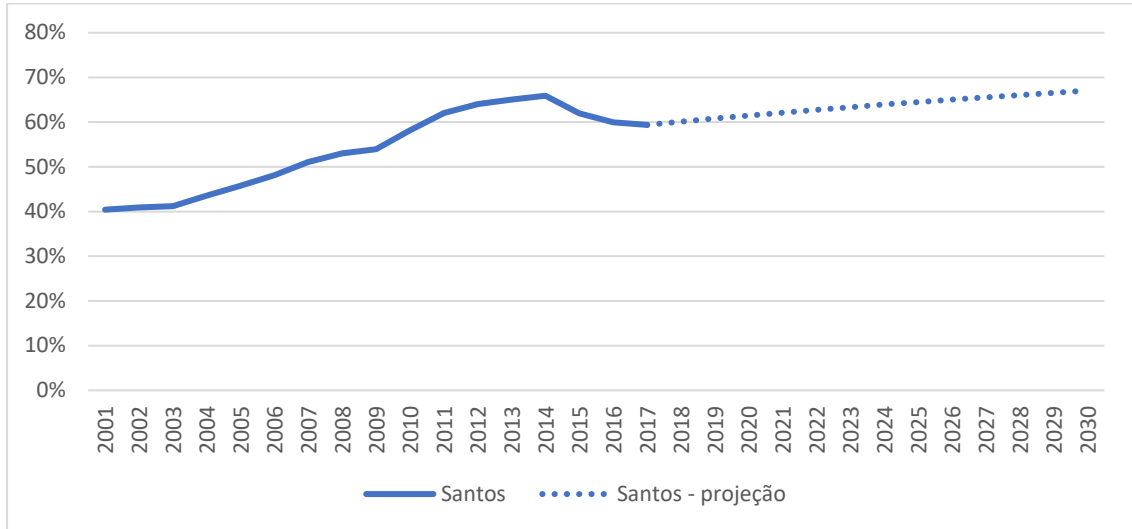
Assim, esperam-se dois efeitos conflitantes no futuro a médio prazo: por um lado o retorno do crescimento econômico no Brasil (em particular no Estado de São Paulo) tenderá a impulsionar o crescimento do emprego na Baixada Santista; por outro lado, a finalização das obras de construção dos empreendimentos em análise criará uma pressão negativa na evolução do emprego na região. O impacto estimado do crescimento econômico no emprego da Baixada Santista deverá ser menor do que o que ocorreu na década de 2000 e início da década de 2010, em resultado das previsões mais conservadoras para o crescimento do PIB do país nos próximos anos (FMI, 2020). Em suma, estima-se um impacto ligeiramente positivo no emprego na região da Baixada Santista, mas este crescimento no futuro não se deverá assemelhar ao que ocorreu na década de 2000 e início da década de 2010.

Os resultados esperados para a região metropolitana da Baixada Santista estão igualmente plasmados nas projeções realizadas para os municípios de Cubatão, Guarujá e Santos (conferir Figura 14). É de notar que se trata de um exercício de projeção das variáveis tendo em conta os atuais pressupostos da economia e o seu enquadramento no clima macroeconômico previsível no Brasil. As projeções não serão cumpridas se o paradigma macroeconômico brasileiro se alterar significativamente nos próximos anos, ou se outros empreendimentos de grande porte se instalarem na Baixada Santista (ou se empreendimentos de larga escala retornarem a funcionar em Cubatão, por exemplo).



O crescimento do emprego formal na Baixada Santista resultará, portanto, de um aumento da formalidade do emprego (transformação do emprego informal em emprego formal) e de um aumento da atividade econômica (em resultado do crescimento da economia brasileira, em particular do turismo na região e de atividades portuárias). Este crescimento do emprego formal será, contudo, mais modesto do que o que ocorreu na década de 2000 e início da década de 2010. Por um lado, por um menor crescimento natural da população e menores fluxos migratórios (oportunidades de emprego são menores, menor número de pessoas a migrar), e por outro lado, por um crescimento econômico esperado mais baixo na próxima década.





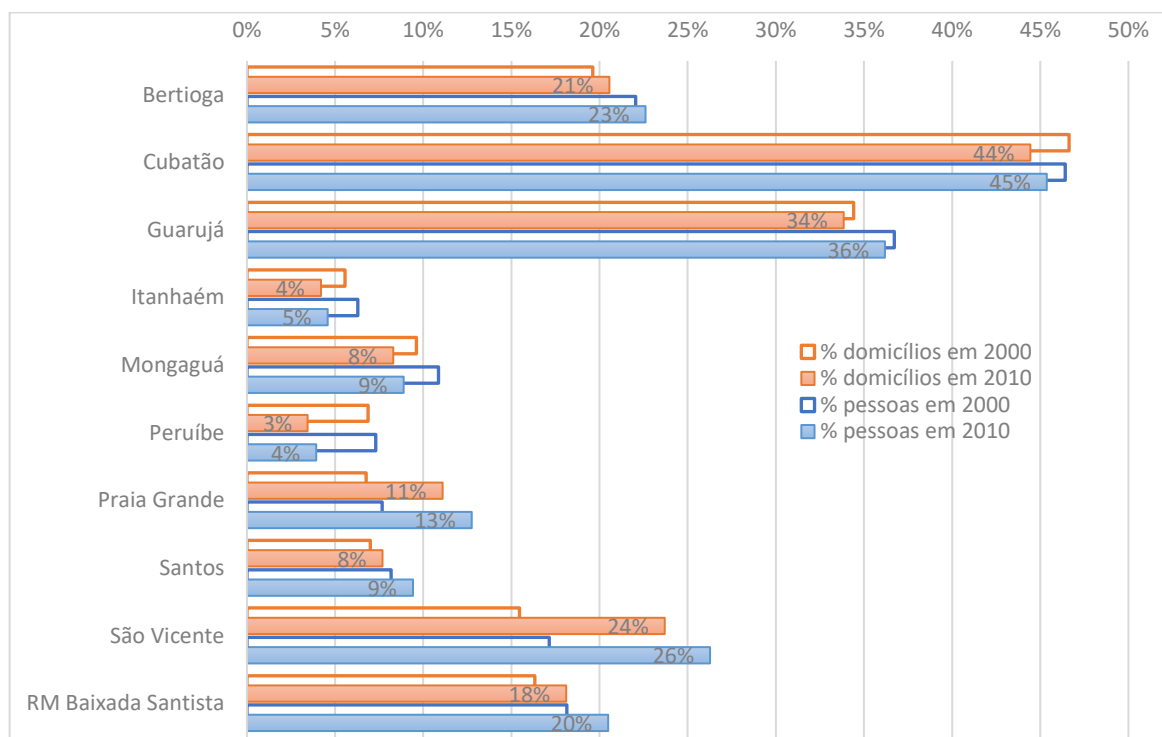
Fonte: Cálculos próprios com base em SEADE (2019).

Figura 14 – Tendência até 2030 da variável emprego formal/ população total entre os 15 e os 64 anos (Cubatão, Guarujá e Santos).

## IV.2. HABITAÇÃO

### IV.2.1. Introdução

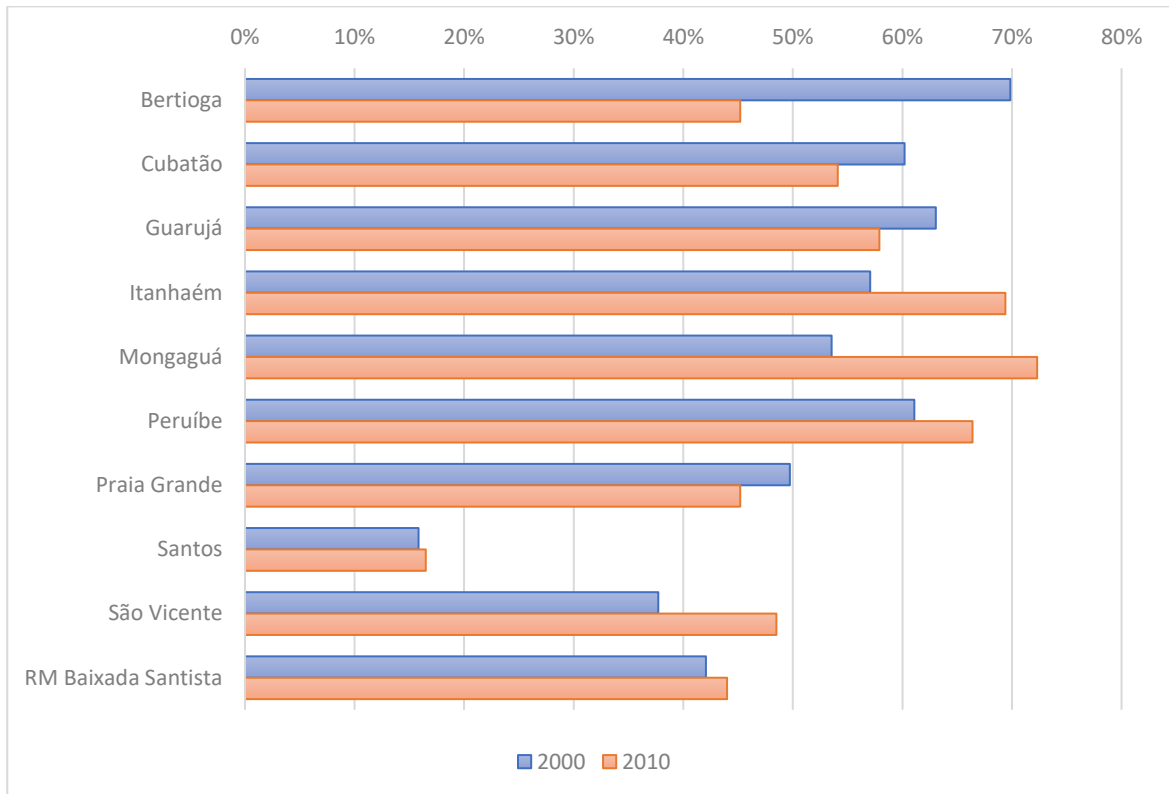
Tendo em conta a dimensão da precariedade e fragilidade habitacional na Baixada Santista (verificar Figura 15), a instalação dos vários empreendimentos em estudo na região teve como efeito a continuação/ progressão desta realidade nos municípios da região. O aumento do número de domicílios em assentamentos precários (entre 2000 e 2010) representa um processo cumulativo das tendências migratórias no Brasil, em particular no Estado de São Paulo. O grande crescimento da precariedade habitacional na Baixada Santista no final do século XX, teve continuidade na primeira década do século XXI, ainda que de forma menos significativa. Em particular, observa-se uma expansão da precariedade presente em Cubatão e Guarujá para o município de São Vicente, que se tornou o terceiro município com mais precariedade habitacional em 2010, o que possivelmente resulta de um esgotamento dos espaços urbanizáveis em Cubatão e Santos.



Fonte: CEM/ CEBRAP (2013) com cálculos próprios.

**Figura 15 – Proporção de domicílios e da população residente em assentamentos precários na RM Baixada Santista (2000 e 2010).**

É importante ressaltar que, apesar da instalação dos vários empreendimentos em análise na Baixada Santista e do subsequente dinamismo econômico, a fragilidade socioeconômica não diminuiu na região de 2000 para 2010 (verificar Figura 16). Ainda mais, apesar de os empreendimentos elevarem o estoque de emprego formal na região, o emprego informal ainda é bastante considerável, o que contribuiu para esta fragilidade habitacional.



Fonte: SEADE (2019).

*Figura 16 – Comparação IPVS 2000 e 2010 – população (%) com vulnerabilidade social média, alta ou muito alta.*

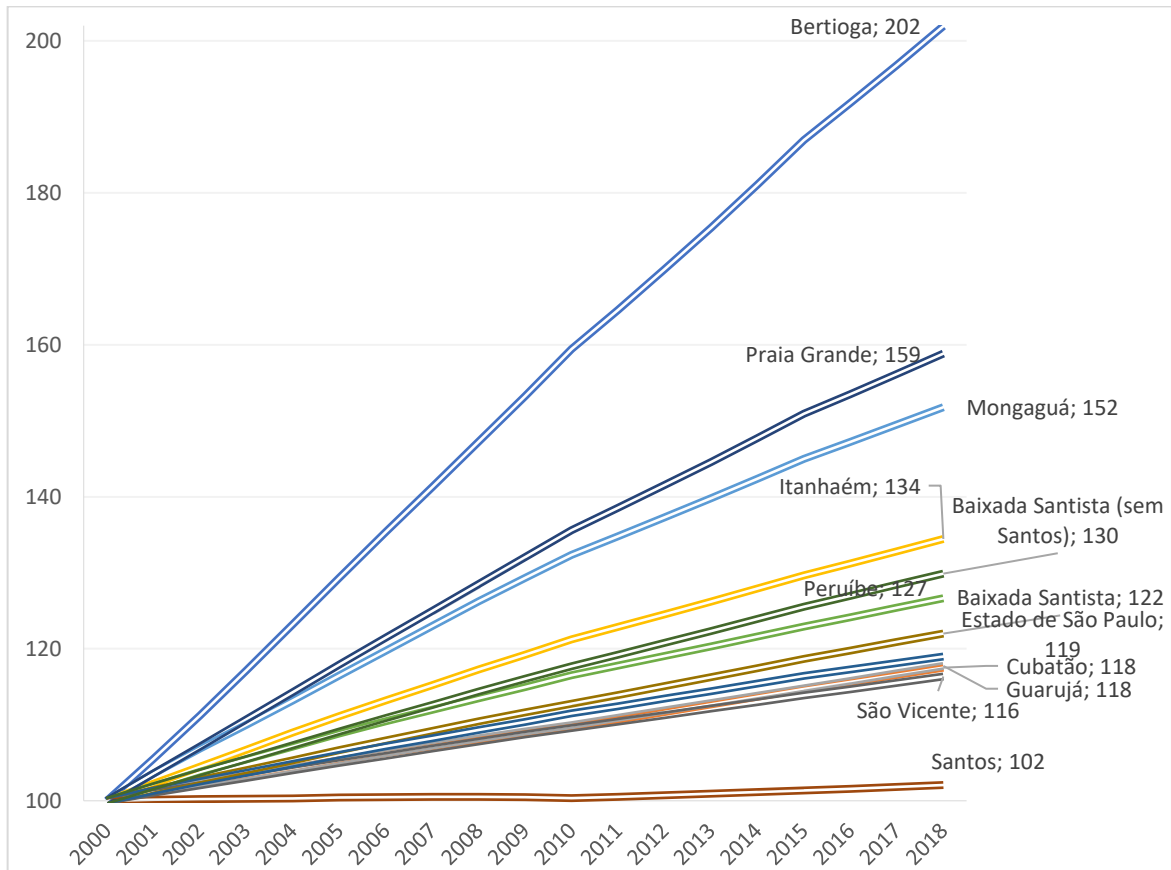
Em suma, relativamente ao fator **habitação**, qualquer variável que seja utilizada para demonstrar a condição e variação deste fator na região Baixada Santista mostra uma deterioração entre 2000 e 2010:

- O déficit habitacional aumentou em cerca de cinco pontos percentuais, ou em 87% em termos absolutos (de cerca de 40 mil habitações para mais de 75 mil), sendo particularmente elevado em São Vicente, Bertioga, Cubatão e Guarujá;
- A proporção de população residente em aglomerados subnormais subiu de 13% para 18%, sendo especialmente elevada em Bertioga, Cubatão, Guarujá e São Vicente;
- A população a residir em domicílios em assentamentos precários aumentou igualmente, atingindo uma em cada cinco na região, sendo esta proporção superior em Bertioga, Cubatão, Guarujá e São Vicente.

Como é identificável na Figura 17, enquanto a região da Baixada Santista apresenta em 2018 uma população 22% superior à registada em 2000, no Estado

de São Paulo esta proporção é de 19%. Esta diferença é ainda maior se o município de Santos for retirado da análise da região Baixada Santista (+30%). Adicionalmente, é possível verificar que o aumento do número de pessoas em assentamentos precários na Baixada Santista entre 2000 e 2010 corresponde, razoavelmente, a 40% do aumento populacional líquido na região, nesse período.

A questão que se coloca na avaliação do fator habitação e a sua relação com os empreendimentos em análise é a seguinte: existem efeitos cumulativos dos empreendimentos em análise que deram origem à atual situação habitacional na Baixada Santista? Estes efeitos cumulativos são, assim, uma variável explicativa do atual fenômeno de habitação precária e do déficit habitacional na região? A análise realizada no Relatório Final de Avaliação de Impactos (Fase 4) não permitiu uma conclusão definitiva. Para além de não ser possível afirmar que o crescimento do emprego formal na região é um *driver* significativo do seu crescimento populacional (particularmente da população urbana), verificou-se a existência de poucas relações de causalidade específica entre o crescimento do emprego direto dos empreendimentos em estudo e o crescimento da população residente total e urbana.



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

**Figura 17 – Crescimento populacional na Baixada Santista e no Estado de São Paulo (índice com 2000=100)**

É importante, contudo, ressaltar as limitações da análise que foi realizada:

- i) Os dados referentes ao emprego direto dos empreendimentos em avaliação são na maioria dados estimados nos EIA e não dados observados;
- ii) Os dados tradutores de precariedade habitacional (déficit habitacional; aglomerados subnormais; assentamentos precários) apenas existem para os anos do Censos (2000 e 2010), não permitindo uma análise direta da sua relação com o crescimento do emprego formal na região, devido à inexistência de série temporal;
- iii) As variáveis *população urbana* e *população residente* são estimativas do SEADE, igualmente com base nos dados do Censos;
- iv) Adicionalmente, como se verificou na análise do fator emprego, o crescimento do emprego direto dos empreendimentos em avaliação é mais significativo no período de 2010 a 2014, o que impossibilita a sua

tradução nos dados dos Censos e nas estimativas do SEADE para a população residente na Baixada Santista.

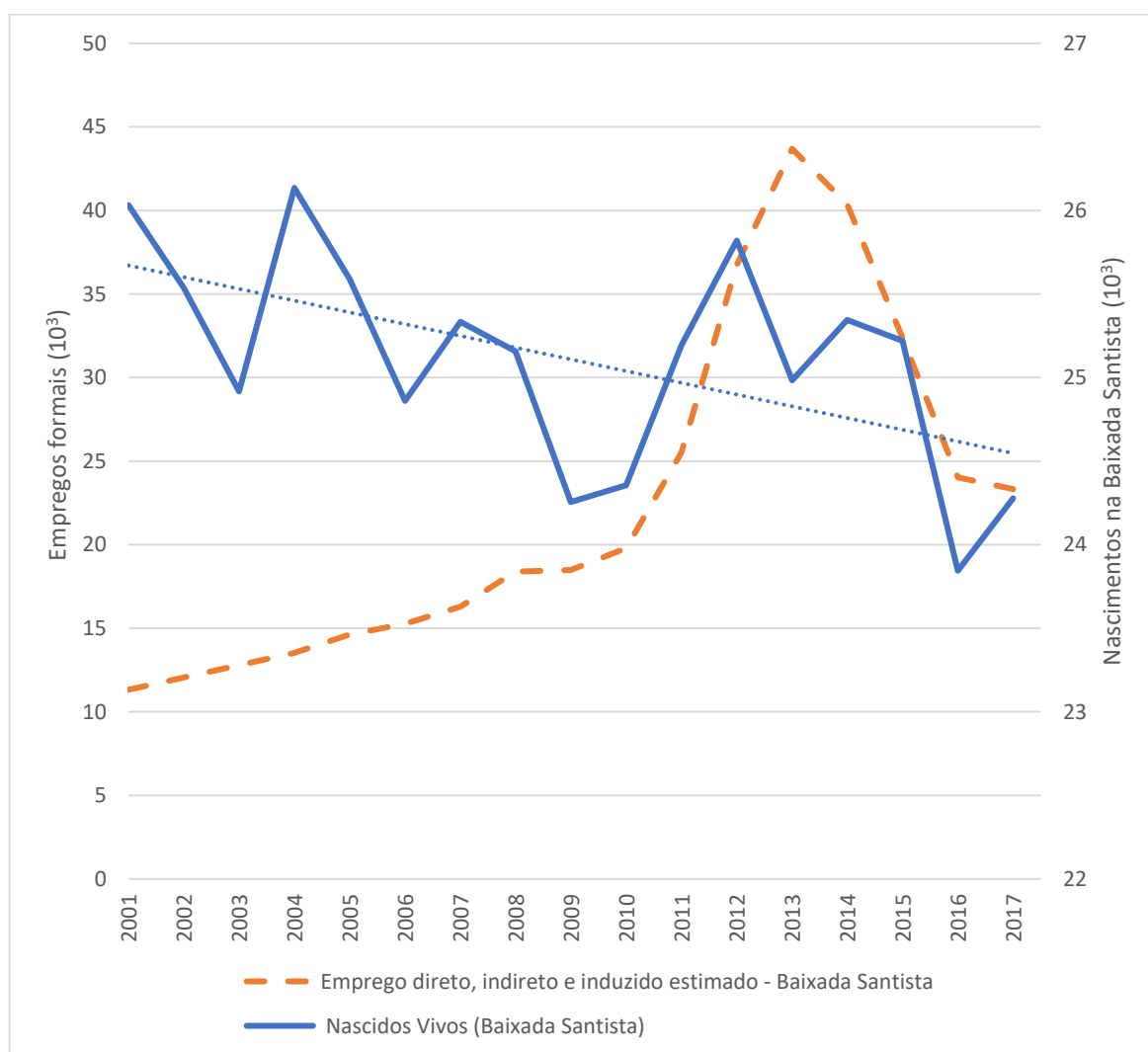
Tendo em conta o descrito acima, e apesar de não terem sido verificadas evidências fortes de que os empreendimentos em avaliação tiveram influência na variável população residente (e indiretamente na precariedade habitacional), existem, contudo, indícios dessa influência:

- A correspondência geográfica entre a localização de parte dos empreendimentos e a precariedade habitacional;
- A relação entre o emprego direto do empreendimento Refinaria Presidente Bernardes de Cubatão e o crescimento da *população residente total e urbana* (na região Baixada Santista; mas também na maioria dos municípios individualmente);
- A relação entre o emprego da fase de instalação da UTE Euzébio Rocha e o crescimento da *população residente total e urbana* (na região Baixada Santista como um todo);
- A relação entre o crescimento dos royalties devidos pela exploração de petróleo e gás natural pelos municípios de Bertioga e Cubatão e o seu crescimento populacional (em particular, a *população residente urbana*);
- Complementarmente, com apoio da análise do fator emprego, verifica-se que o emprego direto nos empreendimentos em análise teve um efeito multiplicador no restante emprego formal na região (sendo ainda provável um impacto significativo no emprego informal, contudo, não mensurável), o que indicia a migração populacional de outras regiões do Estado de São Paulo para a Baixada Santista.

E por fim, observa-se o seguinte padrão para a região da Baixada Santista, em particular para os municípios de Cubatão, Guarujá e São Vicente (verificar Figura 18 e Figura 19): um crescimento da natalidade (e igualmente da taxa de fecundidade) nos períodos de maior crescimento do emprego direto, indireto e induzido dos empreendimentos em avaliação. Esta realidade é particularmente relevante tendo em conta a tendência de decréscimo da natalidade na Baixada Santista desde 2001. Esta tendência é interrompida na região (particularmente em Cubatão, Guarujá e São Vicente) de 2010 a 2015. Este crescimento da natalidade pode ocorrer pela melhoria das condições econômicas que sustentam uma maior

fecundidade; ou pelo crescimento da migração de pessoas em idade jovem e ativa para o território em resultado do emprego criado e induzido pelos empreendimentos em avaliação. A dimensão do crescimento da natalidade indicia que, pelo menos em parte, o crescimento da migração pode ter contribuído para o aumento da natalidade na Baixada Santista.

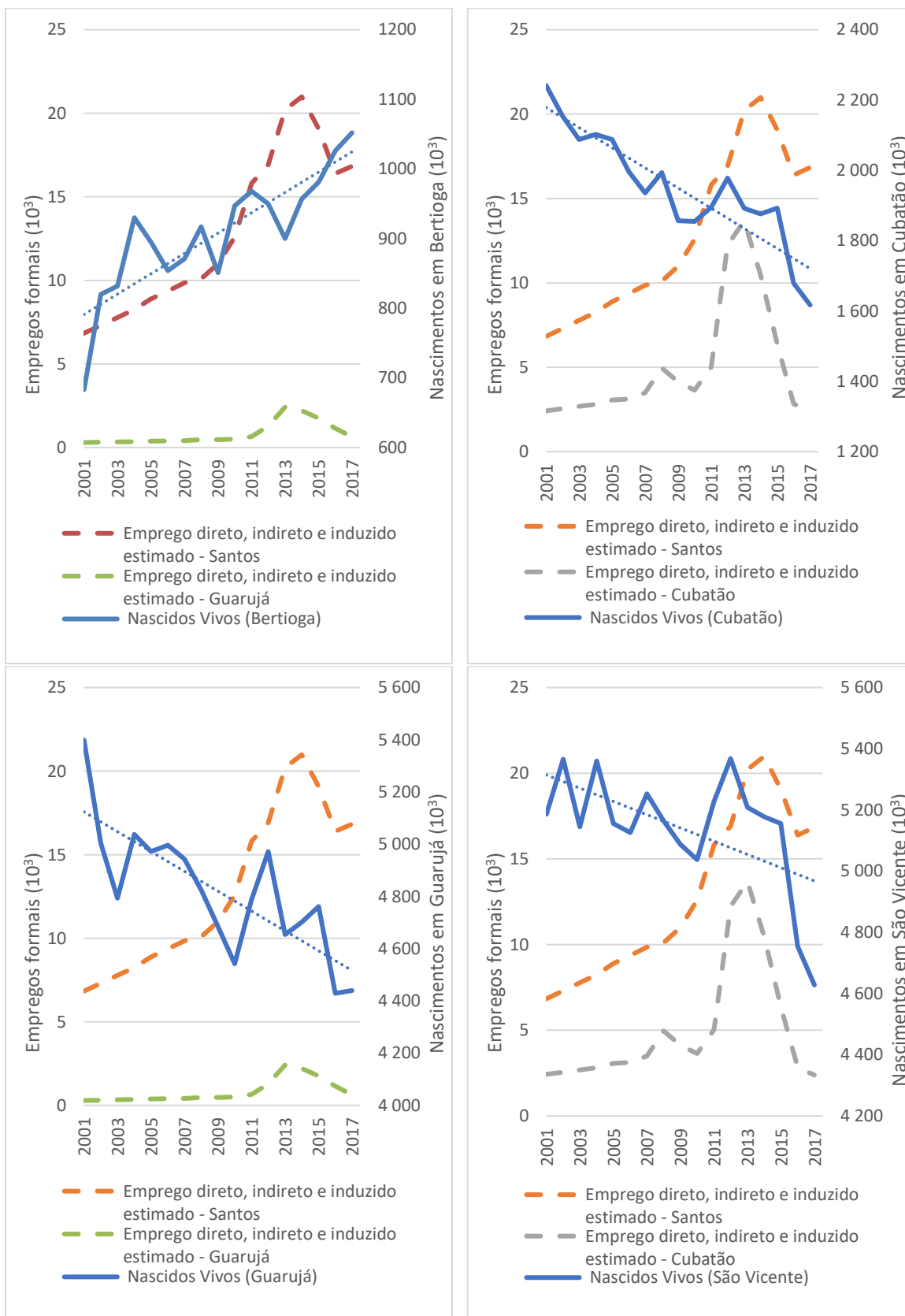
Verifica-se, assim, que existem indícios de que o aumento da precariedade habitacional na região, pelo menos de forma indireta, resulte do aumento do emprego formal na região, em particular dos empreendimentos em análise.



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

*Figura 18 – Emprego direto, indireto e induzido dos empreendimentos em avaliação e nascidos vivos (Baixada Santista).*





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

Figura 19 – Emprego direto, indireto e induzido dos empreendimentos em avaliação e nascidos vivos por município (Bertiooga, Cubatão, Guarujá e São Vicente)

## IV.2.2. Limites de alteração

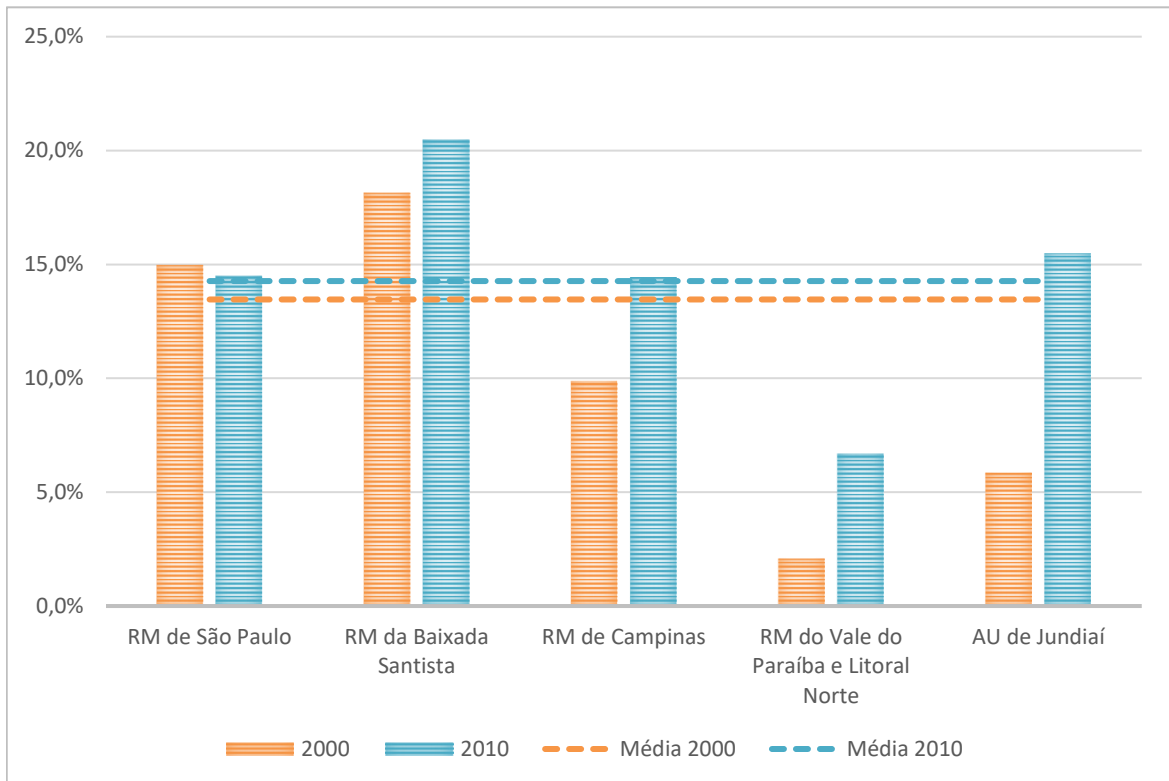
Tendo em conta a especificidade do fator habitação, apenas o conceito de limite de alteração aceitável pode ser utilizado (dado que se trata de um fator social, capacidade de carga não é um conceito aplicável e que não existe limite legal relacionado com a habitação).

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

- Ao contrário do indicador “população em assentamentos precários”, este indicador tem em conta a população residente, considerando assim o crescimento populacional;
- Permite a comparação com outros territórios do Estado de São Paulo, sendo possível ainda verificar a tendência da variável na região da Baixada Santista 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 assentamentos precários 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. É de referir, 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 20 apresenta o indicador “**população em assentamentos precários/ população total**” para várias regiões do Estado de São Paulo, incluindo: Região Metropolitana da Baixada Santista; Região Metropolitana de São Paulo; Região Metropolitana de Campinas; Região Metropolitana do Vale do Paraíba e Litoral Norte; e Aglomeração Urbana de Jundiaí.



Fonte: CEM/ CEBRAP (2013) com cálculos próprios.

**Figura 20 – Proporção de residentes em assentamentos precários em várias regiões do Estado de São Paulo**

Verifica-se uma tendência de aumento ligeiro da proporção de população em assentamentos precários no Estado de São Paulo entre 2000 e 2010 (de 13,5% em 2000, para 14,3% em 2010). Contudo esta tendência é assimétrica entre as várias regiões:

- A Região Metropolitana de São Paulo observou uma diminuição ligeira da proporção de população em assentamentos precários entre 2000 e 2010 (variação de -0,5 pontos percentuais);
- Pelo contrário, todas as restantes regiões apresentadas observam um aumento da proporção da população em assentamentos precários;
- A Região Metropolitana do Vale do Paraíba e Litoral Norte apresentou, por um lado, as menores proporções de população em assentamentos precários em 2000 e 2010, entre as regiões apresentadas; por outro lado, esta região apresentou o maior aumento relativo da proporção de população em assentamentos precários de 2000 para 2010;

- Desta forma, a relativa estabilidade da proporção de população em assentamentos precários entre 2000 e 2010 deve-se essencialmente à melhoria da condição na Região Metropolitana de São Paulo e ao seu peso no total do Estado (representa 73% do total da população das regiões apresentadas, em 2010).

De tal modo, verificou-se no Estado de São Paulo, especificamente nas regiões metropolitanas apresentadas, uma evolução desigual no fator habitação entre a região metropolitana da capital e as restantes regiões. Desta forma, observou-se uma expansão dos problemas habitacionais a todo o Estado de São Paulo, na sua generalidade, ao mesmo tempo, que se observou uma certa estabilização e até uma pequena menorização desta problemática na Região Metropolitana de São Paulo.

A criação de um **limite de alteração aceitável** para a variável “população em assentamentos precários/ 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 assentamentos precários/ população total” em 2010 (**6,7%**, na Região Metropolitana do Vale do Paraíba e Litoral Norte);
- **Valor médio** observado para a variável “população em assentamentos precários/ população total” em 2010 (**14,3%**, para o conjunto das regiões apresentadas);
- **Valor máximo** observado para a variável “população em assentamentos precários/ população total” em 2010 (**20,5%**, na Região Metropolitana da Baixada Santista).

A escolha pelo valor mínimo implica o estabelecimento de um limite de alteração aceitável relativamente baixo, afirmando que qualquer proporção superior a 7% de população residente em assentamentos precários é inaceitável do ponto de vista social. Enquanto que o estabelecimento de um limite de alteração aceitável equivalente ao máximo observado nas regiões 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. O valor médio implicaria afirmar que seria

aceitável do ponto de vista social uma população residente em assentamentos precários de cerca de 15% do total.

Desta forma, no âmbito deste trabalho, o limite de alteração aceitável para a variável “população em assentamentos precários/ população total” foi estabelecido inicialmente como o valor mínimo observado para a variável “população em assentamentos precários/ população total” em 2010 (conferir Figura 20). O valor mínimo observado para 2010 é de 6,7%. No âmbito deste trabalho, e por forma a simplificar e permitir uma melhor interpretação do limite de alteração aceitável, este foi arredondado por excesso para 7%.

Assim, a escolha inicial pelo valor mínimo observável (arredondado para 7%) foi a considerada mais equilibrada para a sociedade. É de notar que uma proporção de 7% na variável “população em assentamentos precários/ população total” significa que num total de 30 pessoas, cerca de duas vivem em assentamentos precários.

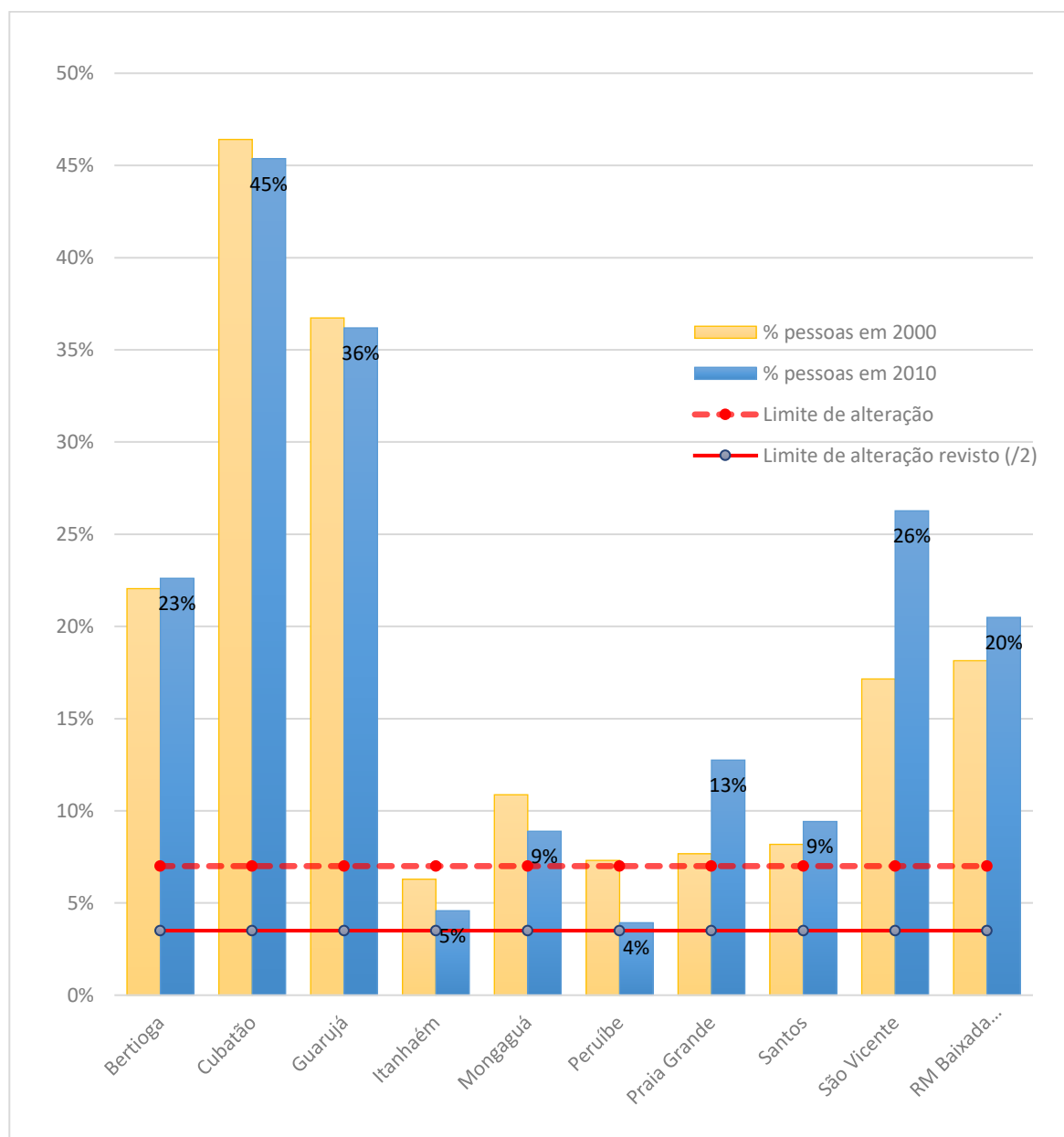
Após a Oficina Participativa da Fase 5 do presente projeto, e perante os comentários dos participantes, foi verificada a necessidade de introduzir um limite de alteração aceitável mais baixo. Dada o cenário ideal (0%) ser considerado irrealista (apesar de ser sempre o objetivo de toda a política habitacional), considera-se, adicionalmente, um limite de alteração aceitável de 3,5% (metade do inicialmente estabelecido).

Em relação à avaliação de impacto, a escolha destes limites de alteração aceitáveis 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 assentamentos precários/ população total” (7%/ 3,5%) e o valor real dessa variável, tendo em consideração os vários territórios em análise.

### **IV.2.3. Significância dos impactos**

Apresenta-se, na Figura 21, a comparação entre: os valores observáveis para a variável “população em assentamentos precários/ população total” para 2000 e 2010 nos municípios de Bertiooga, Cubatão, Guarujá, Itanhaém, Mongaguá,

Peruíbe, Praia Grande, Santos, São Vicente e para a Baixada Santista; e os limites de alteração aceitáveis (o inicialmente estabelecido em 7% e o adicional de 3,5%) (proporção de pessoas em assentamentos precários no total da população).



Fonte: CEM/ CEBRAP (2013) com cálculos próprios.

Figura 21 – Proporção de residentes em assentamentos precários na Baixada Santista e limite de alteração aceitável.

Verifica-se que nos municípios de Bertioga, Cubatão, Guarujá, Mongaguá, Praia Grande, Santos e São Vicente e, por isso mesmo, também no conjunto da região, o limite de alteração aceitável de 7% é ultrapassado em 2010. Isto ocorria

igualmente em alguns destes municípios em 2000, apesar de ocorrer um aumento relativo em Bertioga, Praia Grande, Santos e São Vicente (e no total da região) e um aumento absoluto do número de pessoas em assentamentos precários em Cubatão, Guarujá e Mongaguá (com uma pequena diminuição relativamente à população total). O limite de alteração aceitável de 3,5% é ultrapassado em 2000 e 2010, em todos os municípios.

Através da Figura 21 verifica-se que a questão habitacional se tornou problemática previamente à década de 2000 na Baixada Santista, mas que esta questão se agudizou, particularmente em São Vicente, no presente século.

Dessa forma, a problemática da habitação na Baixada Santista não resulta apenas do crescimento natural da sua população ou da falta de espaços urbanizáveis, mas de um conjunto de condicionantes que provocaram o aumento da procura pela região, mesmo nas últimas décadas:

- O estabelecimento de empreendimentos de grande porte na região, com uma necessidade extensa de mão de obra (na fase de construção, mas também na fase de operação, em particular no setor portuário e de transportes);
- O aumento do turismo na região e de domicílios de uso ocasional (33% do total de domicílios particulares em 2010), em parte devido ao crescimento econômico do Estado de São Paulo, 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 (verificar seção IV.1).

Caso o crescimento da população na região ocorra no futuro ao mesmo ritmo daquele observado entre 2000 e 2018, em 2030 a população na Baixada Santista chegará aos dois milhões de pessoas, quase 40% mais do que em 2000 (e mais 23,5% 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, nomeadamente as cerca de 340 mil pessoas que residiam em assentamentos precários em 2010. A política pública de habitação na região terá o desafio ainda maior de viabilizar habitação para as cerca de 60 mil



pessoas adicionais que irão residir em áreas precárias em 2030 (caso a proporção de precariedade se mantenha).

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 11.

A **natureza é negativa**. Como se verificou anteriormente, qualquer indicador escolhido para demonstrar a condição e variação do fator habitação na Baixada Santista mostra uma deterioração nos últimos anos. Adicionalmente, existem indícios que existe uma relação de causalidade entre o estabelecimento dos empreendimentos em avaliação e o aumento da população total e urbana na região (conferir seção IV.2.1).

A **escala espacial do impacto** “aumento da precariedade habitacional” é **regional**, afetando a região da Baixada Santista, em especial os municípios de Bertioga, Cubatão, Guarujá e São Vicente.

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 minorar o problema.

Relativamente à **frequência** do impacto “aumento da precariedade habitacional”, este é **contínuo**, isto é, o efeito ocorre de forma continuada. É ainda expectável que o problema seja agudizado nas fases de construção dos empreendimentos em avaliação, pela existência adicional de migração temporária.

A **magnitude é classificada como alta** no geral, principalmente devido à elevada proporção da precariedade habitacional na Baixada Santista (atingindo 20% da população em 2010) e à alargada escala espacial (precariedade atinge significativamente grande parte da região).

Considerando a classificação do impacto nas vertentes: natureza, escala espacial, duração, frequência e magnitude; este é classificado como **muito significativo na região metropolitana da Baixada Santista**. A significância não é considerada equivalente em todos os municípios pelas seguintes razões: apenas quatro municípios (Bertioga, Cubatão, Guarujá e São Vicente) apresentavam proporções superiores a 14% na variável “população em assentamentos precários/população total” (quatro vezes o limite de alteração revisto estabelecido). Nestes municípios, o impacto de aumento da precariedade habitacional é considerado



muito significativo. Nos restantes municípios da região, em Mongaguá, Praia Grande e Santos, o impacto de aumento da precariedade habitacional é considerado significativo (o dobro do limite de alteração revisto estabelecido). Nos municípios de Itanhaém e Peruíbe, o impacto é considerado pouco significativo (limite de alteração revisto estabelecido é superado residualmente em 2010).

Quadro 11 – Classificação do impacto “Aumento da precariedade habitacional”.

Componente	Classificação	Justificativa
Natureza	Negativa	Prejudica o fator habitação
Escala espacial	Regional	Impacto cumulativo alargado a grande parte dos municípios da região metropolitana da Baixada Santista
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 na região, que não pode ser resolvida com medidas de curto ou médio prazo
Significância	<ul style="list-style-type: none"> <li>Muito significativo - de uma forma geral na Baixada Santista</li> <li>Muito significativo nos seguintes municípios: Bertioga, Cubatão, Guarujá, São Vicente</li> <li>Significativo: Mongaguá, Praia Grande, Santos</li> <li>Pouco significativo: Itanhaém, Peruíbe</li> </ul>	<p>Considerando que mais de um quinto do total da população vivia em assentamentos precários em 2010 nos municípios de Bertioga, Cubatão, Guarujá e São Vicente. Em Mongaguá, Praia Grande e Santos, o limite de alteração adicional é superado significativamente (mais do que dois pontos percentuais) em 2010.</p> <p>Em Itanhaém e Peruíbe, o limite de alteração adicional é superado de forma residual (menos do que dois pontos percentuais) em 2010.</p>
Confiança	Média	Análise baseada em estatísticas oficiais, mas com algumas limitações

Fonte: Témis/Nemus, 2019.

Por fim, a confiança em relação à análise efetuada e à classificação realizada relativamente ao impacto “aumento da precariedade habitacional” é média. Por um lado, porque a realidade é objetivamente traduzida pela utilização de estatísticas oficiais sobre habitação e emprego formal, por exemplo. Contudo, existem algumas limitações na análise realizada conforme indicado abaixo.

Dessa forma, apesar de haver confiança alta sobre a precariedade habitacional na região, a confiança nos resultados da relação entre esta realidade e a instalação dos empreendimentos em avaliação é apenas média devido às seguintes limitações:

- Os dados referentes ao emprego direto dos empreendimentos em avaliação na maioria tem como base dados estimados nos EIAs, ou seja, não são dados observados;
- Os dados tradutores de precariedade habitacional (défice habitacional; aglomerados subnormais; assentamentos precários) apenas existem para os anos do Censos (2000 e 2010), não permitindo uma análise direta da sua relação com o crescimento do emprego formal na região, devido à inexistência de série temporal;
- As variáveis *população urbana* e *população residente* são estimativas do SEADE, igualmente com base nos dados do Censos;
- Adicionalmente, como se verificou na análise do fator emprego, o crescimento do emprego direto dos empreendimentos em avaliação é mais significativo no período de 2010 a 2014, o que impossibilita a sua tradução nos dados dos Censos e nas estimativas do SEADE para a população residente na Baixada Santista.

## **IV.2.4. Estimativa do estado futuro**

### **IV.2.4.1. Metodologia**

A projeção do estado futuro da variável “população em assentamentos precários/ população total” é assente em grande incerteza por vários motivos: em primeiro lugar, trata-se de uma realidade para a qual só existem observações de dez em dez anos (pela realização dos Censos), o que impede a verificação de

tendências de evolução ou uma análise estatística; em segundo lugar, a variável população residente é estimada anualmente, existindo valores observados também apenas decenalmente; por fim, a classificação de assentamento precário depende de um conjunto de características dos conjuntos habitacionais que podem evoluir (positiva ou negativamente), possibilitando que vários dos assentamentos classificados como precários possam deixar de o ser posteriormente.

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

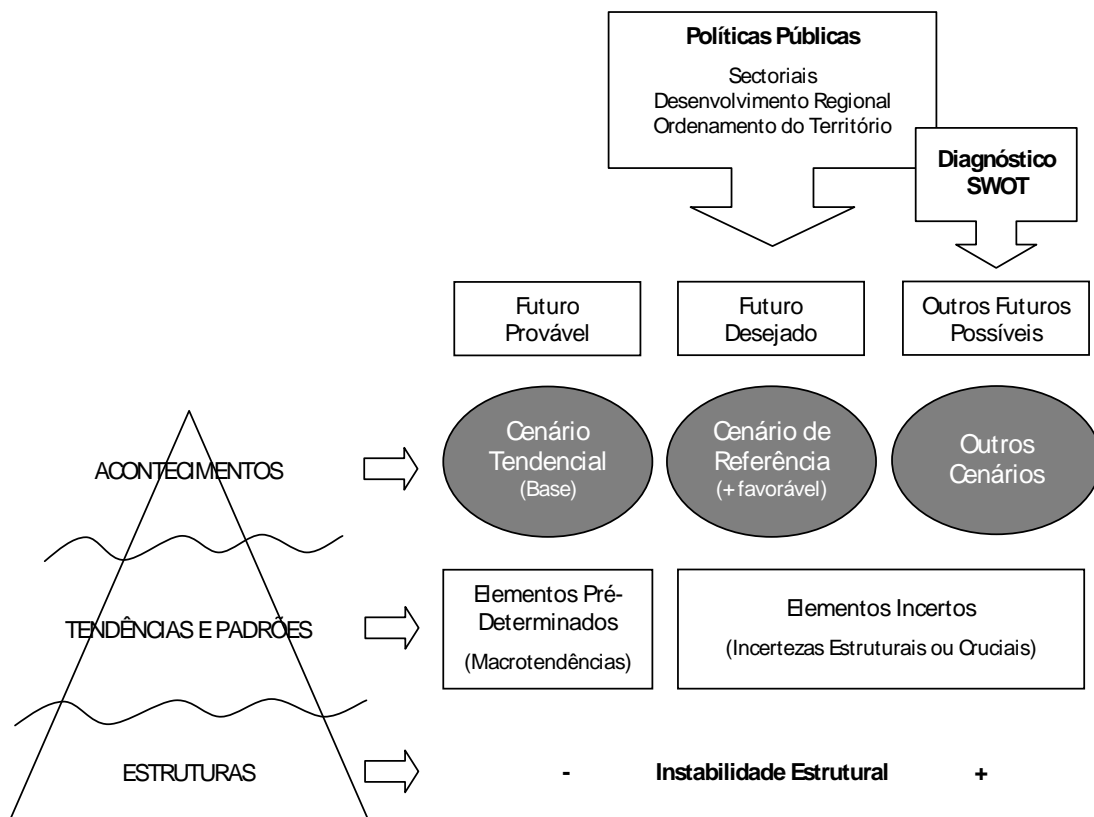
- Certezas Qualitativas e Incertezas Quantitativas – também designadas por «tendências pesadas», referem-se a processos cuja orientação é conhecida, mas cuja realização não é passível de determinação através de uma regra probabilística;
- Incertezas Qualitativas – referem-se a processos em que é impossível determinar as alternativas de futuro de forma apriorística, estando tipicamente associadas a fenômenos como as mutações, as rupturas ou o «desmoronamento» de estruturas mal identificadas.

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

Como principal instrumento de simulação do futuro, a Prospectiva recorre aos cenários. As componentes chave para a construção de cenários prospectivos decorrem, exatamente, dos dois tipos de incerteza referidos acima, ou seja (ver Figura 22):

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

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



Fonte: Ribeiro, Correia e Carvalho (1997), adaptado.

Figura 22 – Estruturas, tendências, acontecimentos e desenvolvimento de cenários e prognósticos

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

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

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

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

A concretização destas três variáveis em cada um dos cenários projetados é apresentada no Quadro 12.

Quadro 12 – Cenários de projeção dos assentamentos precários

Variável	Cenários		
	A	B	C
1. Proporção do crescimento populacional em assentamentos precários	60%	40%	20%
2. Atendimento habitacional na década de 2020 (em relação ao que ocorreu na década de 2010)	50%	100%	200%
3. Criação de infraestruturas urbanas nos assentamentos precários (% de atendimento em uma década – 2010 e 2020)	0%	10%	20%

Em relação à primeira variável apresentada (**proporção do crescimento populacional em assentamentos precários**), é importante salientar que entre os anos de 2000 e de 2010, o número de pessoas a residir em assentamentos precários na Baixada Santista passou de cerca de 265 mil para 339 mil (aumento de cerca de 74 mil), enquanto a população residente total na região passou de cerca de 1 474 mil para 1 662 mil (aumento de cerca de 188 mil pessoas residentes). Isto demonstra que o aumento da precariedade habitacional na década de 2000 atingiu cerca de 40% das famílias que migraram para a região e das novas famílias residentes.

Desta forma, o cenário B (base) considera que 40% do crescimento populacional na Baixada Santista se materializa em novas habitações em assentamentos precários. O cenário A (mais negativo) antecipa uma evolução, nas

décadas de 2010 e 2020, 50% superior ao que ocorreu na primeira década do século XXI (crescimento populacional traduz-se em 60% em assentamentos precários). Por fim, o cenário mais positivo (C) antecipa que 20% do crescimento populacional se realiza em condições habitacionais inadequadas.

É ainda importante salientar que para a projeção dos resultados do crescimento populacional se utiliza o Sistema Seade de Projeções Populacionais. Este utiliza um método baseado nas componentes demográficas, um processo analítico que destaca os papéis da fecundidade, mortalidade e migração no crescimento populacional, permitindo a construção de hipóteses de projeções mais seguras e eficazes (SEADE, 2020).

No que se refere à segunda variável apresentada (**atendimento habitacional na década de 2020**), projeta-se o atendimento habitacional na década de 2020 de acordo com o que ocorreu na década de 2010 (isto é, tendo em consideração o atendimento habitacional entregue e previsto apresentado no Quadro 13). Assim, o cenário de base (B) antecipa para a década de 2020 um atendimento habitacional idêntico ao que ocorreu na década de 2010. O cenário A antecipa apenas 50% desse valor, enquanto o cenário C projeta para a década de 2020 um atendimento habitacional ambicioso de 200% em relação ao que ocorreu na década de 2010.

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

Quadro 13 – Atendimento habitacional na Baixada Santista (2010-2019)

Município/ Região	Unidades Habitacionais		
	MCMV* e Casa Paulista	Outros Programas**	Total
Bertioga	1 500	-	1 500
Cubatão	-	5 793	5 793
Guarujá	400	-	400
Itanhaém	2 612	65	2 677
Mongaguá	-	-	-
Peruíbe	528	18	546
Praia Grande	207	320	527



Município/ Região	Unidades Habitacionais		
	MCMV* e Casa Paulista	Outros Programas**	Total
Santos	243	680	923
São Vicente	2 000	920	2 920
RM Baixada Santista	7 490	7 796	15 286

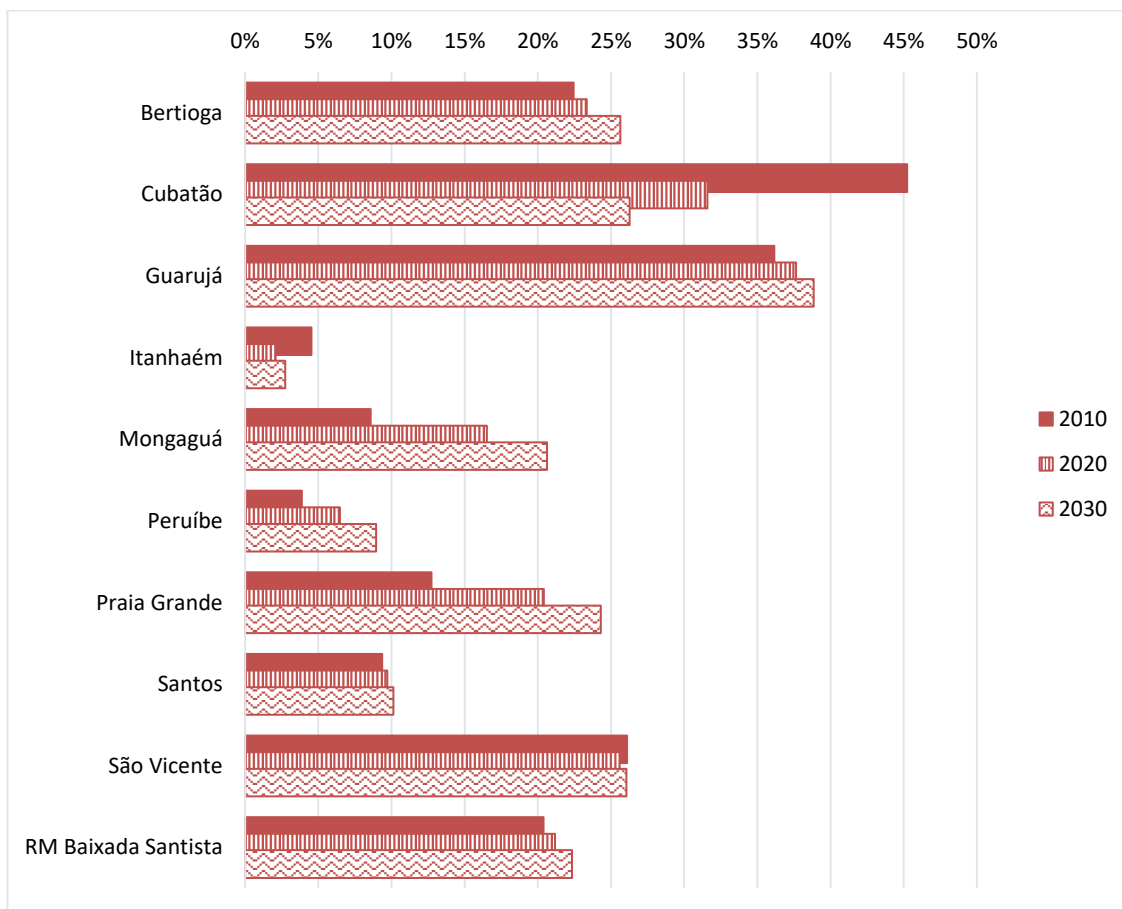
Notas: \* - Minha Casa Minha Vida; \*\* - Programa Recuperação Socioambiental da Serra do Mar e Sistema de Mosaicos da Mata Atlântica e Programa Desenvolvimento Sustentável do Litoral Paulista.

Fonte: SEHAB (2019), EMPLASA (2014) e UGLCA/PDSL (2019) com cálculos próprios.

#### IV.2.4.2. Projeções

A concretização do **cenário A**, apresentado anteriormente, pode ser verificada na Figura 23. Este cenário assente em pressupostos mais desfavoráveis antevê um crescimento em termos absolutos e relativos da população residente em assentamentos precários em vários dos municípios da Baixada Santista. Assim, caso o atendimento habitacional de programas públicos diminua substancialmente (em 50% na década de 2020), o crescimento populacional continue a se basear em grande parte em assentamentos não adequados e não haja um esforço para os infraestruturar, o município de Guarujá, por exemplo, poderá ter quase 40% da sua população a residir em assentamentos precários no ano de 2030. Destaque ainda para o município de São Vicente que, neste cenário mais negativo, poderá passar a ser o segundo município da região com maior proporção de pessoas a residir em assentamentos precários.

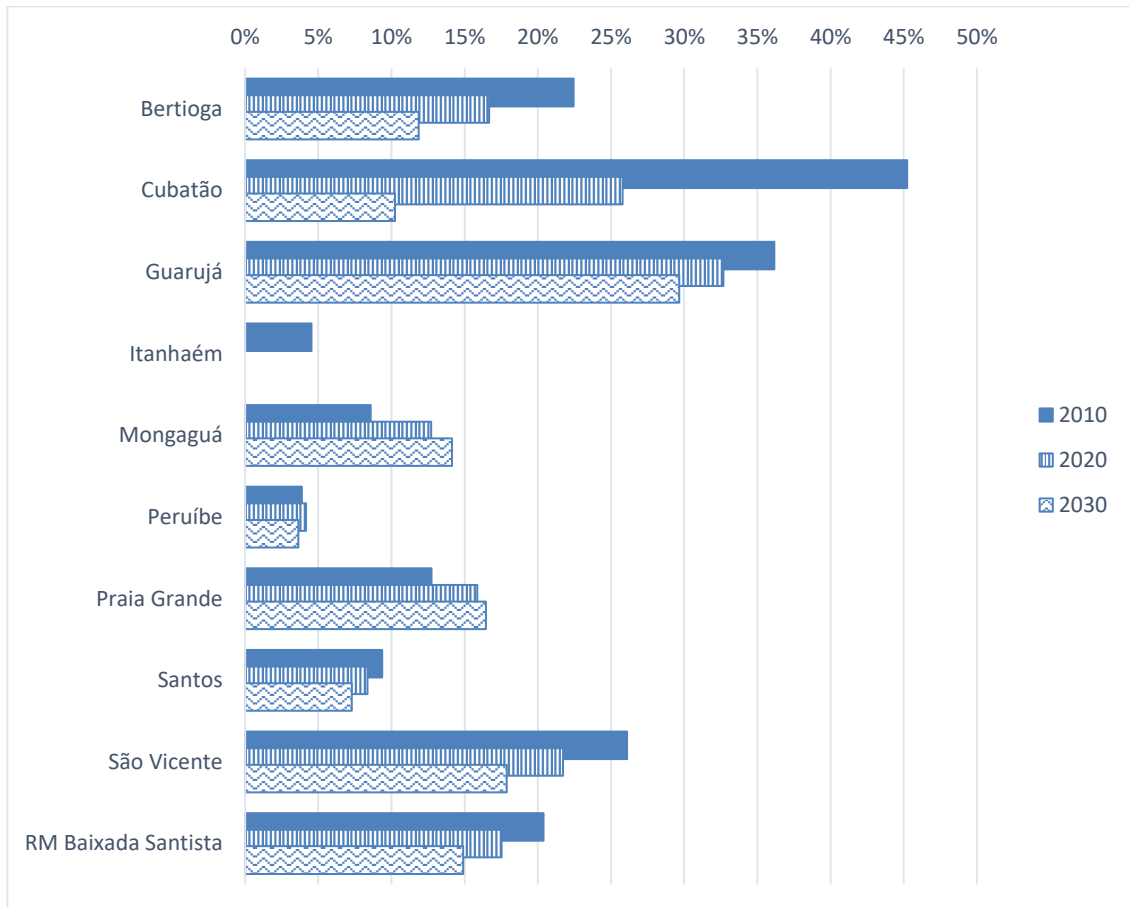




Fonte: CEM/ CEBRAP (2013) para 2010 e cálculos próprios.

Figura 23 – Proporção de residentes em assentamentos precários na Baixada Santista (projeções do cenário A)

Os resultados do **cenário base (B)** são apresentados na Figura 24. Verifica-se uma relativa diminuição na variável “população em assentamentos precários/população total” neste cenário tendencial. No conjunto dos municípios, a proporção da população a residir em estabelecimentos precários consolida-se em torno dos 15% (mais precisamente, 18% em 2020 e 15% em 2030). Assiste-se a uma grande diminuição da população a residir em assentamentos precários em Cubatão no cenário B, o que resulta de uma política pública de atendimento habitacional relativamente ambiciosa (o número de unidades habitacionais oferecidas por programas públicos no município na presente década representa cerca de 36% do total de domicílios em assentamentos precários no ano de 2010). Contudo, a continuação desta política pública de atendimento habitacional na região é insuficiente para reduzir substancialmente os assentamentos precários, em parte devido ao crescimento habitacional.

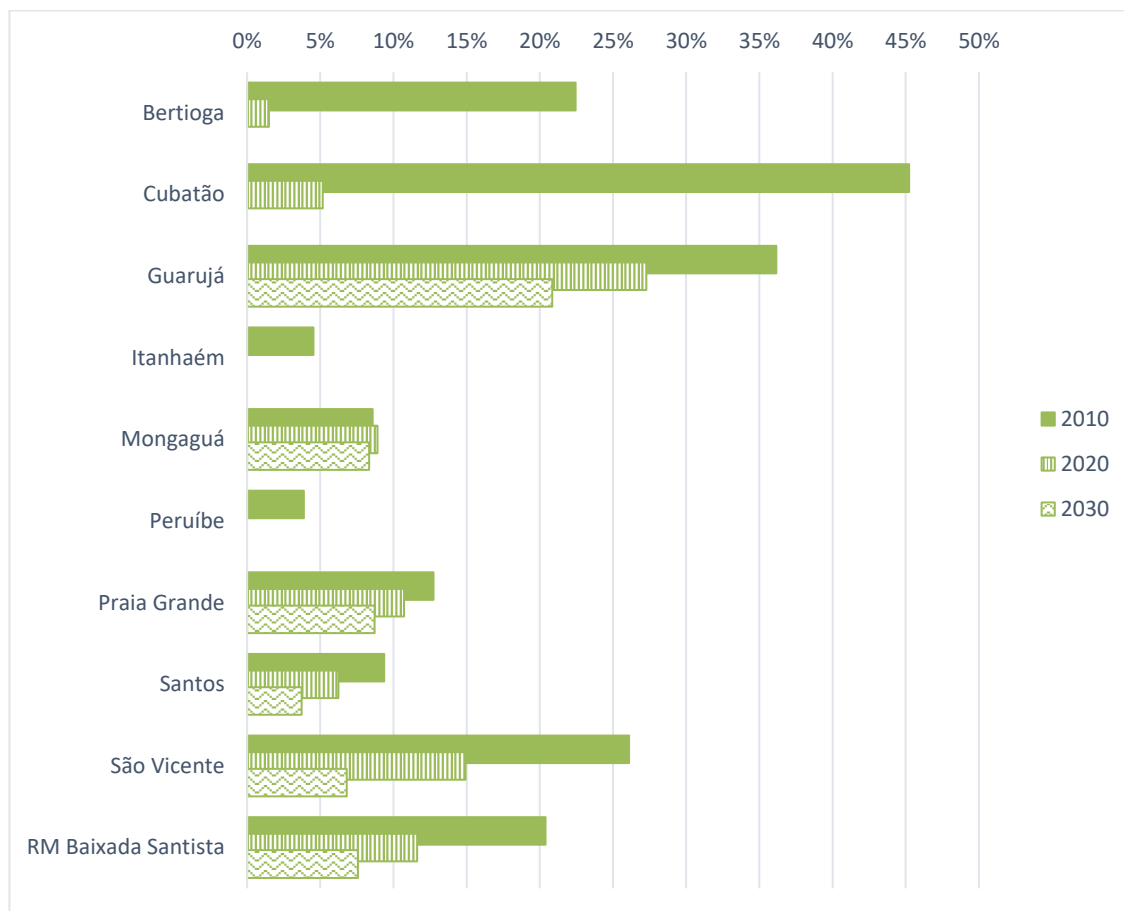


Fonte: CEM/ CEBRAP (2013) para 2010 e cálculos próprios.

**Figura 24 – Proporção de residentes em assentamentos precários na Baixada Santista (projeções do cenário B)**

Por fim, apresenta-se na Figura 25, a concretização do cenário C, que estabelece pressupostos mais favoráveis em relação à produção habitacional pública, à requalificação de infraestruturas e em relação ao crescimento populacional baseado em assentamentos precários. Neste cenário verifica-se uma diminuição significativa da proporção de pessoas a residir em assentamentos precários na região, de 20% em 2010 para 8% em 2030.

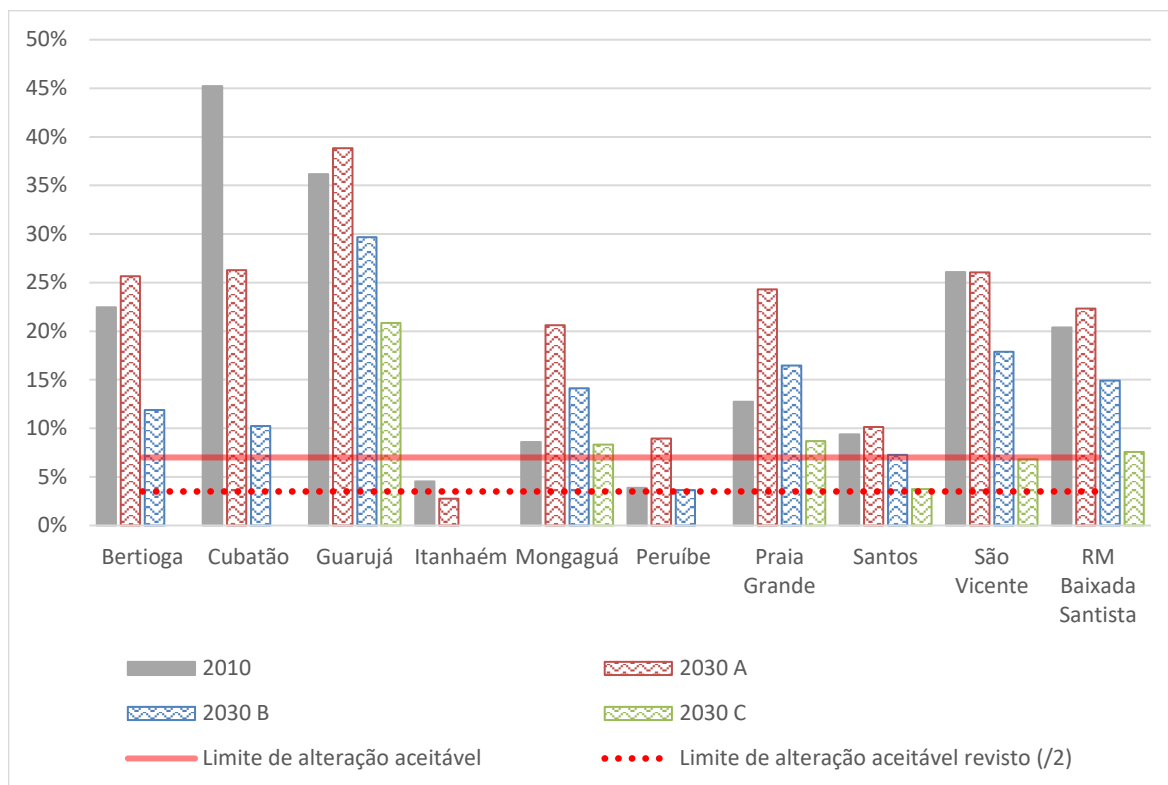
Adicionalmente, no cenário C, Cubatão, por exemplo, consegue eliminar a totalidade dos assentamentos precários na década de 2020. Neste cenário também se projeta a eliminação de assentamentos precários em Bertioga, Itanhaém e Peruíbe, enquanto em Guarujá e São Vicente se verifica uma diminuição significativa na variável “população em assentamentos precários/ população total”.



Fonte: CEM/ CEBRAP (2013) para 2010 e cálculos próprios.

Figura 25 – Proporção de residentes em assentamentos precários na Baixada Santista (projeções do cenário C)

A Figura 26 apresenta a comparação das projeções dos diferentes cenários para a variável “população em assentamentos precários/ população total” para 2030, em comparação com a realidade registrada em 2010. Os cenários B e C apresentam uma diminuição na variável “população em assentamentos precários/ população total” na região de 2010 para 2030. Contudo, é de referir que o limite de alteração aceitável estabelecido em 3,5% para a variável “população em assentamentos precários/ população total” não é cumprido em cinco dos municípios (Guarujá, Mongaguá, Praia Grande, Santos e São Vicente) mesmo no cenário mais positivo (cenário C). No conjunto da região, em todos os cenários, o limite de alteração aceitável é ultrapassado (no cenário C o valor projetado para a variável “população em assentamentos precários/ população total” é de 8%).



Fonte: CEM/ CEBRAP (2013) para 2010 e cálculos próprios.

**Figura 26 – Proporção de residentes em assentamentos precários na Baixada Santista em 2010 e para 2030 de acordo com as projeções dos cenários A, B e C**

## **IV.3. MOBILIDADE URBANA**

### **IV.3.1. Introdução**

No desenvolvimento dos estudos para avaliação dos impactos cumulativos sobre o fator mobilidade urbana, procedeu-se ao levantamento de informações e dados referentes aos mais diversos modais de transporte e serviços nos relatórios da Fase 3 e Fase 4.

No Relatório da Fase 3 foram compiladas séries históricas quanto ao transporte rodoviário, ferroviário/metroviário, hidroviário e cicloviário. Foi apresentada a extensão da malha cicloviária existente e prevista por município.

Para o transporte rodoviário, dominante no Brasil e na região estudada, houve uma análise mais aprofundada, avaliando-se a taxa de motorização, os tempos médios de viagem, o tráfego de veículos, violência no trânsito, pesquisas de origem e destino para os municípios da Região Metropolitana da Baixada Santista, além das frotas de veículos individuais, de serviços públicos e veículos de transporte de carga.

Foram apresentados os acidentes de trânsito com óbitos por município e assinaladas as localidades com maiores congestionamentos em horários de pico, em feriados e épocas festivas e em eventos de chuvas intensas. Foi ainda apresentada a emissão de gases com efeito de estufa (GEEs) do setor de transporte por município, bem como os principais investimentos executados e planejados e os benefícios esperados dos mesmos.

No Relatório Final de Avaliação de Impactos (Fase 4) verificou-se que o uso de variáveis como emprego formal, população e carga portuária movimentada traduzem a evolução de estressores, incluindo do estabelecimento de empreendimentos.

As principais variáveis-condição do fator selecionadas para análise, considerando a disponibilidade de dados<sup>3</sup>, foram o tráfego médio diário e as frotas de veículos. A utilização de variáveis como número de caminhões, número de

---

<sup>3</sup> A variável “tempo médio de viagem” apenas tem dados para 2 anos (ano 2007 e ano 2012).

automóveis e número de ônibus traduzem, de forma aproximada, a realidade do fator em análise.

Para analisar as relações entre as variáveis tradutoras de estressores (empreendimentos/emprego formal, população e carga movimentada no complexo portuário de Santos) e as variáveis tradutoras do fator mobilidade (número de caminhões, número de automóveis, número de ônibus e tráfego médio diário) utilizou-se, preferencialmente, a correlação de Pearson; para relacionar a população e a frota recorreu-se à comparação de tendências. As análises foram desenvolvidas para todos os municípios e também para a região da Baixada Santista.

Retomam-se abaixo, de forma resumida, as análises desenvolvidas.

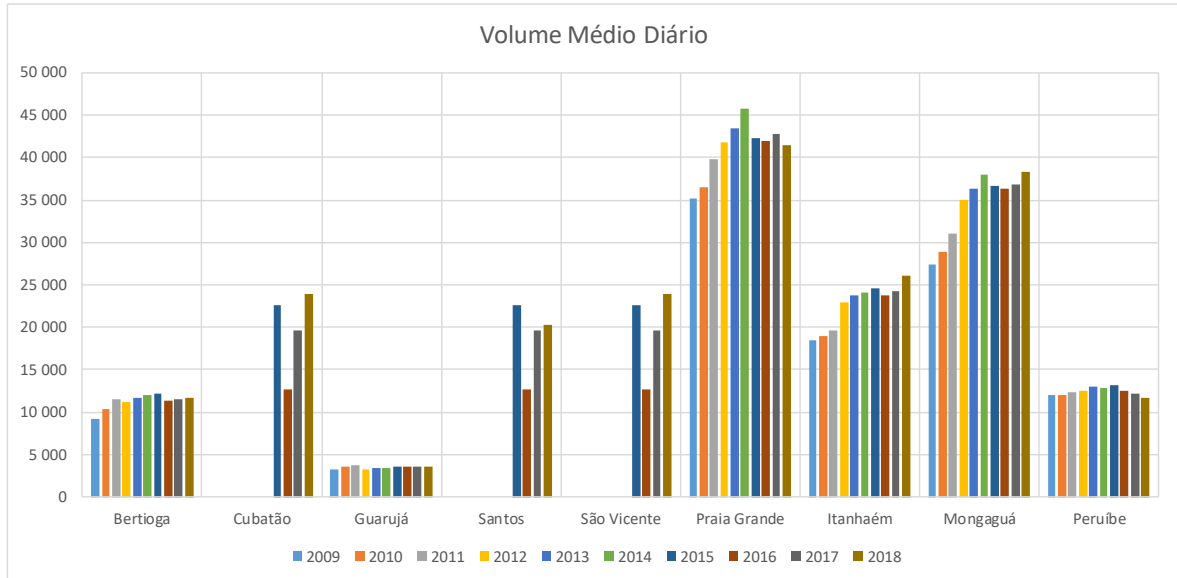
#### **IV.3.1.1. Dados**

##### **Variáveis-condição**

##### **Tráfego rodoviário**

O maior volume de tráfego na Baixada Santista está nos municípios a Oeste de Santos, com valores crescentes entre Itanhaém, Mongaguá e Praia Grande, diminuindo em cerca de 50% no município de São Vicente. Este fato deve estar associado ao deslocamento para os municípios da RMSP através da Rodovia Padre Manoel de Nobrega (SP055-Norte), evitando assim a passagem pelo núcleo urbano de São Vicente. Já em Peruíbe, o deslocamento para a RMSP é realizado preferencialmente pela Rodovia Padre Manoel de Nobrega (SP055-Sul).

Por outro lado, os municípios de Bertioga e Guarujá possuem volume de tráfego substancialmente menor em relação Itanhaém, Mongaguá e Praia Grande. Não há grande volume de tráfego em Guarujá pois a rota preferencial para Santos e RMSP é através da SP055/BR 101 e SP 150 ou SP 160, não passando, portanto, por Guarujá.



Fonte: DER (2019) com cálculos próprios.

**Figura 27 – Evolução do tráfego diário médio nos municípios da Região Metropolitana da Baixada Santista.**

Considerando os dados para o ano mais atual (2018), o valor médio para a região é de 22.309 veículos/dia, com um valor máximo de tráfego de 41.521 veículos/dia em Praia Grande, seguido por Mongaguá, com 38.295 veículos/dia e um valor mínimo de 3.509 veículos/dia em Guarujá, seguido por Peruíbe, com 11.615 veículos/dia.

Entre 2015 e 2018, considerando toda a RMBS, observa-se um aumento do tráfego diário médio de 0,35%. No entanto, cada município possui a sua peculiaridade, onde, por exemplo, em Peruíbe foi observada uma redução de 11,7% no tráfego, em Itanhaém, Cubatão e São Vicente, foi observado um aumento de 5,9%.

## Frota de veículos

No Relatório da Fase 4 apresenta-se evolução da frota de veículos para os municípios da Região Metropolitana da Baixada Santista (Figura 28), a evolução da frota de automóveis (Figura 29), ônibus (Figura 30) e caminhões (Figura 31) nos municípios da região.

## **Estressores**

A **população residente** foi identificada como um dos estressores atuantes sobre o fator mobilidade.

Comparando a situação no ano 2005 com a situação atual, o município de Santos mantém-se como o mais populoso, mas apresenta uma estabilização da sua população residente desde 2005. Os municípios de São Vicente, Guarujá e Praia Grande apresentam também população residente superior a 300.000 habitantes.

A **movimentação de carga portuária** nos portos do Complexo Portuário de Santos<sup>4</sup> (cf. figura apresentada no relatório da fase 4) constitui também um estressor sobre o fator mobilidade urbana. Como referido, as cargas portuárias movimentadas têm apresentado uma tendência de evolução crescente de 2005 a 2018 (ainda que com alguns anos de quebra), e desde 2010 (apenas com exceção para 2011), têm sido superiores a 100.000.000t/ano.

A atração de grandes empreendimentos associada ao aumento da movimentação da carga portuária em Santos, proporciona a criação de novos postos de trabalho e estimula a **geração de empregos formais**, constituindo um estressor a mobilidade urbana. Os empregos formais na Região Metropolitana da Baixada Santista em 2009 foram de 346.471, saltando para 412.164 empregos formais em 2014 (o máximo da série histórica), voltando a reduzir nos anos seguintes, atingindo em 2017 o número de 372.218 empregos formais.

A análise dos EIA dos **empreendimentos** em estudo resultou na identificação de seis empreendimentos para os quais se previam impactos sobre o fator “mobilidade urbana”, apresentados no Quadro 14. Dos seis, um apresenta implementação incompleta, e o outro não foi ainda implementado, pelo que estes impactos não tiveram ainda efeito importante nas variáveis-condição.

---

<sup>4</sup> Anos 2005 a 2009-Porto de Santos; Ultrafértil; Usiminas; Sucocítrico Cutrale; Dow; 2010-2012 - Porto de Santos; Terminal marítimo privativo de Cubatão; TIPLAM; Sucocítrico Cutrale; Dow; Ano 2013 a 2018 - Porto de Santos; Terminal marítimo privativo de Cubatão; TIPLAM; Sucocítrico Cutrale; Dow; DP World Santos.



Quadro 14 – Ações geradoras e impactos potencialmente gerados no fator “Mobilidade urbana” por empreendimento

Empreendimento		Impactos	
		S8	S9
4	Carteira de Diesel na Refinaria Presidente Bernardes de Cubatão (RPBC)	A7	---
7	Dragagem de aprofundamento do porto de Santos	A10	---
8	<i>Centro de Tecnologia e Construção Offshore (CTCO)</i>	A7; A8	---
10	Terminal Portuário BTP	A8; A9	---
11	Terminal DP World Santos (ex-Embraport)	A7	A7
12	<i>Complexo empresarial e aeroportuário Andaraguá</i>	A7; A8	---

*A itálico: empreendimentos não implementados ou com implementação incompleta*

**IMPACTOS:** S8 - Aumento do tráfego e do risco de acidentes ; S9 – Alteração de acessos.

**AÇÕES:** A7 - Implantação de estruturas terrestres; A8 – Presença e operação de novas estruturas terrestres;

A9 – Presença e operação de novas estruturas portuárias; A10 – Dragagens.

Os impactos assinalados no EIA relativamente ao empreendimento Carteira de Diesel reportam-se apenas à fase de implantação (2011-2016), e estão relacionados com o aumento de tráfego de veículos pesados e do risco de acidentes nas vias.

O EIA da dragagem de aprofundamento do porto de Santos reporta impactos relativos à fase de operação (após ano 2013), relacionados à intensificação do uso de rodovias de acesso ao porto, situação também relacionada com o aumento de tráfego de pesados.

No Terminal Portuário BTP identificaram-se impactos na fase de implantação (2010-2013) e na fase de operação (após ano 2013), ambos relacionados com o aumento de tráfego de veículos pesados nas vias.

No Terminal DP World Santos (ex-Embraport) identificaram-se impactos relativos à fase de implantação (2007-2013) relacionados com o aumento de tráfego de veículos pesados nas vias e com a implantação de um acesso rodoviário.

Assim, o principal impacto cumulativo dos empreendimentos em análise identificado nos EIA foi o aumento de tráfego de veículos pesados na região. A incidência temporal do impacto é representada no quadro seguinte, considerando os anos em que ocorreu a fase de implantação e em que teve início a fase de

operação dos empreendimentos. O mesmo quadro apresenta um resumo das estimativas de acréscimo de tráfego indicadas nos EIA.

**Quadro 15 – Impacto “aumento do tráfego de veículos pesados”: incidência temporal e estimativas de tráfego**

Empreendimento	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	
Carteira de Diesel RPBC (implantação)					<ul style="list-style-type: none"> <li>- <b>Acréscimo de frota:</b> 122 veículos pesados/dia –100 ônibus e 22 vans; 48 veículos pesados/dia (caminhões e máquinas); 39 veículos leves/dia</li> <li>- <b>Rodovias:</b> Via Anchieta (SP150) entre Santos e Cubatão; SP-055 entre Praia Grande, Cubatão, Vicente de Carvalho e Guarujá; Estrada Caminho do Mar no trecho de Cubatão até a SP-055.</li> <li>- Impacto negativo temporário de relevância média; prevê-se que as vias regionais tenham condições de absorção do tráfego adicional a ser gerado pelo empreendimento, em que pese a possibilidade de agravamento em horários de pico (saída de turnos de emprego)</li> </ul>								
Terminal DP World Santos (implantação)					<ul style="list-style-type: none"> <li>- <b>Acréscimo de frota:</b> movimento médio de 234 viagens por dia, considerando-se ida e volta; média de 468 passagens diárias de caminhões considerando os dois sentidos de cada viagem</li> <li>- <b>Rodovias:</b> SP 055 (inclusive retornos) e estrada de acesso à Ilha Barnabé</li> <li>- Impacto negativo temporário, local, de pequena significância</li> </ul>								
Terminal Portuário BTP (implantação)					<ul style="list-style-type: none"> <li>- <b>Acréscimo de frota:</b> circulação média de 200 carretas por dia.</li> <li>- <b>Rodovia:</b> Avenida Eng. Augusto Barata</li> <li>- Impacto negativo temporário, local, de média significância</li> </ul>								
Ampliação TIPLAM (implantação)*					Não disponível								
Terminal Portuário BTP (operação)					<ul style="list-style-type: none"> <li>- <b>Frota:</b> Volume Diário Médio de Tráfego previsto: 1.069 caminhões ou, cerca de, 45 caminhões por hora na Avenida Eng. Augusto Barata; taxa de crescimento anual de tráfego de 1,0% ao ano para a Rodovia Anchieta (SP150)</li> <li>- <b>Rodovias:</b> Avenida Eng. Augusto Barata; Rodovia Anchieta (SP150); Rodovia dos Imigrantes (SP160)</li> <li>- Impactos negativos de abrangência local, de média significância</li> </ul>								

Empreendimento	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
Dragagem de aprofundamento do porto de Santos (operação)							<p>- <b>Acréscimo de frota:</b> 300 carretas a mais por dia, ou 9 carretas por hora na margem direita do porto; 155 carretas a mais por dia, ou pouco mais de 6 por hora na margem esquerda do porto</p> <p>- <b>Rodovias:</b> Vias de acesso ao porto (SP150 descida da serra; SP055 Cubatão-Guarujá)</p> <p>- O impacto relativo à intensificação do uso das rodovias de acesso ao porto foi avaliado como negativo, de baixa relevância e significância. De acordo com o EIA, o aumento da carga movimentada atribuível ao empreendimento é assimilável pelo sistema rodoviário e ferroviário</p> <p>- O impacto de intensificação do uso da infraestrutura viária e ferroviária na área urbana é avaliado como negativo, de média relevância e significância</p>					
<b>N.º empreendimentos em que se verifica o impacto</b>	1	1	1	2	3	3	6	4	4	4	3	3

Fonte: Témis/Nemus, 2019, com base nos EIA dos empreendimentos.

\* Apesar de não terem sido identificados no RIMA, infere-se a possibilidade de ocorrência deste tipo de impactos, face à tipologia do empreendimento

Considerando o quadro anterior, a incidência temporal esperada do impacto cumulativo (aumento de tráfego de veículos pesados) atribuível aos empreendimentos estende-se de 2010 a 2018, com maior importância entre **2013 e 2016**, e maior incidência espacial nos municípios de Santos, Cubatão, Guarujá, São Vicente e Praia Grande (onde se localizam as vias SP150; SP160; SP055; SP248/055).

## Análise de relações

### População – frota

No Relatório da Fase 4, da Figura 55 até à Figura 72 são apresentadas informações estruturadas para análise de cada um dos municípios da RMBS, no período 2009-2018, sobre:

- Frotas de automóveis, ônibus e caminhões e relação com a população
- Proporção frota de automóveis/população
- Proporção população/frota de ônibus

### Movimento de carga portuária – Frota de caminhões

Partindo da evolução do **movimento de carga portuária** nos portos do Complexo Portuário de Santos, calculou-se a correlação de Pearson dessa variável com a **frota de caminhões** (entre 2009 e 2018), para os municípios e RMBS.

Segundo informações disponíveis no Plano Mestre do Complexo Portuário de Santos (2019), a movimentação de carga do complexo é realizada através dos modais rodoviário, ferroviário e dutoviário. Para o ano de 2016, o modal com maior representatividade para transporte das cargas foi o rodoviário, responsável por 68% da totalidade de cargas movimentadas no Complexo, seguido pelo modal ferroviário, com 28%, e por último o dutoviário com 4%.

A tendência que já se observa para a movimentação de carga é o aumento da representatividade do modal ferroviário nesse segmento. Uma previsão do Plano Mestre do Complexo para 2060 é que o modal ferroviário seja responsável por cerca de 48% das movimentações de carga.

### Empreendimentos/Emprego formal – frota

Uma vez que foi verificado um efeito significativo de parte dos empreendimentos em análise - incluindo dos royalties, no estoque de emprego formal nos municípios da região da Baixada Santista, analisou-se a correlação de Pearson entre o **emprego formal** e as **frotas de automóveis e ônibus**, quer para os municípios, quer para a região.

Um aumento do número de automóveis (e do número de caminhões) traduz um aumento do congestionamento das vias, potenciando um aumento do tempo médio de viagem; enquanto o aumento do número de ônibus tende a diminuir o congestionamento das vias, potenciando uma diminuição do tempo médio de viagem.

## Empreendimentos/Emprego formal – tráfego

Uma vez que foi verificado um efeito significativo de parte dos empreendimentos em análise - incluindo dos royalties, no estoque de emprego formal nos municípios da região da Baixada Santista (cf. Seção III.2.1.4 do Relatório da Fase 4), analisou-se a correlação de Pearson entre o **emprego formal** e o **tráfego rodoviário**, quer para os municípios, quer para a região.

### **IV.3.1.2. Resultados**

#### População - Frota

Os municípios com maior frota de veículos são os que apresentam maior quantitativo populacional: Santos, São Vicente, Praia Grande e Guarujá.

Em todos os municípios a proporção entre a frota de automóveis e a população aumentou. O município que percebeu menor aumento para essa proporção durante o período analisado foi Santos (2%) e os municípios com maior aumento foram os municípios mais afastados de Santos - Mongaguá, Itanhaém e Peruíbe, todos os três com aumento de 13%.

Os municípios que apresentam uma maior proporção na relação frota de automóveis/população são Santos (33,7%) e Peruíbe (31,0%). Já São Vicente situa-se no extremo oposto, sendo essa proporção de 18,9%.

Outra tendência identificada dentre os municípios analisados foi a estabilidade na proporção entre a população e a frota de ônibus. Para os municípios de Mongaguá, Itanhaém e Peruíbe foi observada uma melhoria significativa nessa proporção. Em São Vicente, apesar da estabilidade, foi identificada uma pequena piora nessa proporção.

A média de ônibus/habitante para a RMBS em 2018 era de 1 ônibus para cada 259 habitantes, enquanto em 2009 era de 1 ônibus para cada 338 habitantes. Os municípios de Cubatão e Peruíbe são os que apresentam uma maior proporção de ônibus/habitante.

Através da análise das informações e dos gráficos correspondentes a população e às frotas de veículos na região, verifica-se que ambas as variáveis seguem a mesma tendência de crescimento.

### Movimento de carga portuária – Frota de caminhões

Foi formulada a hipótese de correlação entre a carga movimentada no Complexo Portuário de Santos e frota de caminhões por município entre os anos de 2005 e 2018. Para a análise, foi adotado como método o coeficiente de correlação de Pearson, com destaque para os valores que apresentam maior correlação entre as variáveis, ou seja, acima de 0,7 (forte a muito forte).

De acordo com a metodologia aplicada, é revelada a correlação entre a carga movimentada no Complexo Portuário de Santos e frota de caminhões em 07 municípios da Região da Baixada Santista, excetuando Santos e Cubatão. A inexistência de correlação linear em Santos e Cubatão influencia diretamente no coeficiente calculado para a Região Metropolitana, que obteve como resultado de 0,79.

Como já descrito, o município de Santos não apresentou qualquer correlação entre movimento da carga portuária e frota de caminhões, pois desde 2013 o número de caminhões registrados no município tem reduzido enquanto a carga movimentada no porto tem aumentado. A redução na frota de caminhões coincide com o término das obras de dragagem de aprofundamento do porto de Santos, final das obras e início da operação do terminal BTP, final das obras do terminal DP World Santos e início da ampliação do TIPLAM.

Do mesmo modo, Cubatão não apresentou correlação entre as variáveis analisadas, devido à redução na frota de caminhões no município e constante crescimento observado na movimentação de carga no Porto de Santos. Os dados de frota para Cubatão apresentam elevada variância, influenciada possivelmente pelo início das obras do empreendimento Carteira Diesel RPBC em 2011, justamente no pico do número de caminhões registrados.

Os demais municípios da Região da Baixada Santista apresentam correlação entre as variáveis confrontadas perante a metodologia utilizada, com destaque para as maiores correlações em Peruíbe, Itanhaém e São Vicente, superiores a 0,90.

Apesar da metodologia aplicada indicar correlação para as variáveis, diante das características do transporte rodoviário brasileiro e série histórica de dados pequena, não se pode afirmar que o aumento da movimentação de cargas no Complexo Portuário de Santos tenha sido responsável pelo aumento da frota de veículos pesados nos municípios. Por outro lado, também não se pode concluir pela não existência de relação entre o aumento do tráfego no porto e o aumento da frota de veículos pesados na região.

#### Empreendimentos/Emprego formal – frota de automóveis

A Região da Baixada Santista apresentou um aumento substancial no número de empregos formais entre os anos de 2009 e 2014, com a criação de 65.693 empregos formais ao longo destes 5 anos, e um crescimento de 18,96% ao longo do período. Após o pico do número de empregos em 2014, os números decaíram ao longo dos anos, atingindo uma redução de 11,5% em 2017, com valor absoluto de 372.218.

A disposição da geração de empregos entre 2009 e 2017 para a Região da Baixada Santista, não corresponde a todos os municípios estudados, já que alguns destes apresentam uma crescente constante no quesito geração de empregos formais. Este é o exemplo de Bertioga, Praia Grande, Mongaguá, Itanhaém e Peruíbe.

Os municípios de Santos e Guarujá possuem curva de geração de empregos semelhante à da Região Metropolitana da Baixada Santista, enquanto Cubatão tem um decréscimo acentuado na geração de empregos desde 2013. São Vicente experimenta uma queda acentuada na geração de empregos entre os anos de 2016 e 2017, representando um decréscimo de aproximadamente 14%.

No Relatório da Fase 4 os empregos formais dos municípios foram confrontados com a frota de ônibus e a frota de automóveis mediante aplicação do coeficiente de correlação de Pearson.

De acordo com a metodologia utilizada existe correlação linear positiva para empregos formais e frota de automóveis nos municípios de Bertioga, Santos, Praia Grande, Mongaguá, Itanhaém e Peruíbe. Cabe destacar o caso de Cubatão, que



diante da queda no número de empregos formais e crescente frota de automóveis, apresentou uma correlação linear negativa.

Somente os municípios de Guarujá e São Vicente não apresentaram correlação entre as variáveis analisadas, contudo, diante do cenário de conurbação urbana observada nos municípios da Baixada Santista, automóveis registrados em cidades vizinhas podem circular em toda a região todos os dias. Possivelmente isto ocorra de forma significativa em Cubatão e Santos, ocorrendo o deslocamento pendular entre o Parque Industrial de Cubatão/ Complexo Portuário de Santos e cidades dormitório para os trabalhadores, durante os períodos de trabalho e descanso.

Quanto à frota de ônibus, há somente correlação nos municípios de Bertioga, Praia Grande, Mongaguá, Itanhaém e Peruíbe, não sendo observada a correlação nos demais municípios, sobretudo naqueles que apresentam maior densidade demográfica e integrados na malha urbana.

O aumento na quantidade de veículos e pequeno crescimento no número de ônibus, podem ter influenciado o tempo médio de viagem na região, que sofreu um acréscimo de 5,9% de 2007 para 2012, passando de 31,9 minutos para 33,8 minutos. De modo geral, enquanto os modos coletivos tiveram um aumento de 12% no tempo de viagem, os demais modos, individual e não motorizado, tiveram economia de 5% de tempo.

Portanto, apesar da redução no número de empregos formais verificada no período entre 2009 e 2017 em São Vicente e Cubatão, as características regionais aliadas à melhoria na variável emprego, e disponibilidade de renda, podem influenciar o aumento do número de veículos e conseqüentemente afetar a mobilidade urbana.

### Empreendimentos/Emprego formal – tráfego

O estoque de empregos variou bastante nos municípios da Região Metropolitana da Baixada Santista, frente a estímulos temporários como a implantação de empreendimentos de grande porte, que quando finalizados, cessaram a geração de empregos formais e reduziram o número de empregos formais em alguns dos municípios.



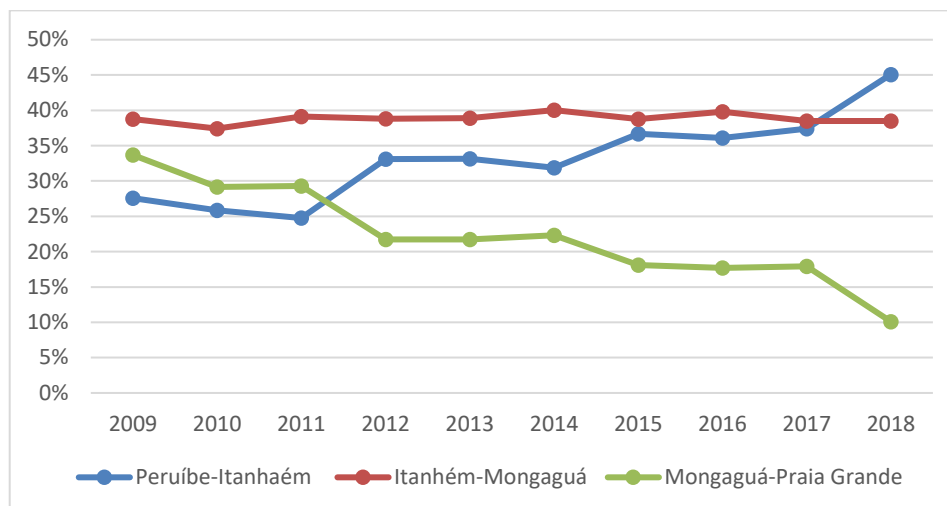
Então, levantou-se a hipótese de que o impacto positivo da geração de empregos formais fosse o impacto indutor para aumento do tráfego de veículos, que pode ser avaliado por meio do Volume Diário Médio (VDM) das rodovias da região. Portanto, foi realizada a análise destes aspectos mediante aplicação do coeficiente de correlação de Pearson, no Relatório da Fase 4.

A Região Metropolitana da Baixada Santista dispõe de uma complexa malha viária nos municípios de Santos e do seu entorno, com destaque para a Rodovia Imigrantes (SP-160) e Rodovia Anchieta (SP-150) que ligam a RMBS a capital do estado. Além destas, cabe a menção a Rodovia SP-055, que realiza a conexão com a BR-116 na altura do município de Pedro Barros, atravessando os municípios de Peruíbe, Itanhaém, Mongaguá, Praia Grande, Cubatão, Guarujá e outros. A SP-055 possui diversos acessos, interligações e entroncamentos, que promovem a capilaridade do sistema viário dos municípios da RMBS, principalmente em Cubatão, Santos, São Vicente, Praia Grande e Guarujá.

A configuração e layout das estradas da RMBS, juntamente aos locais dos postos de monitoramento do VDM nas rodovias da região, traduz-se nos resultados dispostos na Figura 27 – Evolução do tráfego diário médio nos municípios da Região Metropolitana da Baixada Santista.

A rodovia SP-055, é a principal infraestrutura rodoviária, e atravessa os municípios de Peruíbe, Mongaguá, Itanhaém e Praia Grande. Neste último, o fluxo de veículos pode seguir a SPA-291/055 sentido as cidades de Praia Grande/São Vicente/Cubatão/Santos; ou continuar na SP-055 para se conectar com a Via Imigrantes (SP-160) sentido a cidade de São Paulo e trevo de Cubatão. Neste sentido, a série histórica do VDM revela o crescimento do tráfego no trecho Peruíbe-Praia Grande, com Itanhaém dispondo do dobro do VDM de Peruíbe, que por sua vez apresenta a metade do fluxo de Praia Grande, demonstrando que estes municípios não são o destino final dos veículos que trafegam na SP-055.

Para compreender a evolução da contribuição para cada trecho da rodovia SP-055 para o VDM por município, foi gerado o gráfico a seguir.



Fonte: DER (2019) com cálculos próprios.

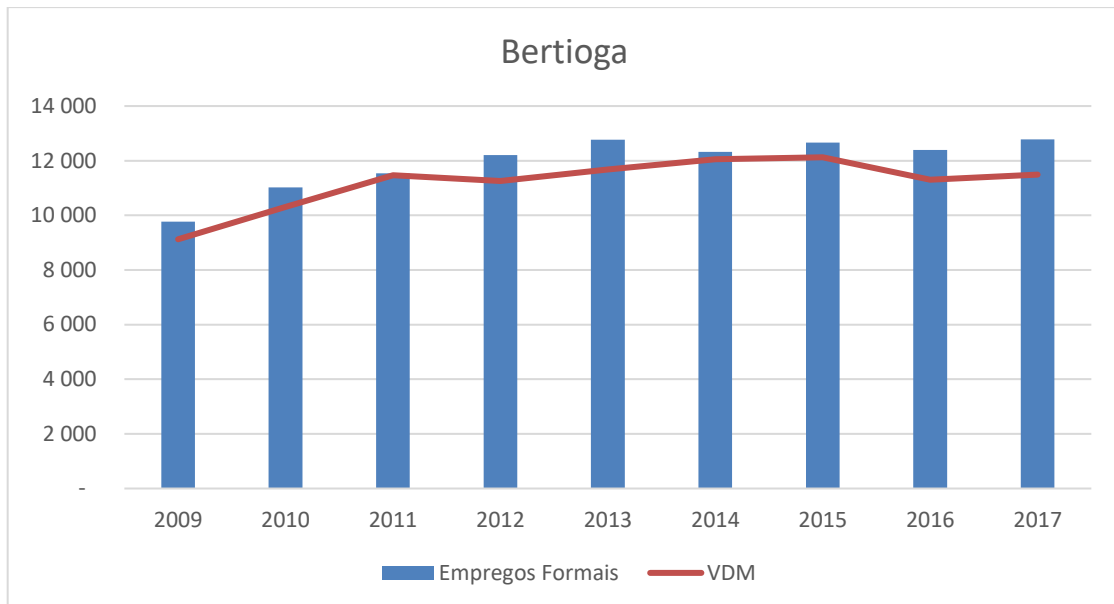
*Figura 28 – Evolução do VDM na Rodovia SP-055 entre Peruíbe e Praia Grande entre 2009 e 2018.*

Conforme gráfico acima, o trecho com VDM que mais cresceu ao longo da série histórica foi o trecho entre Peruíbe e Itanhaém, apresentando a centralidade de Itanhaém frente a Peruíbe e Litoral Sul Paulista. O trecho compreendendo Itanhém e Mongaguá manteve a taxa sem variação significativa na contribuição para o VDM da SP-055. O trecho entre Mongaguá e Praia Grande foi o trecho que houve maior redução no VDM entre os anos de 2009 e 2018.

Para os municípios atravessados pela SP-055 no trecho entre Peruíbe e Praia Grande, os únicos municípios que apresentam correlação positiva e forte entre empregos formais e tráfego de veículos a partir do VDM foram Praia Grande e Itanhaém, com coeficientes de 0,88 e 0,87, respectivamente. O município de Praia Grande ao longo da série histórica apresentou um crescimento constante no número de empregos formais, enquanto o VDM não acompanhou a tendência de empregos nos anos entre 2015 e 2017.

Itanhaém apresenta uma forte correlação, com um VDM crescente entre 2009 e 2017, e estoque de empregos formais também com uma tendência de crescimento até ao ano de 2013.

Bertioga também dispõe de correlação muito forte entre emprego e VDM, com coeficiente superior aos observados para Praia Grande e Itanhaém (Coeficiente de Pearson = 0,92). Os dados para este município evidenciam o crescimento e estabilização das curvas de emprego e VDM no período 2009-2017.



Fonte: DER (2019) com cálculos próprios.

Figura 29 – Gráfico correlacionando empregos formais e VDM em Bertioga 2009 e 2017.

As principais rodovias que atravessam o município de Bertioga são a SP-055 (Rodovia Dr. Manoel Hipólito Rêgo) e a SP-098 (Mogi-Bertioga). A SP-098 é o caminho preferencial dos motoristas que estão em Bertioga e na porção sul do município de São Sebastião para se chegar a Região Metropolitana de São Paulo, portanto há um tráfego de veículos relevante para esta rodovia, que descarrega o fluxo de veículos na SP-055.

O município de Bertioga tem uma emancipação recente, datada no ano de 1991, consolidando a sua estrutura estatal e recebendo investimentos no setor imobiliário de alto padrão, intensificando a geração de empregos que foi acompanhada pela curva do tráfego de veículos.

Apesar do fluxo de veículos proporcionar uma correlação tão significativa em Bertioga, não se traduz em influência no seu município vizinho, Guarujá. Isso se deve ao fato do caminho rodoviário mais rápido entre Bertioga e a centralidade

regional (Santos, Cubatão e São Vicente) ser a via BR-101/SP-055, evitando a passagem pela SP-061 e duas travessias de balsa.

Os demais municípios analisados não apresentaram correlação forte ou não dispõem de séries de dados representativas, para que se possa calcular o Coeficiente de Pearson e se analise a correlação, caso de Santos, Cubatão e São Vicente. Por conta dessa falha na série histórica, não se pode considerar a correlação forte observada para RMBS, pois estes três municípios são muito representativos, dispendo de 36% do VDM da região para o ano de 2018.

### ***IV.3.2. Limites de alteração***

Os limites de alteração propostos para o fator mobilidade foram expressos em função do Volume Diário Médio (VDM) suportado pelas vias, considerando o seu tipo, número de faixas de rodagem e condições críticas de operação.

O Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes (DNIT) em sua publicação IPR-723 Manual de Estudos de Tráfego, define a capacidade de tráfego de uma rodovia como o número máximo de veículos que poderá passar por um determinado trecho de uma faixa ou pista durante um período de tempo determinado, sob as condições reais predominantes da via e no tráfego.

Para análise dos dados e definição dos limites de alteração, foram utilizadas diversas métricas a partir da condição temporal de análise, que orientou o estudo para que assim fosse avaliada a significância dos impactos sobre o fator mobilidade urbana. As informações levantadas foram analisadas conforme as seguintes escalas temporais:

1. Variação do volume de tráfego anual;
2. Variação do volume de tráfego mensal;
3. Variação do volume de tráfego semanal; e
4. Variação do volume de tráfego ao longo do dia.

As variações do volume de tráfego de veículos sob as diversas perspectivas e condições críticas foram avaliadas para as rodovias da Região da Baixada Santista em dois contextos distintos:

- Sistema Anchieta-Imigrantes (SP-150 e SP-160);
- Rodovias SP-055 e SP-061.

Essa distinção na análise entre as rodovias da Baixada Santista foi proposta em função das diferentes características operacionais observadas. As Rodovias SP-150 e SP-160 compõem o Sistema Anchieta-Imigrantes (SAI) e têm monitoramento e operação de forma conjunta e flexível, alterando o número de faixas para cada um dos sentidos em função da demanda de tráfego. Já as rodovias SP-055 e SP-061 têm operação tradicional, contando com vias em faixas simples em mão dupla (SP-061) e faixas múltiplas (SP-055).

### **Sistema Anchieta-Imigrantes (SP-150 e SP-160)**

#### Considerações Iniciais

As Rodovias do Sistema Anchieta-Imigrantes (SAI) interligam a Região Metropolitana de São Paulo à Baixada Santista vencendo um desnível superior a 700 metros no trecho da Serra do Mar, sendo este trecho o mais crítico do sistema.

A rodovia SP-160 (Rodovia Imigrantes) possui 6 faixas de rolamento sendo três por sentido. Já a SP-150 (Rodovia Anchieta) conta com 4 faixas sendo duas faixas por sentido. Desta forma, o Sistema Anchieta-Imigrantes conta com um total de 10 faixas que funcionam em operação conjunta, adaptadas para operação de forma reversível, alterando a oferta de faixas de rolamento a depender da intensidade do fluxo de veículos sobretudo em momentos especiais e festas (VETEC ENGENHARIA, 2014).

De acordo com a concessionária Ecovias, responsável pela operação das rodovias Anchieta e Imigrantes, o sistema possui três esquemas operacionais. O primeiro deles é a “operação normal”, que divide igualmente as faixas de rolamento para subida e descida da Serra do Mar (Operação 5x5). Os outros esquemas operacionais são chamados de “operação descida” (Operação 7x3) e “operação subida” (Operação 8x2) e ampliam a oferta de faixas a depender do volume de veículos trafegando pela via seja sentido a cidade de Santos (descida) ou para a cidade de São Paulo (subida).

Os limites de alteração propostos para o Sistema Anchieta-Imigrantes estão baseados no volume máximo (veículos/hora) para os diferentes esquemas operacionais, dados estes que são utilizados para o planejamento de datas especiais por parte da concessionária Ecovias. O **Quadro 16** apresenta os limites de alteração para o Sistema Anchieta-Imigrantes frente aos diferentes esquemas operacionais.

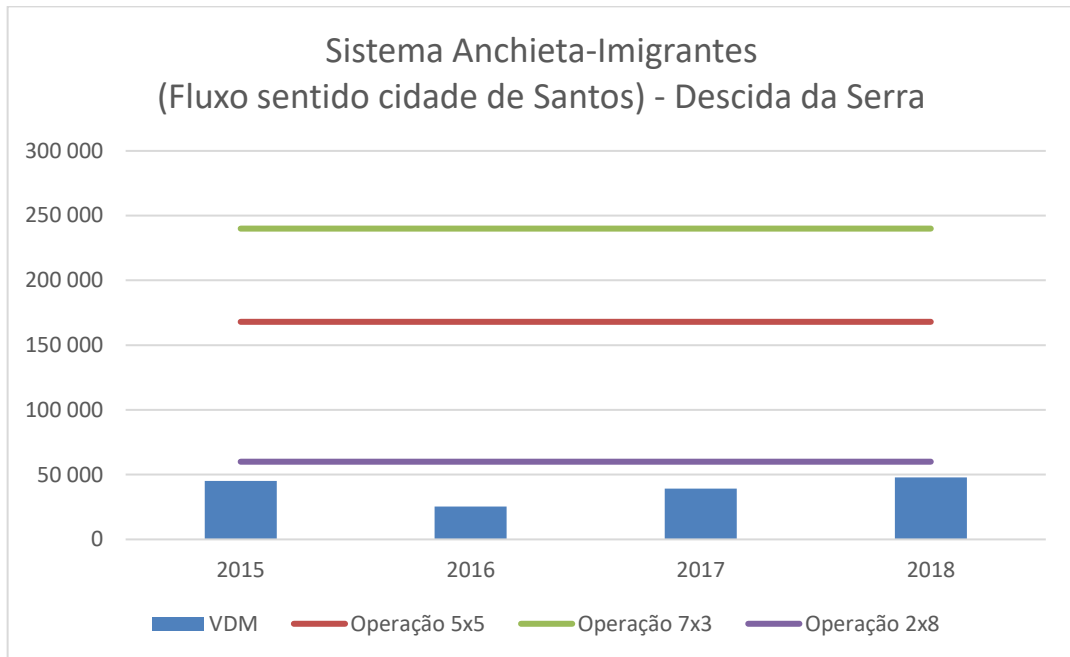
*Quadro 16 - Esquema operacionais para o sistema Anchieta-Imigrantes*

Esquema	Descrição	Volume Máximo (veículos/dia)	
		Descida	Subida
Esquema 5x5	5 faixas de descida e 5 de subida	168.000	156.000
Esquema 7x3	7 faixas de descida e 3 de subida	240.000	115.200
Esquema 2x8	2 faixas de descida e 8 de subida	60.000	252.000

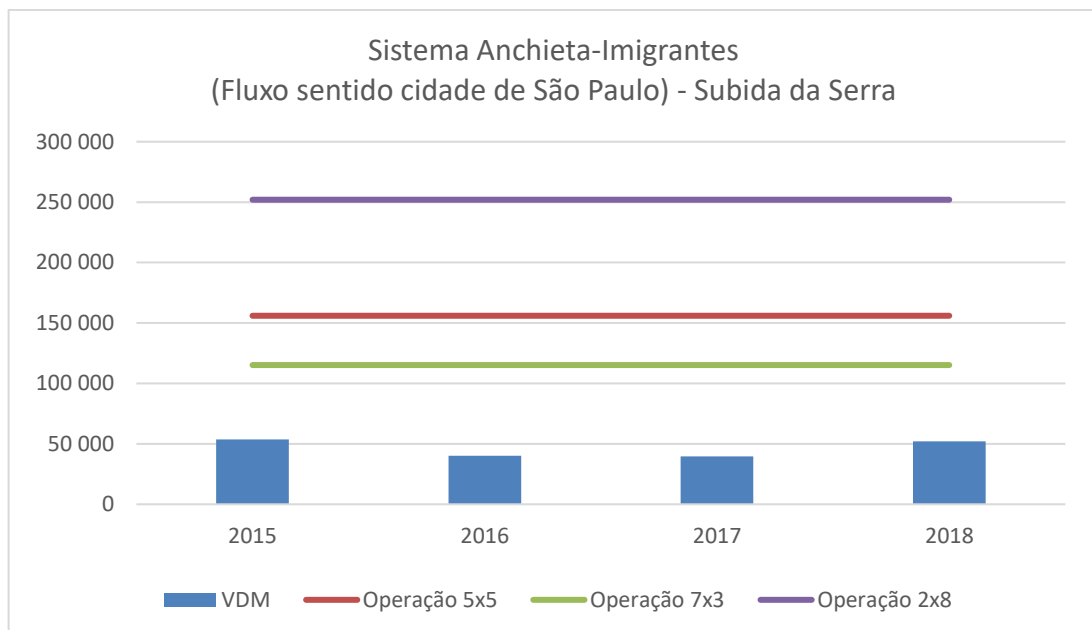
Fonte: Vetec Engenharia (2014) com cálculos próprios.

### Variação do Volume de Tráfego Anual

A análise do volume de tráfego anual é pautada no Volume Diário Médio (VDM) das Rodovias Anchieta e Imigrantes, cujos dados foram adquiridos junto ao portal do Departamento de Estradas de Rodagem de São Paulo (DER) para os anos de 2015 a 2018. Os dados estão disponíveis por rodovias, portanto, efetuou-se a soma dos VDM por ano resultando no VDM do Sistema Anchieta-Imigrantes, para que assim fossem confrontados com o limite de alteração por sentido da via, seja descendo a Serra do Mar (fluxo de veículos sentido a cidade de Santos) ou subindo a Serra (fluxo sentido a cidade de São Paulo).



*Figura 30 – Limite de alteração para mobilidade urbana no Sistema Anchieta-Imigrantes (considerando as faixas usadas para descida da Serra do Mar, sentido cidade de Santos)*



*Figura 31 – Limite de alteração para mobilidade urbana no Sistema Anchieta-Imigrantes (considerando as faixas usadas para subida da Serra do Mar sentido cidade de São Paulo)*

Os gráficos apresentados demonstram que o VDM não ultrapassou os limites de alteração do Sistema Anchieta-Imigrantes sobretudo para a subida da Serra.

### Variação do Volume de Tráfego Mensal

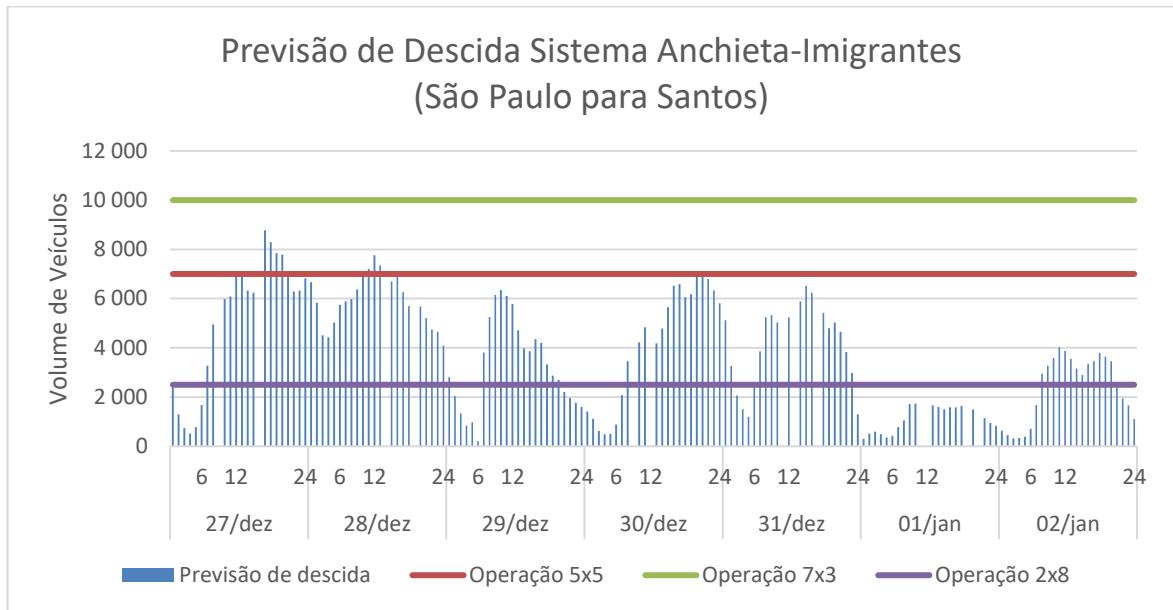
Para além da análise comparativa entre VDM por ano, foi verificada a necessidade de análise dos momentos de pico de tráfego, mediante a análise das variações ao longo do dia, da semana e do ano.

As rodovias Anchieta e Imigrantes têm fluxo de veículos voltado não somente para suprir a vocação industrial e logística; servem também os residentes da Região Metropolitana de São Paulo e interior paulista com destino ao litoral para o turismo cultural, ecológico e de aventura nos períodos de festas e férias. Tradicionalmente, os meses com maior volume de viagens para recreação na Baixada Santista são as férias estudantis de meio de ano (julho), festas de final de ano e carnaval (entre dezembro e fevereiro).

As rodovias do Sistema Anchieta-Imigrantes são bons exemplos de rodovias que cumprem a função de via tipo recreacional com grande variação ao longo dos meses do ano. Em 2013 o mês de dezembro foi o que apresentou o maior volume máximo mensal no sentido sul do Sistema Anchieta-Imigrantes com 2.032.998 veículos, enquanto o mês de junho foi de menor volume com o tráfego de 1.225.357 veículos. A média mensal para o ano de 2013 foi de 1.527.958 veículos. Comparativamente, a relação entre o volume mínimo mensal é superior em 0,8 vezes ao volume médio mensal para o trecho de descida da serra, ao passo que o volume médio mensal é inferior em 1,33 vezes ao volume máximo mensal (VETEC ENGENHARIA, 2014).

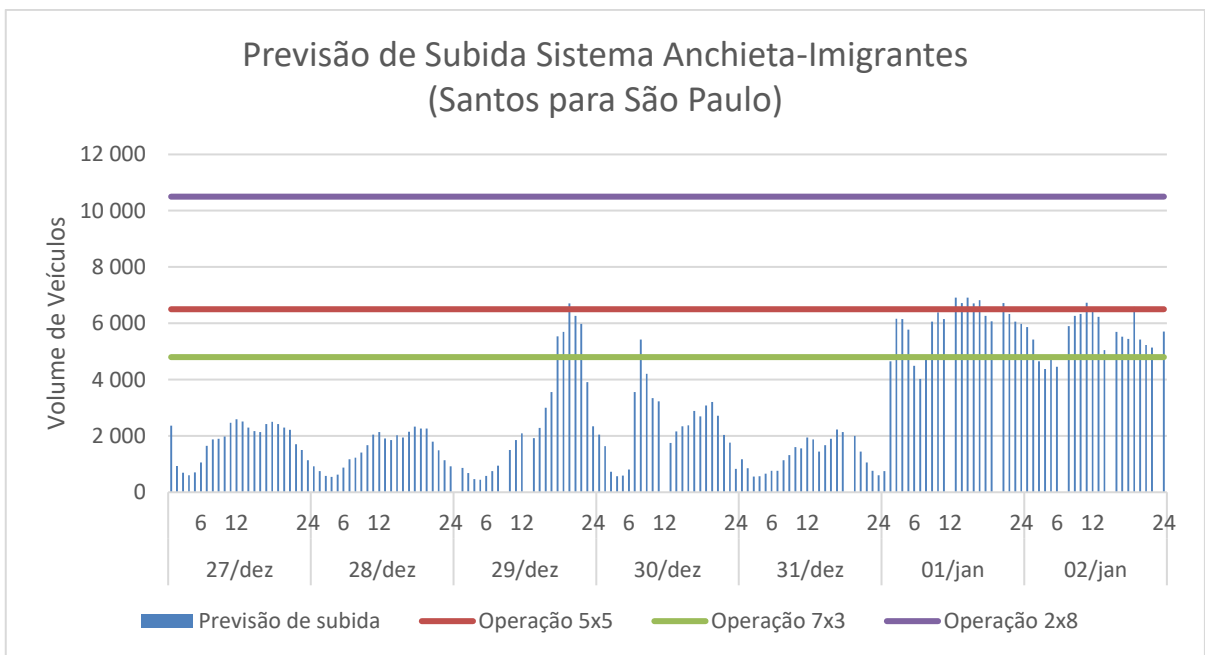
As figuras a seguir apresentam o esquema de planejamento do fluxo de veículos para as festas do final de ano entre 2013 e 2014.





Fonte: Ecovias e Vetec Engenharia (2014)

**Figura 32 – Programação do fluxo de veículos do feriado de ano novo entre os anos de 2013 e 2014 (descida da serra sentido a cidade de Santos)**

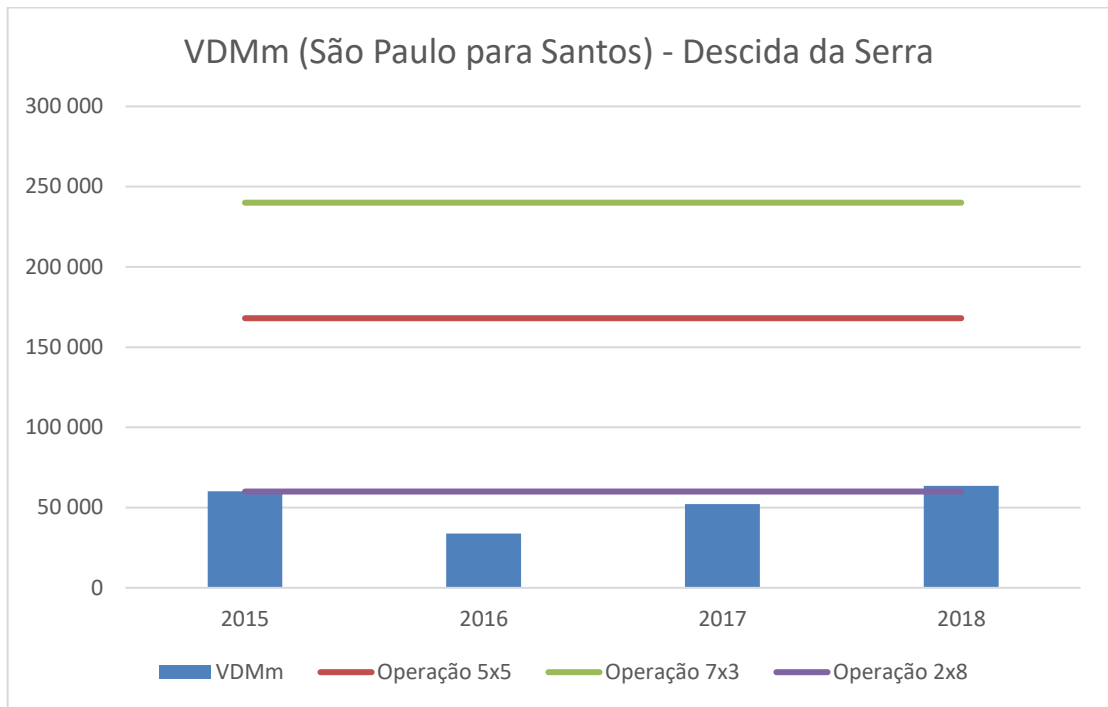


Fonte: Ecovias e Vetec Engenharia (2014)

**Figura 33 – Programação do fluxo de veículos do feriado de ano novo entre os anos de 2013 e 2014 (subida da serra sentido a cidade de São Paulo)**

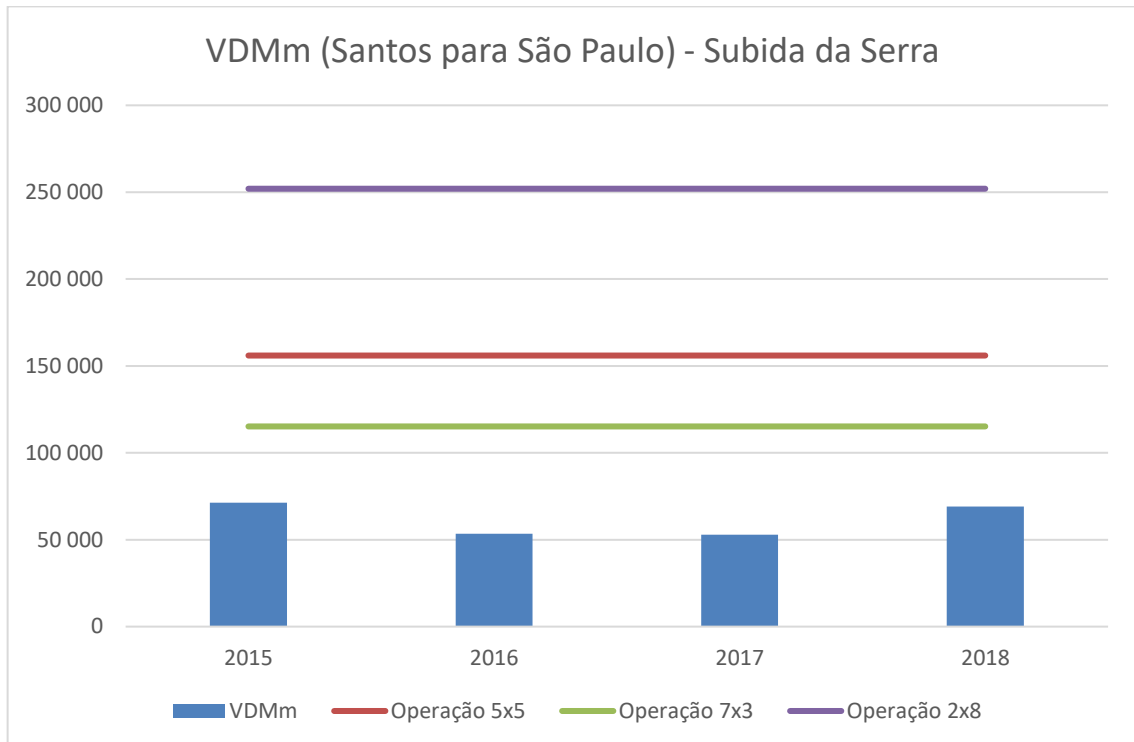
As Figura 32 e Figura 33 mostram que, para o feriado de ano novo (2013-2014), o Sistema Anchieta-Imigrantes teve que alterar por diversos momentos o tipo de operação da rodovia para a melhoria do fluxo de veículos. Como forma de replicar os dados para os anos de 2015 a 2018 e avaliar os efeitos do mês com maior

volume de veículos, foi efetuado o cálculo do VDM para o Sistema Anchieta-Imigrantes para estes anos, aplicando o fator de 1,33 sobre o Volume Médio Diário Mensal (VDMm), para que assim fosse estimado o volume máximo mensal para os anos entre 2015 e 2018. Para estabelecer limite de alteração foram utilizados os dados dos esquemas operacionais apresentados no Quadro 16.



Fonte: DER (2020) com cálculos próprios

**Figura 34 – Estimativa do VDMm do Sistema Anchieta-Imigrantes no trecho de descida da Serra entre os anos de 2015 e 2018**



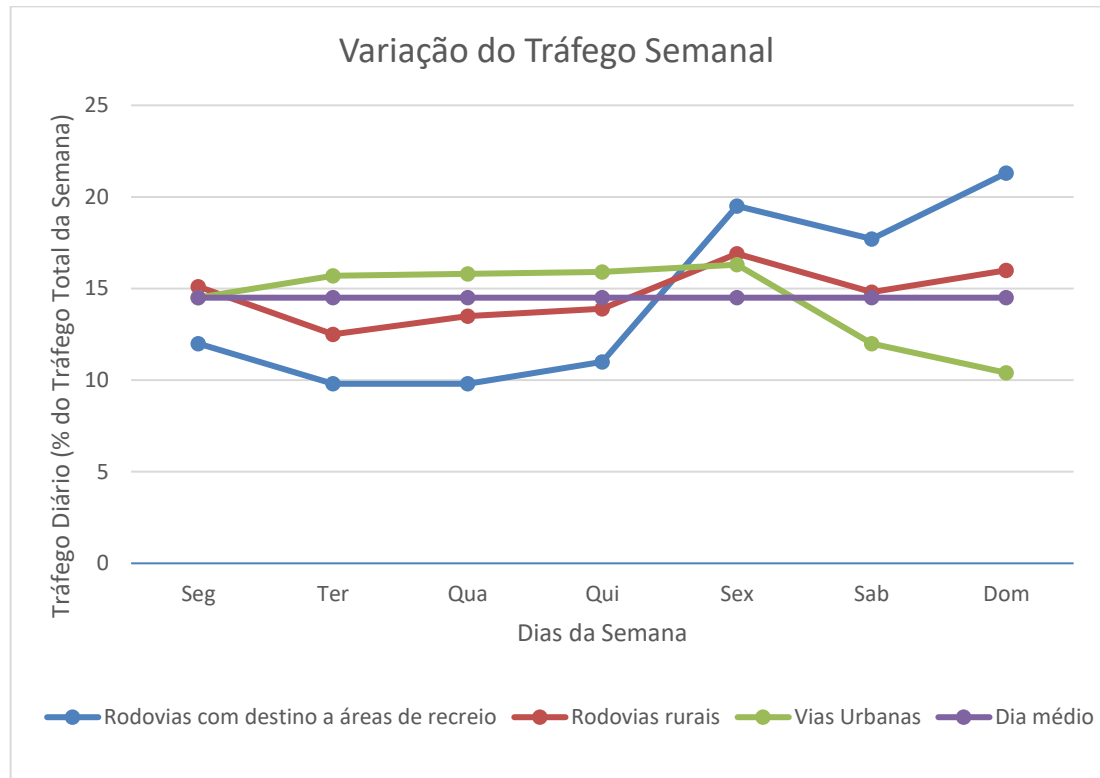
Fonte: DER (2020) com cálculos próprios

**Figura 35 – Estimativa do VDMm do Sistema Anchieta-Imigrantes no trecho de subida da Serra entre os anos de 2015 e 2018**

De acordo com a estimativa do volume máximo médio mensal do Sistema Anchieta-Imigrantes, a operação está em conformidade com o projetado, caso haja um balanço adequado entre sentidos. Entretanto, nos momentos em que o tráfego de veículos estiver intensificado em contrafluxo da operação estabelecida, podem ocorrer congestionamentos e estrangulamento do tráfego de veículos.

### Variação do Volume de Tráfego Semanal

A variação do tráfego de veículos em rodovias com destino a áreas recreio também pode ser observada ao longo da semana, onde os volumes de pico são nos fins de semana, com maiores volumes nas sextas-feiras e domingos. Em zonas urbanas, os picos de tráfego ocorrem durante os dias úteis, com as sextas-feiras dispondo do maior tráfego de veículos DNIT (2006). A Figura 36 traz os dados de variação semanal do fluxo de veículos levantados para rodovias dos Estados Unidos, levantados pelo *Minnesota Department of Transportation*, citado por DNIT (2006).

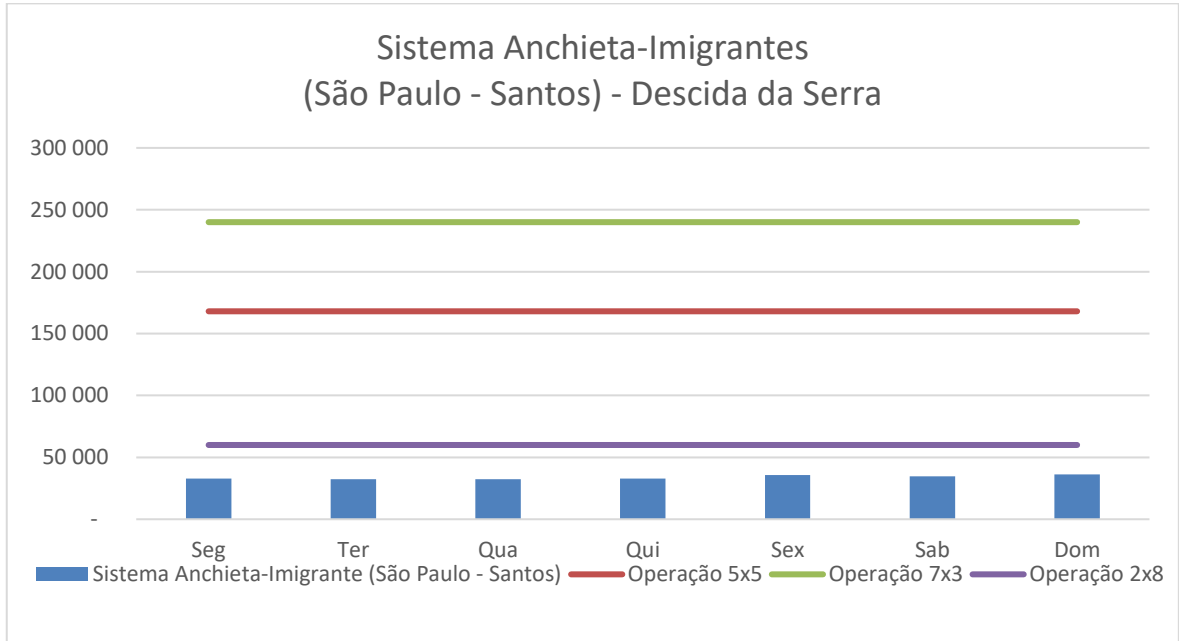


Fonte: Minnesota Department of transportation citado por DNIT (2006). Elaboração com cálculos próprios.

Figura 36 – Exemplo de variação semanal por tipo de rodovia

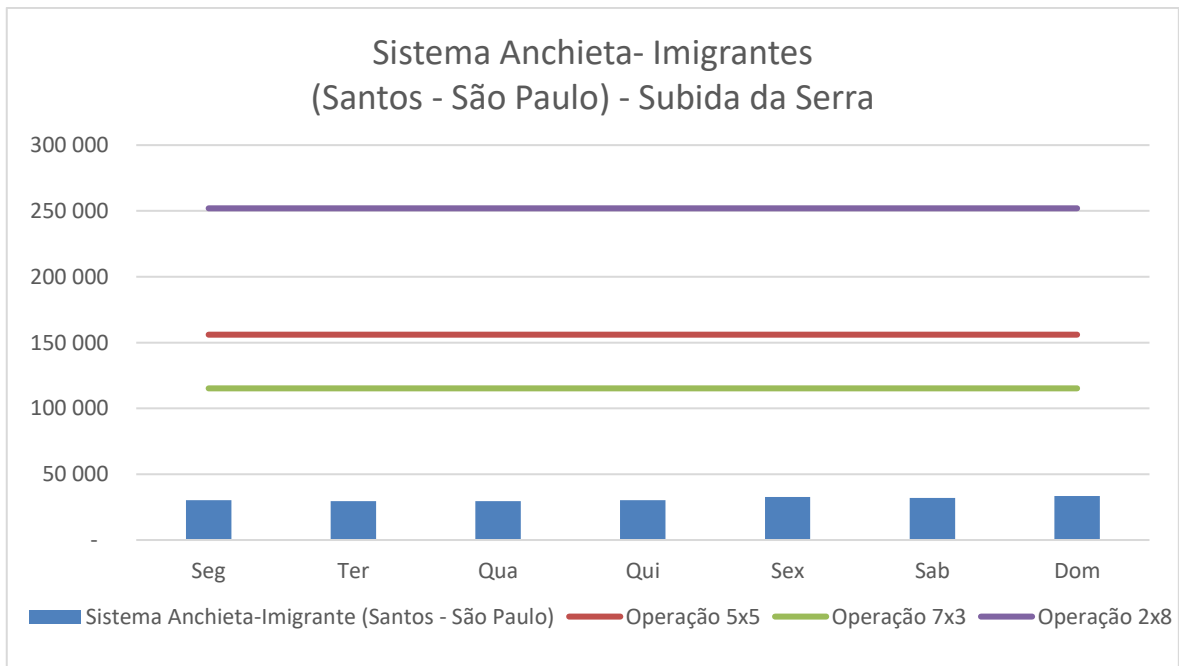
Tomando como referencial a Figura 36, foram aplicados os dados de rodovias com destino a áreas de recreio para as vias da Região da Baixada Santista, já que os gráficos para este tipo de rodovia impõem uma maior pressão sobre o sistema quando comparada aos demais tipos de uso de rodovia.

Frente ao aumento do fluxo no sentido das áreas de recreio nas sextas-feiras, e fluxo de veículos no sentido oposto ao domingo, foi aplicado também um fator de pico por sentido de 65% para vias do tipo radial urbana, considerando a 50ª hora do ano, definido pela *Highway Capacity Manual* (2000), citado por DNIT (2006).



Fonte: Minnesota Department of transportation citado por DNIT (2006) e DER (2019). Elaboração com cálculos próprios.

Figura 37 – Variação semanal do Sistema Anchieta-Imigrantes (2018) para a descida da serra (São Paulo - Santos) comparados ao limite de alteração.



Fonte: Minnesota Department of transportation citado por DNIT (2006) e DER (2019). Elaboração com cálculos próprios.

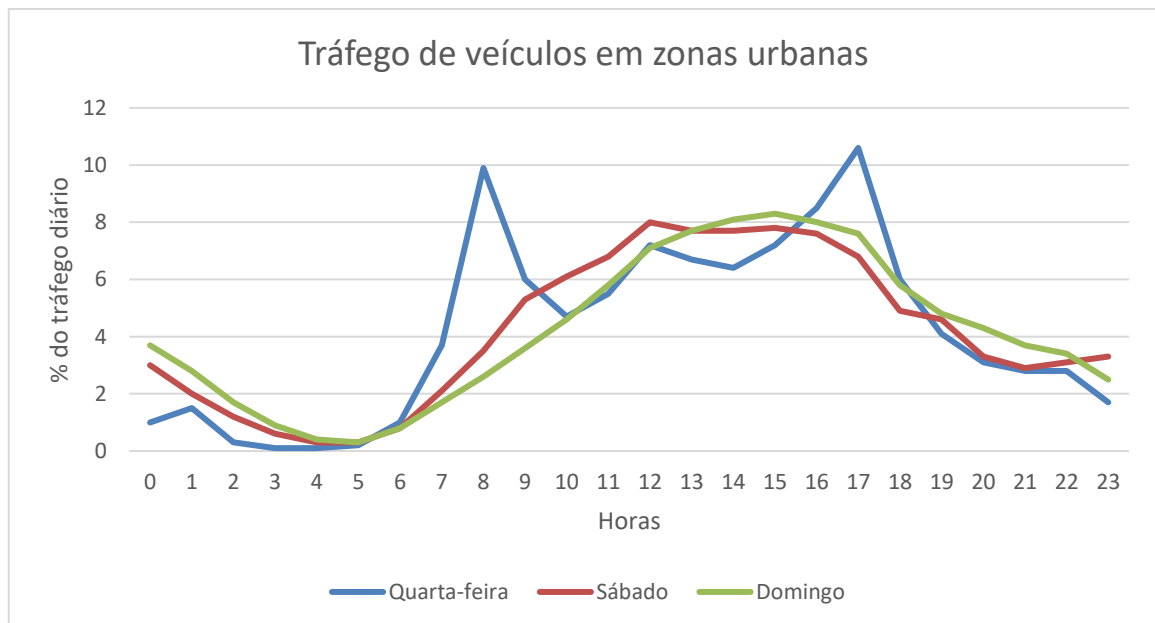
Figura 38 – Variação semanal do Sistema Anchieta-Imigrantes (2018) para a subida da serra (Santos - São Paulo) comparados ao limite de alteração.

Por meio da análise da estimativa da variação semanal, pode-se observar que os limites de alteração não foram ultrapassados em todos os cenários propostos para o Sistema Anchieta Imigrantes.

### Variação do Volume de Tráfego ao Longo do Dia

O comportamento do fluxo de veículos em diferentes horas do dia, depende diretamente das características de uso da via e do dia da semana avaliado. As vias de tráfego próximas às zonas urbanas, são influenciadas pelas atividades econômicas e dinâmicas populacionais. Em geral, os dias úteis (de segunda-feira a sexta-feira) são os períodos que promovem os congestionamentos que são constantemente observados nas grandes cidades brasileiras, refletindo o movimento pendular das zonas residenciais para os locais de escola e trabalho.

Nos finais de semana, a variação horária não apresenta picos bem definidos, mas ocorre uma crescente no fluxo de veículos no início da manhã, com declínio ao final da tarde. Estas características estão expressas na Figura 39, onde o DNIT (2006) se baseou no *Traffic and Transportation Engineering Handbook* para elaboração do gráfico.



Fonte: *Traffic and Transportation Engineering Handbook* citado por DNIT (2006). Elaboração com cálculos próprios.

Figura 39 – Exemplo de variação do tráfego de veículos ao longo do dia

A Região da Baixada Santista compreende diversas sedes municipais conurbadas, com alto grau de urbanização e elevada densidade demográfica. As rodovias da região perpassam cidades, zonas industriais e polos logísticos, impulsionando o movimento pendular residência – trabalho.

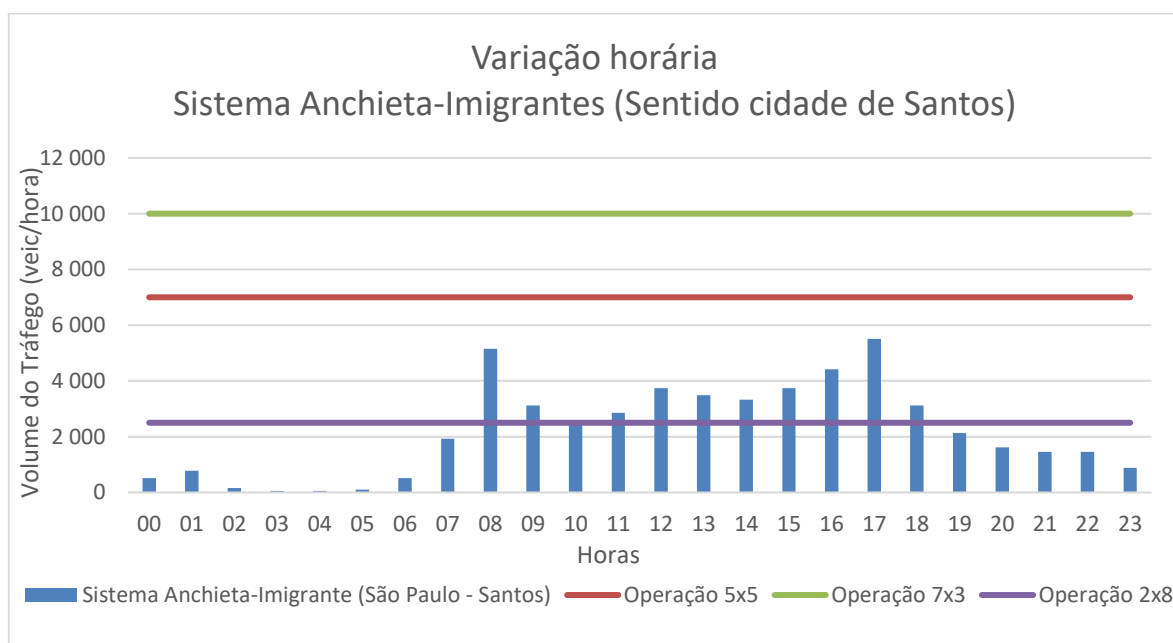
Buscando compreender os movimentos do tráfego no Sistema Anchieta-Imigrantes em dias úteis aplicou-se os dados do Traffic and Transportation Engineering Handbook, aos dados do VDM para o Sistema. Como a dimensão da análise é horária, o limite de alteração também foi alterado conforme Quadro 17.

Os resultados dos cálculos estão dispostos na Figura 40 e Figura 41.

Quadro 17 - Esquema operacionais para o sistema Anchieta-Imigrantes

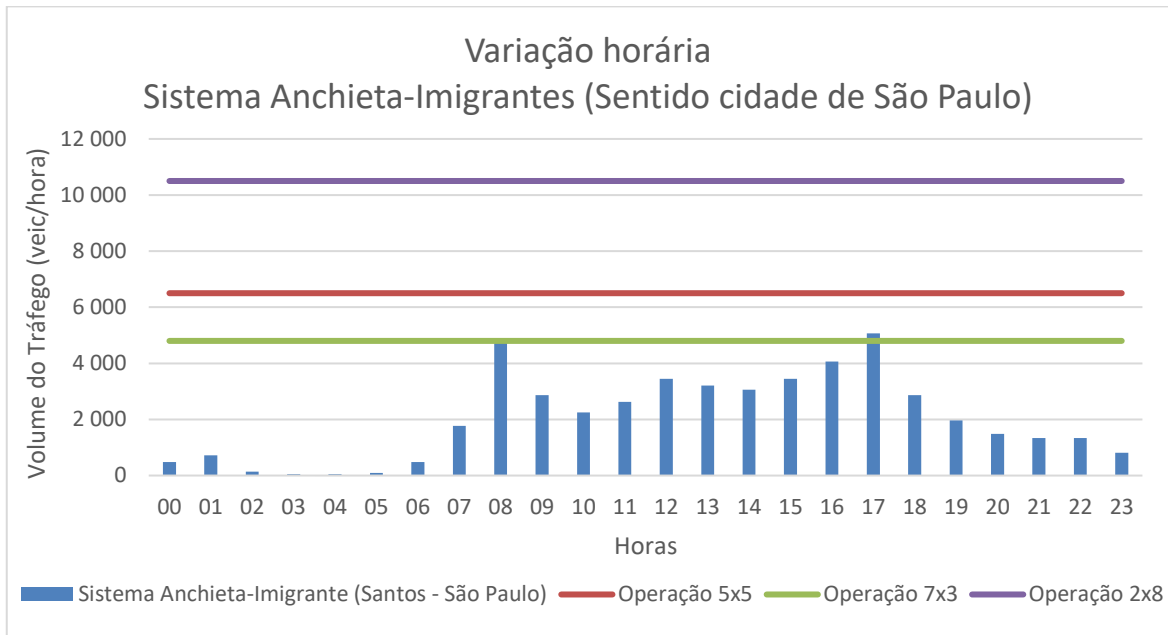
Esquema	Descrição	Volume Máximo (veic/h)	
		Descida	Subida
Esquema 5x5	5 faixas de descida e 5 de subida	7.000	6.500
Esquema 7x3	7 faixas de descida e 3 de subida	10.000	4.800
Esquema 2x8	2 faixas de descida e 8 de subida	2.500	10.500

Fonte: Vetec Engenharia (2014) com cálculos próprios.



Fonte: Traffic and Transportation Engineering Handbook citado por DNIT (2006) e DER (2019). Elaboração com cálculos próprios.

Figura 40 – Variação do tráfego de veículos no Sistema Anchieta-Imigrantes sentido cidade de Santos ao longo de um dia útil.



Fonte: *Traffic and Transportation Engineering Handbook* citado por DNIT (2006) e DER (2019). Elaboração com cálculos próprios.

**Figura 41 – Variação do tráfego de veículos no Sistema Anchieta-Imigrantes sentido cidade de São Paulo ao longo de um dia útil.**

A estimativa do tráfego de veículos ao longo de um dia útil para o Sistema Anchieta-Imigrantes, quando comparado ao limite de alteração, revela que a infraestrutura rodoviária comporta as variações e picos horários com operação normal (Esquema 5x5). No entanto, caso haja um esquema de operação diferente por variação especial (festas, feriados, entre outros) em dia útil, pode haver o estrangulamento do trânsito, sobretudo no sentido de descida da serra quando o esquema operacional for 2X8, e no sentido de subida quando o esquema operacional for 7X3.

## Rodovias SP-055 e SP-061

As rodovias SP-055 e SP-061 têm seu traçado paralelo à linha de costa da região e encaminham o tráfego dos litorais sul e norte paulistas para as cidades de Guarujá, Santos, São Vicente, Praia Grande e Cubatão.

A SP-055 é uma rodovia que tem em quase toda a sua extensão (entre as cidades de Peruíbe e Praia Grande) quatro faixas de rolamento, duas por sentido. Nas proximidades da cidade de Praia Grande, a SP-055 ganha uma nova faixa por



sentido, buscando o aumento do aporte de tráfego proporcionado pela dinâmica econômica e populacional gerada pela zona urbana. Já a rodovia SP-061, conecta a cidade de Bertioiga a Guarujá, em uma via simples de mão dupla.

Os limites de alteração propostos para as rodovias SP-055 e SP-061 estão baseados nos dados do Manual de Estudos de Tráfego do DNIT (2006), referentes ao fluxo máximo de uma rodovia com base nos resultados observados em rodovias dos Estados Unidos, Canadá, Europa e Japão, como exemplos reais do VDM máximo para diversos tipos de vias. Com base no mesmo manual, foi calculado, mediante regressão linear simples, o VDM máximo para rodovias de faixas múltiplas com três e duas faixas de rolamento por sentido, já que o manual tem disponíveis informações desta natureza somente para rodovias com até quatro faixas por sentido. Assim, os limites máximos observados, e que serão utilizados como limites de alteração, são:

- Vias Rurais de Pista Simples: 41.130 veículos por dia.
- Vias de Faixas Múltiplas: 85.500 veículos por dia (duas faixas) e 122.400 veículos por dia (três faixas)

Quadro 18 - Limites de alteração dos principais trechos rodoviários

Município	Rodovia	Trecho	Limite de Alteração
Bertioiga	SP-055	Maresias x Riviera	85.500 veículos por dia (duas faixas)
		Riviera x Bertioiga	
	SP-098	Esplanada x Bertioiga*	
Praia Grande	SP-055	Pedro Taques –Mongaguá*	
		Mongaguá - Itanhaém	122.400 veículos por dia (três faixas)
		Fim do Trecho Concedido – Mongaguá	
		SPA 291/055 (SP 055 Pedro Taques - Praia Grande)	
Mongaguá	SP-055	Mongaguá – Itanhaém*	85.500 veículos por dia (duas faixas)
Itanhaém	SP-055	Itanhaém – Peruíbe	
Guarujá	SP-061	Guarujá x Bertioiga	41.130 veículos por dia

\* Os trechos Esplanada-Bertioiga, Pedro-Taques- Mongaguá e Mongaguá-Itanhaém apenas têm dados de tráfego para 2000-2005

Fonte: DNIT (2006) com cálculos próprios.

### Variação do Volume de Tráfego Anual

A análise do volume de tráfego anual é baseada no Volume Diário Médio (VDM), e feita individualmente para os trechos das rodovias SP-055 e SP-061. Os dados foram obtidos no portal do Departamento de Estradas de Rodagem de São Paulo (DER) para os anos de 2009 a 2018. As séries históricas foram confrontadas com os limites de alteração e são apresentadas em gráficos a seguir.

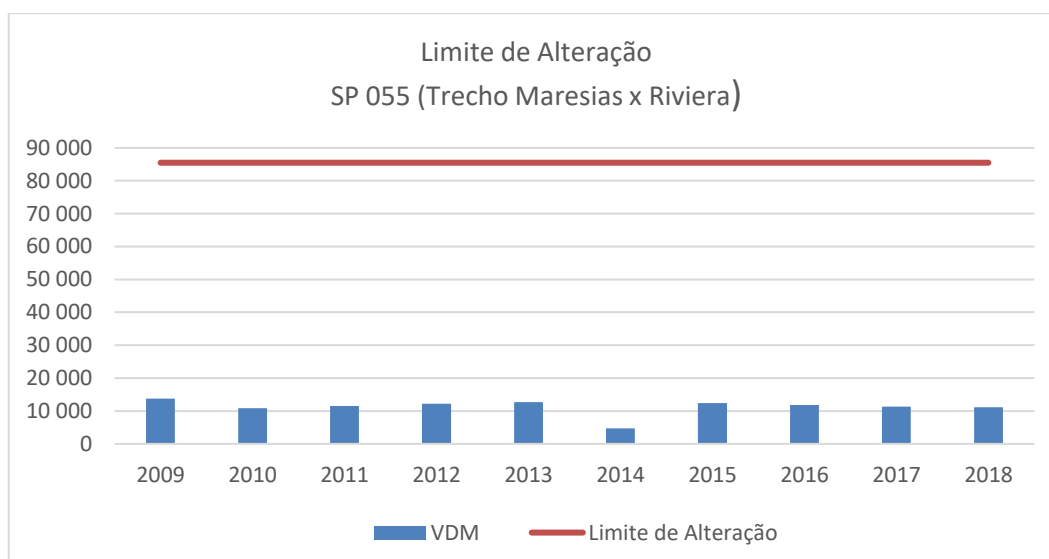


Figura 42 – Limite de alteração para mobilidade urbana na rodovia SP 055 no trecho Maresias x Riviera

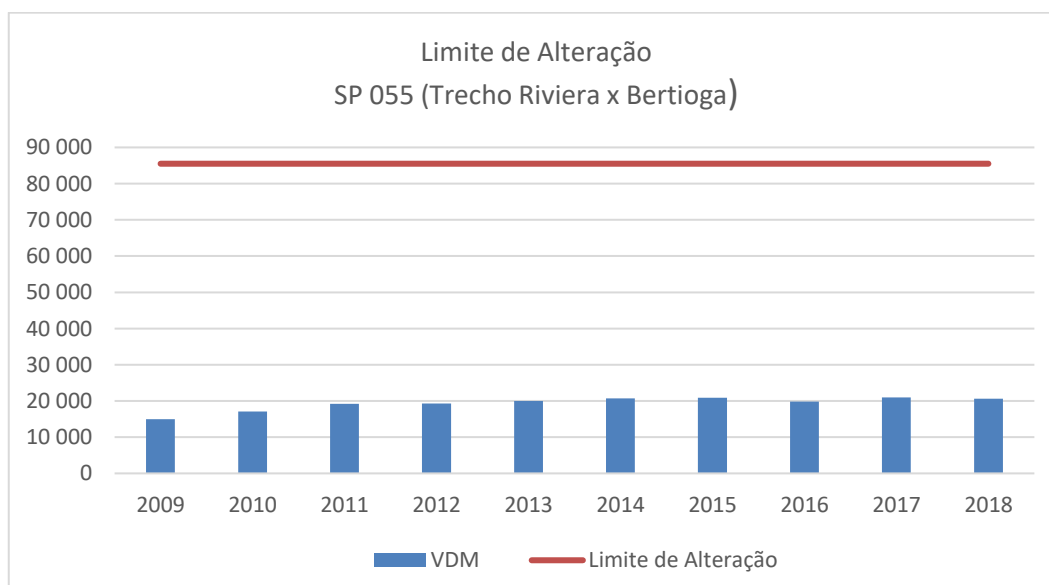


Figura 43 – Limite de alteração para mobilidade urbana na rodovia SP 055 no trecho Riviera x Bertioga

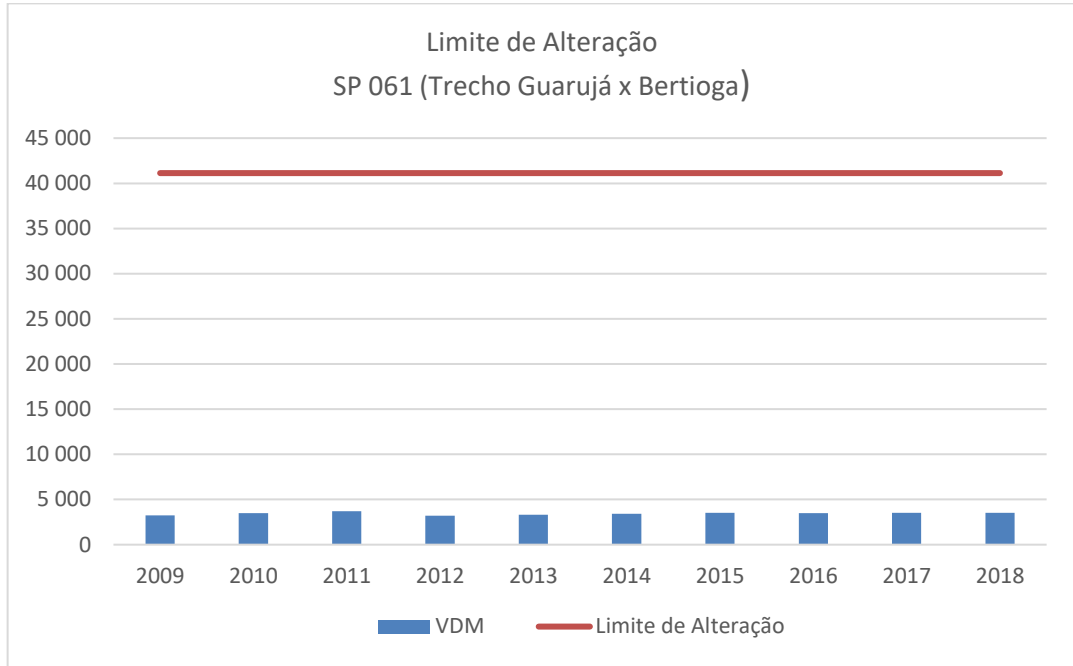


Figura 44 – Limite de alteração para mobilidade urbana na rodovia SP 061 no trecho Guarujá x Bertioga

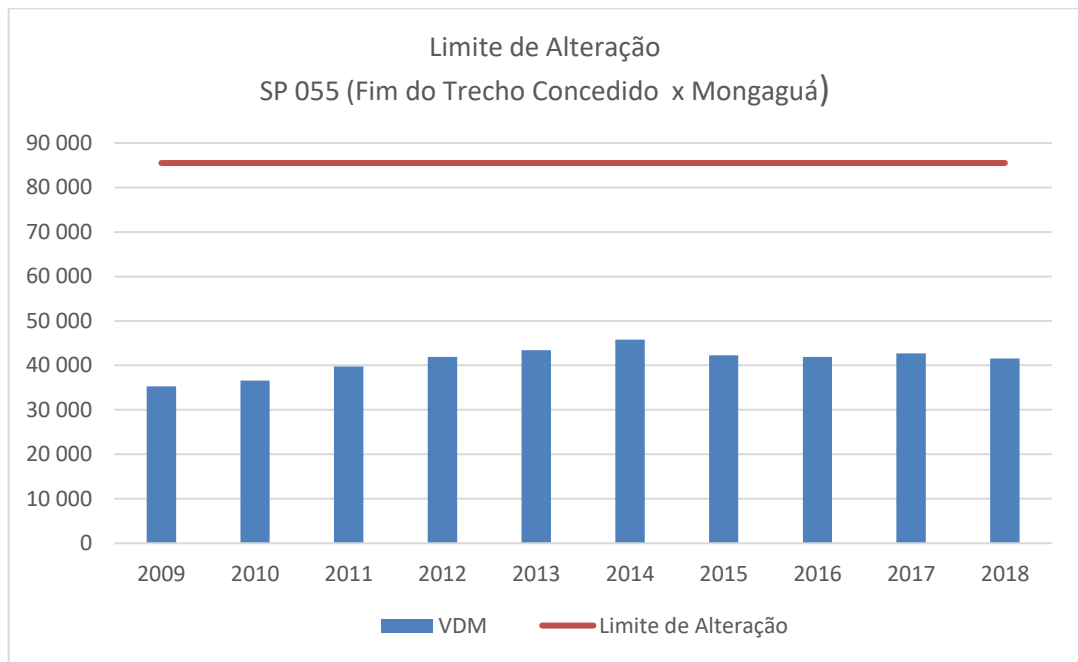


Figura 45 – Limite de alteração para mobilidade urbana na rodovia SP 055 entre o fim do trecho concedido x Mongaguá

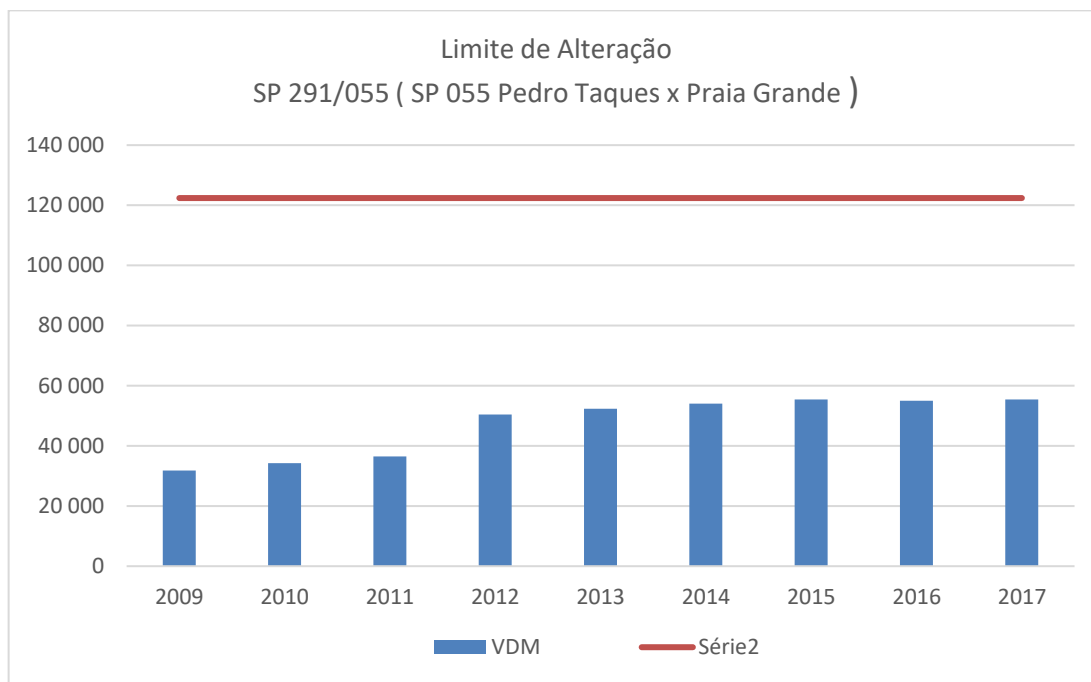


Figura 46 – Limite de alteração para mobilidade urbana na rodovia SP 055 no trecho Pedro Taques x Praia Grande

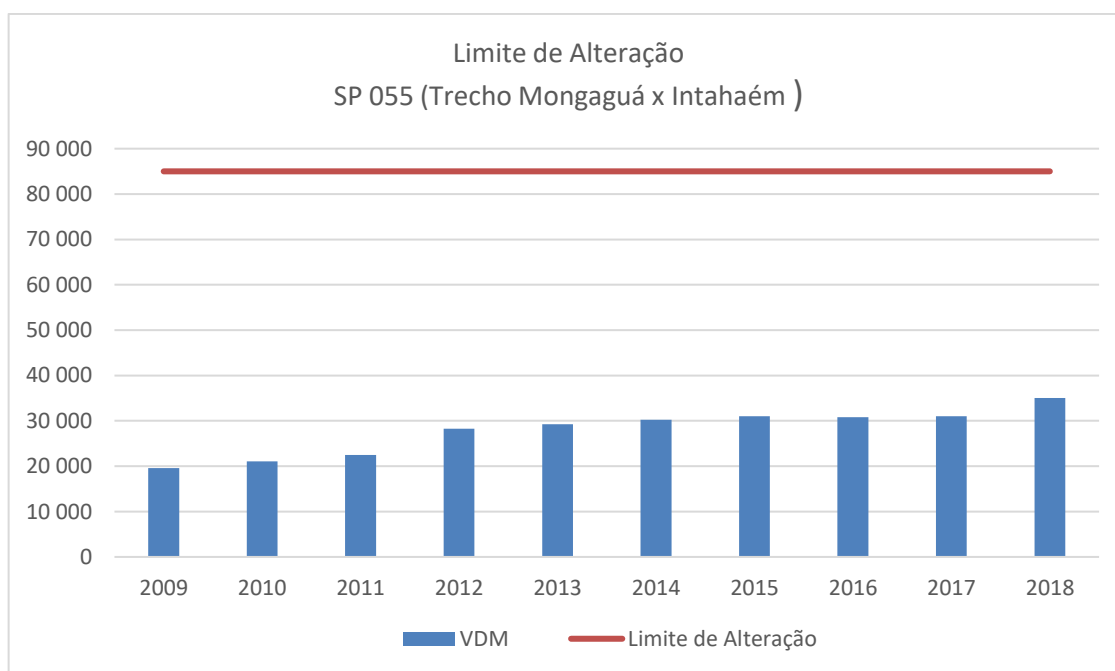
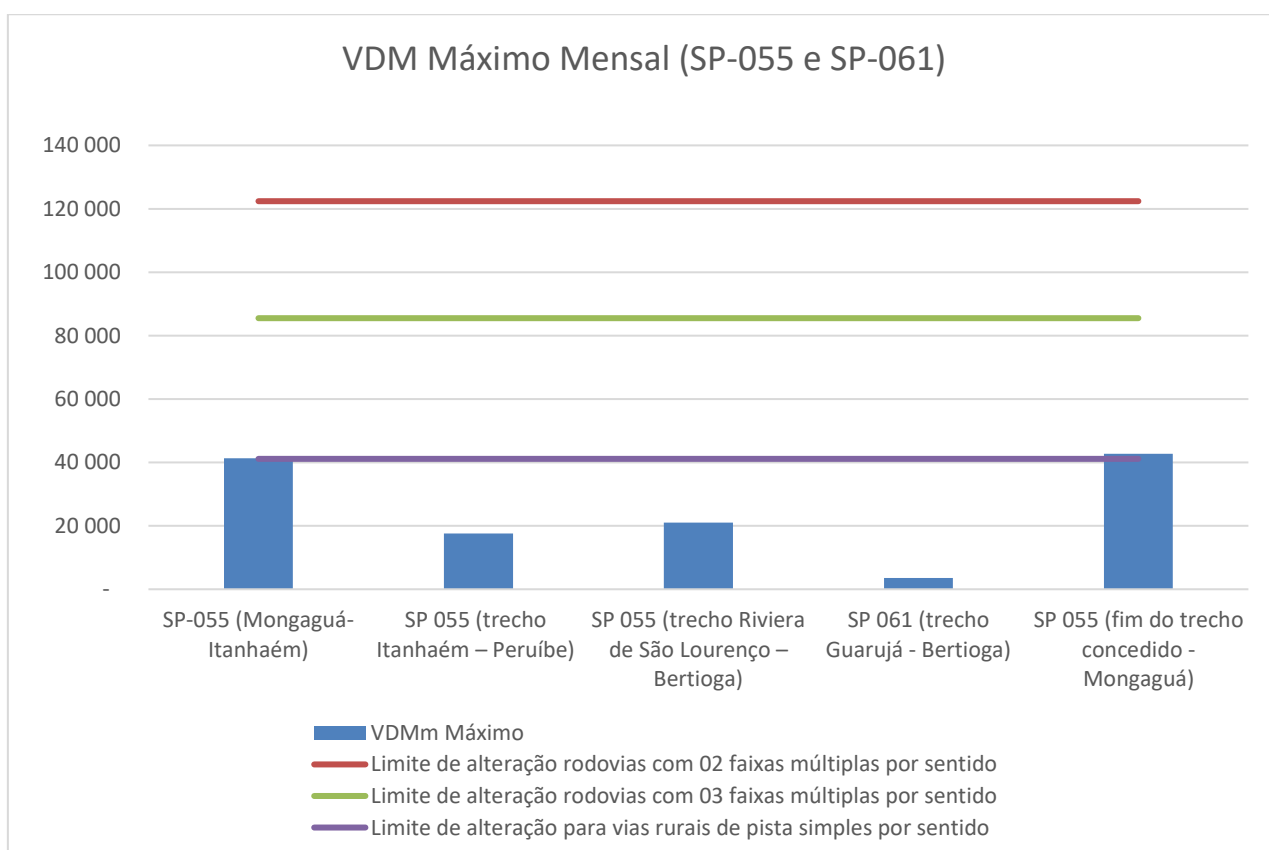


Figura 47 – Limite de alteração para mobilidade urbana na rodovia SP 055 no trecho Mongaguá x Itanhaém (em Mongaguá)

### Varição do Volume de Tráfego Mensal

Para o cálculo do volume de tráfego médio máximo mensal (VDMm) das Rodovias SP-055 e SP-061, foi aplicado um fator de acréscimo de 31% sobre o Volume Médio Diário (VDM) referente ao ano de 2017 (último ano que possui dados para todas as rodovias). O fator de 31% refere-se ao pico da variação mensal em rodovias rurais americanas, apresentado por Muranyi e citado por DNIT (2006). Portanto, os limites máximos são os mesmos utilizados para VDM anual, abaixo apresentado:

- Vias Rurais de Pista Simples: 41.130 veículos por dia.
- Vias de Faixas Múltiplas: 85.500 veículos por dia (duas faixas) e 122.400 veículos por dia (três faixas)



\*O limite de alteração para vias rurais em pistas simples serve como limite de alteração para a SP-061

\*\*O limite de alteração para vias com 03 faixas múltiplas serve como limite de alteração para a SP-055 (fim do trecho concedido-Mongaguá e Pedro Taques - Praia Grande)

Fonte: *Muranyi* citado por DNIT (2006) e DER (2019). Elaboração com cálculos próprios.

**Figura 48 – Varição mensal das rodovias SP-055 e SP-061 para o ano de 2017 comparadas ao limite de alteração proposto.**

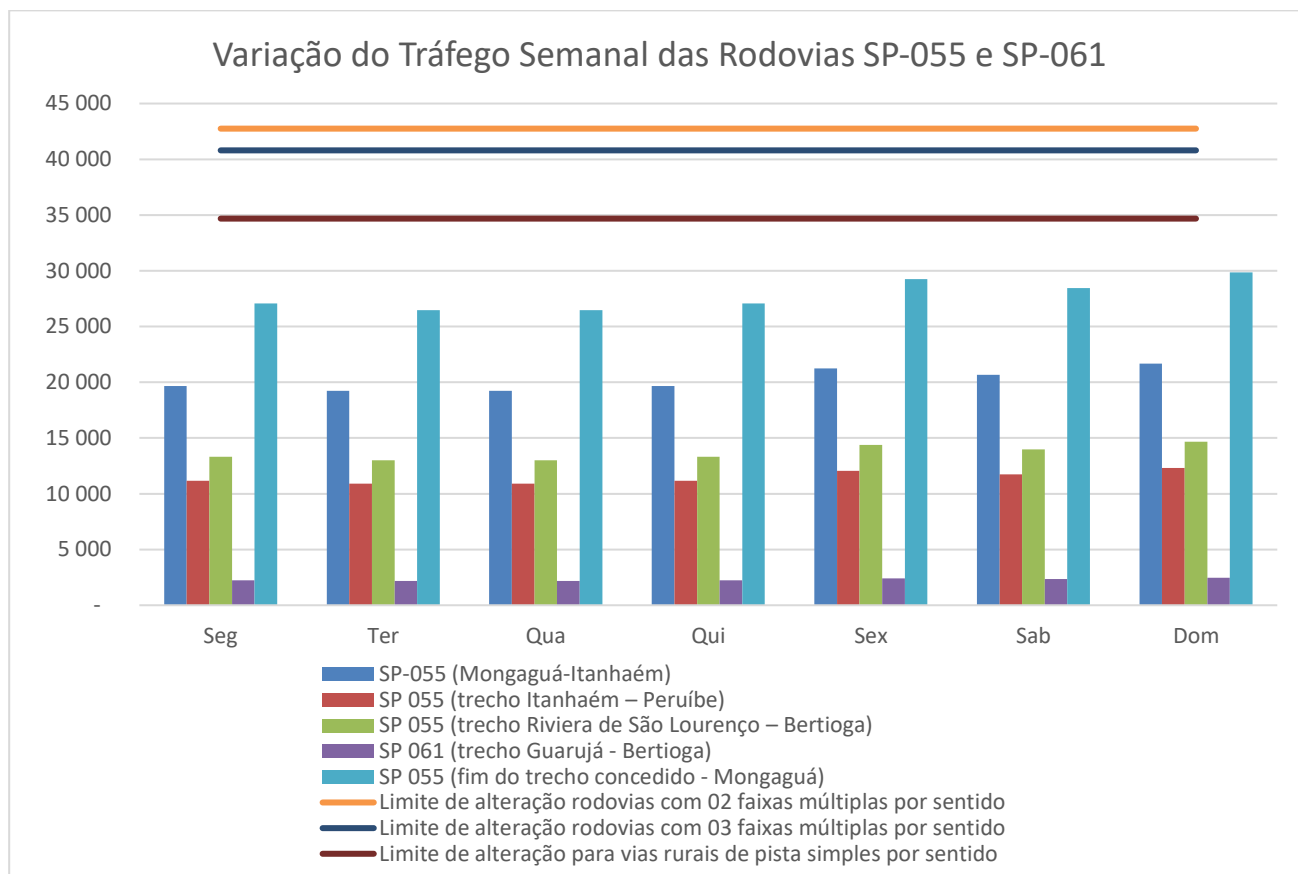
O mês de dezembro deverá ser o período em que há um maior tráfego de veículos, refletido nos dados estimados na Figura 48 em que há bastante folga do VDMm para o limite de alteração.

### Variação do Volume de Tráfego Semanal

De forma análoga ao realizado para o Sistema Anchieta-Imigrantes, tomou-se como referencial a **Figura 36**. Frente ao aumento do fluxo no sentido as áreas de recreio nas sextas-feiras e fluxo de veículos no sentido oposto ao domingo, foi aplicado também um fator de pico por sentido de 65% para vias do tipo radial urbana considerando a 50ª hora do ano, definido pela *Highway Capacity Manual* (2000), citado por DNIT (2006).

Assim, foi calculada a variação ao longo da semana das rodovias SP-055 e SP-061 para o VDM de 2017 (último ano que possui dados para todas as rodovias) e feita a comparação com os limites de alteração por sentido da via. Portanto, os limites de alteração para análise do tráfego semanal foram:

- Vias Rurais de Pista Simples: 34.700 veículos por dia (referente ao sentido com tráfego de veículos mais intenso).
- Vias de Faixas Múltiplas por sentido: 42.750 veículos por dia (duas faixas) e 40.810 veículos por dia (três faixas)



\*O limite de alteração para vias rurais em pistas simples serve como limite de alteração para a SP-061

\*\*O limite de alteração para vias com 03 faixas múltiplas serve como limite de alteração para a SP-055 (fim do trecho concedido-Mongaguá e Pedro Taques - Praia Grande)

Fonte: Minnesota Department of transportation citado por DNIT (2006) e DER (2019). Elaboração com cálculos próprios.

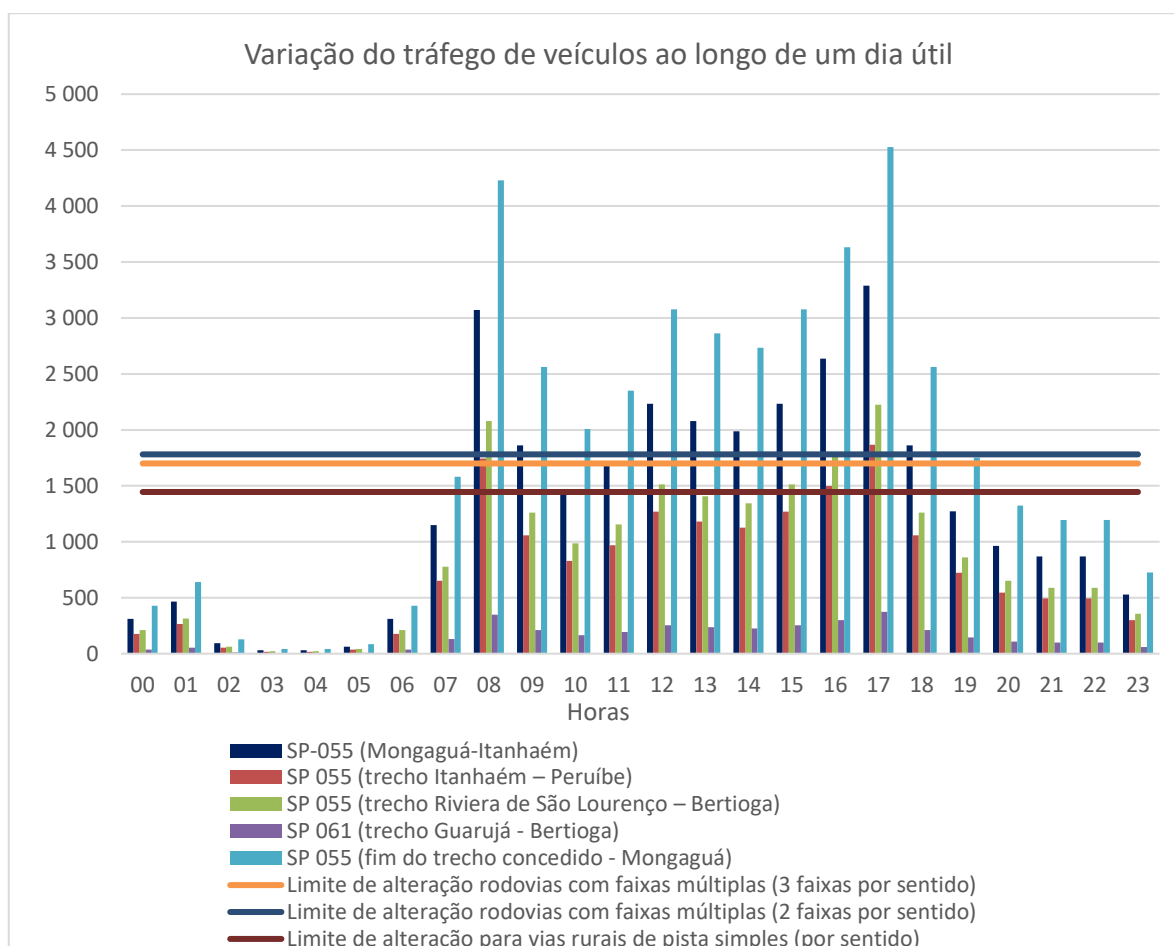
**Figura 49 – Variação semanal das rodovias SP-055 e SP-061 para o ano de 2017 comparadas ao limite de alteração proposto.**

A estimativa do fluxo de veículos ao longo da semana apresentada na Figura 49 mostra que a SP-055, no seu trecho próximo a Praia Grande, que vem acumulando o tráfego de veículos originados da SP-230, municípios de Peruíbe, Itanhaém e Mongaguá, é o trecho mais crítico da rodovia SP-055. Este trecho também recebe parte do fluxo de veículos vindos do Sistema Anchieta-Imigrantes através do trevo de Cubatão, e é a principal via de destino do litoral sul de São Paulo para as cidades de Cubatão, Santos, Guarujá, São Vicente e Praia Grande. Apesar dessa condição de trecho com maior estresse à SP-055, a estimativa da variação semanal não atinge o limite de alteração por sentido de fluxo.

### Variação do Volume de Tráfego ao Longo do Dia

Buscando compreender os movimentos do tráfego nas Rodovias SP-055 e SP-061 em dias úteis, aplicou-se os dados do *Traffic and Transportation Engineering Handbook*, aos dados do VDM para estas rodovias. Como a dimensão da análise é horária, o limite de alteração também foi alterado conforme apresentado a seguir:

- Vias Rurais de Pista Simples: 1.445 veículos por hora (referente ao sentido com tráfego de veículos mais intenso);
- Vias de Faixas Múltiplas por sentido: 1.780 veículos por hora (duas faixas) e 1.700 veículos por hora (três faixas).



\*O limite de alteração para vias rurais em pistas simples serve como limite de alteração para a SP-061

\*\*O limite de alteração para vias com 03 faixas múltiplas serve como limite de alteração para a SP-055 (fim do trecho concedido-Mongaguá e Pedro Taques - Praia Grande)

Fonte: *Traffic and Transportation Engineering Handbook* citado por DNIT (2006) e DER (2019). Elaboração com cálculos próprios.

**Figura 50 – Variação do tráfego de veículos nas Rodovias SP-055 e SP-061 ao longo de um dia útil.**



Analisando a Figura 50, percebe-se que variação do tráfego ao longo do dia para a Rodovia SP-055, ultrapassa o limite de alteração em diversos trechos da rodovia. Cabe destaque aos trechos entre Mongaguá-Itanhaém e fim do trecho concedido-Mongaguá, em que o volume do tráfego de veículos é superior ao limite de alteração de forma mais persistente.

Para os demais trechos, os períodos em que são ultrapassados os limites de alteração, são os horários de saída para o trabalho entre as 07:00 e as 09:00 da manhã e de retorno para as residências, entre as 16:00 e as 19:00 horas.

### ***IV.3.3. Significância dos impactos***

Na presente seção é avaliada a significância do impacto cumulativo identificado para o fator mobilidade urbana, ou seja, Aumento do Tráfego de Veículos para os municípios de Praia Grande, Itanhaém e Bertioga. 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 da mobilidade urbana a variável condição que foi utilizada foi Volume Diário Médio das rodovias da região.

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, **Aumento do Tráfego de Veículos**, possui **natureza negativa**, uma vez que prejudica a qualidade de vida da população, aumentando o tempo de deslocamento e o risco de acidentes nas estradas.

Considerando que o impacto não se limita a um único trecho de rodovia, que por muitas vezes se conecta a outras estradas, em **escala espacial** este impacto se manifesta de forma regional, com **duração** prevista como longo prazo, pois para melhoria da mobilidade é necessária a implantação de novas vias, melhoria da pavimentação, construção de obras de arte, entre outros. Estas obras são consideradas de grande porte com custo bastante elevado.

Este impacto se manifesta com uma **frequência contínua**, com o trânsito constante de veículos nas rodovias, demonstrada pelo tráfego de veículos diários,

com a ultrapassagem dos limites de alteração principalmente para a SP-055 em diversos trechos.

A **magnitude** varia entre moderada e alta pois, excetuando os períodos de festas e eventos especiais, o limite de alteração é somente ultrapassado para a Rodovia SP-055 em determinados trechos (entre Itanhaém e Praia Grande) e em alguns períodos do dia, principalmente nos horários de saída para o trabalho entre as 07:00 e as 09:00 da manhã e de retorno para as residências entre as 16:00 e as 19:00 horas.

Por fim, este impacto, em termos de **significância** é considerado como muito significativo, para os municípios de Itanhaém, Mongaguá e Praia Grande, em especial quando analisados os trechos da SP-055, onde a variação do tráfego ao longo do dia ultrapassa os limites de alteração propostos. Quando o limite de alteração é ultrapassado, o intenso tráfego de veículos aumenta o tempo de viagem dos motoristas que trafegam curtas distâncias, bem como dos transeuntes que seguirão para os demais destinos para além-fronteiras da Região da Baixada Santista.

Quadro 19 – Classificação do impacto Aumento do Tráfego de Veículos

Componente	Classificação	Justificativa
Natureza	Negativa	Prejudica a qualidade de vida da população.
Escala Espacial	Regional	Este impacto afeta mais de um município.
Duração	Longo prazo	Os problemas de mobilidade requerem um período alargado para serem resolvidos; muitas vezes só podem ser solucionados mediante investimentos avultados.
Frequência	Contínua	O tráfego de veículos ocorre todos os dias, muitas vezes em fluxo pendular entre municípios, ultrapassando o limite de alteração em todos os dias úteis.
Magnitude	<b>Magnitude Alta</b> para os municípios de Itanhaém,	A maior magnitude do impacto cumulativo verifica-se nos trechos da SP-055 entre Itanhaém e Praia Grande, em que se percebe um maior incremento no tráfego no período em análise, com o Volume horário ultrapassando os limites de alteração em diversos períodos do

Componente	Classificação	Justificativa
	Mongaguá e Praia Grande. <b>Magnitude moderada</b> para os demais municípios	dia. Considera-se a magnitude alta nestes trechos, e moderada em termos regionais.
Significância	Muito Significativo	O impacto é muito significativo, sobretudo nos trechos da rodovia SP-055 Mongaguá-Itanhaém e fim do trecho concedido-Mongaguá, onde o volume horário ultrapassa o limite de alteração e por algumas horas do dia. A SP-055 por ser a rodovia preferencial para acesso do núcleo urbano de Santos, Guarujá, São Vicente, Cubatão e Praia Grande para o litoral sul paulista, amplia a significância do impacto.
Confiança	Média	A análise de impactos cumulativos para o fator mobilidade propôs o uso e várias variáveis de condição em diversos cenários. No entanto, a falta de dados e séries históricas de VDM, tempo de médio de viagem e outros, prejudicou uma análise mais criteriosa para o fator.

#### IV.3.4. Estimativa do estado futuro

A mobilidade urbana é um fator socioeconômico bastante dinâmico, com diversos estressores influenciando de forma direta e/ou indireta em diferentes proporções e magnitudes. Estes estressores são, portanto, aspectos indutores do impacto **Aumento do Tráfego de Veículos**, sendo, por conseguinte uma variável complexa de realizar projeção com acurácia e precisão elevadas.

O DNIT no seu Manual de Estudos de Tráfego (IPR-723), indica que a variação do tráfego de veículos ano a ano é influenciado por mudanças na economia do país, com redução no volume médio de veículos em períodos de menor dinamismo econômico, enquanto que nos momentos de melhora econômica o tráfego de veículos tende a aumentar. Deste modo, para estimativa de projeções futuras são necessários três aspectos fundamentais (DNIT,2006):

- Capacidade de produção e atração de viagens das diversas zonas de tráfego;
- Distribuição das viagens geradas entre as zonas;
- Variações na geração (produção e atração) e distribuição de viagens devido às mudanças demográficas, econômicas, dos meios de transporte da região, entre outros.

Os aspectos apresentados anteriormente têm relação direta com os estressores avaliados no relatório de mobilidade da fase 04, tais como: movimentação da carga portuária; atração de trabalhadores para a construção e operação de novos empreendimentos; e aumento da população. No entanto, por conta da falha na série de dados, características do transporte rodoviário brasileiro, e aumento progressivo do uso de modais como ferrovia para transporte de carga e uso de dutovias para transporte de produtos no Porto de Santos, a melhor correlação que proporcionou a identificação do impacto **Aumento do Tráfego de Veículos** foi com a geração de empregos municipais, sobretudo para os municípios de Praia Grande, Itanhaém e Bertioga.

A Região da Baixada Santista possui planejamento estratégico para as áreas de mobilidade, desenvolvimento econômico, habitação e saneamento básico, tendo como documento de referência o Plano Metropolitano de Desenvolvimento Estratégico da Baixada Santista 2014-2030 (PMDE-BS), elaborado no ano de 2014. Neste plano são estabelecidos objetivos e metas com projeções para 2030, os quais estão apresentados para o fator mobilidade no quadro seguinte.

*Quadro 20 – Objetivos e Metas para a mobilidade urbana.*

Objetivo	Metas 2030
Tornar o sistema de vias macro metropolitanas capaz de atender plenamente e satisfatoriamente às demandas de veículos e carros de passeio	Melhoria do nível de serviço, predominando os níveis A, B e C e erradicando os níveis D, E e F (a letra “A” representando condição de fluxo livre e letra “F” para colapso de fluxo com regimento de “para e anda”)
Aumentar a fluidez do trânsito e diminuir o tempo de deslocamentos de pessoas entre os municípios da RMBS	Queda de 20% no tempo de deslocamento regionais por modal quando comparado à pesquisa de Origem e Destino (OD) de 2012.

Objetivo	Metas 2030
Aumentar o número de usuários de transporte coletivo em todos os municípios da RMBS	Aumentar em 20% no número de viagens realizadas em transporte público, comparado aos dados de 2013 da Empresa Metropolitana de Transportes Urbanos de São Paulo (EMTU).
Aumentar o número de usuários de bicicletas para o transporte cotidiano diário	Aumentar em 20% no número de viagens realizadas por bicicleta em relação aos dados da Pesquisa de Origem e Destino de 2012.
Implantar sistema ferroviário macro metropolitano de cargas e de passageiros.	Reduzir em 5% no número de viagens realizadas por veículos entre a RMSP e RMBS após a implantação do trem metropolitano de passageiros, confrontando com os números de 2020 da concessionária ECOVIAS.

Fonte: GeoBrasilis (2014).

No âmbito dos objetivos e metas para mobilidade da RMBS, pretende-se alcançar uma melhoria nos próximos anos principalmente com a construção de infraestrutura e diversificação dos modais, potencialmente reduzindo a taxa de crescimento de tráfego de veículos. Unidos destas premissas, em 2013 a Secretaria de Logística e Transportes projetou o nível de serviço das rodovias Imigrantes (SP-160) e Anchieta (SP-150) para os anos de 2012, 2020 e 2030, utilizando como metodologia o *Highway Capacity Manual* (HCM). Assim, foram estabelecidas as seguintes classificações para os níveis de serviço:

- **Nível A** - Prevalece a operação em condições de fluxo livre, isto é, com total liberdade de manobras e escolha de velocidade no fluxo de tráfego. Há grande espaçamento entre os veículos e alto nível de conforto para o motorista. Para vias com velocidade de fluxo livre de 100 km/h, este nível corresponde a um máximo de 700 veículos equivalentes por hora e faixa;
- **Nível B** - Prevalece condição análoga de operação à observada no nível A. A velocidade mantém-se, porém, a liberdade de manobras é levemente reduzida. O espaçamento entre os veículos corresponde à extensão de 18 carros;
- **Nível C** - A velocidade de operação ainda se mantém próxima à do fluxo livre. A restrição a manobras dentro da corrente de tráfego já é

nitidamente perceptível, exigindo maior atenção dos motoristas nas mudanças de faixa. Pequenos incidentes ainda podem ser absorvidos sem que ocorram paradas no fluxo. O espaçamento entre os veículos é de aproximadamente 11 carros

- **Nível D** - Nesse patamar, com o aumento do fluxo, a velocidade começa a declinar ligeiramente e a densidade cresce rapidamente. A liberdade de manobras dentro da corrente de tráfego é perceptivelmente limitada. Pequenos incidentes podem gerar a formação de filas. O motorista dirige sob reduzido nível de conforto físico e psicológico. O espaçamento entre os veículos é equivalente a 9 carros.
- **Nível E** - Esse nível corresponde à capacidade da rodovia (2200 veículos-equivalente por hora e por faixa). A operação é instável porque não há na corrente de tráfego intervalos disponíveis para a absorção de flutuações, gerando ondas de instabilidade que se propagam no fluxo. Qualquer incidente pode produzir paralisação com formação de extensas filas. A liberdade de manobra é extremamente limitada e o espaçamento médio entre veículos corresponde à extensão de 6 carros.
- **Nível F** - Esse nível descreve o colapso no fluxo, podendo ser caracterizado como o regime do 'para e anda'. Ocorre quando o fluxo supera a capacidade prevista para a rodovia, ou seja, quando o fluxo horário por faixa supera o valor de 2.200 veículos equivalentes.

Após estabelecidos os níveis de serviços, a seguir estão apresentados os níveis de serviço das Rodovias Anchieta e Imigrantes em 2012 e as projeções para 2030 (Figura 51 a Figura 54).

As rodovias Anchieta e Imigrantes atualmente têm operação conjunta, compondo o Sistema Anchieta-Imigrantes que possui três esquemas operacionais. As projeções realizadas pela Secretaria de Logística e Transporte foram feitas separando as rodovias e evidenciam cenários futuros distintos entre a SP-160 e SP-150, com melhoria do tráfego para Rodovia Imigrantes e agravamento na Rodovia Anchieta.



A Rodovia Imigrantes (SP-160) tem em 2012 um nível de serviço diário tipo “F” para três trechos da via, especificamente entre os km 11 – 16; km 40-57; e km 61-65. Cabe destaque para o trecho km 40-57, que dispõe de serviço nível “F” entre as 06 horas da manhã até às 20 horas. Nos dados de 2012 da Rodovia Imigrantes não há qualquer análise diária que alcance o nível B, indicando que o tráfego de veículos para este ano era bastante intenso.

As projeções para 2030 para a Rodovia Imigrantes indicam que o nível de serviço diário melhora substancialmente, não sendo identificado qualquer trecho com nível de serviço inferior a “D”.

No caso da Rodovia Anchieta (SP-150) está previsto a piora dos níveis de serviço para 2030. No ano de 2012, somente o trecho do km 23-26 dispõe de nível de serviço diário “F”, e maior parte dos trechos apresentavam níveis diários “B” e “C”. A projeção para 2030 indica que haverá oito trechos com nível de serviço diário “F”, não existindo qualquer trecho com nível de serviço diário superior a “C”.

Rodovia	SP 160													
Cód Contador	11		16		20B		28		40		57		61	
Rodovia	SP 160		SP 160		SP 160		SP 160		SP 160		SP 160		SP 160	
Trecho	km 11-16		km 16-20		km 20B-26		km 28-40		km 40-57		km 57-61		km 61-65	
Sentido	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2
00:00 - 01:00	A	A	A	A	A	D	A	A	A	C	A	B	A	A
01:00 - 02:00	A	A	A	A	A	C	A	A	A	A	A	A	A	A
02:00 - 03:00	A	A	A	A	A	C	A	A	A	A	A	A	A	A
03:00 - 04:00	A	A	A	A	A	C	A	A	A	A	A	A	A	A
04:00 - 05:00	A	A	A	A	A	B	A	A	A	B	A	B	B	A
05:00 - 06:00	A	C	B	B	A	C	A	B	A	D	A	D	D	A
06:00 - 07:00	B	F	D	D	A	F	B	C	B	F	B	E	F	B
07:00 - 08:00	B	F	E	D	A	F	B	C	F	B	B	E	F	C
08:00 - 09:00	B	F	D	D	B	E	B	C	C	F	B	E	E	C
09:00 - 10:00	B	D	C	C	B	D	B	C	D	F	C	E	E	C
10:00 - 11:00	B	D	C	C	B	D	C	C	C	F	C	D	D	C
11:00 - 12:00	B	C	B	B	B	D	C	C	C	F	D	D	D	C
12:00 - 13:00	B	C	B	B	B	D	C	C	C	F	C	D	D	C
13:00 - 14:00	B	C	B	B	B	D	C	C	C	F	D	D	D	C
14:00 - 15:00	C	C	B	B	C	D	C	C	D	F	D	D	D	C
15:00 - 16:00	C	C	B	B	C	C	C	C	E	F	D	D	D	D
16:00 - 17:00	C	C	C	C	D	C	F	D	E	F	D	D	D	D
17:00 - 18:00	D	D	C	C	D	C	F	D	F	F	D	D	D	E
18:00 - 19:00	D	D	C	C	F	C	F	C	F	F	E	D	D	E
19:00 - 20:00	D	C	B	C	E	C	F	B	F	F	E	C	C	E
20:00 - 21:00	C	B	B	C	D	C	D	B	F	C	D	C	B	D
21:00 - 22:00	C	B	A	B	C	B	D	A	F	C	D	B	B	C
22:00 - 23:00	C	B	A	B	C	A	C	A	F	B	C	B	B	C
23:00 - 24:00	B	A	A	B	C	A	C	A	C	B	C	A	A	C
Diário	C	F	D	C	C	D	C	C	D	F	C	D	F	D

Fonte: Secretaria de Logística e Transportes, 2013 citado por GeoBrasilis (2014).

Figura 51 – Níveis de serviços por trechos da SP 160 – Rodovia Imigrantes, no ano de 2012.

Rodovia	SP 160													
Cód Contador	11		16		20B		28		40		57		61	
Rodovia	SP 160		SP 160		SP 160		SP 160		SP 160		SP 160		SP 160	
Trecho	km 11-16		km 16-20		km 20B-26		km 28-40		km 40-57		km 57-61		km 61-65	
Sentido	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2
00:00 - 01:00	A	A	A	A	A	B	A	A	A	B	A	C	A	A
01:00 - 02:00	A	A	A	A	A	B	A	A	A	A	A	A	A	A
02:00 - 03:00	A	A	A	A	A	B	A	A	A	A	A	A	A	A
03:00 - 04:00	A	A	A	A	A	B	A	A	A	A	A	A	A	A
04:00 - 05:00	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A
05:00 - 06:00	A	B	A	A	A	B	A	A	C	A	C	C	A	A
06:00 - 07:00	A	D	C	C	A	C	A	B	A	D	A	D	D	A
07:00 - 08:00	A	D	C	C	A	C	A	B	B	C	A	C	D	B
08:00 - 09:00	A	C	B	B	A	C	A	B	B	C	A	C	D	B
09:00 - 10:00	A	C	B	B	A	B	A	B	C	D	B	C	C	B
10:00 - 11:00	A	B	B	B	A	C	B	B	B	D	B	C	C	B
11:00 - 12:00	A	B	A	A	A	C	B	B	C	D	B	C	C	B
12:00 - 13:00	A	B	A	A	A	B	B	B	C	D	B	C	B	B
13:00 - 14:00	A	B	A	A	A	B	B	B	C	C	C	B	C	B
14:00 - 15:00	B	B	A	A	B	B	C	B	C	D	B	C	C	B
15:00 - 16:00	B	B	A	A	B	B	C	B	C	D	C	C	C	C
16:00 - 17:00	B	B	B	B	B	B	C	B	D	D	C	C	B	C
17:00 - 18:00	B	C	B	B	B	B	C	B	D	D	C	C	B	D
18:00 - 19:00	B	B	B	B	C	B	C	B	D	D	D	C	B	C
19:00 - 20:00	B	B	B	B	C	B	C	B	D	C	D	B	B	C
20:00 - 21:00	B	A	A	B	C	B	C	A	D	B	C	B	A	C
21:00 - 22:00	B	A	A	A	B	A	C	A	D	B	C	A	A	B
22:00 - 23:00	B	A	A	A	B	A	C	A	D	A	B	A	A	B
23:00 - 24:00	A	A	A	A	B	A	B	A	C	A	B	A	A	B
Diário	B	C	B	B	B	B	B	B	C	D	B	C	D	C

Fonte: Secretaria de Logística e Transportes, 2013 citado por GeoBrasilis (2014).

Figura 52 – Projeção dos níveis de serviços por trechos da SP 160 – Rodovia Imigrantes para 2030.

Rodovia	SP 150																		
Trecho	km 10-13		km 13-16		km 16-18		km 23-26		km 26-29		km 34-40		km 40-54		km 54-60		km 60-65		
Sentido	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	
00:00 - 01:00	A	A	A	A	A	B	A	B	A	B	A	C	B	A	A	A	A	A	A
01:00 - 02:00	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	C	B	A	A	A	A	A	A
02:00 - 03:00	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	B	B	A	A	A	A	A	A
03:00 - 04:00	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	B	B	A	A	A	A	A	A
04:00 - 05:00	A	A	A	A	A	A	A	B	A	B	A	C	C	A	A	A	A	A	A
05:00 - 06:00	A	D	A	D	A	D	A	C	A	C	A	A	D	C	A	A	A	A	B
06:00 - 07:00	B	D	C	E	C	E	C	F	B	D	B	B	E	C	B	C	C	C	C
07:00 - 08:00	B	C	C	D	C	E	C	F	B	D	B	B	F	C	C	C	D	D	D
08:00 - 09:00	B	C	B	D	C	E	C	E	B	C	B	B	E	C	C	C	C	C	C
09:00 - 10:00	A	C	B	D	B	D	B	D	B	C	C	B	E	C	C	B	C	C	C
10:00 - 11:00	A	C	B	D	B	D	B	D	B	C	B	B	F	C	C	B	C	C	C
11:00 - 12:00	A	C	B	C	B	D	B	D	B	D	B	B	F	C	C	B	C	C	C
12:00 - 13:00	B	C	B	C	B	D	B	D	B	D	B	B	F	C	C	B	C	C	C
13:00 - 14:00	B	C	B	C	C	D	B	D	B	D	B	B	F	C	C	B	C	C	C
14:00 - 15:00	B	C	B	C	C	D	B	D	B	D	B	B	F	C	C	B	C	C	C
15:00 - 16:00	B	C	B	C	C	E	B	E	B	D	B	B	F	D	C	B	C	C	C
16:00 - 17:00	B	C	C	C	D	D	C	F	A	D	B	C	F	D	C	B	C	C	C
17:00 - 18:00	B	C	C	D	E	F	C	F	A	E	C	C	F	D	D	B	C	C	C
18:00 - 19:00	B	C	C	D	D	E	C	F	A	E	B	C	F	C	C	B	C	C	C
19:00 - 20:00	B	C	C	C	D	D	B	E	A	D	B	C	F	C	C	B	C	C	C
20:00 - 21:00	B	C	B	C	C	C	B	D	B	D	B	C	F	C	C	A	C	B	B
21:00 - 22:00	B	C	B	C	C	C	A	C	B	C	B	B	D	C	B	A	B	B	B
22:00 - 23:00	A	C	B	C	C	C	A	C	B	C	B	B	D	C	B	A	A	B	B
23:00 - 24:00	A	B	B	B	B	B	A	B	A	B	A	A	D	B	B	A	A	B	B
Diário	B	C	C	D	D	E	C	F	B	D	B	B	E	C	C	C	C	C	C

Fonte: Secretaria de Logística e Transportes, 2013 citado por GeoBrasilis (2014).

Figura 53 – Níveis de serviços por trechos da SP 150 – Rodovia Anchieta, no ano de 2012.



Rodovia	SP 150																	
	Trecho km 10-13		km 13-16		km 16-18		km 23-26		km 26-29		km 34-40		km 40-54		km 54-60		km 60-65	
Sentido	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2
00:00 - 01:00	A	B	B	B	B	C	A	C	A	C	A	B	F	D	B	B	B	B
01:00 - 02:00	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	F	C	B	A	A	A
02:00 - 03:00	A	A	A	A	A	A	A	A	A	B	A	B	C	C	A	A	A	A
03:00 - 04:00	A	A	A	B	A	A	A	B	A	B	A	B	C	D	A	A	A	A
04:00 - 05:00	A	B	A	C	A	C	A	C	B	C	A	B	D	D	A	B	A	A
05:00 - 06:00	B	F	B	F	B	F	B	E	B	D	B	B	F	D	B	B	B	C
06:00 - 07:00	C	F	D	F	E	F	D	F	C	F	C	C	F	E	D	E	D	E
07:00 - 08:00	C	F	D	F	F	F	E	F	C	F	C	C	F	E	D	F	F	F
08:00 - 09:00	C	F	C	F	E	F	D	F	C	F	C	C	F	F	D	D	E	E
09:00 - 10:00	B	F	C	F	D	F	C	F	C	F	C	C	F	F	D	D	D	E
10:00 - 11:00	B	F	C	F	C	F	C	F	C	F	D	C	F	F	D	C	D	D
11:00 - 12:00	B	E	C	F	C	F	C	F	C	F	D	D	F	F	D	C	D	D
12:00 - 13:00	C	E	C	F	D	F	C	F	C	F	C	C	F	F	D	C	D	D
13:00 - 14:00	C	E	C	F	D	F	C	F	C	F	C	C	F	F	D	C	D	D
14:00 - 15:00	C	E	C	F	D	F	C	F	C	F	C	C	F	F	D	C	D	D
15:00 - 16:00	C	E	C	F	E	F	D	F	C	F	C	D	F	F	D	C	D	E
16:00 - 17:00	C	D	D	F	F	F	D	F	C	F	C	D	F	F	F	C	E	E
17:00 - 18:00	C	E	F	F	F	F	E	F	B	F	D	D	F	F	F	D	F	F
18:00 - 19:00	C	E	E	F	F	F	D	F	B	F	D	D	F	F	F	D	E	F
19:00 - 20:00	C	D	D	F	F	F	C	F	B	F	C	D	F	F	D	C	D	E
20:00 - 21:00	C	D	C	D	D	E	C	F	C	F	C	D	F	D	D	B	D	C
21:00 - 22:00	B	D	C	D	D	E	B	F	C	F	C	C	F	D	C	B	C	C
22:00 - 23:00	B	D	C	D	D	D	B	D	C	D	B	C	F	D	C	B	C	C
23:00 - 24:00	B	C	C	C	D	C	B	C	B	C	B	B	F	D	C	B	B	C
Diário	C	F	D	F	F	F	D	F	C	F	C	C	F	F	D	D	D	D

Fonte: Secretaria de Logística e Transportes, 2013 citado por GeoBrasilis (2014).

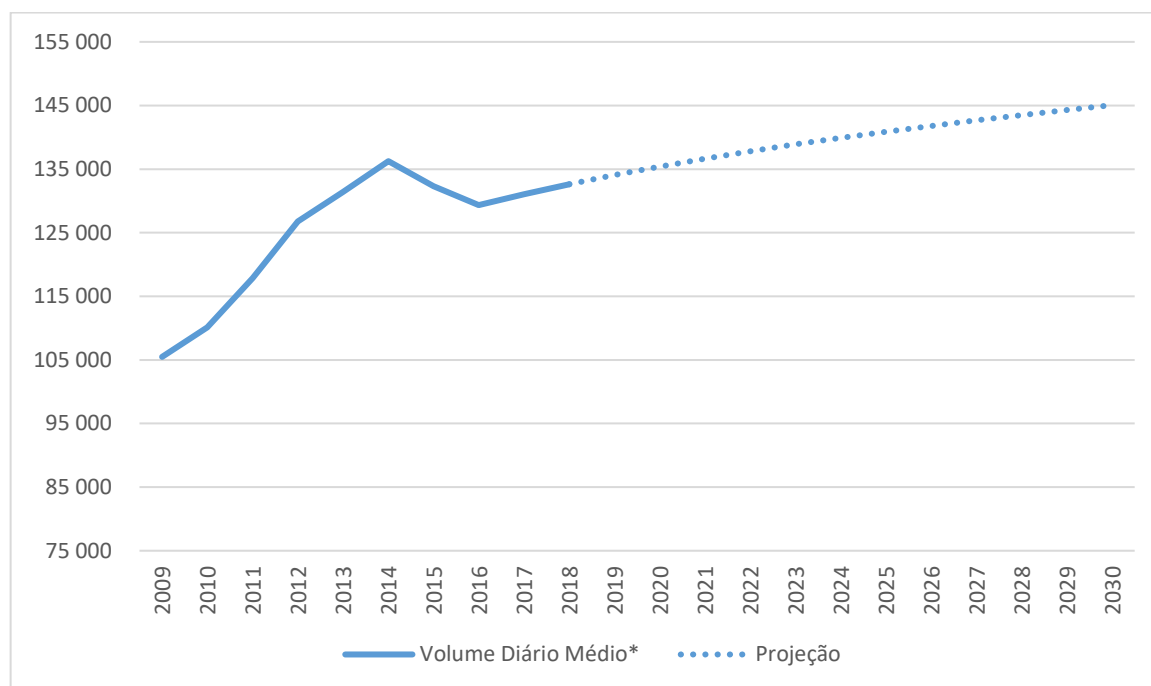
Figura 54 – Projeção dos níveis de serviços por trechos da SP 150 – Rodovia Anchieta para 2030.

Apresenta-se na Figura 55 e Figura 56, as tendências projetadas até 2030 para a variável “volume diário médio de tráfego de veículos rodoviários” para a Baixada Santista (para a região exceto Cubatão, Santos e São Vicente; para o total da região). As tendências apresentadas seguem uma função potência com expoente inferior a 1 (crescimento da variável a uma taxa decrescente). A utilização desta função para projeção dos valores futuros estimados da variável “volume diário médio” prende-se com dois motivos: em primeiro lugar é evidente um decréscimo da taxa de crescimento do volume diário médio de tráfego rodoviário nos territórios da Baixada Santista nos últimos anos, e até uma diminuição significativa em 2016; em segundo, as projeções de crescimento de emprego formal para os próximos anos na região seguem igualmente esta evolução, e existe uma elevada correlação entre emprego formal e tráfego de veículos na região, como se verificou anteriormente.

A estimativa do estado futuro para o fluxo de veículos para a região da Baixada Santista é primeiro apresentada para os municípios de Bertioga, Guarujá, Praia Grande, Itanhaém, Mongaguá e Peruíbe (Baixada Santista exceto Cubatão, Santos e São Vicente), municípios para os quais se possui uma série histórica de 2009 a

2018. A projeção apresentada na Figura 55 para a Baixada Santista exceto Cubatão, Santos e São Vicente, aponta para um crescimento relativamente moderado do volume diário médio de tráfego de veículos rodoviários de cerca de 130 mil veículos em 2018 para cerca de 145 mil veículos médios diários em 2030.

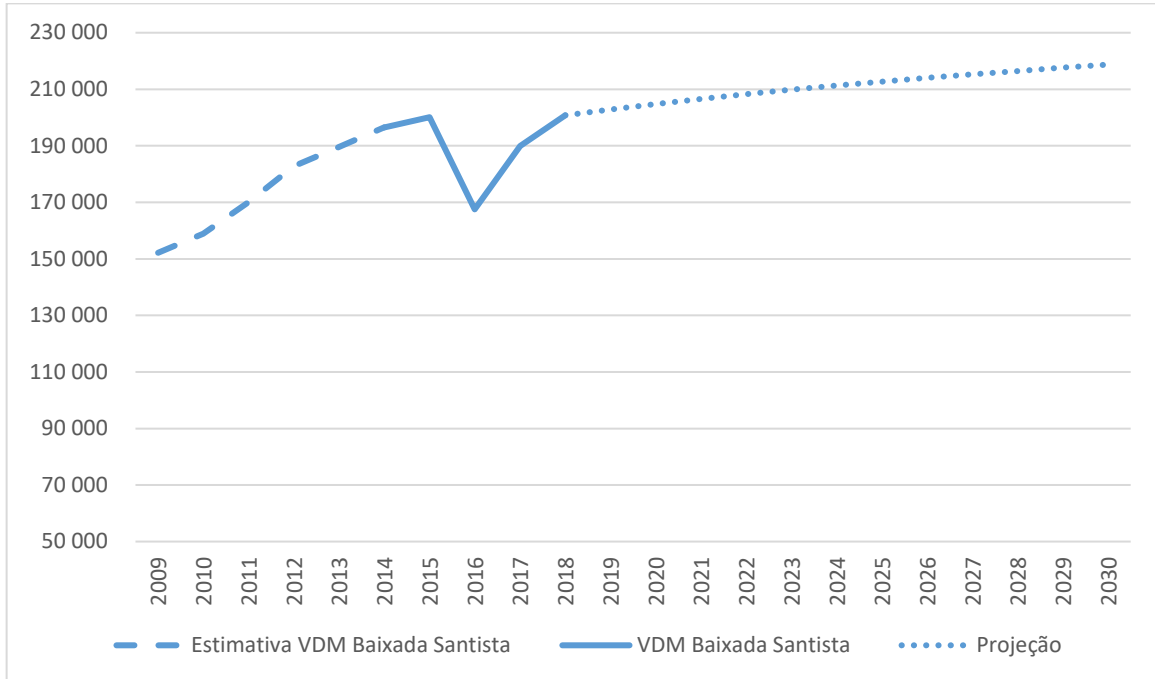
Para a estimativa do estado futuro para o fluxo médio de veículos para o total da Baixada Santista foram realizadas estimativas para as séries históricas incompletas para Cubatão, Santos e São Vicente e posteriormente realizado o mesmo exercício apresentado anteriormente para a projeção da Figura 55. Desta forma, como apresentado na Figura 56, o tráfego rodoviário médio na Baixada Santista deverá aumentar ligeiramente de cerca de 200 mil veículos em 2018 para quase 220 mil veículos em 2030 (mais cerca de 10%).



Nota: \* - Municípios de Bertioga, Guarujá, Praia Grande, Itanhaém, Mongaguá e Peruíbe.

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

**Figura 55 – Tendência até 2030 da variável volume diário médio (Baixada Santista exceto Cubatão, Santos e São Vicente).**



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

Figura 56 – Tendência até 2030 da variável volume diário médio (Baixada Santista).

Considerando as projeções apresentadas, os municípios centralizadores, ou seja, aqueles que recebem maior fluxo de veículos por conta da importância econômica (Santos, Cubatão, Guarujá), deverão apresentar um incremento no volume diário médio de veículos rodoviários, principalmente através da SP-055 e Sistema SAI.

Caso os objetivos e metas indicadas no PMDE-BS sejam cumpridas, a tendência é que a mobilidade da região seja melhorada, caso contrário, as perspectivas econômicas e de geração de emprego indicam que para 2030 o tráfego de veículos não promoverá pressão significativa quando comparada a série histórica.

## 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<sup>5</sup>.

---

<sup>5</sup> Recordar-se a informação apresentada no Relatório Final de Avaliação de Impactos Cumulativos (dez. 2019), em que se determinou uma diminuição de 0,012% de cobertura da vegetação costeira (2005-presente), valor esse a que acrescem supressões não quantificáveis, associadas a ocupações irregulares, assinaladas como relevantes pelos participantes nas sessões de participação realizadas no âmbito do PAIC.

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 foi, contudo, realizada, na oficina da fase 5.

Assim, foi 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 Metropolitana da Baixada Santista é igual à abrangência atual, sendo esta representada pelo mapa “Limite de alteração da abrangência da vegetação costeira da Região Baixada Santista” (Mapa 1, 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.

A análise de impactos cumulativos associados aos empreendimentos em análise, 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 de **baixa magnitude**<sup>6</sup>: na abrangência temporal (2005 – atualidade/2017 – futuro/2030) a abrangência da vegetação costeira diminui 247 ha, o equivalente a 0,10% da área de abrangência espacial terrestre;
- 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 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);
- 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

---

<sup>6</sup> Tendo em conta as variáveis-condição que foram validadas para a avaliação. Contudo, além das áreas de supressão da vegetação quantificadas, há relatos de ocupação irregular em áreas de vegetação natural.



de 35% da área de abrangência espacial terrestre (0,10% da supressão e 34,97% da degradação).

Assim, globalmente, considerando as abrangências temporais e espaciais definidas, os empreendimentos em análise têm impactos cumulativos negativos sobre a vegetação costeira, como se concluiu no produto Relatório Final de Impactos Cumulativos (Fase 4).

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 (no período de abrangência atual– 2030) em que se avalia o peso que os impactos terão na aproximação ao limite de alteração do fator.

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 – Fase 4), 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 Baixada Santista;
- **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 Baixada Santista, e ocorrem na área terrestre dos nove municípios que a compõem. 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 21 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) associados à pegada dos empreendimentos em análise no PAIC no terreno.

Quadro 21 – 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
<b>Veget. costeira</b>	85.479	35%	100%
<b>ADA veget. costeira</b>	247	0,10%	0,29%
<b>AID veget. costeira</b>	85.480	35%	100%
<b>AID+ADA veget. costeira</b>	85.480	35%	100%

**ADA** – Área diretamente afetada; corresponde à área de afetação do impacto B1, Supressão de vegetação; está contida na AID.

**AID** – Área indiretamente afetada; corresponde à área de afetação do impacto B2, Degradação da vegetação e dos ecossistemas; abrange a totalidade da vegetação costeira porque é a vegetação potencialmente afetada por impactos indiretos dos empreendimentos.

**Área de estudo terrestre** – corresponde à área “Baixada Santista” (244.414,08 ha)

As áreas diretamente afetadas pelos empreendimentos em análise (impacto de remoção da vegetação) representam 0,10% da área de abrangência espacial. As áreas potencialmente afetadas (impacto de degradação da vegetação e dos ecossistemas) representam 35% da área de abrangência espacial.

A magnitude avalia os efeitos na função do fator e, portanto, neste caso, embora a vegetação costeira *apenas* represente um terço da área de abrangência espacial (35%), a afetação destas áreas remanescentes é crítica, porque atinge 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 derrame<sup>7</sup> (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) e cuja vegetação – notadamente os manguezais – se encontra exposta há décadas à poluição química de diversas fontes (ver também “B. Análise ambiental de ocupação nas áreas de manguezais no município de Santos”, seção V.2.1.1).

No que tange aos impactos da **poluição química** sobre a vegetação costeira e ecossistemas estuarinos da Baixa Santista, os mesmos foram discutidos em diversos momentos participativos do PAIC, suscitando uma contextualização sobre este agente estressor.

Os manguezais são ecossistemas costeiros que se desenvolvem ao longo dos estuários tropicais, caracterizados pela deposição de sedimentos finos inconsolidados (e.g., argila e silte) e cobertura de espécies arbóreas halófitas que possuem estruturas específicas de sustentação (e.g., rizóforos) (SCHAEFFER-NOVELLI et al., 2000). Em face de sua elevada produtividade primária, garantindo a função de “berçário” para determinadas espécies marinhas, este ecossistema presta uma série de serviços ecossistêmicos e benefícios socioeconômicos essenciais para a sociedade (ESTRADA et al., 2015).

O complexo estuarino da Baixada Santista está situado no Litoral Sudeste do Estado de São Paulo, com uma planície costeira composta por uma rede de canais fluviais interligados com o desenvolvimento de uma extensa cobertura de manguezais em suas margens (SANTOS, 2010). A região, ao longo das últimas décadas, teve sua paisagem bastante alterada pela intensa expansão da malha urbana, além do amplo desenvolvimento industrial e portuário, principalmente por abrigar um complexo industrial petroquímico e o Porto de Santos (MOSCHETTO et al., 2020).

---

<sup>7</sup> 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 ao porto de Santos.

Associado ao desenvolvimento socioeconômico, os ecossistemas marinhos costeiros vêm sendo intensamente degradados, principalmente pelo despejo irregular de esgotos domésticos *in natura* e industriais, comprometendo a qualidade da água do estuário.

Adicionalmente, o intenso processo de urbanização e industrialização da Baixada Santista afetou diretamente os equilíbrios naturais ali existentes, causando intensas interferências no ambiente costeiro, sobretudo nas áreas estuarinas, devido ao despejo de resíduos industriais e dejetos domésticos (SARTORETTO, 2014).

Em vista a hidrodinâmica dos estuários, a pluma de contaminantes dos efluentes e derrames de óleo são transportados pelas correntes e são depositados nos manguezais, situados às margens do curso d'água, sobretudo pelo padrão de movimentação das marés (COLOMBO et al., 2005). Estes contaminantes, devido a sua alta estabilidade química, são adsorvidos pela matéria orgânica em suspensão e podem aderir-se às raízes aéreas das plantas de mangue e/ou depositar nos sedimentos dos manguezais (MOREIRA et al., 2011).

Em função do período de residência e taxa de biorremediação dos contaminantes químicos, a poluição por óleo promove diversos impactos sobre a biodiversidade, como a mortalidade de espécies florestais (MENGHINI et al., 2011) e invertebrados (e.g., crustáceos) (LEWIS et al., 2011), desencadeando alterações significativas na estrutura das comunidades, além da bioacumulação de metais pesados em diversas espécies (e.g., *Uca* spp.).

Neste sentido, em razão da configuração espacial dos manguezais no sistema estuarino da Baixada Santista e de sua capacidade natural de retenção de contaminantes, estes tornam-se altamente vulneráveis à poluição por óleo, especialmente pelo fato dos contaminantes tornarem-se biodisponíveis pelas comunidades bióticas. Desse modo, a transferência e bioacumulação destes elementos tóxicos na cadeia alimentar pode comprometer não apenas a sanidade ambiental para a biota aquática, mas também a prestação de serviços ecossistêmicos dos manguezais às populações costeiras, como o fornecimento de proteína animal.

Assim, os impactos cumulativos dos empreendimentos alvo de análise no PAIC sobre a vegetação costeira, sejam eles diretos e certos (remoção da vegetação

para instalação dos empreendimentos em análise) 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.

Acrescem ainda supressões não quantificáveis, associadas a ocupações irregulares.

#### *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 (outubro, 2019), especificamente na figura 45 “Reconstituição da cobertura florestal do Estado de São Paulo” que apresenta a evolução histórica deste dado).

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.

Contudo, foram reportados impactos **significativos** 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 (não há dúvidas que já foi atingido).
- Há elevada certeza quanto à classificação dos impactos cumulativos diretos e indiretos.

### 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 22 – 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 Baixada Santista – SP (afetação da vegetação costeira verifica-se ou pode verificar-se em todos os municípios da região)
Duração	Longo Variável	Áreas afetadas pelo impacto cumulativo de ocorrência certa “supressão da vegetação” são afetadas a longo prazo. Áreas afetadas por “degradação da vegetação e dos ecossistemas” são afetações de duração variável (depende da natureza da ação geradora).
Frequência	Única Esporádica	Áreas afetadas pelo impacto cumulativo de ocorrência certa “supressão da vegetação” são afetadas uma única vez. Impacto cumulativo “degradação da vegetação e dos ecossistemas” é de frequência esporádica, porque ocorre de forma irregular (podendo mesmo não ocorrer).
Magnitude	Alta	O somatório das áreas afetadas (de forma certa e incerta) tem pouca representatividade na abrangência espacial, mas, considerando que restam poucas áreas de vegetação costeira, qualquer afetação, mesmo que de uma pequena área, tem importantes efeitos na função do fator.

Componente	Classificação	Justificativa
Significância	Significativos	A contribuição dos impactos cumulativos para o atingimento do limite de alteração é insignificativa. Contudo, foram reportados impactos significativos durante o processo de participação social realizado no âmbito do PAIC, e uma vez que restam poucas áreas de vegetação costeira, qualquer afetação, mesmo que de uma pequena área, tem importantes efeitos na função do fator.
Confiança	Alta	Há elevada certeza quanto ao atingimento do limite de alteração. Há elevada certeza quanto à classificação dos impactos cumulativos diretos

Fonte: Témis/Nemus, 2019.

#### **V.1.4. Estimativa do estado futuro**

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

##### **V.1.4.1. Estressores atuantes sobre o fator**

Recapitulando a análise feita anteriormente (Relatório Final de Avaliação de Impactos Cumulativos, seção III.3.1. Vegetação costeira), identificaram-se os seguintes estressores, como potenciais agentes atuantes sobre a condição do fator vegetação costeira, no período desde 2005 (início da abrangência temporal) até 2017 (presente): a) empreendimentos; b) população residente; c) crescimento econômico / investimento. O quadro seguinte resume a relação que foi detalhadamente analisada no documento mencionado (Relatório Final de Avaliação de Impactos Cumulativos, seção III.3.1. Vegetação costeira) entre estes estressores e a evolução do fator vegetação costeira, durante o período mencionado (2005-2017). Os dados relacionados à população estão descritos e analisados na seção IV.2. Habitação do presente documento.



Quadro 23 – Relação entre estressores e evolução do fator vegetação costeira no período 2005-2017

Estressor	Evolução do estressor
<b>Empreendimentos</b>	Houve aumento do número de empreendimentos com afetação real de 0,10% da área de estudo terrestre <sup>1</sup> (0,29% da área ocupada por vegetação costeira). Afetação indireta (possível) de 35% da área de estudo terrestre <sup>1</sup> (100% <sup>2</sup> da área ocupada por vegetação costeira)
<b>População</b>	Aumentou (22% entre 2000 e 2018; equivale a uma taxa anual de 1,1%). Associado a esse aumento, o déficit habitacional tem vindo a crescer em toda a região (entre 2000 e 2010 aumentou em cerca de cinco pontos percentuais, ou em 87% em termos absolutos, sendo particularmente elevado em São Vicente, Bertioga, Cubatão e Guarujá) Os dados não refletem influência sobre o fator, mas o conhecimento do terreno transmitido por via da participação pública levou a concluir que existe afetação indireta (potencial) <u>futura</u> de 35% da área de estudo terrestre <sup>1</sup> (100% <sup>2</sup> da área ocupada por vegetação costeira), devido a ocupações irregulares.
<b>Crescimento econômico</b>	Tendencialmente positivo

Fonte: Témis/Nemus, 2018.

1 - Área de estudo terrestre: corresponde à área "Baixada Santista" (244.414,08 ha).

2 - 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 derrame (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). Mais detalhes sobre esta análise na secção V.1.3.2.5. Magnitude dos impactos cumulativos sobre a vegetação costeira.

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

Importante mencionar, que, tendo ocorrido a oficina da fase 5, em 8 de outubro de 2020, foi reforçada a existência de alterações na vegetação costeira. Estas não são possíveis de detectar com os instrumentos existentes e, principalmente, não são representáveis à escala de trabalho regional (e supra-regional, para a



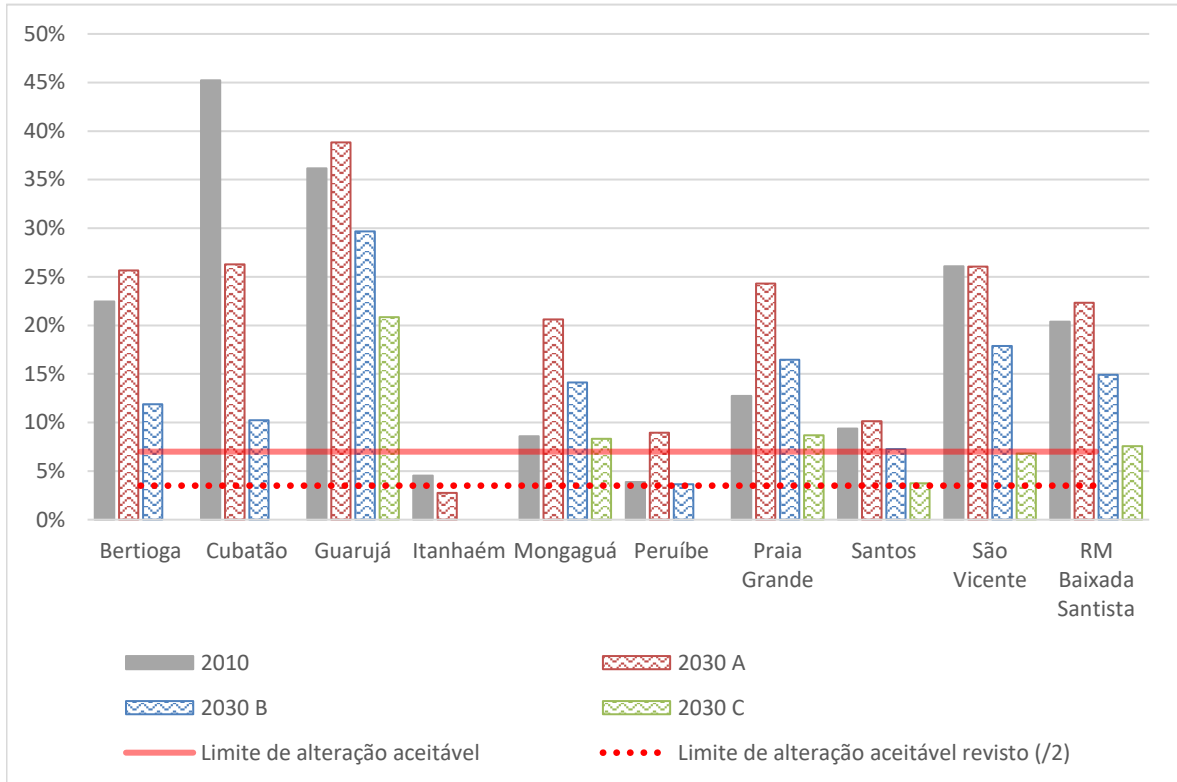
totalidade do PAIC), mas os relatos da sua existência motivaram a sua consideração.

#### **V.1.4.2. Estado futuro do estressor população e habitação**

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

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

Recorda-se a figura seguinte, que consta da referida seção IV.2. Habitação, que apresenta a comparação das projeções dos diferentes cenários estabelecidos (cenário tendencial ou de base – B; cenário mais pressionante do ponto de vista socioeconômico – A; cenário mais favorável - C) para a variável “população em assentamentos precários/ população total” para 2030, em comparação com a realidade registrada em 2010.



Fonte: CEM/ CEBRAP (2013) para 2010 e cálculos próprios.

**Figura 57 – Proporção de residentes em assentamentos precários na Baixada Santista em 2010 e para 2030 de acordo com as projeções dos cenários A, B e C**

A figura ilustra a capacidade que a região terá de assegurar habitação para a população em 2030, nos vários cenários. A proporção de pessoas em assentamentos precários na região poderá aumentar ou diminuir relativamente a 2010, dependendo do cenário, e varia entre municípios.

Ressalta que, mesmo no cenário mais positivo (cenário C), o limite de alteração aceitável estabelecido em 3,5% para a variável “população em assentamentos precários/ população total” (verificar seção IV.3.2.) não é cumprido em cinco dos municípios (Guarujá, Mongaguá, Praia Grande, Santos e São Vicente). Para a globalidade da região Baixada Santista, verifica-se que o limite de alteração aceitável deverá ser ultrapassado em todos os cenários, o que se traduz num previsível agravamento da pressão sobre as áreas de vegetação costeira.

#### V.1.4.3. Estado futuro do fator

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

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

Para o fator, verificou-se que a linha de tendência evolutiva recente é estável (de 2005 até 2015, por via da pegada dos empreendimentos no terreno), sem aumento nem diminuição relevante. Entretanto, em todos os eventos de participação social realizados no PAIC foram referidos episódios de diminuição devido a desmatamento e poluição sobre os manguezais.

Para os estressores, verificou-se que a linha de tendência evolutiva é de aumento. Especificamente para o estressor que se considerou ser mais relevante até por via da participação social, que foi sempre demonstrando preocupação com esse estressor – população e habitação, e relação entre elas por via do parâmetro déficit habitacional – essa tendência se confirma com a análise socioeconômica efetuada e a previsão aponta para que o déficit habitacional se vá verificar mais elevado do que o limite de alteração aceitável.

Assim, embora a análise prévia da relação de influência dos empreendimentos sobre o fator não tenha permitido quantificar impactos no período de análise do PAIC, as participações recebidas durante a oficina da fase 5, indicaram uma relação entre o aumento de população na região e o aumento da degradação da vegetação costeira, em particular focada sobre o manguezal.

Assim, partindo desta análise de relações, estima-se que, na ausência da implementação de medidas, a condição do fator “vegetação costeira” em 2030 se traduza numa abrangência territorial ligeiramente inferior àquela atual, embora não seja possível determinar qual a extensão desta diminuição.

## V.2. BIODIVERSIDADE MARINHA

### V.2.1. Introdução

Tal como se descreve detalhadamente no relatório de levantamento de dados (novembro, 2019) e no relatório final de avaliação de impactos cumulativos (dezembro, 2019), fez-se um aprofundado levantamento bibliográfico sobre biodiversidade marinha na área de estudo que incluiu a coleta, análise e comparação exaustiva de dados contidos em mais de 100 publicações recentes.

Em resumo, fizeram-se as seguintes análises – algumas dessas por sugestão de representantes de instituições que deram seu contributo em sessões de participação pública e/ou usando os diferentes canais de comunicação à disposição do PAIC – procurando encontrar uma variável-condição que permitisse traçar uma linha evolutiva do fator “biodiversidade marinha”:

- **Estudos de levantamento da biodiversidade marinha** na área de estudo, através da análise de projetos muito recentes, que focam na biodiversidade marinha e procuram avaliar e compreender o significado da situação encontrada (espécies presentes, suas quantidades, sua distribuição):
  - “Avaliação da Efetividade do Parque Estadual Marinho da Laje de Santos e das Estações Ecológicas Tupinambás e Tupiniquins”
  - Projeto MAPEMLS “Monitoramento Ambiental do Parque Estadual Marinho da Laje de Santos”, que analisa em detalhe dados recentes sobre os grupos:
    - Plâncton
    - Ictiofauna e elasmobrânquios
    - Quelônios
    - Aves
    - Mastofauna (cetáceos)
    - Comunidades bentônicas do sedimento
    - Comunidades bentônicas do costão rochoso
- **Avaliações ambientais:** análise detalhada de 16 documentos (incluindo: EIA, RIMA, Relatórios de Avaliação Ambiental e Relatórios de Monitoramento);

- Levantamentos de dados **direcionados a duas espécies marinhas** em particular: boto-cinza (*Sotalia guianensis*) e tartaruga-verde (*Chelonia mydas*).

Entretanto, conforme contribuições dos participantes especialistas durante a Oficina realizada em outubro de 2020, buscou-se realizar uma integração adicional de dados de **poluição química como causa de afetação na biodiversidade marinha**, assim como de dados de impactos cumulativos sobre **invertebrados bentônicos** na Baixada Santista.

Foi realizado um levantamento sistemático de documentos, artigos científicos, teses e outras publicações relevantes cuja temática referisse aos impactos da poluição química sobre a biodiversidade marinha, assim como os impactos cumulativos sobre os invertebrados bentônicos da região. A maioria dos documentos considerados ambientaram-se na região da baía de Santos, considerada zona de forte pressão sobre os ecossistemas marinhos. A Figura 58 ilustra a distribuição espacial dos locais de estudo indicados nos documentos considerados nesta análise:

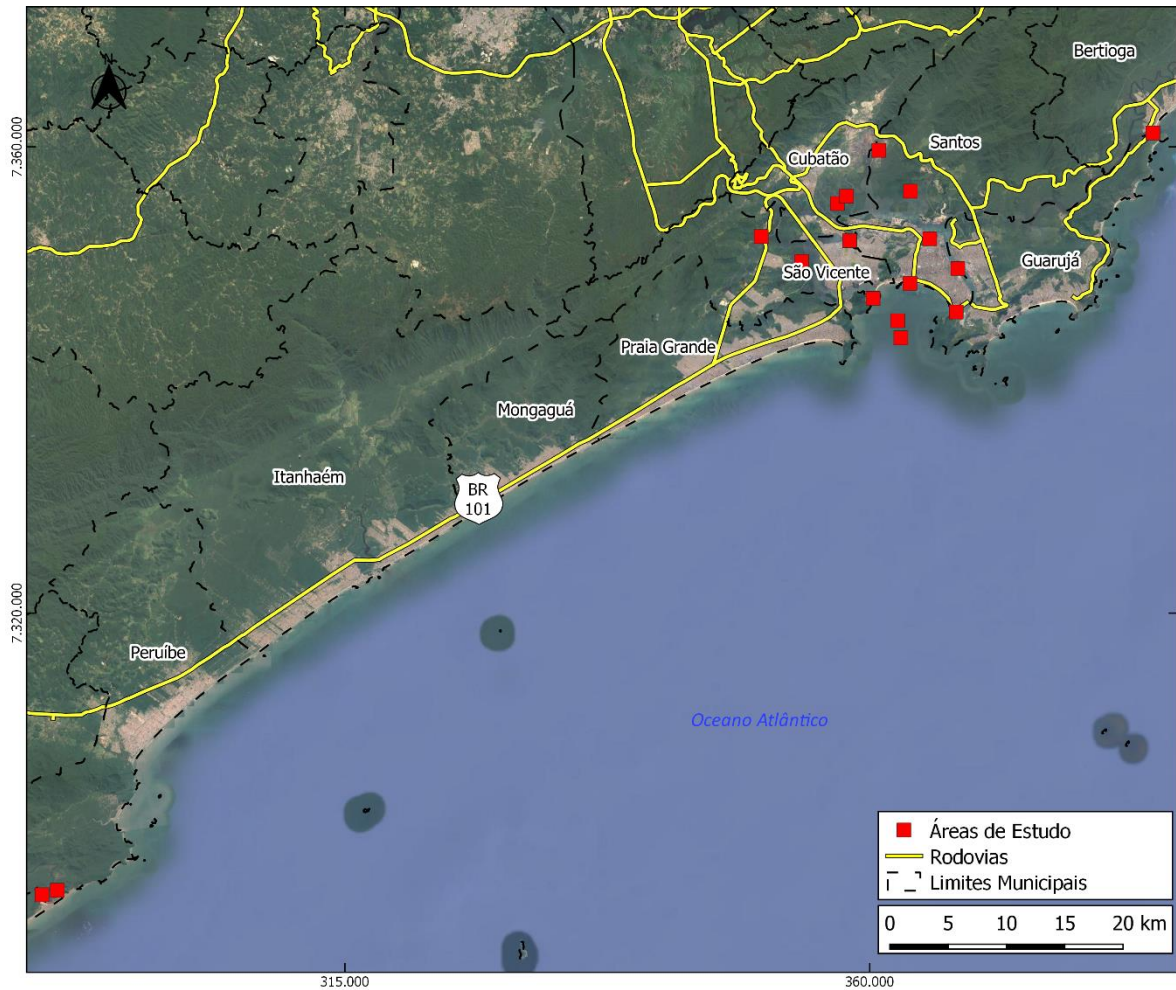


Figura 58 – Distribuição espacial dos locais de execução dos estudos considerados na análise de impactos da poluição química sobre os ecossistemas marinhos e os impactos cumulativos sobre os organismos bentônicos da Baixada Santista.

Assim, são apresentados em seguida os resultados dos esforços realizados para o atendimento a estas demandas:

#### **V.2.1.1. Poluição química como causa de afetação na biodiversidade marinha**

Foi realizado um levantamento sistemático de documentos, artigos científicos, teses e outras publicações relevantes cuja temática abordasse os impactos da poluição química sobre a biodiversidade marinha. Dentre essas, foi selecionado um conjunto mais restrito de publicações, priorizando aquelas cujo escopo



metodológico e resultados apresentados evidenciassem de forma concisa os impactos da poluição química sobre os grupos biológicos na região, assim como a diversidade de grupos afetados direta e indiretamente e as consequências destes impactos.

Os resultados apresentados e as opiniões expressas são os dos respectivos autores.

#### **A. Acúmulo de seis metais no caranguejo de mangue *Ucides cordatus* e sua fonte de alimento, o manguezal vermelho *Rhizophora mangle***

Um estudo realizado por Pinheiro e colaboradores (2012) objetivou quantificar o acúmulo de seis metais (Cd, Cr, Cu, Hg, Mn e Pb) em diferentes órgãos (músculo em garra, hepatopâncreas e brânquias) do caranguejo de mangue *U. cordatus* e em diferentes estágios de maturação das folhas (botões, verde maduro e pré-abscisão senescente) de *R. mangle*. O caranguejo *Ucides cordatus* e o manguezal *Rhizophora mangle* são espécies endêmicas de manguezal e são potenciais bioacumuladores de metais. As amostras foram coletadas em áreas de manguezais na cidade de Cubatão, no estuário Santos-São Vicente, na costa central do estado de São Paulo. Esta região é bastante poluída, devido aos impactos do Porto de Santos e do Polo Industrial de Cubatão, bem como da ocupação humana irregular e desorganizada.

Este estudo identificou grandes quantidades dos metais Cu e Mn nas folhas de *R. mangle*. As concentrações de Cu foram mais altas nos botões das folhas, enquanto as maiores concentrações de Mn foram detectadas nas folhas mais maduras. Os metais Pb, Hg e Cd não foram detectados na *R. mangle*, para os diferentes estágios da folha. Nos caranguejos, o cúmulo dos metais foi maior para o Cd, no hepatopâncreas, provavelmente devido ao seu papel na desintoxicação, e para Cu, nas brânquias. Os metais Hg e Pb não foram detectados neste animal, enquanto os metais Cr e Mn apresentaram concentrações similares nos diferentes tecidos. Os autores observaram que as concentrações diminuía com o tamanho do animal. Considerando a legislação brasileira para consumo humano, as concentrações encontradas para o metal Cr estavam acima dos limites estabelecidos.

Os padrões de bioacumulação entre o caranguejo e a *R. mangle* diferiram para cada metal, provavelmente devido às necessidades específicas de cada organismo por metais essenciais. Entretanto, houve uma relação direta entre o acúmulo de metais nas árvores de mangue e os caranguejos alimentando-se dessas.

Os tecidos de folhas de *R. mangle* e *U. cordatus* se mostraram eficientes para o monitoramento de metais, atuando como importantes bioindicadores de áreas de manguezais contaminadas por diversos metais.

## **B. Análise ambiental de ocupação nas áreas de manguezais no município de Santos – SP**

Um estudo realizado por Lima e Oliveira (2011) objetivou caracterizar as zonas de manguezais do município de Santos – SP, levando em consideração a fragilidade desta área, bem como seu processo de uso e ocupação. O estudo considerou o período compreendido entre os anos de 1980 e 2007, no qual houve um desenvolvimento urbano significativo. Os mangues, que fazem parte de ecossistemas costeiros, são áreas que apresentam alta fragilidade devido à intensa ação antrópica, que compromete o sistema do manguezal. Essas áreas podem ser afetadas por inundações, além da sensibilidade no funcionamento de seus fatores naturais. Vale destacar a importância dessas áreas, visto que são um ecossistema muito fértil, com grande biodiversidade, sendo consideradas berçários naturais de espécies endêmicas.

O ecossistema do manguezal é habitado há bastante tempo, por comunidades que frequentemente apresentam problemas de saúde devido à escassez e má qualidade da água. Além disso, a ocupação ilegal de áreas de mangue passou a ocorrer desenfreadamente, devido à situação da população de baixa renda, com dificuldades financeiras para adquirir casa própria. Os dejetos das comunidades que moram irregularmente nessas áreas são jogados diretamente nos mangue, além de ocorrer a derrubada de árvores para construção das moradias e a disposição de resíduos sólidos, acarretando na diminuição da produtividade do mangue e no carreamento do solo.

Há também os impactos das atividades industriais e aglomerações urbanas, que geram enormes quantidades de resíduos, muitas vezes tóxicos. Quando a



vegetação do mangue recebe altos níveis de poluentes, absorve metais pesados, que se concentram nas folhas que servem de alimento para animais, e esses acabam se contaminando.

Os autores acreditam que desde 1980 o ecossistema manguezal em Santos já se encontrava degradado, devido possivelmente à construção do Porto de Santos e da Ferrovia Jundiaí-Santos. Na década de 1990, houve um rearranjo interno no núcleo urbano da Baixada Santista, principalmente no município de Santos. Em 2001, os dados mostram que houve um aumento da ocupação irregular da população de baixa renda em áreas de mangue. Ao longo desse período, houve uma redução das manchas de manguezais, paralelamente ao crescimento populacional.

Os autores concluíram que, com o crescimento desenfreado da cidade de Santos, houve o aumento da pressão demográfica, gerando a necessidade de ocupação de novas áreas. Esse contexto é responsável pela ocupação irregular das áreas de manguezais, principalmente pela parcela mais desfavorecida da população, como solução para o problema da falta de moradia. Esse contexto gera dois grandes problemas: ambiental, pela fácil degradação do ecossistema manguezal, e social, pelo descaso com a população mais humilde.

### **C. Bioacumulação por metais em *Calinectes danae* (siri azul) e *Mugil curema* (peixe parati) relacionada com a atividade de dragagem no canal de navegação do Porto de Santos**

Um estudo realizado por Santos e Martins (2014), objetivou indicar o nível tóxico de metais nos tecidos do peixe-parati (*Mugil curema*) e o siri-azul (*Callinectes danae*), levando em consideração os limites estabelecidos pelas legislações nacionais e internacionais em quatro áreas do canal dragado do Porto de Santos, de modo a associar a bioacumulação de metais com possíveis impactos causados pelo assoreamento e dragagem, no período entre 2010 e 2013.

O Porto de Santos é considerado o mais importante da América Latina e apresenta grande dinamismo, devido à sua área de influência, correspondendo a uma das regiões mais ricas do país. Em 2006, foi implantado o aprofundamento do canal de navegação do Porto de Santos, que consistiu na atividade de dragagem,

de modo a melhorar a acessibilidade do local. Devido às constantes modificações na área pelo assoreamento e pela dragagem, os estuários locais tornam-se grandes receptores de resíduos tóxicos e efluentes contaminados.

Nesse âmbito, a CODESP (empresa administradora do Porto de Santos), em parceria com a FUNDESPA (Fundação de Estudos e Pesquisas Aquáticas), realizaram campanhas de amostragem de peixes da espécie *Mugil curema* (peixe-parati) e do crustáceo *Callinectes danae* (siri azul) para a avaliação de bioacumulação de metais em seus tecidos. As espécies foram selecionadas por conter uma biomassa suficiente para as análises, e por ser de interesse comercial.

Os resultados foram comparados com legislações brasileiras que apresentam valores limite de metais e semi-metais em alimentos. O Arsênio (As) foi quantificado em concentrações superiores à permitida pela Portaria MS 685/98, nos anos de 2011 e 2013. As concentrações dos outros metais analisados estavam abaixo dos valores limite em todas as amostras das duas espécies. Estudos mostram que organismos marinhos acumulam quantidades de Arsênio orgânico de modo mais eficiente que organismos terrestres e organismos de água doce. Além disso, o Arsênio orgânico apresenta baixa toxicidade, sendo rapidamente excretado pela urina. O estudo concluiu que as espécies *Mugil curema* (peixe parati) e *Callinectes danae* (siri azul), com referência aos metais, estavam aptas para o consumo humano entre 2011 e 2013.

#### **D. Biomagnificação de Mercúrio na Teia Trófica Marinha da Baixada Santista (SP)**

Um estudo realizado por Muto e colaboradores (2011) objetivou identificar uma das consequências das atividades costeiras na biota marinha através da avaliação da bioacumulação de Mercúrio (Hg) nos organismos do sistema, cuja posição trófica relativa foi estimada pela assinatura isotópica de nitrogênio. A biomagnificação do Hg foi avaliada através da análise de invertebrados e peixes pelágicos e bentônicos.

A área costeira da Baixada Santista é caracterizada pela presença de um enorme complexo industrial, da intensa atividade portuária, turismo, dragagem de sedimentos e descarga de esgoto, que são uma via de entrada de metais nesse

ambiente. As amostras desse estudo foram coletadas em março de 2006, em duas áreas da Baía de Santos e em seis áreas na plataforma adjacente, sendo quatro na plataforma interna e duas na plataforma média. Foram medidas as composições isotópicas de nitrogênio e concentração de mercúrio total (THg) no tecido muscular de 23 espécies de peixes de quatro grupos tróficos (zooplânctívoros, piscívoros, teutófagos e bentívoros) e de espécies de invertebrados (crustáceos zooplânctônicos, camarões, caranguejos e siris, poliquetas, bivalves, gastrópodes, polvos, lulas, ofiuróides e estrelas do mar).

As menores concentrações detectadas de mercúrio total ocorreram no zooplâncton e nos poliquetas depositívoros de superfície. As maiores concentrações foram identificadas no peixe tira-vira *Percophis brasiliensis*, no peixe-espada *Trichiurus lepturus* e na raia-viola *Zapteryx brevirostris*. Os níveis de mercúrio detectados estavam abaixo do valor limite permitido para consumo humano na legislação, exceto por algumas amostras individuais de peixes.

Os autores observaram uma tendência de aumento das concentrações de mercúrio em função da posição trófica dos organismos, o que indicou a biomagnificação deste metal na teia trófica do sistema costeiro de Santos. O valor mais elevado de mercúrio total ocorreu na teia bentônica. Entretanto, o fator de biomagnificação foi maior no sistema pelágico.

#### **E. Biomarcadores de citogenotoxicidade em robalos-gordos (*Centropomus parallelus*) no Estuários de Cananéia e São Vicente**

Um estudo realizado por Kirschbaum e colaboradores (2009), objetivou avaliar respostas citogenotóxicas em eritrócitos de *Centropomus parallelus* juvenis dos estuários de São Vicente e Cananéia, analisando a incidência de micronúcleos e anormalidades nucleares, para avaliar danos cromossômicos. Os resultados obtidos no inverno e no verão nos diferentes locais de coleta foram comparados, de modo a determinar diferenças sazonais e locais.

Os níveis de poluição aquática vêm crescendo na costa brasileira, principalmente por conta da descarga de efluentes domésticos e industriais, e da presença de atividades antrópicas como portos, aterros sanitários e mineração. O estuário São Vicente faz parte do Estuário de Santos, que apresenta diversas

fontes de contaminação como indústrias, emissários de esgoto, águas pluviais de drenagem, o porto de Santos, além de aterros ilegais e locais de despejo. O estuário de Cananéia é uma área estuarina não poluída localizada em uma área protegida legalmente, que foi utilizada como referência no estudo.

Em ecossistemas marinhos e de água doce, ensaios de citogenotoxicidade são amplamente empregados com a finalidade de biomonitorar áreas selvagens com diferentes níveis de contaminação, utilizando diversos organismos como espécies marcadoras. A espécie *Centropomus parallelus*, é um importante recurso alimentar para as populações locais, e é um predador que se alimenta de pequenos peixes e invertebrados bentônicos, sendo vulneráveis aos processos de bioconcentração e biomagnificação.

Para a avaliação das respostas citogenotóxicas, dez peixes jovens da espécie mencionada foram coletados no estuário de Cananéia no inverno de 2004, em julho, e no verão de 2005, em janeiro. Semelhantemente, dez animais do estuário de São Vicente foram recolhidos no inverno de 2006 e outros dez no verão de 2007. Os parâmetros biométricos (comprimento total e peso) foram analisados antes da coleta de sangue, e posteriormente foi feita a determinação sexual e a observação da maturação gonadal.

Para ambos os locais de coleta, não houve diferenças entre os resultados obtidos para o verão e para o inverno. Todavia, nos animais do estuário de Cananéia, os valores de anormalidade nuclear (NA) foram ligeiramente mais elevados no verão do que no inverno. Não houve diferenças significativas relacionadas ao sexo, maturação gonadal e os parâmetros biométricos na ocorrência de micronúcleo (MN) e NA em locais ou estações. As análises de citogenotoxicidade foram consideradas um indicador eficiente de poluição, principalmente tendo em vista sua sensibilidade e correlação com a contaminação ambiental. Além disso, os dados de genotoxicidade podem ser usados como primeiros sinais de alerta de degradação, permitindo a implementação de medidas de controle quando um risco biológico é detectado.

As taxas mais altas de MN e NA foram encontradas em peixes do estuário de São Vicente e este resultado pode ser interpretado como um efeito consequente dos poluentes nesta área, onde metais, detergentes, hidrocarbonetos de petróleo e

hidrocarbonetos clorados estão presentes em níveis considerados tóxicos para a biota local.

Os autores concluíram que a qualidade ambiental provavelmente induz as respostas genéticas detectadas em espécimes de *Centropomus parallelus* do Estuário São Vicente. Esses efeitos citogenotóxicos podem causar danos fisiológicos e níveis crescentes de mutação e neoplasia na espécie estudada, culminando em um desequilíbrio ecológico. Além disso, as frequências MN e NA desta espécie podem ser usadas como biomarcadores de exposição e efeito de contaminantes com potencial genotóxico em estudos de monitoramento ambiental estuarino e ecossistemas marinhos.

#### **F. Malformação no caranguejo *Ucides cordatus* em São Vicente**

Um estudo realizado por Pinheiro e Toledo (2010), analisou as células micronucleadas de um espécime de *Ucides cordatus* que apresentava uma má formação do dedo fixo do seu própodo quelar maior esquerdo, a partir de uma amostra da hemolinfa do animal. A espécie *Ucides cordatus* é endêmica nos manguezais e apresenta grande importância. Todavia, nos últimos anos esta espécie tem sofrido com a predação para consumo humano no Brasil. Um espécime adulto e macho desta espécie, que apresentava malformação, foi capturado por um residente nas margens de um canal estuarino do distrito do Jockey Clube, em São Vicente, Estado de São Paulo.

Foi feita uma inspeção da malformação, através da qual foi detectada uma cicatriz sob o exoesqueleto do animal. Possivelmente, o animal sofreu uma grave lesão mecânica ao interagir com outro espécime desta espécie, causando a ferida. Este comportamento entre machos adultos é comum em caranguejos devido à territorialidade, além de ser frequente durante as atividades reprodutivas. Entretanto, a malformação pode também ser decorrente do estresse devido a condições ambientais inadequadas.

Uma amostra da hemolinfa foi retirada para análise de células micronucleadas para posterior investigação. O espécime apresentou alta incidência de células micronucleadas na hemolinfa, aproximadamente três vezes mais alta do que os valores considerados normais. Este resultado é causado pelos impactos

antropogênicos nesta área estuarina onde o espécime foi coletado, visto que está sujeita a diversas fontes de poluição e localiza-se muito próxima a dois lixões públicos (Alemoa e Sambaiatuba) e ao Pólo Industrial de Cubatão, que segundo os autores, afetam o desenvolvimento e o ciclo de vida dos invertebrados aquáticos.

### **G. Tolerância biológica, efeitos subletais e bioacumulação em *Ucides cordatus* expostos ao cádmio**

Um estudo realizado por Duarte e colaboradores (2009) objetivou identificar se os espécimes de *U. cordatus* residentes dos manguezais contaminados de Cubatão são mais tolerantes, através de análise de bioacumulação e por meio de respostas de biomarcadores de efeito. Nesses manguezais existem evidências de que o caranguejo-uçá desenvolveu uma resistência ao metal cádmio.

Para a realização desse estudo, noventa animais coletados nos manguezais de Cubatão e da Estação Ecológica da Juréia-Itatins passaram por um período de aclimação, que durou duas semanas, e em seguida foram expostos ao metal cádmio por 28 dias.

Os autores observaram que as concentrações reais de cádmio na água dos tratamentos aproximou-se da concentração nominal e que os parâmetros físico-químicos estavam em uma faixa considerada ótima.

Os animais provenientes de Cubatão apresentaram maiores danos citotóxicos em relação aos animais da Estação Ecológica da Juréia-Itatins desde o início do experimento, sem diferenças estatísticas entre as suas leituras. As brânquias desses animais foram o tecido no qual mais houve o acúmulo do cádmio, seguido pelo hepatopâncreas, gônadas, carapaça, musculatura e hemolinfa.

Os autores concluíram que o cádmio promove danos subletais na espécie *U. cordatus* em diferentes níveis de organização biológica, mesmo em baixas concentrações na água e em tempos distintos após a exposição a este elemento. A capacidade de tolerância e adaptação do animal pode variar de acordo com o nível de organização analisado (genético e fisiológico). Foi possível confirmar que os caranguejos-uçá residentes dos manguezais de Cubatão desenvolveram mecanismos de tolerância ao metal cádmio, e que essa espécie pode funcionar



como bioindicador e espécie sentinela de monitoramentos ecotoxicológicos em regiões tropicais costeiras do Atlântico Sul.

#### **H. *Eisenia andrei* como bioindicador de contaminação de solo por hexaclorobenzeno**

Um estudo realizado por Vampré e colaboradores (2009), objetivou estudar a influência do Hexaclorobenzeno (HCB) em minhocas da espécie *Eisenia andrei*, que funcionam como bioindicadores. O hexaclorobenzeno (HCB) é um composto organoclorado classificado um poluente orgânico persistente (POP); é persistente no ambiente físico e apresenta características pouco favoráveis para organismos. Ele é altamente tóxico e é um dos contaminantes presentes na região da Baixada Santista, na área do polo petroquímico de Cubatão, há muitos anos, em consequência de ter sido descartado como resíduo do processo industrial de produção do tetracloreto de C, que é um desengraxante utilizado na indústria metalúrgica.

Os espécimes foram expostos durante 14 dias em solo contendo <sup>14</sup>C-HCB e a bioacumulação foi analisada. Após o tratamento do solo com <sup>14</sup>C-HCB, não foi verificada mortalidade das minhocas nem aos sete nem aos 14 dias de contato delas com o solo contaminado, o que indicou que a dose utilizada no tratamento foi subletal e permitiu o estudo desses organismos como bioindicadores. Aos 14 dias do início do estudo, amostras de solo e de tecido animal passaram por extração com solventes orgânicos, para determinação do conteúdo de radiocarbono, de HCB e de lipídios nos organismos. Observou-se que a maior parte do radiocarbono proveniente do <sup>14</sup>C-HCB permaneceu no solo na forma de resíduo extraível e apenas pequenas quantidades foram encontradas nos tecidos animais.

Foi também realizada cromatografia gasosa, que possibilitou verificar que apenas HCB foi detectado, não ocorrendo então a degradação do solo e dos tecidos dos animais. O conteúdo de lipídios nos tecidos das minhocas foi quantificado e concluiu-se que a presença de HCB pode ter provocado inibição na formação de lipídios. O fator de bioacumulação (FBA) obtido pelas análises mostrou que o HCB é bioacumulado em minhocas e que esses animais podem ser utilizados como bioindicadores em estudos de contaminação por este composto. A



acumulação do HCB indica também o perigo de poluição ao longo das cadeias tróficas nas quais as minhocas estão inseridas.

### **I. Bioacumulação de hidrocarbonetos aromáticos policíclicos e mercúrio em ostras (*Crassostrea rhizophorae*) de duas zonas estuarinas brasileiras**

Um estudo realizado por Torres e colaboradores (2012) objetivou avaliar a qualidade do sedimento e biodisponibilidade de contaminantes nos sistemas estuarinos de Santos e Paranaguá no sudeste do Brasil, através da quantificação da contaminação por mercúrio total e hidrocarbonetos policíclicos aromáticos em sedimentos e ostras (*Crassostrea rhizophorae* nativas e enjauladas).

A hipótese central do estudo é o fato de que um número de atividades antrópicas, industriais e municipais efluentes da área de estudo, bem como o processo de dragagem e o movimento dos navios através dos estuários, pode contaminar os organismos que vivem nessas regiões com metais como mercúrio e com hidrocarbonetos.

Alguns contaminantes químicos orgânicos e inorgânicos possuem a capacidade de persistir no meio ambiente, bioacumulando em tecidos e são tóxicos para os organismos. As principais classes de elementos e compostos que pertencem a esta categoria são metais como mercúrio, cádmio e chumbo, bem como os POPs (poluentes orgânicos persistentes), tais como pesticidas, dioxinas, bifenilos policlorados (PCBs) e hidrocarbonetos aromáticos policíclicos (PAHs).

O Sistema Estuarino de Paranaguá (PES) e o Sistema Estuarino de Santos (SES) são duas das mais importantes áreas portuárias do Brasil. PES é influenciado pelo porto e turismo sazonal. O SES tem indústrias de petroquímica, metalurgia, fertilizante, entre outras, bem como uma grande concentração urbana. Ambas as áreas compreendem ecossistemas ecologicamente significativos, como manguezais e Mata Atlântica, além de atividades de pesca e aquicultura familiar.

Foram escolhidas quatro estações de amostragem nos dois estuários, nas quais as amostras de sedimento foram coletadas. Ostras nativas (*Crassostrea rhizophorae*) foram também coletadas e uma gaiola contendo cerca de 30 ostras

da mesma espécie, compradas de uma fazenda, foram dispostas em cada ponto para avaliação da bioacumulação. Foram escolhidos dois períodos distintos para esses experimentos, sendo uma estação seca (agosto de 2008) e uma estação chuvosa (maio de 2009). Após 30 dias de exposição, as ostras foram removidas da gaiola e transportadas para o laboratório no qual seus tecidos moles foram utilizados para análise de Hg e PAH.

As análises químicas mostraram que os sedimentos e ostras nativas em PES não foram afetados de forma significativa, mas as ostras nativas foram capazes de acumular Hg total, enquanto na parte interna do SES foram detectadas altas concentrações de Hg e PAH. A maioria dos locais contaminados mostrou ausência de organismos nativos, enquanto ostras enjauladas apresentaram níveis variados de bioacumulação.

Os autores concluíram que a utilização de ostras transplantadas é uma ferramenta útil para estudos de bioacumulação, bem como para discriminar locais com diferentes níveis de contaminação. As ostras enjauladas não apresentaram bioacumulação significativa de Hg e PAHs em PES, mas se mostraram eficientes como organismos indicadores de biodisponibilidade em SES, uma vez que foram capazes de bioacumular até 1.600% do total de PAH nas amostras da parte interna deste estuário quando comparadas aos organismos de controle.

## J. Influência da poluição ambiental por metais na diversidade genética

Um estudo realizado por Banci e colaboradores (2017), objetivou avaliar se a presença de metais pesados em matrizes ambientais (água e sedimentos) podem afetar a diversidade genética e a estrutura do caranguejo do mangue *U. cordatus*. Foi utilizada a técnica Random Amplified Polymorphic DNA (RAPD) para avaliar a variação genética de *U. cordatus* em três áreas de mangue do Sudeste do Brasil (Juréia, São Vicente e Cubatão), caracterizadas por distintos níveis de poluição por metais (Cd, Pb, Cu, Cr e Hg).

No Brasil, o litoral sudeste é uma região bastante perturbada, destacando-se a Região Metropolitana da Baixada Santista. Os ecossistemas nesta região sofrem

grande pressão, em consequência da presença de indústrias e atividades portuárias.

*Ucides cordatus* é uma espécie endêmica, distribuída em mangues tropicais do Atlântico ocidental, que tem um papel de grande relevância no ciclo de carbono, no qual processa impurezas. Apesar disso, é uma fonte de alimento para comunidades costeiras e vem sendo utilizado como bioindicador para a avaliação da conservação de áreas de manguezais.

Em cada área de mangue, foram coletadas três amostras de sedimentos não adjacentes em diferentes profundidades (superfície, 15, 30 e 45 cm), e três amostras de água não contíguas ao longo da margem do rio em direção aos manguezais. As concentrações de cinco metais (Cd, Pb, Cu, Cr e Hg) das amostras ambientais foram medidas. As concentrações de metais na água foram comparadas à referência para água salobra classe 1 (impacto humano mínimo), conforme o Conselho Nacional do Meio Ambiente. Essa lei não fornece valores de referência para sedimentos, então utilizaram-se como base diretrizes canadenses.

As concentrações detectáveis de Pb em amostras de água foram registradas em todas as áreas de mangue, com concentrações seguindo uma tendência normal, mas sem diferença entre as concentrações médias quando essas áreas foram comparadas. Em Juréia, a concentração de Pb na água foi maior nas amostras de água obtidas na parte mais interna do mangue. Em Cubatão, as concentrações de Pb na água foram mais homogêneas. Todos os outros metais apresentaram concentrações abaixo dos limites de detecção, exceto em São Vicente, onde houve a detecção de Hg.

Todos os metais nas amostras de sedimento estavam abaixo do Nível de Efeito Limiar (da sigla TEL “*Threshold Effect Level*”, indicada como parâmetro pelo Guia Canadense de Qualidade do Sedimento para Proteção da Biota Aquática), não apresentando, portanto, efeitos adversos observáveis na biota.

A concentração de Hg nas amostras de sedimento do mangue pode ser considerada ausente em todas as áreas de mangue e seus estratos. Os outros metais registrados não tiveram distribuição normal, sem diferença significativa entre os estratos de sedimentos em todas as áreas de mangue. As concentrações de Cu, Cd, Cr e Pb foram maiores em São Vicente e Cubatão, mas foram semelhantes entre eles, ambos contrastando com a Juréia.

Em relação a cada população, embora tenha sido observado que não houve diferença substancial nos níveis de diversidade entre os três locais, as amostras de Juréia apresentaram os menores valores para todas as estatísticas descritivas foram utilizadas. A distância genética foi muito semelhante entre Juréia e Cubatão, com São Vicente ocorrendo como um grupo externo. Confirmou-se que a técnica utilizada foi interessante para avaliação e monitoramento de risco ambiental, principalmente em países em desenvolvimento como o Brasil, devido ao baixo custo e resultados rápidos.

#### **K. Avaliação da toxicidade de metais por espécies sentinela de manguezais: estudo de caso *in situ* integração de análises químicas e de biomarcadores**

Um estudo realizado por Duarte e colaboradores (2017), objetivou testar a hipótese de que existe uma relação significativa entre os efeitos da citogenotoxicidade e os níveis de contaminação por metais em compartimentos abióticos (água e sedimento) e compartimentos bióticos (folhas verdes/senescentes de *R. mangle* e tecidos de *U. cordatus*). Foi necessário avaliar se a contaminação abiótica por metais está ligada à bioacumulação e se a associação envolvendo a presença de metais (Cd, Cu, Pb, Cr, Mn e Hg) em todos os compartimentos está relacionado às respostas subletais registradas em uma espécie sentinela de manguezais do Atlântico Ocidental.

A área de estudo localiza-se na região litorânea do Estado de São Paulo, que representa um cenário contrastante pela presença de áreas preservadas, juntamente com áreas sujeitas a impactos ambientais significativos. Consideraram-se seis áreas de manguezais do Estado de São Paulo com distintos níveis de poluição (Bertioga, APOSTA; Cubatão, CUB; São Vicente, SAV; Iguape, IGU; Juréia, JUR; e Cananéia, CAN), com base em seu histórico de pressões antrópicas, principalmente no que se trata da contaminação por metais. Esses manguezais são considerados berçário de várias espécies de animais, destacando-se o caranguejo uçá (*Ucides cordatus*), que é uma espécie-chave devido à sua importância biológica e econômica. Estudos realizados provaram que *U. cordatus* é um bom modelo para

avaliação da bioacumulação de metais, atuando como importante bioindicador de áreas de mangue, devido à sua susceptibilidade.

As amostras deste estudo foram coletadas no inverno de 2011. Em cada subárea de mangue, foram coletadas três amostras de água, obtidas nas tocas de *U. cordatus*, totalizando 54 amostras de água. Nas mesmas subáreas de mangue, também foram coletadas três amostras de sedimento em uma profundidade de até 10 cm próximo às tocas do caranguejo uçá, mas em uma zona sem sinais de bioturbação. Foram amostrados o hepatopâncreas (glândula intestinal com funções de desintoxicação em crustáceos) e o músculo (fonte de alimento humano), enquanto para os manguezais vermelhos foram selecionadas as folhas verdes e senescentes.

Na espécie *U. cordatus*, o acúmulo de metal foi melhor explicado pela concentração de metal encontrada nas folhas de *R. mangle* do que na água ou sedimento, indicando que a alimentação impulsiona a exposição ao metal neste organismo. A concentração de mercúrio (Hg) no sedimento, a concentração de cobre (Cu) no hepatopâncreas de *U. cordatus* e chumbo (Pb) em água e folhas verdes de *R. mangle* mostraram uma correlação significativa com o impacto genotóxico em *U. cordatus*.

Os resultados mostraram a necessidade da restauração ambiental de áreas de manguezais contaminadas com metais, que são responsáveis por lesões citogenéticas e revelam uma condição pré-patológica nas espécies sentinela, além de distúrbios ecológicos. Além disso, foi observada a efetividade da utilização da espécie *U. cordatus* como sentinela.

### **V.2.1.2. Impactos sobre invertebrados bentônicos**

Foi realizado um levantamento sistemático de documentos, artigos científicos, teses e outras publicações relevantes cuja temática incluísse análises de impactos sobre os invertebrados bentônicos da Baixada Santista.

Importa referir, em princípio, que o sistema bentônico dos ambientes litorâneos corresponde às áreas de sedimentação, não consolidado (fundos arenosos/lamosos) ou consolidado (fundos rochosos), na qual se desenvolve uma alta biodiversidade de organismos, com variadas formas de vida e de alimentação

(CASTRO & HUBER, 2012). Os organismos que habitam esse ambiente são conjuntamente chamados de bentos e vivem em íntima associação com o fundo oceânico (PIRES-VANIN, 2008). A composição e riqueza das comunidades bentônicas tendem a sofrer grandes mudanças em resposta às variações ambientais, principalmente no que se refere às alterações de características sedimentares (THRUSH *et al.*, 2003), salinidade, matéria orgânica, hidrodinâmica e disponibilidade de oxigênio (MCLACHLAN & BROWN, 2006).

Os organismos bentônicos podem ser classificados conforme posição na cadeia trófica (fitobentos para os produtores primários e zoobentos para os consumidores); modo de vida (epifaunais para aqueles que se locomovem e alimentam na superfície do sedimento e infaunais para aqueles que vivem enterrados ou em galerias no sedimento); tamanho (microbentos para os organismos menores que 32  $\mu\text{m}$ , meiobentos para os organismos com tamanho entre 32  $\mu\text{m}$  e 0,5 mm, macrobentos para os organismos maiores que 0,5 mm e megabentos para os organismos maiores que 10,0 mm) (MCLACHLAN & BROWN, 2006).

Por fim, estes diferentes grupos da biodiversidade bentônica têm características distintas na sua relação com o sedimento, o que faz com que cada um tenha uma dinâmica particular e seja influenciado de forma diferente por variáveis ambientais no sistema (VANAVERBEKE *et al.*, 2011; SEMPRUCCI *et al.*, 2003).

Assim, após analisadas, foram selecionadas e sintetizadas publicações consideradas relevantes (apresentadas em seguida), que contivessem em sua abordagem evidências de impactos de atividades antrópicas (sobretudo contaminação química) sobre os organismos bentônicos, suas principais fontes e consequências.

#### **A. Condições ambientais do sistema estuarino de Santos e São Vicente (Lamparelli, 2001)**

A região da Baixada Santista é rodeada de grandes empreendimentos que causam diversos impactos ambientais na região do sistema estuarino de Santos e



São Vicente. A ocupação urbana, grandes complexos industriais e o próprio Porto de Santos estão entre os principais agentes degradantes.

Foi realizado neste estudo um levantamento que abrangeu no total 26 pontos de amostragem, nos quais foram coletadas 22 amostras de água, 63 amostras de sedimentos e diversos organismos aquáticos (161 espécies de peixes, crustáceos e moluscos). O estudo analisou mais de 120 parâmetros envolvendo diversos poluentes como metais pesados, arsênio, herbicidas e outros pesticidas, HPA's, solventes, PCB's, entre outros. Também foram realizados testes de toxicidade e mutagenicidade nas amostras.

Após uma análise detalhista dos diversos parâmetros, o estudo concluiu que de maneira geral, o comportamento dos poluentes no ambiente aquático indica que as substâncias entram no sistema e nas zonas adjacentes por meio de: água de escoamento superficial; lançamento de efluentes líquidos industriais e domésticos; vazamentos e acidentes ambientais; deposição atmosférica de poluentes; disposição inadequada de resíduos sólidos domésticos e industriais; lançamento de sedimentos contaminados através de atividades de dragagem no porto de Santos.

O estudo destacou ainda que o polo industrial de Cubatão representa a maior fonte de poluentes químicos para os rios de Cubatão, sistema estuarino, baía de Santos e para o ambiente marinho adjacente, pela diversidade e quantidade de substâncias emitidas atualmente e pela contaminação pretérita (passivo ambiental). Além disso, a emissão de poluentes sofreu uma redução a partir da década de 80 devido a algumas medidas de controle e remediação adotadas no estado.

Dos contaminantes testados na região de estudo, foram encontrados: Arsênio; Cádmiio; Chumbo (abaixo dos limites do CONAMA); Cobre; Cromo; Mercúrio; Níquel e outros. Destaque positivo para a ausência de Manganês, Zinco e Solventes aromáticos.

Com relação à fauna, o estudo destacou que houve uma redução dos níveis de contaminantes para alguns metais (cádmiio, chumbo, mercúrio), e alguns compostos orgânicos (hexaclorobenzeno). Alguns grupos de contaminantes (PCBs, PAHs, dioxinas e furanos), que ainda não haviam sido estudados, apresentaram bioacumulação em várias espécies; as zonas mais afetadas foram



as próximas de Cubatão e o estuário de Santos, o que corrobora o impacto maior do complexo industrial.

É importante destacar também que a problemática da contaminação pode oferecer risco à saúde pública, visto que os organismos aquáticos do sistema estuarino apresentaram algumas amostras com concentrações de Cobre, Níquel, Zinco, Benzo(a)pireno, Dibenzo(a)antraceno, PCBs, Dioxinas e Furanos acima dos critérios para consumo humano no Brasil e Estados Unidos, requerendo um trabalho constante de biomonitoramento e avaliação desses seres.

### **B. Análise da evolução temporal de impactos na Baixada Santista utilizando foraminíferos**

Visando diminuir a problemática das análises ambientais que não costuma avaliar as alterações físico-químicas provocadas antes e/ou durante a atuação de processos impactantes, Bonetti e colaboradores (2001) optaram por utilizar metodologias capazes de resgatar um pouco da história costeira recente, utilizando-se do estudo de foraminíferos.

O processo se baseia na característica desses organismos de armazenarem seu registro em camadas bentônicas, sendo possível, com algumas restrições metodológicas, observar variações ambientais promovidas por ações antrópicas nos sistemas naturais. As análises foram realizadas em amostras coletadas em 1995 nas franjas dos manguezais de Cubatão (zona industrial), Santos (zona portuária) e São Vicente (zona urbana). As áreas foram selecionadas por representarem diferentes condições ambientais ao longo do sistema estuarino, e por conterem estudos anteriores que discutem os principais processos de degradação registrados em cada uma.

Após as análises estatísticas do material coletado nos testemunhos, foi possível notar que a composição faunística encontrada indica que as condições ambientais que formaram as camadas mais inferiores eram similares às registradas no período deste experimento. Porém, diferenças entre a distribuição e predominância das espécies ao longo da coluna sedimentar permitiram levantar algumas hipóteses sobre prováveis transformações ambientais nas localidades ao longo dos anos.

O estudo registrou uma crescente na densidade e riqueza de foraminíferos em direção às camadas mais superficiais na região industrial de Cubatão, o que pode indicar uma melhoria ambiental no trecho do sistema estuarino, fruto da retomada da vegetação de mangue do local. No canal do Porto de Santos, as variações de Lituólídeos ao longo da coluna (em especial do gênero *Ammotium*), indicam possíveis impactos por material suspenso nas águas, em decorrência da alta atividade de dragagem do porto. Em São Vicente a análise sugeriu um rápido confinamento devido a destruição das matas em suas margens e a alta carga de esgotos urbanos depositados na região.

Os autores concluíram, com base nos resultados apresentados neste artigo, que a biodiversidade marinha vem sendo impactada há pelo menos 40 anos, e que à época da realização dos estudos já se indicava um melhor uso de espécies da biota marinha, estuarina e costeira como potenciais bioindicadores, uma vez que muitas espécies bioacumulam metais e outros agentes tóxicos dispensados no ambiente através de atividades antrópicas diversas.

### C. Distribuição de foraminíferos no sistema estuarino de Santos

Entendendo o papel importante que a comunidade de foraminíferos possui nos trabalhos de biomonitoramento, por suas características de ciclo reprodutivo curto e de deixar registros pós morte, Damasio e colaboradores (2020), realizaram um estudo analisando a distribuição de foraminíferos no sistema estuarino de Santos, correlacionando essa distribuição com fatores hidrodinâmicos e os diversos poluentes que atuam sobre a região.

O estudo analisou 10 coletas de sedimentos realizadas em 2015, em diferentes regiões desde a entrada da baía até sua parte mais interna, visando conseguir uma amostragem representativa da diversidade de microhabitats do local; a hidrodinâmica foi analisada com base em modelo 3D computacional, e os poluentes de origem química e orgânica foram analisados utilizando-se de métodos próprios descritos em estudos anteriores.

Os resultados apontaram um total de 6809 indivíduos registrados, estes divididos em 25 gêneros e 32 espécies diferentes. O gênero predominante no levantamento foi o *Ammonia*, sendo que o mesmo foi o mais frequente em 8 dos

10 testemunhos, algumas espécies podem ser alóctonas (originárias de outra região e carregadas por questões hidrodinâmicas), mas ainda é necessário discutir os efeitos da hidrodinâmica no transporte “pós-morte”.

As análises hidrodinâmicas parecem correlacionar os seus efeitos em principalmente três espécies de foraminíferos: *Pararotalia cananeaensis*, *Discorbis sp.* e *Pseudononion japonicum*. Os dados indicam que essas espécies saem da região do Porto de Santos e sobem o estuário seguindo correntes marítimas; essa locomoção parece se intensificar graças às frequentes atividades de dragagem realizada no porto, o que facilita o transporte por correntes.

As maiores concentrações de metais foram registradas próximas ao complexo industrial de Cubatão, com aumento significativo nas taxas de Zinco. Hidrocarbonetos se mostraram presentes por toda a área, com maior concentração no canal de Santos. De acordo com os autores a poluição total aparenta afetar muito a diversidade e distribuição dos Foraminíferos; as espécies de *Ammonia* apresentam comportamento oportunista, se instalando nas áreas mais poluídas.

#### **D. Comparação da ocorrência de anormalidades morfológicas em foraminíferos de regiões não poluídas com regiões muito poluídas (Baixada Santista)**

Os foraminíferos já vêm sendo utilizados como bioindicadores em vários estudos de avaliação de impactos ambientais. Buscando avaliar se, e como, a frequência de anormalidades morfológicas neste grupo podem ser utilizadas como parâmetro biomarcador, Geslin e colaboradores (2002), realizaram um estudo comparativo entre regiões muito e pouco antropizadas para levantar dados referentes a isso.

As áreas estudadas consistem em ambientes paralíticos (estuários e lagoas); isso se dá por estes ambientes estarem frequentemente sujeitos a grandes estresses ambientais, geralmente associados a mistura de águas salinas e doces e a impactos antropogênicos. Neste estudo específico foram coletadas amostras em dois locais em reservas ambientais (rio Guaraú e rio Una) e em dois locais sobre forte influência humana (Lagoa Araruama e Baixada Santista). Todas as amostras foram coletadas nas regiões próximas a maré e nas regiões mais internas.

Após coleta e análise, foi constatado que no Rio Guaraú, a taxa de anomalias morfológicas variou de 0 a 10% entre as amostras, sendo que do total de 7 amostras, 4 tiveram taxa maior que 9%. No rio Una, a taxa de anomalias morfológicas variou de 3 a 29% entre as amostras, sendo que as duas amostras com maior taxa (22% e 29%) foram coletadas próximas a região de integração entre águas doces e salgadas. Na lagoa Araruama, as variações foram entre 3% e 24% e na Baixada Santista, de 0 a 12%.

As observações registradas nos diferentes pontos de coleta permitiram aos pesquisadores algumas conclusões: 1 - Grandes proporções de anomalias podem ser registradas em ambientes protegidos de atividades humanas, assim como baixas proporções podem ser registradas em ambientes muito impactados; 2 - Fatores naturais como salinidade e acidificação podem induzir o aparecimento de anomalias morfológicas; 3 - Regeneração após danos físicos também podem ser interpretadas como anomalias.

Os resultados apontam que, antes de se utilizar essa característica específica como bioindicadora, se faz necessário um estudo das condições naturais. Isso não significa que as atividades humanas não causam impactos sobre essas populações, visto que os mesmos vêm sendo demonstrados exaustivamente na literatura.

## **E. Análise da macrofauna bentônica no sistema estuarino de Santos**

Baseado no conhecimento de que ecossistemas marinhos são influenciados por fatores químicos, biológicos e físicos, Abessa e seus colaboradores (2019), realizaram um estudo de abordagens múltiplas com o objetivo de caracterizar a distribuição da macrofauna bentônica no sistema estuarino de Santos e identificar os principais fatores naturais e antropogênicos que justificam a mesma.

O estudo analisou 25 amostras coletadas em lugares diferentes no ano de 1998. A escolha dos locais se deu com base na existência de gradientes naturais presentes no sistema estuarino de Santos, além de considerar a existência de múltiplos contaminantes industriais e urbanos. As amostras foram coletadas com 2cm de profundidade, dando ênfase na camada superficial do bentos. O estudo

considerou também fatores físico-químicos da coluna d'água que foram retirados de estudos anteriores.

A análise integrada dos parâmetros revelou que no sistema estuarino de Santos, a comunidade macrobentônica sofre mais distúrbios nos locais influenciados por fontes de contaminação. A região catalogada como mais crítica foi a porção mais interna do canal do Porto de Santos, devido ao despejo de contaminantes gerados pelo complexo industrial. No canal de São Vicente, apesar da contaminação ter sido moderada, a comunidade bentônica foi afetada nesta região.

Na Baixada Santista, onde fatores naturais aparentam exercer uma maior influência na estruturação das comunidades bentônicas, locais influenciados pelo sistema de despejo de dejetos urbanos estavam enriquecidos com contaminantes e matéria orgânica, causando efeitos adicionais nos organismos. O estudo conclui que ambos os fatores de origem natural e antropogênica influenciam na estrutura das comunidades bentônicas. A região do sistema estuarino de Santos é altamente complexa e necessita de estudos constantes para que se cumpra o desafio de avaliar a sua qualidade ambiental.

#### **F. Distribuição de foraminíferos bentônicos na região do sistema estuarino de Santos**

Buscando fortalecer os entendimentos sobre como as mudanças físicas e químicas, juntamente com a ação antropogênica afetam as populações bentônicas de Foraminíferos, Diaz e colaboradores (2014), realizaram um estudo na região estuarina de Santos em épocas diferentes do ano (verão e inverno), levantando a Fauna na região e correlacionando com os fatores que podem gerar impactos na mesma.

O estudo analisou 47 coletas realizadas ao longo do sistema estuarino de Santos no ano de 2007, sendo que destas, 23 foram realizadas no verão (janeiro) e 24 foram realizadas no inverno (Julho).

Ao todo foram registradas 107 espécies de foraminíferos; destas, 73 eram espécies calcárias bentônicas, 33 aglutinadas e uma era planctônica. A espécie mais abundante em ambas as estações do ano foi *Ammonia beccarii*, e a

abundância de espécies aglutinadas foi maior no inverno do que no verão. Houve o aparecimento de deformações morfológicas nas tecas, mas a incidência foi baixa (<0,25%). Na região estudada, a temperatura média variou em 6º entre os períodos de verão e inverno, o que demonstra uma variação significativa a qual os organismos estão submetidos, mas que é compatível com a que ocorre em estuários subtropicais.

A fauna foraminífera registrada em 2007 durante as duas estações do ano foi típica de ambientes salobros (mixohalinos), com destaque para os gêneros *Ammonia*, *Elphidium*, *Quinqueloculina* e *Nonionella*. A diversidade segundo os índices de Shannon-Wiener foi maior nas regiões de entrada dos canais de São Vicente e Bertioga; já nas porções mais internas, as estações de coleta registraram pouca ou nenhuma espécie de foraminíferos, sempre com a predominância de espécies aglutinadas.

*Ammonia Beccarii* foi a espécie dominante em todo o estudo, é considerada uma espécie oportunista pois aparece com maior abundância nas regiões com menor índice de diversidade. O estudo não conseguiu determinar o quanto as poluições afetam a distribuição das populações devido à dificuldade de distinguir os efeitos naturais dos antropogênicos. Porém, o registro de espécies oportunistas e os índices de contaminação registrados, são um parâmetro para determinar o quão poluída está aquela região.

## **G. Condições ambientais e qualidade de sedimentos marinhos e estuarinos da Baixada Santista**

Revisando a situação política da época da instalação de diversas fontes poluidoras na Baixada Santista, que permitiram uma ocupação desenfreada da região e a rápida degradação desse ambiente estuarino, Abessa (2003) realizou um estudo avaliando criticamente a qualidade dos sedimentos do sistema estuarino de Santos, utilizando uma abordagem ecotoxicológica integrada e baseada na maior quantidade possível de evidências, objetivando fornecer subsídios para políticas públicas em busca de uma mudança de panorama.

Para realização deste estudo, foi feito um amplo levantamento bibliográfico a respeito da evolução histórica das condições ambientais e de contaminação nos



sedimentos da região, incluindo também a descrição das fontes de impactos atuais e pretéritas, e ainda os dados históricos sobre a estrutura da comunidade bentônica e a toxicidade dos sedimentos. Os dados compilados foram analisados criticamente, tendo sido observadas tendências históricas em relação à contaminação e possíveis modificações nos fatores ambientais e nos bentos.

O levantamento registrou que, em geral, as características das águas (pH, salinidade, teores de oxigênio, etc.) não sofreram grande variação ao longo dos anos (década de 1970) (a maior variação foi para o aporte de água doce, que reduziu após a parada do bombeamento de água da represa Billings). A mesma estabilidade relativa pôde ser observada para as características físicas dos sedimentos.

Dados com relação à contaminação por metais mostram que o ambiente sofre de contaminação severa por diversos elementos metálicos nas áreas mais internas do estuário, que podem ser consideradas críticas, com concentrações de cádmio, cromo, mercúrio e níquel acima de níveis potencialmente tóxicos segundo as diretrizes de qualidade de sedimento canadenses, e também teores elevados de alumínio, ferro, zinco e cobalto.

Outros tipos de contaminantes como: detergentes, hidrocarbonetos policíclicos aromáticos (HPA's), hidrocarbonetos halogenados, também se fazem presentes em diversos estudos. Toda essa contaminação vem sendo registrada ao longo dos anos e seus impactos na fauna local são evidentes, apesar das diferenças metodológicas nem sempre permitirem separar os impactos naturais dos antropogênicos sobre essas populações. Porém, o estudo refere a manutenção de um padrão ao longo do tempo, com a ocorrência de baixas abundâncias, baixas diversidades, baixas dominâncias específicas. Foi demonstrado que tanto fatores naturais como a contaminação e toxicidade participam na estruturação das comunidades bentônicas, tendo sido evidenciado maior stress na área interna do estuário e algum grau de alteração na área próxima ao emissário submarino.

A área mais crítica em termos de degradação da qualidade dos sedimentos é o Canal de Santos, cujas fontes potenciais de contaminantes são as atividades industriais e portuárias. No Canal de São Vicente, os lixões irregulares, as favelas e palafitas, os esgotos e os aterros de resíduos industriais constituem as principais fontes de contaminação. Na Baía de Santos, as principais fontes são o emissário,



e em menor escala, o passivo representado pelas antigas áreas de disposição de sedimentos dragados do porto.

As consequências da degradação dos sedimentos são a alteração da fauna bentônica, com alteração nos compartimentos dependentes do bentos; e a bioacumulação de poluentes nos organismos, com posterior transferência pela cadeia trófica. É ainda reportada a diminuição dos estoques pesqueiros devido à intoxicação e/ou fuga; e a acumulação de contaminantes em peixes, crustáceos e moluscos.

#### **H. Avaliação da saúde ecológica de dois canais estuarinos através do estudo de foraminíferos, componentes orgânicos e dados hidrográficos**

Visando caracterizar a região do sistema estuarino de Santos, Eichler e colaboradores (2003) fizeram um levantamento das associações de foraminíferos em diferentes pontos do sistema. Isso já havia sido realizado em trabalhos anteriores, sendo uma metodologia fortemente aceita na literatura. O trabalho foi pensado para servir de fundamentação teórica para outros estudos ou criação de programas de preservação e recuperação.

O foco do estudo foi o canal de Bertioga, situado dentro da Baixada Santista; este é considerado uma conexão secundária ao complexo estuarino de Santos apresentando duas desembocaduras: uma ao norte e uma ao sul do complexo. As amostras foram coletadas em dois canais estuarinos: canal Crumaú, sem interferência antrópica visível, localizado na porção mediana do canal de Bertioga, e no canal estuarino Acari, localizado na desembocadura sul, o qual recebe, na nascente de suas águas, descarga de esgotos domésticos do distrito de Vicente de Carvalho, município do Guarujá.

Após as análises das amostras, foi possível inferir que, embora para esses canais o fator limitante para o desenvolvimento da fauna calcária seja a baixa salinidade e o alto teor de carbono orgânico devido ao ambiente químico incompatível com a biosíntese de carapaças calcárias, foram observadas algumas diferenças relacionadas à frequência de espécies de foraminíferos de cada local.

O artigo conclui que, com relação a eutrofização ambiental, observa-se que os canais estuarinos Acari e Crumaú são enriquecidos por matéria orgânica. Entretanto, na comparação realizada entre esses ambientes, apenas o canal Acari se revelou como sistema altamente eutrofizado, apresentando baixa abundância e diversidade de espécies de foraminíferos.

### **I. Comunidades de foraminíferos do canal de Bertioga e sua aplicação em reconstruções paleoambientais.**

Tomando como base a fundamentação teórica prévia que indica que os foraminíferos podem ser organismos importantes nas reconstruções paleoambientais (devido a sua característica de preservação das tecas nos sedimentos), Gonçalves (2013) fundamentou seu trabalho para realizar uma análise nessa abordagem na região da Baixada Santista.

A coleta do testemunho foi realizada no canal de Bertioga, no dia 13 de Julho de 2012. Utilizou-se um tubo de PVC de 5 cm de diâmetro e 2 m de comprimento, o qual foi introduzido perpendicularmente ao solo, possibilitando que camadas mais antigas de sedimento fossem coletadas. Também foram feitos registros da salinidade da água nos locais adjacentes.

A metodologia seguiu com a triagem das tecas, identificação taxonômica dos foraminíferos e posterior análise dos dados coletados. A descrição física do testemunho indica quatro intervalos de acordo com as características sedimentológicas. A base do testemunho (85 - 24 cm) é composta por um sedimento homogêneo, lamo-arenoso, de cor acinzentada. Dos 24 aos 15 cm, o sedimento é lamo-arenoso, mais úmido que o encontrado no topo e de coloração marrom. No intervalo 15 - 8 cm, o sedimento é areno-lamoso, com presença de raízes finas. O topo do testemunho (8 - 0 cm) é composto por um sedimento lamo-arenoso, de aspecto seco e coloração marrom escuro.

Com relação à fauna, foram coletadas 892 tecas, divididas em 38 espécies de 26 gêneros. O estudo indica que durante as últimas décadas, importantes mudanças ambientais ocorreram na região. Ela deixou de ser uma zona de infra-maré rasa marginal ao Canal de Bertioga, sob significativa influência marinha, e passou à condição de pântano entre-marés coberto por vegetação de mangue.

Esse processo está relacionado a um evento de progradação, que pode ter tido relação, ou não, com uma queda no nível do mar.

## **J. Populações de Amphipoda na plataforma continental adjacente à Baixada Santista**

Desenvolvida como um braço do projeto “ECOSAN”, a tese apresentada por Rodrigues (2009), foi o resultado de uma investigação das populações de Amphipoda em duas estações do ano, inverno (agosto e setembro de 2005) e verão (fevereiro de 2006). Ao todo, foram coletadas 21 amostras em cada estação do ano, distribuídas entre as praias e as porções mais oceânicas.

Os Anfípodes são animais (crustáceos) muito importantes para a macrofauna e a meiofauna, diversos estudos apontam a sua importância como reguladores, sendo consumidores e servindo de dieta de diversos organismos como poliquetas, nemertíneos, crustáceos, peixes, pássaros e mamíferos que se alimentam de organismos bentônicos. Apesar de sua importância comprovada, estes organismos acabam sendo pouco estudados, tendo a sua diversidade pouco conhecida principalmente nas regiões tropicais. Foi justamente pensando nisso que o trabalho objetivou caracterizar essa fauna na região continental da Baixada Santista.

Após o processo de coleta nos 21 pontos amostrais, foi realizada uma triagem e caracterização da macrofauna em laboratório, além de análises granulométricas e de matéria orgânica total do solo. Os dados obtidos foram tratados através de análises univariadas, multivariadas e não paramétricas diversas.

O estudo encontrou 41 espécies de 19 morfoespécies nas duas estações pertencentes à ordem Amphipoda; o número de espécies encontradas foi ligeiramente maior no inverno. A família mais presente foi Ampeliscidae com 10 espécies.

A pesquisadora conclui que a menor diversidade e densidade observadas nos locais situados próximo à Ilha da Moela podem estar associados à descarga de sedimento contaminado derivado de dragagem do canal de Santos, além de que essa comunidade bentônica carece de mais estudos, tanto para determinação dos seus hábitos alimentares quanto para sua distribuição nas diferentes regiões costeiras.

## **K. Análise integrada de fatores para a distribuição espacial e vertical de poliquetas da baía de Santos e a plataforma continental adjacente.**

Ferreira (2008), em sua tese de doutorado, realizou uma análise multivariada para determinar a composição e distribuição vertical e espacial das associações de Poliquetas da baía de Santos.

Para a realização do estudo foram feitas 4 campanhas com 8 amostragens em cada, sendo as estações 1, 2 e 3 situadas na porção mais externa da Baía de Santos, atingindo profundidades de 14 m; as estações 4, 5 e 6 localizadas na porção central da baía, em profundidades inferiores de 10 m; e as estações 2 e 5 localizadas nas imediações da desembocadura do emissário submarino José Menino. Os demais pontos foram posicionados em frente à desembocadura dos canais do Porto (estação 7) e de São Vicente (estação 8), a fim de se verificar a influência de ambos sobre a Baía de Santos.

Ao final da realização das campanhas, um total de 6.159 ind./0,09m<sup>2</sup> foram identificados nas estações da Baía de Santos. A campanha de novembro/2005 foi responsável pela maior contribuição de organismos, com 3.778 ind./0,09m<sup>2</sup>, seguida por março/2005 e julho/2005, com 1.393 ind./0,09m<sup>2</sup> e 988 ind./0,09m<sup>2</sup>, respectivamente; a plataforma continental apresentou valores de densidade populacional menores em comparação à baía. Em ambas as áreas estudadas, foram identificadas 118 espécies, distribuídas em 33 famílias.

Após as análises de distribuição vertical e espacial, assim como análise de diversas características físico-químicas do ambiente, o estudo concluiu que: os efluentes urbanos influenciam a área adjacente ao despejo, introduzindo significativas porcentagens de sedimentos finos e matéria orgânica; a distribuição e diversidade dos poliquetas não parece ser influenciada pela contaminação por metais provenientes das atividades industriais; a estação 5 (localizada próxima ao emissário submarino) foi a única que pôde ser classificada como contaminada por esgotos; os baixos valores de densidade, riqueza e diversidade, com elevada dominância de espécies das famílias Capitellidae, Spionidae e Paraonidae, sugerem que espécies oportunistas estão instaladas no local, revelando que a comunidade de poliquetas na baía de Santos é influenciada por agentes antrópicos, mesmo que os fatores naturais sejam preponderantes.

Os resultados do trabalho evidenciaram a influência do aporte de compostos químicos, esgotos domésticos e teores de metais na estrutura espacial e vertical de organismos associados ao sedimento, sendo de fundamental importância que os estudos continuem a utilizar essa abordagem multivariada.

#### **L. Avaliação da qualidade dos sedimentos da orla de Santos empregando-se ensaios de toxicidade e caracterização da estrutura da comunidade bentônica.**

Ferraz e colaboradores (2012) realizaram um trabalho que avaliou a qualidade do sedimento da orla de Santos por meio da realização de ensaios de toxicidade e caracterização da estrutura da comunidade de macrofauna bentônica em 7 pontos localizados nas desembocaduras dos canais de drenagem fluvial nas praias de Santos-SP. Foram realizadas duas campanhas (Verão-Fevereiro de 2008 e Inverno-Julho de 2008).

O estudo demonstrou alteração da estrutura da comunidade bentônica e toxicidade em dois pontos (6 e 7), na região da orla adjacente ao bairro Ponta da Praia. Os resultados indicaram a necessidade de melhor controle das emissões de águas pluviais oriundas dos canais de drenagem para a manutenção da qualidade do sedimento da orla de Santos, e a necessidade de futuros estudos para determinar a influência da carga tóxica oriunda do estuário sobre qualidade ambiental dessa região costeira.

#### **V.2.1.3. Principais conclusões**

Do conjunto de artigos levantados, e de outros referidos na bibliografia, é possível inferir algumas conclusões sobre a condição de base do fator biodiversidade marinha na Baixada Santista.

Sabe-se que a condição de base apresentava-se já em grande perturbação ecológica, não sendo possível quantificar o quanto os novos projetos alteraram, posteriormente, o sistema. Contudo, como tais projetos ocupam áreas críticas de zonas entre marés, ocupam e impactam diretamente e indiretamente áreas de

fundos marinhos e canais e intensificam as atividades portuárias e industriais (não deixando o sistema recuperar), o impacto pode ser considerado cumulativo e significativo.

Há de se considerar, inclusive, um histórico de contaminação nos sedimentos, na água e no biota. Esse histórico está estabelecido pelo menos desde a década de 1980 e afeta o estuário, as áreas entre marés e de manguezal. Foram observados dados bastante consistentes, os quais que revelam origens diversas de contaminação, sendo as principais o esgoto, as atividades industriais localizadas nas bacias costeiras e a atividade portuária.

Há ainda diversos estudos que testemunham acumulação de poluentes nos sedimentos e bioacumulação nas espécies marinhas amostradas. Relativamente ao nível de contaminação, as tendências observadas nos estudos não são uniformes, havendo evidências de pequenas melhorias em alguns locais e de agravamento de contaminação em outros.

### ***V.2.2. Limites de alteração***

No que se refere aos limites de alteração para o fator Biodiversidade Marinha, embora não seja possível obter um valor específico para um indicador que defina um limite de alteração quantificável, há indícios de que o limite de alteração do fator já foi ultrapassado (vide evidências científicas publicadas em diversos artigos consultados), dada a condição de degradação do ambiente costeiro através da poluição dos sedimentos estuarinos; da degradação das áreas entremarés e de manguezais e da poluição dos sedimentos das áreas submarinas próximas dos emissários e das desembocaduras dos canais de maré. Deste modo, considera-se que a poluição e a degradação ambiental estão bem documentados, permitindo considerar, deste modo, que o limite de alteração já foi atingido e ultrapassado.

### 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 (dezembro, 2019), em que se previu, nos EIA dos empreendimentos em estudo, a eventual ocorrência de um total de 86 impactos sobre o meio marinho, gerados por dez empreendimentos. Destes, destacaram-se os impactos “afetação da fauna aquática” e “degradação de ecossistemas marinhos” (mencionados no total, 75 vezes). 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”, os dados disponíveis (onde se incluem monitoramentos de empreendimentos) não permitiram verificar em que medidas estas previsões se concretizaram em resultado da implantação desses empreendimentos.

Contudo, estudos disponíveis indicam que o estuário de Santos sofre de contaminação severa por diversos elementos metálicos nas áreas mais internas, que podem ser consideradas críticas. Toda essa contaminação vem sendo registrada ao longo dos anos e seus impactos na fauna local são evidentes, apesar das diferenças metodológicas adotadas nem sempre conseguirem separar os impactos naturais dos antropogênicos sobre essas populações (Abessa, 2003, 2019).

Verificou-se que os organismos aquáticos do sistema estuarino apresentaram algumas amostras com concentrações de Cobre, Níquel, Zinco, Benzo(a)pireno, Dibenzo(a)antraceno, PCBs, Dioxinas e Furanos acima dos critérios para consumo humano no Brasil e Estados Unidos (Lamparelli, 2001), e que a poluição total aparenta afetar muito a diversidade e distribuição dos Foraminíferos (Damasio e colaboradores, 2020).

Estudos realizados na área de estudo permitiram verificar a ocorrência de bioacumulação de metais e malformações em caranguejos (Pinheiro e colaboradores, 2012; Pinheiro e Toledo, 2010; Duarte e colaboradores, 2017); biomagnificação de mercúrio na teia trófica (Muto e colaboradores, 2011); efeitos citogenotóxicos em peixes (Kirschbaum e colaboradores, 2009); bioacumulação de



hexaclorobenzeno em minhocas (Vampré e colaboradores, 2009); bioacumulação de hidrocarbonetos aromáticos policíclicos e mercúrio em ostras (Torres e colaboradores, 2012).

### V.2.3.2. Classificação

Uma vez que os grandes projetos são uma fonte de pressão, pois estão em causa grandes volumes de dragagens (incluindo anuais, de manutenção, e a disposição oceânica de sedimentos), aumento do tráfego de embarcações, aumento do ruído, ocupação de áreas costeiras, aumento da expansão urbana e das ocupações irregulares, entre outros, apesar de não ser possível obter uma série temporal quantificada relativamente a uma espécie que permita ver como se refletem os impactos dos projetos em análise, o que se verificou nos estudos analisados, o que tem sido transmitido na participação social, e o que pode ser teoricamente esperado face à tipologia das ações estressoras, é de que continua a verificar-se uma degradação da biodiversidade marinha.

A classificação dos componentes dos impactos cumulativos sobre a biodiversidade marinha, que se apresenta no quadro seguinte, é embasada nessa percepção.

Quadro 24 – 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 Baixada Santista
Duração	Longo	Os dados dos estudos analisados indicam que os impactos cumulativos venham se verificando há mais de 40 anos.
Frequência	Contínua	Os dados dos estudos analisados indicam que os impactos cumulativos venham se verificando de forma contínua.

Componente	Classificação	Justificativa
Magnitude	Moderada a Elevada	Entende-se que, no meio aquático, em particular no meio marinho, os impactos atingem com facilidade magnitudes consideráveis, devido às características do meio.
Significância	Significativo	As evidências recolhidas em dados publicados objeto de revisão neste trabalho, permitem concluir que se verificam impactos negativos cumulativos significativos das atividades desenvolvidas na área de estudo sobre várias espécies.
Confiança	Elevada	Existe uma confiança elevada quanto à existência e significância dos impactos cumulativos.

Fonte: Témis/Nemus, 2019.

#### **V.2.4. Estimativa do estado futuro**

Embora não tendo sido definida uma variável-condição para o fator “biodiversidade marinha” que permitisse estimar metodologicamente o estado futuro do fator, a informação disponível sobre a condição de base do fator permite inferir sobre uma estimativa futura perspectivada sob algumas tendências principais, a saber: i) o crescimento das atividades portuárias, através do aumento do volume de carga/descarga no porto de Santos, presença e circulação de navios maiores (sejam eles de carga ou cruzeiros, ambos apresentando crescente procura apesar da atual crise sanitária causada pela pandemia de covid-19); ii) o crescimento das atividades industriais (indústrias de manutenção e reparação naval; indústria de insumos associados à cadeia produtiva de petróleo e gás e indústria de processamento e distribuição de petroquímicos, por exemplo); iii) a adaptação gradual de melhores práticas ambientais e sociais, com reflexo na utilização de materiais menos poluentes e na adoção práticas de construção e manutenção menos impactantes; iv) a adoção de medidas de controle, monitoramento, minimização e em alguns casos compensação de impactos ambientais negativos (embora, nem sempre os objetivos de redução gradual da pegada ambiental sejam atingidos); v) a adoção de políticas ambientais de âmbito federal e estadual que venham exigir padrões ambientais mais sustentáveis e

transparentes, embora se verifiquem avanços e recuos na implementação efetiva destas políticas.

Assim, o futuro apresenta-se incerto: se por um lado há uma preocupação crescente com as questões ambientais e a sustentabilidade dos novos empreendimentos, também é certo que o crescimento econômico desta região é imparável e que a implementação das políticas ambientais tem-se revelado insuficiente para conter a degradação dos ecossistemas urbanos e costeiros da Baixada Santista, e também para dar início a ações de recuperação e revitalização ambiental que possam alterar significativamente o panorama existente.

## VI. MEIO FÍSICO

### VI.1. ÁGUAS SUPERFICIAIS INTERIORES

#### VI.1.1. Introdução

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

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

- Alterações negativas na qualidade das águas interiores (F1): resultado da ação estressora de crescimento populacional;
- Alteração da disponibilidade hídrica (F2): resultado das ações estressoras de presença e operação de novas estruturas terrestres (A8) e crescimento populacional.

De acordo com a análise desenvolvida no fator habitação, apresentada neste relatório, é provável que a ação estressora de crescimento populacional esteja relacionada com os empreendimentos em estudo, notadamente a RPBC.

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

- Concentração média anual de coliformes termotolerantes (impacto F1)
- Razão entre demanda hídrica e disponibilidade hídrica (impacto F2).

Neste escopo, os limites de alteração e a classificação dos impactos cumulativos são efetuados face a estes indicadores.

## VI.1.2. Limites de alteração

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 na Baixada Santista que são afetados pelos impactos cumulativos identificados. Estas funções devem ser avaliadas em termos de qualidade das águas e de disponibilidade hídrica, 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 Baixada Santista encontram-se enquadrados face aos usos preponderantes pelo Decreto Estadual 10.755 de 22 de novembro de 1977, nas classes 1, 2 ou 3.

No Plano de Bacia da Baixada Santista 2008-2014, anterior ao plano vigente, estabeleceu-se a necessidade de atualização do enquadramento dos cursos de água e definição da priorização de uso dos recursos hídricos, preconizando-se a realização de estudos específicos para as áreas norte, central e sul da região hidrográfica. Apenas o estudo referente à área central foi realizado, com um viés para a identificação de novos mananciais que poderiam ser explorados futuramente para fins de abastecimento público, permitindo a avaliação da situação face ao enquadramento dos principais corpos d'água (CBH-BS, 2016a).

Destes desenvolvimentos ainda não se verificou a concretização numa proposta de enquadramento. O PBH-BS vigente define ações de enquadramento dos corpos de água da região por forma a apresentar para avaliação propostas de reenquadramento com abrangência regional até 2027 (CBH-BS, 2016b).

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, a capacidade de carga relaciona-se com a alteração admissível da função de vazão dos corpos de água da região 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 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.1.2.1. 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 do ponto no rio Cubatão (CUBA03900), enquadrado em classe 3 (cf. CBH-BS, 2018). Desta forma, aplicam-se os padrões de qualidade para a classe 2 ou, no caso do ponto no rio Cubatão, os padrões de qualidade da classe 3.

Considerando o parâmetro condição de qualidade do fator águas superficiais interiores 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 25 – 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 superficiais interiores*

Corpos de água doces	Concentração de coliformes termotolerantes (coliformes /100 ml)**
Enquadrados com Classe 1*	200
Enquadrados com Classe 2*	1000
Enquadrados com Classe 3*	4000

Nota: \* conforme enquadramento dos corpos de água pelo Decreto Estadual 10.755 de 22 de novembro de 1977; \*\* para outros usos que não recreação de contato primário, que deve respeitar padrões de qualidade de balneabilidade estabelecidos por Resolução CONAMA n.º 274 de 2000, em classe 3 o padrão de qualidade refere-se a outros usos que não sejam recreação de contato secundário (limite 2500 /100 ml) e dessedentação de animais criados confinados (limite 1000 /100 ml).

Fonte: Témis/Nemus, 2019.



### VI.1.2.2. Limite de alteração aceitável

Relativamente ao indicador “Razão entre demanda hídrica e disponibilidade hídrica”, a legislação aplicável na Baixada Santista não estabelece diretamente um valor limite, em particular um valor que se conforme com o enquadramento.

Entretanto, a Lei Estadual n.º 9.034 de 27 de dezembro de 1994 estabelece que as outorgas para o uso de água deverão respeitar uma vazão remanescente no curso de água igual ou superior a 50% da vazão mínima de referência  $Q_{7,10}$ , abaixo da qual a bacia hidrográfica será considerada crítica (art. 14º). A Lei Estadual n.º 16.337 de 14 de dezembro de 2016 remete para o plano de bacia hidrográfica o estabelecimento da vazão de referência e dos critérios para análise de outorgas, o qual confirma o disposto na Lei n.º 9.034 de 27 de dezembro de 1994, acrescentando que concessões à manutenção de 50% da  $Q_{7,10}$  serão toleradas apenas no caso da captação para o abastecimento urbano na Baixada Santista. A vazão máxima de 50% da  $Q_{7,10}$  é a adotada pelo DAEE.

Neste escopo, os relatórios de situação de recursos hídricos emitidos para a região hidrográfica consideram 50% o valor limite para a classificação “Crítica” da razão entre demanda superficial e  $Q_{7,10}$ . Adicionalmente, consideram-se as classificações de “Atenção” para valores entre 30% e 50% e “Boa” para valores inferiores a 30% (cf. CBH-BS, 2018).

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. 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 (2009) ou, com abordagem semelhante, o trabalho mais recente de Curtarelli *et al.* (2018), focando os estados vizinhos do Rio de Janeiro e de Santa Catarina.

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), bem como no contexto da avaliação da condição dos corpos de água face ao enquadramento.

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

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

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

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

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

Para o PAIC opta-se por utilizar a concentração de coliformes termotolerantes para avaliação da disponibilidade hídrica considerando a necessidade de depuração de efluentes, à semelhança da abordagem realizada para o Litoral Sul Fluminense. 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, considerando os benefícios de uma atitude precaucionária face ao impacto do efluente.

Desta forma, e assumindo uma concentração de coliformes termotolerantes média de 50.000 /100 ml no esgoto doméstico não tratado (cf. Metcalf & Eddy, 1991) e o padrão de qualidade de classe 2 de 1.000 /100 ml (que como se viu anteriormente se aplica à quase generalidade dos corpos de água monitorados na Baixada Santista), verifica-se que a vazão nos corpos de água receptores deverá ser, caso não ocorra tratamento, cerca de 50 vezes superior àquela do efluente.

Nas sub-bacias onde existem descargas dos sistemas de saneamento públicos ou isolados (cf. Relatório Final da Fase de Avaliação de Impactos Cumulativos, coincidindo com sedes municipais), importa considerar que existe um percentual de esgoto tratado que, de acordo com os dados apresentados no mesmo relatório, seria em 2017 (produto dos indicadores População urbana atendida por coleta de esgoto x Atendimento de tratamento de esgoto coletado): 34% em Bertioga, 49% no Cubatão, 13% em São Vicente, 82% em Mongaguá, 39% em Itanhaém e 75% em Peruíbe.

Contabilizando o tratamento de esgoto nos municípios e assumindo uma eficiência de 98% de remoção de coliformes termotolerantes por desinfecção após tratamento convencional (Metcalf & Eddy, 1991), verifica-se que a razão entre vazão do corpo de água receptor e vazão do efluente necessária para diluição se reduz: 33 em Bertioga, 26 no Cubatão, 44 em São Vicente, 9 em Mongaguá, 31 em Itanhaém e 13 em Peruíbe.

Nos municípios de Guarujá, Santos, São Vicente (insular) e Praia Grande os sistemas de saneamento utilizam o oceano ou o estuário como corpo receptor dos esgotos tratados. Nesses casos, nas sub-bacias onde se localizam as principais manchas urbanas há que considerar o percentual de esgoto não coletado, que poderá afluir aos corpos de água. Obtém-se assim os seguintes valores de razão entre vazão do corpo de água receptor e vazão do efluente: 18 em Guarujá, 1 em Santos, 14 em São Vicente, 13 em Praia Grande.

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 26 apresenta-se o limite de alteração obtido para cada sub-bacia para a demanda hídrica, considerando o valor máximo outorgável e, nas sub-bacias que recebem descargas dos sistemas de saneamento ou onde se localizam as principais manchas urbanas (sedes municipais), considerando a capacidade de depuração dos corpos de água nas sub-bacias com descargas de saneamento públicos ou isolados, utilizando como vazão de referência a  $Q_{7,10}$ . Verifica-se que o valor limite da demanda hídrica se reduz numa porcentagem equivalente à eficiência do tratamento de esgoto requerida.

*Quadro 26 – Limite de alteração da demanda hídrica por município e sub-bacia da região Baixada Santista estimado pelo valor máximo outorgável (limite quantitativo) e considerando a capacidade de depuração dos corpos de água (atual) (limite qualitativo).*

Município	Sub-bacia	50% $Q_{7,10}$ (L/s)	Corpos de água receptores de sistemas de saneamento públicos ou isolados	$Q_{Dep}$ atual* (L/s)
Bertioga	Rio Guaratuba (21)	932	-	-
	Ribeirão Sertãozinho (20)	591	-	-
	Rio dos Alhos (19)	764	-	-
	Rio Itatinga (18)	778	-	-
	Rio Itapanhaú (sem afluentes) (17)	1.240	Rio Itapanhaú (Sistema Bertioga)	75
Guarujá	Ilha de Santo Amaro (13)	1.087	-	121
Santos	Rio Cabuçu (14)	532	-	-
	Rio Jurubatuba (15)	655	-	-
	Rio Quilombo (16)	619	-	-
Santos / São Vicente	Ilha de São Vicente (11)	509	-	73
Cubatão	Rio Mogi (12)	532	-	-
	Rio Cubatão (9)	1.244	Rio Cubatão (Sistema Cubatão)	96
	Rio Piaçabuçu (10)	500	-	77

Município	Sub-bacia	50% Q <sub>7,10</sub> (L/s)	Corpos de água receptores de sistemas de saneamento públicos ou isolados	Q <sub>Dep</sub> atual* (L/s)
Praia Grande	Rio Boturoca (8)	1.317	Rios Mariana e Branco (Sistema São Vicente)	53
Itanhaém / Mongaguá	Rio Aguapeú (6)	754	Rio Aguapeú (Sistema Mongaguá)	167
Itanhaém	Rio Branco (7)	1.631	-	-
	Rio Preto (5)	1.886	-	-
	Rio Itanhaém (sem afluentes) (4)	683	Rios do Poço e Curitiba (Sistema Itanhaém)	44
Peruíbe	Rio Preto Sul (3)	860	Rio Preto (Sistema Peruíbe)	132
	Rio Perequê (2)	389	-	-
	Praia do Una (1)	73	-	-

Nota: \* Limite de vazão estimada considerando a capacidade de depuração dos corpos de água.

Fonte: Témis/Nemus (2019).

### 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:

- Alterações negativas na qualidade das águas interiores (F1): efeitos cumulativos sinérgicos, sobre a concentração de coliformes termotolerantes;
- Alteração da disponibilidade hídrica (F2): efeitos cumulativos incrementais sobre a razão entre demanda hídrica e disponibilidade hídrica.

Em seguida, apresenta-se a classificação dos impactos cumulativos identificados sobre o fator águas superficiais interiores da Baixada Santista 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 superficiais interiores, seja por alteração negativa da condição de qualidade das águas seja por diminuição da disponibilidade hídrica nos mananciais atuais ou futuros. A classificação da componente natureza é, assim, Negativa.

#### *VI.1.3.2.2. Escala espacial*

Quanto ao impacto alterações negativas na qualidade das águas interiores, o efeito abrange todos os municípios da Baixada Santista. O impacto classifica-se quanto à componente escala espacial como Regional.

No que diz respeito ao impacto de alteração da disponibilidade hídrica, o efeito atinge diretamente três municípios da Baixada Santista (Cubatão, Bertioga e Itanhaém), onde se localizam os grandes mananciais, e, indiretamente, os restantes da região. O impacto classifica-se quanto à componente escala espacial como Regional.

#### *VI.1.3.2.3. Duração*

O impacto de alterações negativas na qualidade das águas interiores identificou-se com efeitos significativos na qualidade de corpos de água da região avaliada anualmente (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 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 alterações negativas na qualidade das águas interiores ocorre constantemente devido à permanência no tempo da ação estressora associada ao crescimento populacional. Considera-se, assim, de frequência Contínua.

O impacto de alteração da disponibilidade hídrica ocorre quase constantemente, porque depende do aumento formal (através dos sistemas de abastecimento público) ou informal (através de captações irregulares) da demanda hídrica para abastecimento humano e, no caso do rio Cubatão, da operação dos empreendimentos UTE Euzébio Rocha (E5) e Carteira de Diesel RPBC (E4). Classifica-se como de 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 superficiais interiores.

No que diz respeito ao impacto alterações negativas na qualidade das águas interiores, uma quantificação do efeito sobre a função do fator pode ser investigada com o modelo da relação entre variável estressora do impacto e variável indicadora da condição do fator, apresentado e estimado no Relatório Final da Fase de Avaliação de Impactos Cumulativos. Neste caso, obteve-se o seguinte modelo para o efeito da população residente, aplicável aos municípios de Bertiooga, Guarujá, Cubatão, São Vicente, Itanhaém e Peruíbe (i):

$$Coliformes_{it} = e^{\beta_0} * e^{0,0006 * População\ residente_{it}} * e^{\epsilon_{it}}$$

Onde “Coliformes” representa a concentração de coliformes termotolerantes em rios (UFC/100 ml). A “População residente” encontra-se especificada em habitantes / km<sup>2</sup> (área total de cada município).



Este modelo reproduz uma pequena parte da variabilidade da variável concentração de coliformes termotolerantes média dos rios, notadamente 10%. No Quadro 27 apresentam-se as contribuições dos diferentes termos da equação referente ao efeito da população residente estimado pelo modelo para o período 2007-2017.

*Quadro 27 – Estimativa da magnitude do impacto cumulativo sobre a concentração de coliformes termotolerantes dos corpos de água no período 2005 - 2017*

Município (ano base)	Termo base e resíduos para 2017* (UFC / 100 ml)	Termo do acréscimo da população residente (ano base – 2017)	Termo observado (ano base – 2017)
Bertioga (2007)	247	1,02	0,51
Guarujá (2013)	191613	1,04	0,72
Cubatão (2005)	1880	1,05	0,47
São Vicente (2007)	1038	1,11	0,56
Itanhaém (2007)	1238	1,01	0,63
Peruíbe (2007)	4937	1,01	1,47

Nota: \* efeito da população no ano base, termo constante e resíduo.

Fonte: Témis/Nemus, 2019.

Verifica-se que o termo referente ao acréscimo da população residente no período em avaliação (2005-2017) corresponde a aumentos entre 1 e 11% na concentração média anual de coliformes termotolerantes nos rios dos municípios, menor em Itanhaém e Peruíbe e maior em São Vicente, face ao valor considerando os efeitos não explicados pela variável independente. O efeito da população é maior no município de São Vicente devido à maior variação da densidade populacional nesse município, não obstante a taxa de crescimento da população residente ser superior nos municípios de Bertioga, Itanhaém e Peruíbe (cf. Relatório Final da Fase de Avaliação de Impactos Cumulativos).

Estas variações não tiveram, em geral, efeito na função do fator águas superficiais interiores, uma vez que no Relatório Final de Avaliação de Impactos Cumulativos se identificam apenas dois corpos de água que sofreram uma desclassificação na condição face ao enquadramento, notadamente:

- Município de Peruíbe: rio Preto (Classe 3 para Classe 4);
- Município do Cubatão: rio Perequê (Classe 1 para Classe 2).

Importa ressaltar que, nestes corpos de água, 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 2005-2017 ser bastante superior (e com sentido contrário no caso do rio Perequê, notadamente 1,82 no rio Perequê e 1,47 no rio Preto) aos valores aferidos pelo efeito da população residente. Esse comportamento é observado para os valores médios dos municípios analisados.

Assim, a magnitude do impacto cumulativo sobre a concentração de coliformes termotolerantes nos corpos de água da Baixada Santista classifica-se como Baixa, dado que existe um efeito mínimo na função do fator nos corpos de água dos municípios.

Relativamente ao impacto de alteração da disponibilidade hídrica, a avaliação da magnitude do impacto envolve também a avaliação do seu efeito sobre a função do fator águas superficiais interiores, 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 superficiais interiores.

Assim, para a avaliação da magnitude interessa considerar as sub-bacias com mananciais (atuais ou futuros), notadamente as sub-bacias Rio Cubatão (município do Cubatão), Rio Branco (município de Itanhaém), Rio Itapanhaú e Rio Itatinga (município de Bertioga).

O impacto resulta do crescimento populacional regional sobre todos os mananciais referidos e, no trecho terminal do rio Cubatão, também da ação estressora A8 (presença e operação de novas estruturas terrestres), 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, em geral, 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:

- Mananciais da sub-bacia do Rio Cubatão: nos municípios de Cubatão, Santos, São Vicente, Guarujá e Praia Grande a população aumentou cerca de 2% a 37% no período 2005-2019;
- Manancial da sub-bacia do Rio Branco: nos municípios de Itanhaém, Mongaguá e Peruíbe a população aumentou cerca de 18% a 32% no período 2005-2019;
- Mananciais das sub-bacias do Rio Itatinga e Rio Itapanhaú: no município de Bertioga a população aumentou cerca de 59% no período 2005-2019.

Para se averiguar se esta variação tem ou não um efeito considerável na função quantitativa do fator águas superficiais interiores, interessa verificar se se identificaram situações de déficit hídrico / necessidade de novos mananciais para o abastecimento nesses municípios. Nota-se aqui o seguinte:

- O Atlas de Abastecimento Urbano de Água (ANA, 2011) documentava que para os municípios de Mongaguá / Itanhaém / Peruíbe o abastecimento era satisfatório; em Santos / Cubatão / São Vicente / Bertioga os mananciais atendem à demanda futura, embora haja necessidade de adequações no sistema produtor; por outro lado, há necessidade de novos mananciais para abastecimento do Guarujá e em Praia Grande;
- Entretanto, posteriormente, os planos municipais de saneamento básico do Guarujá (2018) e de Praia Grande (2017) não preveem a necessidade de novos mananciais, para além de adequações nos sistemas produtores existentes;

Estes resultados indicam que o aumento da demanda hídrica está a contribuir para alguma alteração da função de disponibilidade hídrica na região, uma vez que ocorre necessidade de adequação dos sistemas produtores, pelo que se considera que o impacto pode ter um efeito considerável na função quantitativa do fator águas superficiais interiores, mas com possibilidade de recuperação a curto / médio prazo,

porque não tem exigido, no imediato, a necessidade de implementação de mananciais alternativos. Considera-se, assim, para o impacto cumulativo uma magnitude Moderada.

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 sub-bacias onde se localizam os mananciais. Considerando os dados apresentados nos relatórios finais das fases de Levantamento de Dados e de Avaliação de Impactos Cumulativos a este respeito, observa-se (não ocorre monitoramento na sub-bacia do Rio Itatinga):

- Sub-bacia do Rio Cubatão: rio Cubatão apresenta-se com qualidade classificável com classe 4 em 2005 e classe 3 em 2017, indicando uma melhoria da função e conformidade com o enquadramento definido; tendência de redução do indicador (-58%);
- Sub-bacia do Rio Branco: rio Branco apresenta-se com qualidade conforme classe 2 ao longo de todo o período 2009-2017; tendência de manutenção do indicador (aumento muito ligeiro de 2%);
- Sub-bacia do Rio Itapanhaú: rio Itapanhaú apresenta-se com qualidade conforme classe 2 ao longo de todo o período 2007-2017; tendência de redução do indicador (-45%).

Uma vez que a classe de qualidade se manteve ou houve mesmo uma melhoria (caso do rio Cubatão), em todos os cursos de água monitorados, ao longo do período 2005-2017, não se evidencia que o aumento de demanda hídrica nestas sub-bacias tenha tido efeito considerável sobre a função qualitativa das águas superficiais interiores.

#### VI.1.3.2.6. Significância

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

Considerando o impacto de alterações negativas na **qualidade das águas** interiores, classificou-se a magnitude como Baixa, porque tem um efeito mínimo sobre a função dos corpos de água dos diversos municípios. Entretanto, 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 do Guarujá (limite de alteração de 1000 /100 ml – classe 2): ribeirão Santo Amaro;
- Município de Santos (limite de alteração de 1000 /100 ml – classe 2): rio Saboó;
- Município do Cubatão (limite de alteração de 1000 /100 ml – classe 2): rio Piaçaguera;
- Município de São Vicente (limite de alteração de 1000 /100 ml – classe 2): rio Branco;
- Município de Itanhaém (limite de alteração de 1000 /100 ml – classe 2): rio Itanhaém;
- Município de Peruíbe (limite de alteração de 1000 /100 ml – classe 2): rio Preto.

Estes corpos de água correspondem a metade dos corpos de água onde há monitoramento na Baixada Santista, localizando-se em todos os municípios com monitoramento, exceto Bertioga. Merecem especial realce o ribeirão Santo Amaro (Guarujá), rio Saboó (Santos) e rio Preto (Peruíbe), nos quais a concentração de coliformes termotolerantes atual corresponde a classe 4 de enquadramento, quando o limite de alteração corresponde à classe 2.

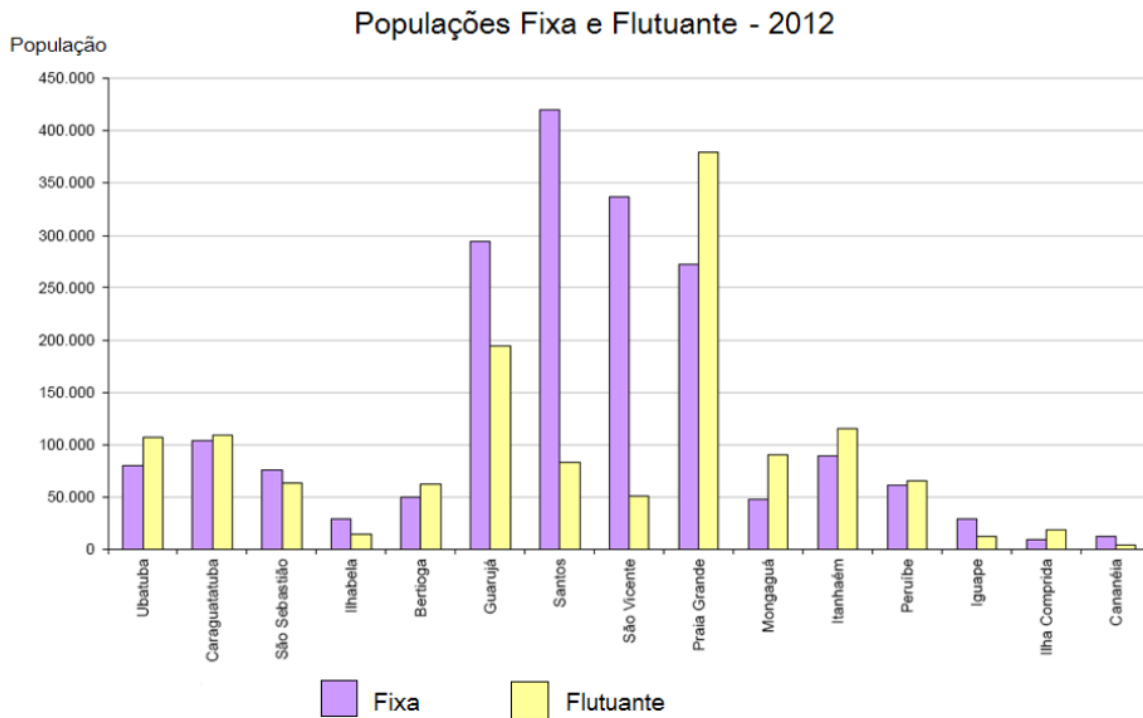
Todos os corpos de água em que o limite de alteração se encontra atualmente com excedência, partiram de uma situação, em 2005/2007 (2013 no caso do ribeirão Santo Amaro), em que tal já se verificava. Apenas o rio Preto (num único município) verificou um aumento da excedência do limite de alteração (passando de classificação como classe 3 para classe 4), bem como uma tendência de aumento no valor do indicador. Ainda assim, considera-se que o impacto cumulativo do crescimento populacional sobre a concentração de coliformes termotolerantes dos corpos de água se classifica como Significativo, por contribuiu para a manutenção de uma condição desfavorável do fator.

Quanto ao impacto cumulativo de alteração da **disponibilidade hídrica**, considerou-se na seção anterior uma magnitude Moderada, porque terá contribuído

para alguma alteração da função quantitativa das águas superficiais interiores da Baixada Santista.

Considerando as sub-bacias em que este impacto incide (Rio Cubatão, Rio Branco, Rio Itatinga e Rio Itapanhaú), os dados de demanda hídrica apresentados no Relatório Final da Fase de Avaliação de Impactos Cumulativos evidenciam atualmente a ultrapassagem do limite de alteração quantitativo estabelecido pela vazão máxima outorgável nas sub-bacias Rio Cubatão, Rio Branco e Rio Itatinga. A diferença em relação ao limite de alteração é muito acentuada especialmente nas sub-bacias do Rio Cubatão e do Rio Branco onde ascende a 569% e 452% do valor limite, sendo de 67% do valor limite na sub-bacia do Rio Itatinga.

Relativamente ao limite de alteração qualitativo estabelecido para depuração dos corpos de água nas bacias que recebem descargas de sistemas de saneamento verifica-se larga ultrapassagem tanto na sub-bacia do Rio Cubatão como na do Rio Itapanhaú. Entretanto, os dados de qualidade da água nas mesmas sub-bacias, apresentados no escopo da avaliação do impacto de alterações negativas da qualidade das águas interiores, não evidenciam não conformidade com o padrão de qualidade da classe 2 / classe 3, no caso do rio Itapanhaú / rio Cubatão. Esse comportamento poderá indicar que a demanda sobre essas sub-bacias tenha importante oscilação ao longo do ano, só se manifestando excessiva em parte do ano, o que poderá relacionar-se com a população flutuante nos municípios, bastante acentuada face à população residente nos municípios de Praia Grande, Mongaguá, Itanhaém e Bertioga (cf. Figura 59 referente ao ano de 2012).



Fonte: CBH-BS (2016).

*Figura 59 – População fixa e flutuante para o ano de 2012 nos municípios do litoral do Estado de São Paulo.*

Tendo em conta a grande excedência do limite de alteração, considera-se que o impacto cumulativo de alteração da disponibilidade hídrica é Muito 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 alterações negativas na **qualidade das águas interiores**:
  - Alteração da concentração de coliformes termotolerantes: confiança Alta na avaliação da capacidade de carga, confiança Baixa a Moderada na avaliação da magnitude, devido à ausência de dados para os municípios de Santos, Praia Grande e Mongaguá – classificação global de confiança Baixa a Moderada;
- Impacto de alteração da **disponibilidade hídrica**: confiança Moderada na avaliação da capacidade de carga, Baixa a Moderada



na avaliação da magnitude, devido a falta ou fraca representatividade dos dados de demanda hídrica na região – confiança global de Baixa a Moderada.

Quadro 28 – Classificação do impacto “Alterações negativas na qualidade das águas interiores”.

Componente	Classificação	Justificativa
Natureza	Negativa	O impacto prejudica o fator por alterações negativas na condição de qualidade das águas superficiais interiores.
Escala espacial	Regional	O impacto alcança todos os municípios da Baixada Santista.
Duração	Curto a Médio Prazo	O impacto influi na qualidade anual dos corpos de água.
Frequência	Contínua	O impacto ocorre continuamente sobre a concentração de coliformes termotolerantes.
Magnitude	Baixa	O impacto tem um efeito mínimo na função das águas superficiais interiores.
Significância	Significativo	O impacto é significativo face aos limites de alteração identificados quanto à concentração de coliformes termotolerantes, dado o limite de alteração ser excedido em metade 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 29 – Classificação do impacto “Alteração da disponibilidade hídrica”.

Componente	Classificação	Justificativa
Natureza	Negativa	O impacto prejudica o fator por alterações negativas na função de quantidade das águas superficiais interiores, bem na sua função de qualidade, por afetação da capacidade de depuração dos corpos de água.
Escala espacial	Regional	O impacto alcança diretamente três municípios da Baixada Santista onde se localizam os grandes mananciais (Cubatão, Bertioga e Itanhaém) e indiretamente toda a região que é servida por esses mananciais.

Componente	Classificação	Justificativa
Duração	Longo Prazo	O impacto poderá ter efeitos significativos durante mais de dez anos.
Frequência	Contínua	O impacto ocorre continuamente sobre a disponibilidade hídrica.
Magnitude	Moderada	O impacto tem um efeito considerável sobre a função quantitativa das águas superficiais interiores (capacidade de suprir a demanda para abastecimento público), com possibilidade de recuperação a curto / médio prazo porque não exige a necessidade de implementação de mananciais alternativos.
Significância	Muito Significativo	O impacto é muito significativo face aos limites de alteração identificados, considerando os aspectos quantitativos da função das águas superficiais interiores.
Confiança	Baixa a Moderada	Existe alguma incerteza na avaliação da significância do impacto cumulativo, notadamente na avaliação da sua magnitude.

Fonte: Témis/Nemus, 2019.

#### VI.1.4. Estimativa do estado futuro

Na seção anterior determinaram-se impactos cumulativos significativos ou muito significativos resultantes dos empreendimentos em estudo ou de outros estressores sobre o fator Águas superficiais interiores aqueles de:

- Alterações negativas na qualidade das águas interiores (F1), indicado pela concentração média anual de coliformes termotolerantes, significativo;
- Alteração da disponibilidade hídrica (F2), indicado pela razão entre demanda hídrica e disponibilidade hídrica, muito significativo.

Tomando-se o impacto de **alterações negativas na qualidade das águas interiores (F1)**, de acordo com análise apresentada no Relatório Final de Avaliação de Impactos Cumulativos, que efetua uma reavaliação de estressores pré-

selecionados na Fase de Escopo, importam na evolução do indicador concentração média anual de coliformes termotolerantes os seguintes estressores:

- Crescimento populacional regional, possível efeito das ações estressoras de demanda por mão-de-obra (A1) / demanda adicional de imóveis (A3);
- Aumento do nível de atendimento de coleta de esgoto sanitário em áreas urbanas.

Neste contexto e considerando os dados disponíveis apresentados no Relatório Final da Fase de Levantamento de Dados, estimou-se para o indicador concentração de coliformes termotolerantes e para o período 2004-2015 um modelo relacionando os estressores identificados, notadamente:

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

O modelo não permite explicar toda a variação observada nos dados históricos da concentração de coliformes termotolerantes em rios e córregos indicando que existem outros estressores que não estão representados pelo modelo. De facto, o modelo reproduz apenas uma pequena parte dessa variação, 10%, sugerindo que o estressor crescimento populacional regional tem uma interferência menor face a aquela de outros estressores. A formulação deste modelo é a seguinte:

$$Coliformes_{it} = e^{7,1653} * e^{0,0006 * PopulaçãoResidente_{it}} * e^{\epsilon_{it}}$$

Onde Coliformes representa a concentração de coliformes termotolerantes em rios (UFC/100mL) e PopulaçãoResidente representa a população residente por unidade de área em cada município (hab./km<sup>2</sup>).

Para informação da evolução futura dos estressores da condição de qualidade das águas superficiais interiores, considera-se a estimativa de evolução da população residente na região produzida pela SEADE considerada no fator emprego (cf. Relatório Final da Fase de Avaliação de Impactos Cumulativos), bem como os cenários de evolução da coleta e tratamento do esgoto, tendencial e

dirigido, partindo da abordagem desenvolvida para o Prognóstico do PBH-Baixada Santista (CBH-BS, 2016c):

- Cenário tendencial: atendimento de coleta e tratamento de esgoto nos municípios sem alteração face à situação atual;
- Cenário dirigido: coleta e tratamento de esgoto em cada município conforme as seguintes metas: atendimento da coleta de 99% em 2025 e 100% em 2030, atendimento do tratamento de 100% em 2025-2030.

Quadro 30 – Projeção da população residente por área (habitantes / km<sup>2</sup>) para os cenários tendencial / dirigido de evolução da região Baixada Santista

Município	Cenário tendencial / dirigido	
	2025	2030
Bertioga	142	153
Guarujá	2.265	2.330
Cubatão	934	960
São Vicente	2.498	2.556
Itanhaém	172	179
Peruíbe	212	219

Fonte: SEADE, 2019.

Quadro 31 – Projeção do nível de atendimento de tratamento de esgoto sanitário (face a população residente) para cenário tendencial e cenário dirigido de evolução da região Baixada Santista

Município	Cenário tendencial		Cenário dirigido	
	2025	2030	2025	2030
Bertioga	50%	50%	99%	100%
Guarujá*	62%	62%	99%	100%
Cubatão	60%	60%	99%	100%
São Vicente*	71%	71%	99%	100%
Itanhaém	30%	30%	99%	100%
Peruíbe	74%	74%	99%	100%

Nota: \* município com disposição oceânica de esgoto.

Fonte: Adaptado de CBH-BS (2016c) com cálculos próprios.

Uma vez que o modelo estimado não utiliza como variável regressora o nível de tratamento de esgoto sanitário e como essa variável se prevê ter grande evolução até 2030, estimou-se modelo de regressão da concentração média anual de coliformes termotolerantes em rios e córregos em função da população residente sem tratamento de esgoto por unidade área. No caso dos municípios atendidos por disposição oceânica considera-se população atendida com tratamento de esgoto aquela atendida por coleta de esgoto, dado que focando nos corpos de água superficial interior existe afastamento de esgoto.

Os resultados obtidos são apresentados no Quadro 32 e evidenciam suporte dos dados, com aumento da variabilidade explicada pelo modelo, face a aquele considerando como regressor a população residente total por unidade de área, permitindo a explicação de 18% da variação na concentração de coliformes termotolerantes nos corpos de água.

Quadro 32 – Resultados de estimativa de parâmetros para o modelo de painel de regressão da concentração de coliformes termotolerantes pela população residente sem tratamento de esgoto por unidade de área – período 2004-2015

Variável	Modelo base com população total residente sem tratamento de esgoto
$\beta_0$	6,8844 (0,3048) [0,0000]
$\beta_1$	<b>0,0024</b> (0,0002) <b>[0,0015]</b>
$\beta_2$	-
$R^2$	0,1939
$R^2$ ajustado	0,1767
N.º observações	49
<i>P-value</i>	<b>0,0015</b>

Notas: variável dependente é  $\ln(\text{concentração média de coliformes termotolerantes})$  e variável independente é população total residente sem tratamento de esgoto / área total (habitantes /  $\text{km}^2$ ), valores por município; erro padrão das estimativas dentro de parêntesis curvos e significado estatístico dentro de parêntesis retos; a negrito realçam-se resultados com significado estatístico ao nível dos 5%.

Fonte: Cálculos próprios.

O modelo utilizado para estimar a concentração média futura de coliformes termotolerantes é, assim, o seguinte:

$$Coliformes_{it} = e^{6,8844} * e^{0,0024 * PopulaçãoResidenteSemTratamento_{it}} * e^{\epsilon_{it}}$$

Os cenários são concretizados para a população residente e o nível de atendimento de tratamento de esgoto sanitário para 2025 e 2030 para os municípios da região, conforme o indicado nos Quadro 30 e Quadro 55.

A concretização da evolução do indicador concentração média anual de coliformes termotolerantes em rios e córregos para os cenários tendencial e dirigido é apresentada no Quadro 56, aplicando a tendência de evolução resultante do modelo aos valores obtidos dos dados para 2017.

*Quadro 33 – Projeção da concentração de coliformes termotolerantes média anual (UFC/100ml) em rios e córregos em cada município para Cenário tendencial e Cenário dirigido de evolução da região Baixada Santista*

Município	2017*	Cenário tendencial		Cenário dirigido	
		2025	2030	2025	2030
Bertioga	227	233 (+3%)	236 (+1%)	197 (-13%)	197 (0%)
Guarujá	200.000	226.675 (+13%)	240.519 (+6%)	30.331 (-85%)	28.727 (-5%)
Cubatão	1.413	1.486 (+5%)	1.523 (+2%)	620 (-56%)	602 (-2%)
São Vicente	1.154	1.265 (+10%)	1.317 (+4%)	236 (-80%)	222 (-6%)
Itanhaém	1.250	1.280 (+2%)	1.294 (+1%)	962 (-23%)	958 (0%)
Peruíbe	5.000	5.045 (+1%)	5.068 (+0%)	4.444 (-11%)	4.421 (-1%)

Nota: \* média em cada município dos valores obtidos para rios e córregos com dados em 2017; condição face aos valores limite da Resolução CONAMA n.º 357/2005 de 17 de março, Classe 1: até 200 /100 ml, Classe 2: até 1000 /100 ml, Classe 3: até 4000 /100 ml, Classe 4: superior a 4000 /100 ml.

Fonte: Témis/Nemus, 2020.

Para o Cenário tendencial prevê-se até 2030 o aumento da concentração de coliformes termotolerantes média anual em todos os municípios, decorrendo do

aumento da população residente sem a alteração do saneamento. Entretanto, o aumento é muito ligeiro (variação inferior a 5%) nos municípios de Bertioga, Itanhaém e Peruíbe e só assume algum significado nos restantes municípios, principalmente no Guarujá e em São Vicente, onde ascende a 20% e a 14% avaliado entre 2017 e 2030.

Assim, embora no contexto da região o crescimento previsto da população residente e a porção de população sem tratamento de esgoto seja maior em Bertioga e Itanhaém (cf. fator emprego no Relatório Final da Fase de Levantamento de Dados e Quadro 30 e Quadro 55) é no Guarujá e em São Vicente que se obtém o maior crescimento da concentração de coliformes termotolerantes, por ser nesses municípios que se tem a maior densidade populacional, que se prevê em 2030 ser cerca de 15 a 17 vezes aquela de Bertioga.

Face ao limite de alteração definido para o indicador e considerando o padrão de Classe 2 (aplicável à grande maioria dos rios e córregos monitorizados na região), estes resultados significam que o estado final de qualidade das águas superficiais interiores se prevê, em termos médios, exceder o limite de alteração nos municípios de Guarujá, Cubatão, São Vicente, Itanhaém e Peruíbe, ampliando-se, de forma mais ligeira em Peruíbe, Itanhaém e Cubatão o afastamento que já se verifica atualmente. No caso do Cubatão, Itanhaém e São Vicente o valor médio previsto para 2030 é conforme a Classe 3, mas nos restantes municípios obtêm-se valores característicos de Classe 4, mantendo-se as classificações de qualidade verificadas em 2017.

Considerando os resultados obtidos para o Cenário dirigido, prevê-se até 2025 uma muito importante redução no valor do indicador, impulsionada pela melhoria no tratamento dos esgotos, seguindo-se uma estabilização do indicador devido à manutenção de atendimento máximo do tratamento de esgoto. O estado final em 2030 corresponde neste cenário a um menor valor do indicador que em 2017, com redução total (entre 2017 e 2030) máxima de 86% no Guarujá e 81% em São Vicente, com valores mínimos de -12% em Peruíbe e -13% em Bertioga, municípios esses que têm as menores densidades populacionais da região.

Não obstante a melhoria no valor do indicador, os municípios de Guarujá e Peruíbe apresentam em 2030 a mesma condição média de qualidade que em 2017, notadamente Classe 4, devido à interferência de outros estressores que não foram



identificados à escala regional, provavelmente relacionados com efeitos locais aos municípios, como seja a influência da população flutuante, e à rede de monitoramento, que contempla apenas um local nestes municípios. Note-se que Guarujá e Peruíbe possuíam em 2017 a menor qualidade média dos cursos de água monitorados a despeito de relativamente maior percentagem de população atendida com coleta de esgoto.

Por outro lado, Bertioga, Cubatão, Itanhaém e São Vicente melhoram a sua condição de qualidade atingindo valores conforme Classe 1 no primeiro caso e Classe 2 nos restantes.

Daqui se conclui que no final da abrangência temporal do PAIC o efeito do crescimento populacional regional perspectivado não deverá causar, em termos médios e caso ocorra uma tendência de manutenção do atendimento de esgotamento sanitário, uma alteração substancial da qualidade das águas superficiais interiores, mantendo-se a condição de qualidade média nos municípios em geral desfavorável. Esses resultados confirmam o nível significativo atribuído ao impacto de alteração da qualidade das águas.

Caso se consigam as melhorias previstas no PBH-BS de universalização do esgotamento sanitário, afastando as descargas de esgoto não tratado dos corpos de água, perspectiva-se a reversão da degradação dos corpos de água, com a melhoria significativa da condição de qualidade nos municípios de Bertioga, Cubatão, São Vicente e Itanhaém, atingindo Classe 1 ou Classe 2. No caso dos municípios de Guarujá e Peruíbe embora se perspetive a melhoria da qualidade, a condição média de qualidade terá recuperação mais difícil, tendendo a manter-se a condição desfavorável conforme Classe 4.

A interferência dos estressores analisados perspectiva-se máxima no município do Guarujá, com aumento no valor do indicador até 20% devido ao crescimento populacional e redução até 86% com universalização no esgotamento sanitário. Por outro lado, é no município de Peruíbe que se verifica a menor interferência, considerando os corpos de água monitorados, com variação entre -12% e 1% no período de abrangência do PAIC.

Partindo da evolução da condição do fator perspectivada a nível regional e municipal, interessa agora discutir-se as possíveis repercussões ao nível local para

os corpos de água da Baixada Santista, na hipótese sempre redutora de concretização local das tendências regionais.

Retomando a análise por corpo de água efetuada no Relatório Final da Fase de Avaliação de Impactos Cumulativos aplica-se a evolução emanada da análise regional para os corpos de água monitorizados, estimando-se, assim, a sua condição futura, que se apresenta no Quadro 34. Os valores obtidos devem ser considerados apenas como indicativos dado que os valores locais anuais estão afetados por diversos efeitos (temporais e espaciais) de pequena escala que não estão contabilizados ao nível regional, dos quais resultam importantes variações do indicador de ano para ano ou entre corpos de água.

*Quadro 34 – Estimativa de estado final de concentração de coliformes termotolerantes em cursos de água da Baixada Santista e condição face aos valores limite da Resolução CONAMA n.º 357/2005 de 17 de março*

Município	Curso de água (estação de monitoramento)	Concentração média anual de coliformes termotolerantes (UFC/100 ml) (classe de qualidade*)		
		2017	2030 C. tendencial	2030 C. dirigido
Bertioga	Rio Guaratuba (TUBA02900)	145	151	126
	Rio Itaguapé (ITAE02900)	225	234	195
	Rio Itapanhaú (IPAU02900)	386	402	335
Guarujá	Ribeirão Santo Amaro (MARO22800)	<b>200.000</b>	<b>240.519</b>	<b>28.727</b>
Cubatão	Rio Mogi (MOJI02800)	724	780	310
	Rio Piaçaguera (PIAC02700)	<b>3.250</b>	<b>3.503</b>	<b>1.394</b>
	Rio Cubatão (CUBA03900)	3.625	3.907	1.555
	Rio Perequê (PERE02900)	316	341	136
São Vicente	Rio Branco (ANCO02900)	<b>1.375</b>	<b>1.568</b>	265

Município	Curso de água (estação de monitoramento)	Concentração média anual de coliformes termotolerantes (UFC/100 ml) (classe de qualidade*)		
		2017	2030 C. tendencial	2030 C. dirigido
	Rio Canal Barreiros (REIS02900)	934	1.065	180
Itanhaém	Rio Itanhaém (NAEM02900)	1.250	1.294	958
Peruíbe	Rio Preto (PETO02900)	5.000	5.068	4.421

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

Fonte: Témis/Nemus, 2020.

Os resultados sugerem para os corpos de água monitorados algumas alterações face ao limite de alteração definido para o indicador (conforme Classe 2 da Resolução CONAMA n.º 357/2005 de 17 de março, na generalidade dos casos, ou Classe 3 no local CUBA03900).

No Cenário tendencial prevê-se que o limite de alteração deverá passar a ser excedido em 2030 no rio Canal Barreiros em São Vicente, passando a conformar-se com Classe 3. É de registrar ainda no município do Cubatão a degradação importante no rio Cubatão com a sua concentração média anual de coliformes termotolerantes a situar-se já próximo do limite de Classe 4, em que passaria a estar numa situação desfavorável face ao limite de alteração estabelecido.

Nos restantes municípios e corpos de água não se prevê que a degradação da qualidade altere a condição dos corpos de água, notando-se que os rios Guaratuba, Itaguaré e Itapanhaú em Bertioga, Mogi e Perequê no Cubatão se manterão, não obstante a redução da qualidade, conforme Classe 2.

No Cenário dirigido a ação da universalização do esgotamento sanitário resulta na recuperação de boa condição no rio Branco (São Vicente) e no rio Itanhaém (Itanhaém) que se encontram atualmente em condição desfavorável (Classe 3). Também o rio Itaguaré (Bertioga) e rio Perequê (Cubatão) tenderão a melhor a sua condição para a conformidade com Classe 1. Neste cenário apenas os pontos de monitoramento nos corpos de água ribeirão de Santo Amaro (Guarujá), rio

Piaçaguera (Cubatão) e rio Preto (Peruíbe), 25% do conjunto de locais monitorados analisados, se mantêm em condição desfavorável face ao limite de alteração. Trata-se de corpos de água com qualidade muito degradada na situação atual face ao limite de alteração definido. Neste contexto, poderá também prever-se que situação semelhante se concretize para o rio Catarina Morais que apresenta em 2017 a pior qualidade da região (cerca de 500.000 UFC/100ml).

Importa referir que foram excluídos da presente estimativa da condição de qualidade futura os municípios de Santos, Praia Grande e Mongaguá, que por ausência de dados de monitoramento até 2015 não contribuíram para a estimativa do modelo da evolução da concentração de coliformes termotolerantes. Ainda assim no caso de Santos os dados disponíveis para 2017 para o rio Saboo indicavam a pior qualidade da região Baixada Santista (cf. Relatório Final da Fase de Levantamento de Dados) sugerindo, à semelhança do verificado no Guarujá, a influência de ações estressoras locais instaladas. Entretanto, no caso de Praia Grande e Mongaguá a ausência de monitoramento regular impossibilita a estimativa do estado futuro da condição de qualidade dos seus corpos de água.

Considera-se agora o impacto da **alteração da disponibilidade hídrica (F2)**, com interferência no indicador razão entre demanda hídrica e disponibilidade hídrica. De acordo com análise apresentada no Relatório Final da Fase de Avaliação de Impactos Cumulativos, importam na evolução desse indicador os seguintes estressores:

- Ação estressora dos empreendimentos em estudo, notadamente: presença e operação de novas estruturas terrestres (A8), por intermédio do efeito de aumento da demanda hídrica da RPBC sobre o rio Cubatão;
- Crescimento populacional regional, possível efeito das ações estressoras de demanda por mão-de-obra (A1) / demanda adicional de imóveis (A3);
- Aumento do nível de atendimento de abastecimento de água;
- Implantação de reservatórios para transposição de água para a região do Alto Tietê (UGRHI 06).

Neste contexto e considerando os dados disponíveis apresentados no Relatório Final da Fase de Avaliação de Impactos Cumulativos, estimou-se que o impacto estaria ocorrendo nas sub-bacias dos municípios de Cubatão, Itanhaém e Bertioga onde se localizam os principais mananciais para abastecimento público: sub-bacias do Rio Cubatão no Cubatão, Rio Branco em Itanhaém e Rio Itatinga e Rio Itapanhaú em Bertioga.

Assim, para a estimação do estado final da condição de quantidade das águas continentais resultante do impacto identificado faz-se necessário calcular a demanda hídrica para abastecer a população residente futura na região bem como para suprir as necessidades dos empreendimentos em estudo e satisfazer a transposição de água para a região do Alto Tietê, e avaliar-se sua razão face à disponibilidade hídrica em cada sub-bacia.

Considerando a demanda outorgada, focada nos sistemas de abastecimento, trata-se de considerar os investimentos previstos no abastecimento de água dos diversos municípios (conforme o Plano Diretor de Abastecimento de Água da Baixada Santista), sumariados no Plano de Bacia Hidrográfica 2016-2027 da Baixada Santista e a demanda adicional associada aos empreendimentos em estudo, conforme o quadro seguinte.

*Quadro 35 – Demanda adicional de água superficial por sub-bacia da região Baixada Santista prevista para 2030.*

Município*	Sub-bacia	Demanda para sistemas de abastecimento (L/s)	Demanda para empreendimentos (L/s)
Bertioga	Rio Guaratuba (21)	1.260	-
	Ribeirão Sertãozinho (20)	-	-
	Rio dos Alhos (19)	-	-
	Rio Itatinga (18)	-	-
	Rio Itapanhaú (sem afluentes) (17)	1.430	-
	Rio Itapanhaú (com afluentes)	1.430	-
	Total	2.690	-

Município*	Sub-bacia	Demanda para sistemas de abastecimento (L/s)	Demanda para empreendimentos (L/s)
Guarujá	Ilha de Santo Amaro (13)	-	-
Santos	Total (14 a 16)	-	-
Santos / São Vicente	Ilha de São Vicente (11)	-	-
Cubatão	Rio Mogi (12)	-	-
	Rio Cubatão (9)	1.000	1.099
	Total	1.000	1.099
Praia Grande	Total (8, 10)	-	-
Itanhaém / Mongaguá	Rio Aguapeú (6)	-	-
Itanhaém	Rio Branco (7)	3.200	-
	Rio Preto (5)	-	-
	Rio Itanhaém (sem afluentes) (4)	-	-
	Rio Itanhaém (com afluentes)	3.200	-
Peruíbe	Total (1 a 3)	-	-
Sub-UGRHI Rio Branco e Rio Preto (1-7)		3.200	-
Sub-UGRHI Rio Cubatão (8-16)		1.000	1.099
Sub-UGRHI Rio Itapanhaú (17-21)		2.690	-
UGRHI 07		6.890	1.099

Nota: \* algumas sub-bacias possuem área em municípios exteriores à região Baixada Santista; \*\* reversão para região do Alto Tietê.

Fonte: CBH-BS (2016c) e EIAs de empreendimentos UTE Euzébio Rocha e Carteira de Diesel RPBC com cálculos próprios.

A demanda outorgada de água superficial e balanço hídrico por sub-bacia da região assim obtida para 2030, apresenta-se no Quadro 36.

Quadro 36 – Demanda outorgada de água superficial e balanço hídrico por sub-bacia da região Baixada Santista (previsão para 2030).

Município*	Sub-bacia	Demanda superficial (L/s)	Balanço hídrico** (%)
Bertioga	Rio Guaratuba (21)	1.862 (+209%)	99,9
	Ribeirão Sertãozinho (20)	0	0
	Rio dos Alhos (19)	70	4,6
	Rio Itatinga (18)	1.288	82,8
	Rio Itapanhaú (sem afluentes) (17)	2.063 (+226%)	83,2
	Rio Itapanhaú (com afluentes)	3.351 (+68%)	60,2
	Total	5.213 (+101%)	58,2
Guarujá	Ilha de Santo Amaro (13)	0	0
Santos	Rio Cabuçu (14)	74	7
	Rio Jurubatuba (15)	2.949	225,1
	Rio Quilombo (16)	980	79,2
	Total	4.003	110,8
Santos / São Vicente	Ilha de São Vicente (11)	-***	0
Cubatão	Rio Mogi (12)	2.067	194,4
	Rio Cubatão (9)	10.417 (+25%)	418,9
	Total	12.484 (+20%)	351,7
Praia Grande	Rio Piaçabuçu (10)	0	0
	Rio Boturoca (8)	1.809	68,7
	Total	1.809	49,7
Itanhaém / Mongaguá	Rio Aguapeú (6)	-***	0
Itanhaém	Rio Branco (7)	12.201 (+36%)	374,1
	Rio Preto (5)	-***	0



Município*	Sub-bacia	Demanda superficial (L/s)	Balanco hídrico** (%)
	Rio Itanhaém (sem afluentes) (4)	-***	0
	Rio Itanhaém (com afluentes)	12.201 (+36%)	155,4
Peruíbe	Rio Preto Sul (3)	-***	0
	Rio Perequê (2)	44	5,7
	Praia do Una (1)	0	0
	Total	44	1,7
Sub-UGRHI Rio Branco e Rio Preto (1-7)		12.245 (+35%)	102,0
Sub-UGRHI Rio Cubatão (8-16)		17.197 (+6%)	122,9
Sub-UGRHI Rio Itapanhaú (17-21)		5.213 (+101%)	37,3
UGRHI 07		34.655	98,6

Nota: \* algumas sub-bacias possuem área em municípios exteriores à região Baixada Santista; \*\* razão entre demanda e disponibilidade hídricas (vazão de referência Q<sub>7,10</sub>); \*\*\* apenas lançamentos.

Fonte: CBH-BS (2016c) e EIAs de empreendimentos UTE Euzébio Rocha e Carteira de Diesel RPBC com cálculos próprios.

Relativamente aos valores de demanda obtidos para 2030, verifica-se que reproduzem em geral a distribuição da demanda por sub-bacia apurada nos dados para 2012 apresentados no Relatório Final da Fase de Avaliação de Impactos Cumulativos. Assinala-se ainda assim o importante aumento relativo de demanda verificado na sub-bacia do Rio Guaratuba. Conclui-se que a demanda hídrica deverá aumentar entre 25% e 226% em algumas sub-bacias da região da Baixada Santista:

- Município de Bertioga: Rio Guaratuba e Rio Itapanhaú;
- Município do Cubatão: Rio Cubatão;
- Município de Itanhaém: Rio Branco.

O aumento incidirá principalmente na sub-bacias do Rio Itapanhaú (226%) e do Rio Guaratuba (209%). O aumento terá menor importância nas sub-bacias do Rio Branco (36%) e do Rio Cubatão (25%), especialmente nesta última e apesar

do efeito estressor dos empreendimentos Usina Termoelétrica (UTE) Euzébio Rocha (E5) e Carteira de Diesel na RPBC (E4). Desta forma, nos municípios do Guarujá, Santos, São Vicente, Praia Grande, Mongaguá e Peruíbe não se prevê aumento da demanda outorgada.

Para verificação da condição de quantidade das águas superficiais interiores da Baixada Santista face aos limites de alteração propostos, apresentam-se no Quadro 24 os resultados do indicador razão entre demanda e disponibilidade hídrica (avaliada pela vazão de referência  $Q_{7,10}$ ) em cada sub-bacia em 2030.

Com a concretização de aumento da demanda hídrica previsto em 2030, verifica-se, face à situação de 2012, a excedência do limite de alteração nas sub-bacias do Rio Itapanhaú e do Rio Guaratuba, com valores de balanço hídrico de 83,2% e 99,9% respectivamente, afetando assim o posicionamento do município de Bertioga face ao limite de alteração. Não obstante esse aumento, o balanço hídrico da sub-UGRHI Rio Itapanhaú mantém-se abaixo do limite de alteração com o valor de 37,1%.

Entretanto as outras sub-bacias afetadas pelo aumento da demanda hídrica verificavam já em 2012 a excedência do limite de alteração, prevendo-se assim para 2030 o agravamento dessa excedência, com os valores de 418,9% e 374,1% nas sub-bacias do Rio Cubatão e Rio Branco.

Não obstante as sub-bacias Guarujá, Santos, São Vicente, Praia Grande, Mongaguá e Peruíbe não verificarem alteração da demanda e balanço hídricos realça-se que o aumento populacional nestes municípios contribui para o aumento de demanda hídrica nas referidas sub-bacias dos municípios de Cubatão e Itanhaém, onde se localizam os mananciais utilizados. Neste escopo, interessa notar-se a alteração da disponibilidade hídrica anual *per capita* prevista para 2030 nos municípios da região considerando as projeções populacionais do SEADE (cf. fator emprego no Relatório Final da Fase de Levantamento de Dados), a qual é apresentada no Quadro 37.

Quadro 37 – Projeção da disponibilidade hídrica per capita nos municípios e região da Baixada Santista em 2025 e 2030 (m<sup>3</sup>/hab.ano)

Município / Região	2018	2025	2030
Bertioga	19224	16579 (-14%)	15341 (-7%)
Guarujá	902	855 (-5%)	831 (-3%)
Santos e São Vicente*	767	745 (-3%)	735 (-1%)
Cubatão	3607	3431 (-5%)	3340 (-3%)
Praia Grande	1531	1387 (-9%)	1324 (-5%)
Mongaguá**	3673	3372 (-8%)	3227 (-4%)
Itanhaém	10518	9765 (-8%)	9411 (-4%)
Peruíbe	5257	4946 (-6%)	4784 (-3%)
Baixada Santista	2509	2371 (-6%)	2304 (-3%)

Nota: \* Dada a predominância da população insular em São Vicente e Santos atribui-se a ambos os municípios a disponibilidade da sub-bacia Ilha de São Vicente e da parte continental de Santos; \*\* considera-se a disponibilidade da sub-bacia do rio Aguapeú atribuída exclusivamente ao município de Mongaguá.

Fonte: CBH-BS (2016c) e SEADE (2019) com cálculos próprios.

Considerando o total da região, verifica-se que apesar de em 2018 a disponibilidade hídrica per capita na Baixada Santista se classificar como “Boa”, em 2025 prevê-se situar-se já no nível de “Atenção”, situação que será agravada em 2030 com o aumento populacional. Entretanto, tomando os resultados obtidos para cada município, e notando-se que em todos se observa a redução da disponibilidade hídrica, verifica-se:

- Santos / São Vicente, Guarujá e Praia Grande apresentam disponibilidade hídrica “Crítica” em 2025 e 2030; a evolução é particularmente desfavorável em Praia Grande, o município do grupo que apresenta a maior descida (-9% em 2025 e 5% adicionais até 2030), no qual a disponibilidade hídrica *per capita* se classificava em

- 2018 em nível de “Atenção”; em Santos / São Vicente e Guarujá a alteração foi ligeira (-3% e -5% em 2025 e -1% e -3% em 2030);
- Bertioga, Cubatão, Mongaguá, Itanhaém e Peruíbe mantêm em 2025-2030 disponibilidade hídrica classificada como “Boa”, com tendências de redução em 2025 entre -5% (Cubatão) e -14% (Bertioga); em 2030 todos os municípios se posicionavam bem acima do limite do nível de “Atenção”, sendo de realçar neste escopo o município de Mongaguá como o município mais próximo deste limite (30% acima).

Assim, verifica-se que a redução da disponibilidade hídrica das sub-bacias situadas nos municípios do Cubatão e Itanhaém se origina de forma importante das necessidades de municípios adjacentes, particularmente os de Santos, São Vicente, Guarujá e Praia Grande com o maior contingente populacional da região e em crescimento (particularmente Praia Grande), que não possuem disponibilidade hídrica própria para suprir as suas necessidades (como se evidencia pela classificação de disponibilidade hídrica *per capita* de “Crítica”).

Para verificação da excedência do limite de alteração indicado para consideração da capacidade de depuração dos corpos de água nas sub-bacias que recebem descargas de sistemas de saneamento ou onde se localizam as sedes urbana importa referir-se que apenas se verifica demanda hídrica (cf. Quadro 36) em algumas sub-bacias, notadamente: Rio Itapanhaú (Bertioga), Rio Cubatão (Cubatão), Rio Boturoca (Praia Grande), as quais recebem descargas de sistemas de saneamento públicos ou isolados. Nessas sub-bacias a demanda prevista em 2030 é muito superior ao limite de alteração estabelecido, o que já se verificava para os dados de 2012 (tomados como representativos para a situação atual).

Mesmo que ocorra a melhoria na coleta e tratamento de esgoto nesses municípios, não se poderá verificar respeito por o limite de alteração considerando a capacidade de depuração, dado os valores previstos de demanda hídrica nessas sub-bacias já excederem o limite de alteração definido pelo valor máximo outorgável, o qual seria o limite de alteração aplicável caso o esgoto fosse tratado com máxima eficiência (cf. secção de Limites de alteração). Daqui decorre que a condição de quantidade das águas superficiais interiores nessas sub-bacias poderá promover problemas de qualidade nas épocas de maior demanda.

Neste escopo, importa contrastar-se com a previsão de qualidade da água nestes corpos de água para 2030 apresentada anteriormente nesta seção, exercício do qual se destaca o seguinte:

- Rio Itapanhaú: prevê-se a manutenção do respeito pelo limite de alteração em ambos os cenários tendencial (mantendo a eficiência atual de coleta e tratamento de esgotos) e dirigido (com universalização da coleta e tratamento de esgoto no município de Bertoga) de evolução da região;
- Rio Cubatão: prevê-se a manutenção do respeito pelo limite de alteração em ambos os cenários tendencial (mantendo a eficiência atual de coleta e tratamento de esgotos) e dirigido (com universalização da coleta e tratamento de esgoto no município de Bertoga) de evolução da região; entretanto, a qualidade prevista no cenário tendencial encontra-se já próxima do limite da Classe 4, pelo que nesse cenário o aumento de demanda hídrica poderá resultar na perda de boa condição do corpo de água;
- Rio Boturoca: considerando o ponto de monitoramento no final deste corpo de água, já no município de São Vicente (rio Branco), prevê-se no cenário tendencial a manutenção de condição desfavorável (Classe 3) e no cenário dirigido a melhoria, com o respeito do limite de alteração de Classe 2; o aumento da demanda hídrica poderá atrasar a recuperação da boa condição do corpo de água.

Considerando os principais mananciais da região, sumariza-se do seguinte modo as possíveis inferências quanto ao seu estado futuro em 2030:

- Município de Cubatão: a qualidade das águas superficiais interiores do rio Cubatão deverá degradar-se no Cenário tendencial de maior aumento da população no município sem investimentos de melhoria de coleta e tratamento de esgoto sanitário, aproximando-se da excedência do limite de alteração de Classe 3; no cenário de melhoria no esgotamento sanitário prevê-se o alívio da pressão exercida pelos esgotos domésticos, o que promoverá a manutenção a boa condição de qualidade (Classe 3 ou superior); a demanda hídrica total

crescente deverá manter-se muito acima do limite de alteração definido, nomeadamente face à necessária capacidade de depuração dos corpos de água, o que contribuirá para a continuação de ocorrência de episódios de má condição de qualidade da água em épocas de menor vazão e poderá mesmo desencadear a perda de boa condição de qualidade num cenário de evolução menos favorável no atendimento de saneamento;

- Município de Itanhaém: as águas superficiais interiores da sub-bacia do Rio Branco deverão manter-se em conformidade com o limite de alteração de Classe 2; a demanda hídrica irá aumentar significativamente e aumentará a grande excedência atual do limite de alteração definido pela máxima vazão outorgável, potenciando as situações de escassez de água em períodos de menor vazão;
- Município de Bertioga: a qualidade das águas superficiais interiores na sub-bacia do rio do Itapanhaú deverá manter-se em geral em conformidade com o limite de alteração definido de Classe 2; a demanda hídrica total deverá aumentar significativamente, passando-se a exceder o limite de alteração constituído pela máxima vazão outorgável e manter-se-á excessiva para a adequada depuração dos corpos de água, potenciando a degradação da condição de qualidade nos períodos de menor vazão.

Quanto à potencial influência das mudanças climáticas na qualidade e disponibilidade de águas superficiais interiores da Baixada Santista, é de referir a considerável incerteza quanto à evolução da precipitação média anual na região (cf. Relatório Final da Fase de Escopo). Entretanto, nota-se que a previsão de maior preocupação quanto ao fator águas superficiais interiores seria a redução da precipitação, o que se traduziria numa redução da disponibilidade hídrica e na redução da capacidade de diluição da poluição. Os corpos de água mais vulneráveis a este efeito seriam os mananciais e aqueles que recebem descargas de sistemas de saneamento ou atravessam áreas de habitação irregular sem atendimento de coleta de esgoto.

Este efeito sobre a disponibilidade hídrica seria agravado pelo avanço do mar, em particular o avanço da cunha salina nos rios da Baixada Santista (cf. Relatório Final da Fase de Escopo). Neste escopo, apresenta-se no quadro seguinte o balanço hídrico em 2030 referido à cota 5m (cf. Relatório Final da Fase de Levantamento de Dados), o qual considera-se indicativo da ordem de grandeza da alteração de disponibilidade hídrica que poderá ocorrer com o avanço da cunha salina, realçando as sub-bacias mais vulneráveis a este efeito.

Quadro 38 – Balanço hídrico por sub-bacia da região Baixada Santista à cota 5m (previsão para 2030).

Município*	Sub-bacia	Balanço hídrico** (%)
Bertioga	Rio Guaratuba (21)	161,9 (+62%)
	Ribeirão Sertãozinho (20)	0
	Rio dos Alhos (19)	13,7 (+198%)
	Rio Itatinga (18)	61,3 (-23%)
	Rio Itapanhaú (sem afluentes) (17)	83,2 (0%)
	Rio Itapanhaú (com afluentes)	58,6 (-3%)
	Total	70,6 (+21%)
Guarujá	Ilha de Santo Amaro (13)	0
Santos	Rio Cabuçu (14)	13,0 (+86%)
	Rio Jurubatuba (15)	339,0 (+51%)
	Rio Quilombo (16)	95,1 (+20%)
	Total	162,1 (+46%)
Santos / São Vicente	Ilha de São Vicente (11)	0



Município*	Sub-bacia	Balanco hídrico** (%)
Cubatão	Rio Mogi (12)	272,0 (+40%)
	Rio Cubatão (9)	321,5 (-23%)
	Total	312,1 (-11%)
Praia Grande	Rio Piaçabuçu (10)	0
	Rio Boturoca (8)	177,4 (+158%)
	Total	175,6 (+253%)
Itanhaém / Mongaguá	Rio Aguapeú (6)	0
Itanhaém	Rio Branco (7)	257,4 (-31%)
	Rio Preto (5)	0
	Rio Itanhaém (sem afluentes) (4)	0
	Rio Itanhaém (com afluentes)	162,2 (+4%)
Peruíbe	Rio Preto Sul (3)	0
	Rio Perequê (2)	10,5 (+84%)
	Praia do Una (1)	0
	Total	3,1 (82%)
Sub-UGRHI Rio Branco e Rio Preto (1-7)		123,3 (+21%)
Sub-UGRHI Rio Cubatão (8-16)		221,3 (+80%)
Sub-UGRHI Rio Itapanhaú (17-21)		70,6 (+89%)
UGRHI 07		143,9 (+46%)

Nota: \* algumas sub-bacias possuem área em municípios exteriores à região Baixada Santista; \*\* razão entre demanda e disponibilidade hídricas (vazão de referência  $Q_{7,10}$ ), em parêntesis a porcentagem de alteração face ao balanço hídrico em 2030 de cota 0m (Quadro 36).

Fonte: CBH-BS (2016) e EIAs de empreendimentos UTE Euzébio Rocha e Carteira de Diesel RPBC com cálculos próprios.

Comparando o balanço hídrico assim obtido com o que se apresenta no Quadro 36, constatam-se alterações do balanço hídrico entre 0% (ou mesmo negativas) e 198%, evidenciando-se que as sub-bacias com potencial maior sensibilidade ao avanço do mar são as seguintes (alteração do balanço hídrico acima de 50%): Rio dos Alhos (+198%) e Rio Guaratuba (+62%) em Bertioga, Rio Cabuçu (+86%) e Rio Jurubatuba (+51%) em Santos, Rio Boturoca (+158%) em Praia Grande e Rio Perequê (+84%) em Peruíbe.

Assim, os mananciais dos municípios de Bertioga, Santos, Praia Grande e Peruíbe evidenciam-se mais vulneráveis ao avanço do mar, destacando-se principalmente aquelas sub-bacias em que a demanda hídrica excede o limite da máxima vazão outorgável, sugerindo que o avanço do mar pode potencializar as situações de escassez hídrica, notadamente Rio Guaratuba em Bertioga, Rio Jurubatuba em Santos e Rio Boturoca em Praia Grande. Nota-se especialmente o caso da sub-bacia do Rio Jurubatuba que a cota 5m passa a ter o balanço hídrico máximo da região (339%). É nestas sub-bacias que o potencial efeito das mudanças climáticas se perspectiva mais significativo.

## VI.2. QUALIDADE DAS ÁGUAS COSTEIRAS E ESTUARINAS

### VI.2.1. Introdução

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

A qualidade das águas costeiras e estuarinas da Baixada Santista é influenciada por diversos fatores de natureza antrópica, mas também naturais.

No caso da influência humana, e à semelhança do que acontece noutras regiões do país, destacam-se os problemas de qualidade relacionados com o saneamento, os quais se refletem nas elevadas concentrações de nutrientes e microrganismos, sobretudo coliformes termotolerantes.

No tocante aos fatores naturais, salienta-se a influência das condições sazonais de precipitação na qualidade das águas. De facto, é notório o agravamento da qualidade das águas nos períodos de maior precipitação (verão), fruto do arrastamento de poluentes da bacia hidrográfica para a zona costeira.

No Relatório Final da Fase de Avaliação de Impactos Cumulativos (dezembro, 2019) foi identificado como principal impacto cumulativo do conjunto de empreendimentos em análise na Baixada Santista a alteração à qualidade das águas costeiras e estuarinas por ressuspensão de partículas, microrganismos, nutrientes e contaminantes adsorvidos em sedimentos durante as operações de dragagem e imersão, ação estressora “dragagens” (A10).

Este impacto deve-se essencialmente ao efeito conjunto das operações de aprofundamento e/ou manutenção de fundos na área portuária ou para instalação de novos empreendimentos no período decorrido entre 2007 e 2016. Refira-se que em cerca de 9 anos foram dragados aproximadamente 24,6 milhões de metros cúbicos de sedimentos na Baía de Santos.

O significativo volume de dragados aliado aos já conhecidos problemas de qualidade da água relacionados com a deficiência nos sistemas de saneamento da região terão contribuído para alguns dos problemas que caracterizam aquele corpo

hídrico, bem como para, pontualmente, condicionar a balneabilidade das praias litorâneas adjacentes.

Entretanto, da avaliação efetuada nos fatores habitação e águas superficiais interiores compreende-se que o impacto do saneamento no fator, terá provável relação com as ações estressoras dos empreendimentos de demanda por mão-de-obra (A1) / demanda adicional de imóveis (A3), atuando sobre esses fatores e se repercutindo indiretamente no fator qualidade das águas costeiras e estuarinas. Assim, considera-se ser esse também um impacto cumulativo do conjunto de empreendimentos em análise.

Para a avaliação destes impactos consideraram-se no Relatório de Avaliação de Impactos Cumulativos (Fase 4), como indicadores principais da condição da qualidade das águas costeiras e estuarinas:

- Índice de Qualidade das Águas Costeiras (IQAC);
- Classificação anual de balneabilidade;
- Concentração de clorofila-a;
- Concentração de contaminantes nos sedimentos estuarinos e costeiros;
- Ecotoxicidade de sedimentos estuarinos e costeiros.

Os limites de alteração e a classificação dos impactos cumulativos são indicados em seguida, em função destes indicadores.

### **VI.2.2. Limites de alteração**

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 das águas costeiras e estuarinas da região da Baixada Santista que sofrem interferência dos impactos cumulativos identificados. Estas funções devem ser analisadas por forma a permitir a avaliação da significância desses impactos.

As águas estuarinas e costeiras da região Baixada Santista encontram-se enquadradas, face aos usos preponderantes, pela Resolução CONAMA n.º 357/2005 de 17 de março, notadamente pelo seu art. 42º, e na ausência de

enquadramento específico, em Classe 1, exceto se as condições de qualidade atuais forem melhores, o que determinará a aplicação da classe mais rigorosa correspondente.

Nos termos da Resolução CONAMA n.º 357/2005 as águas costeiras podem ser classificadas em águas salinas ou salobras, dependendo da salinidade:

- Águas salobras: águas com salinidade superior a 0,5% e inferior a 30%;
- Águas salinas: águas com salinidade igual ou superior a 30%.

Segundo a Resolução CONAMA n.º 357 de 17 de março de 2005, a classificação das águas salinas de acordo com os usos preponderantes é a apresentada no quadro seguinte.

Quadro 39 – Classificação das águas salinas e salobras.

Categoria de classe	Classificação
<b>Águas salinas</b>	
Especial	Águas destinadas: a) à preservação dos ambientes aquáticos em unidades de conservação de proteção integral b) à preservação do equilíbrio natural das comunidades aquáticas
Classe 1	Águas que podem ser destinadas: a) à recreação de contato primário, conforme Resolução CONAMA nº 274/2000 b) à proteção das comunidades aquáticas c) à aquicultura e à atividade de pesca
Classe 2	Águas que podem ser destinadas: a) à pesca amadora b) à recreação de contato secundário
Classe 3	Águas que podem ser destinadas: a) à navegação b) à harmonia paisagística
<b>Águas salobras</b>	
Especial	Águas destinadas: a) à preservação dos ambientes aquáticos em unidades de conservação de proteção integral b) à preservação do equilíbrio natural das comunidades aquáticas

Categoria de classe	Classificação
<b>Águas salinas</b>	
Classe 1	<p>Águas que podem ser destinadas:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>a) à recreação de contato primário, conforme Resolução CONAMA nº 274/2000</li> <li>b) à proteção das comunidades aquáticas</li> <li>c) à aquicultura e à atividade de pesca</li> <li>d) ao abastecimento para consumo humano após tratamento convencional ou avançado</li> <li>e) à 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, e à irrigação de parques, jardins, campos de esporte e lazer, com os quais o público possa vir a ter contato direto</li> </ul>
Classe 2	<p>Águas que podem ser destinadas:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>a) à pesca amadora</li> <li>b) à recreação de contato secundário</li> </ul>
Classe 3	<p>Águas que podem ser destinadas:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>a) à navegação</li> <li>b) à harmonia paisagística</li> </ul>

Identificando as funções das águas costeiras com o 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 limites estabelecidos para as classes 1, 2 e 3.

Estes valores contemplam, com exceção do parâmetro clorofila-a, os parâmetros considerados no índice IQAC, indicador da condição do fator para a ação estressora do saneamento, pH, oxigênio dissolvido, fósforo total, carbono orgânico total, nitrogênio amoniacal, fenóis totais, e coliformes termotolerantes. Para estes parâmetros existem limites legais que traduzem um limite de alteração.

Considerando a bibliografia relativa à classificação do ambiente marinho com base na clorofila-a, a CETESB considera que as águas salinas devem observar como padrão de qualidade a concentração de 2,5 µg/L, enquanto que nas águas

salobras o valor de referência é 10 µg/L. Como o padrão de qualidade não está definido legalmente, este valor configura um limite de alteração aceitável.

Tal como se refere no Relatório Final da Fase de Levantamento de Dados, para interpretação do valor do IQAC, a CETESB considera a classificação das águas costeiras em cinco categorias, conforme a figura seguinte. Desta forma, também para o indicador IQAC deverá ser definido um limite de alteração aceitável.

FAIXA DE VALORES DO ÍNDICE	CLASSIFICAÇÃO DA FAIXA
≥ 95	Ótima
< 95 e ≥ 80	Boa
< 80 e ≥ 65	Regular
< 65 e ≥ 45	Ruim
< 45	Péssima

FONTE: CETESB (2018)

Figura 60 – Classificação do IQAC

No que diz respeito à função das águas estuarinas e costeiras para uso balnear, notadamente, para recreação de contato primário, em que existe um contato direto e prolongado com a água (natação, mergulho, esqui-aquático, etc.) e onde a possibilidade de ingerir quantidades apreciáveis de água é elevada, a avaliação da qualidade da água é realizada segundo os critérios estabelecidos na Resolução CONAMA nº 274/2000, de 29 de novembro, tal como referido no Relatório Final de Levantamento de Dados.

Tendo em consideração os resultados do monitoramento das densidades de bactérias fecais (coliformes termotolerantes, *escherichia coli* e enterococos) a classificação da balneabilidade é feita em duas categorias:

- **Própria**, subdividindo-se em excelente, muito boa e satisfatória;
- **Imprópria**.

A classificação numa destas categorias é feita de acordo com o definido na figura seguinte, considerando as amostras colhidas nas cinco semanas anteriores.



CATEGORIA		Coliforme Termotolerante (UFC/100 mL)	Escherichia coli (UFC/100 mL)	Enterococos (UFC/100 mL)
PRÓPRIA	EXCELENTE	Máximo de 250 em 80% ou mais tempo	Máximo de 200 em 80% ou mais tempo	Máximo de 25 em 80% ou mais tempo
	MUITO BOA	Máximo de 500 em 80% ou mais tempo	Máximo de 400 em 80% ou mais tempo	Máximo de 50 em 80% ou mais tempo
	SATISFATÓRIA	Máximo de 1.000 em 80% ou mais tempo	Máximo de 800 em 80% ou mais tempo	Máximo de 100 em 80% ou mais tempo
IMPRÓPRIA		Superior a 1.000 em mais de 20% do tempo	Superior a 800 em mais de 20% do tempo	Superior a 100 em mais de 20% do tempo
		Maior que 2.500 na última medição	Maior que 2.000 na última medição	Maior que 400 na última medição

FORNTE: CETESB (2018)

Figura 61 – Limites para as bactérias fecais

De acordo com a CETESB, mesmo apresentando baixas densidades de coliformes fecais, uma praia pode ser classificada na categoria imprópria quando ocorrerem circunstâncias que desaconselhem a recreação de contato primário, tais como a presença de óleo provocada por derramamento acidental de petróleo, ocorrência de maré vermelha ou de doenças de veiculação hídrica.

De forma a mostrar a tendência da qualidade das praias de modo integrado, baseando-se nos resultados do monitoramento semanal, a CETESB desenvolveu a seguinte classificação anual, que se constitui na síntese da distribuição das classificações obtidas pelas praias durante as 52 semanas do ano. Considerando os critérios a seguir identificados, a classificação anual de cada praia expressa a qualidade que a mesma apresenta com mais constância naquele ano.

<b>ÓTIMA</b>	Praias classificadas como EXCELENTE em 100% do tempo
<b>BOA</b>	Praias PRÓPRIAS em 100% do tempo, exceto quando classificadas como EXCELENTE
<b>REGULAR</b>	Praias classificadas como IMPRÓPRIAS em até 25% do tempo
<b>RUIM</b>	Praias classificadas como IMPRÓPRIAS entre 25% e 50% do tempo
<b>PÉSSIMA</b>	Praias classificadas como IMPRÓPRIAS em mais de 50% do tempo

FORNTE: CETESB (2018)

Figura 62 – Classificação das praias com monitoramento semanal

A CETESB estabeleceu ainda uma classificação anual das praias sujeitas a monitoramento mensal, baseando-se na concentração de enterococos obtida em cada amostragem.

ÓTIMA	Concentração de enterococos até 25 em pelo menos 80% do ano
BOA	Concentração de enterococos superior a 100 em até 20% do ano
REGULAR	Concentração de enterococos superior a 100 entre 20% e 30% do ano
RUIM	Concentração de enterococos superior a 100 entre 30% e 50% do ano
PÉSSIMA	Concentração de enterococos superior a 100 em mais de 50% do ano

FONTES: CETESB (2018)

Figura 63 – Classificação das praias com monitoramento mensal

Neste escopo, considera-se que a função de balneabilidade de determinada praia é adequada quando o indicador classificação anual de balneabilidade adquire o valor de “Boa” ou “Ótima”. Desta forma a classificação “Boa” é um limite de alteração definido legalmente.

Para além da qualidade das águas estuarinas e costeiras, considerou-se importante, na Fase de Avaliação de Impactos Cumulativos, a consideração da qualidade dos sedimentos depositados nos fundos dos corpos d’água, avaliada em locais coincidentes com os da amostragem da qualidade da água, pois retêm parte dos possíveis poluentes da região.

O padrão de qualidade relativo aos sedimentos nos corpos d’água não está estabelecido legalmente para a região Baixada Santista. Assim, para interpretação dos resultados da amostragem, a CETESB considera valores limite ou valores de referência, sem vinculação legal.

No caso dos metais e compostos orgânicos, a CETESB utiliza os critérios de qualidade estabelecidos pelo *Canadian Council of Ministers of the Environment* (CCME). São considerados dois tipos de valores limites para substâncias tóxicas, um para efeito limiar (ISQG ou TEL – *threshold effect level*) e outro acima do qual são observados efeitos severos (PEL – *probable effect level*), conforme a figura seguinte.

HPAs	Valores orientadores		Metal	Valores orientadores	
	ISQG	PEL		ISQG	PEL
Acenafteno(SED)	6,71	88,9	Arsênio	7,24	41,6
Antraceno(SED)	46,9	245	Cádmio	0,7	4,2
Benzo (a) antraceno - (SED)	74,8	693	Chumbo	30,2	112
Benzo(a)pireno(SED)	88,8	763	Cobre	18,7	108
Criseño(SED)	108	846	Crômio	52,3	160
Dibenzo(a,h)antraceno (SED)	6,22	135	Níquel	15,9	42,8
Fenantreno(SED)	86,7	544	Zinco	124	271
Fluoranteno(SED)	113	1494	Mercurio	0,3	1
Fluoreno(SED)	21,2	144			
Naftaleno(SED)	34,6	391			
Pireno(SED)	153	1398			

FONTE: CETESB (2018)

Figura 64 – Valores orientadores para os compostos orgânicos e metais (mg/kg) nos sedimentos

Relativamente aos nutrientes, a CETESB adota os seguintes valores de referência no tocante à sua presença nos sedimentos.

NUTRIENTE	ÁGUAS SALINAS	ÁGUAS SALOBRAS
	Valor de Referência	Valor de Referência
COT (%)	1,3	1,8
NKT (mg/kg)	1000	1500
PT (mg/kg)	500	700

COT: Carbono Orgânico Total

NKT: Nitrogênio Kjeldahl Total

PT: Fósforo Total

FONTE: CETESB (2018)

Figura 65 – Valores de referência para a concentração de nutrientes nos sedimentos

Por fim, a CETESB procede à classificação dos sedimentos de acordo com os resultados ecotoxicológicos. Esta classificação considera que amostras que não apresentam diferença significativa em relação ao controle, ou seja, em que a

toxicidade é ausente, são classificadas como ótimas. Se as amostras apresentarem toxicidade significativa, os sedimentos são classificados entre ruins e péssimos.

CLASSIFICAÇÃO	<i>Grandidierella bonnieroides</i>
Ótimo	Não tóxico <sup>(a)</sup>
Ruim	Mortalidade <50% <sup>(b)</sup>
Péssimo	Mortalidade ≥50%

(a) Não apresenta diferença significativa em relação ao controle.

(b) Mortalidade inferior a 50%, porém apresentando diferença significativa em relação ao controle

FONTES: CETESB (2018)

Figura 66 – Limites para classificação dos sedimentos em função da ecotoxicidade

Merece ainda menção a Resolução CONAMA N.º 454/2012, de 1 de novembro, que estabelece valores limite para o gerenciamento de material dragado em águas de jurisdição nacional, como são as águas estuarinas e costeiras da região Baixada Santista. Para materiais dragados em águas salinas e salobras estabelecem-se valores limite para metais e semi metais, TBT, pesticidas organoclorados, PCB e hidrocarbonetos policíclicos aromáticos para duas classes (art.º 10):

- Nível 1: limiar abaixo do qual há menor probabilidade de efeitos adversos à biota;
- Nível 2: limiar acima do qual há maior probabilidade de efeitos adversos à biota.

De notar ainda o disposto no art.º 12 que refere as condições suficientes para a realização de ensaios de ecotoxicidade, porque se indica que os contaminantes mais preocupantes quanto ao efeito adverso sobre a biota são os metais arsênio, cádmio, chumbo e mercúrio e os HAPs benzo(a)antraceno, benzo(a)pireno, criseno e dibenzo(a,h)antraceno, que quando em concentrações acima de Nível 1 requerem ensaios de ecotoxicidade.

### VI.2.2.1. 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 a classe de enquadramento identificada na região, notadamente, Classe 1.

Considerando os parâmetros condição do fator qualidade das águas estuarinas e costeiras que sofrem potenciais interferências do impacto cumulativo identificado para a ação estressora “dragagens” (A10), notadamente aqueles apresentados analisados para os sedimentos no Relatório Final da Fase de Levantamento de Dados, podem-se destacar os seguintes como importantes para a avaliação da condição do fator face ao enquadramento:

- COT;
- Chumbo.

No primeiro caso, o parâmetro relaciona-se com a ressuspensão da matéria orgânica depositada nos fundos com as operações de dragagem. Os dados apresentados para os sedimentos indicam uma redução após 2015, notadamente após o período mais intenso da ação estressora (2010-2013) e, embora não apresentados, os dados disponíveis de qualidade das águas estuarinas e costeiras da região evidenciam sistemática excedência dos valores estabelecidos para Classe 1 nas águas estuarinas.

No caso do chumbo, as concentrações em sedimentos estuarinos e costeiros da região revelam tendências de acréscimo em alguns locais, e o metal é considerado pela Resolução CONAMA n.º 454/2012, de 1 de novembro, como importante indicador de efeitos adversos da poluição sobre a biota.

Os dados disponíveis para o chumbo no monitoramento da qualidade das águas estuarinas e costeiras, tal como outros metais, não foram apresentados no Relatório Final da Fase de Levantamento de Dados devido ao limite de detecção no monitoramento ser, em alguns anos, superior ao valor limite definido pela Resolução CONAMA n.º 357/2005 de 17 de março. Assim, os dados de monitoramento de qualidade da água não permitem avaliar se há excedência do padrão de Classe 1 estabelecido no enquadramento. Entretanto, é muito importante que tal lacuna de informação possa ser colmatada no futuro, para que possa ser efetuado um adequado monitoramento da condição do fator na região.

Assim, entendem-se como limites de alteração da condição do fator na Baixada Santista os limites legais estabelecidos para o COT e o chumbo na Resolução CONAMA n.º 357/2005 de 17 de março, conforme se apresenta no quadro seguinte.

*Quadro 40 – Limite de alteração, identificado através de limites legais estabelecidos pela Resolução CONAMA n.º 357 de 17 de março de 2005, para os parâmetros COT e chumbo total, indicadores da condição de qualidade das águas estuarinas e costeiras na região Baixada Santista – impacto cumulativo das dragagens (A10)*

Corpos de água salobra ou salina	Carbono orgânico total (mg/L C)	Chumbo total (mg/L Pb)
Enquadrados com Classe 1*	3	0,01

Notas: \* conforme enquadramento dos corpos de água pelo art. 42º da Resolução CONAMA n.º 357 de 17 de março de 2005.

Fonte: Témis/Nemus, 2020.

Considerando o parâmetro condição do fator qualidade das águas estuarinas e costeiras que sofre interferência do impacto cumulativo relacionado com as ações estressoras de demanda por mão-de-obra (A1) / demanda adicional de imóveis (A3), notadamente a classificação anual de balneabilidade, apresenta-se no quadro seguinte o valor limite, que se poderá entender como limite de alteração.

*Quadro 41 – Limite de alteração, identificado através de limite legal estabelecido pela Resolução CONAMA n.º 274 de 29 de novembro de 2000, para o parâmetro classificação anual de balneabilidade, indicador da condição de qualidade das águas estuarinas e costeiras na região Baixada Santista – impacto cumulativo da demanda por mão-de-obra (A1) / demanda adicional de imóveis (A3)*

Águas estuarinas ou costeiras	Classificação anual de balneabilidade*
Praias	Boa

Notas: \* conforme Resolução CONAMA n.º 274 de 29 de novembro de 2000.

Fonte: Témis/Nemus, 2020.

### **VI.2.2.2. Limite de alteração aceitável**

Relativamente ao IQAC, considerado indicador da condição do fator qualidade das águas estuarinas e costeiras quanto ao impacto cumulativo relacionado com as ações estressoras de demanda por mão-de-obra (A1) / demanda adicional de



imóveis (A3), a legislação aplicável não estabelece valor limite. Nesse caso, deve ser estabelecido um limite de alteração aceitável.

O IQAC avalia a conformidade da qualidade da água relativamente a um valor de referência e considerando os aspetos de abrangência, frequência e amplitude da desconformidade (CETESB, 2020), sendo utilizadas pelo CETESB cinco categorias para classificação da qualidade da água de acordo com o valor do índice: Ótima, Boa, Regular, Ruim e Péssima. Neste escopo, como limite de alteração aceitável poderá assumir-se um valor para o IQAC de 80%, correspondendo à classificação de qualidade de “Boa”, assumindo que as situações de desconformidade se limitam a 20%, conforme se apresenta no quadro seguinte.

*Quadro 42 – Limite de alteração, identificado através de limite de alteração aceitável para o índice IQAC, indicador da condição de qualidade das águas estuarinas e costeiras na região Baixada Santista – impacto cumulativo da demanda por mão-de-obra (A1) / demanda adicional de imóveis (A3)*

Águas estuarinas ou costeiras	IQAC*
Área monitorada	80%

Notas: \* conforme valores de referência considerados pela CETESB no monitoramento.  
Fonte: Témis/Nemus, 2020.

Para o parâmetro concentração de clorofila-a nas águas estuarinas e costeiras, considerado indicador de ambos os impactos cumulativos identificados, relacionados com as ações estressoras de demanda por mão-de-obra (A1) / demanda adicional de imóveis (A3) e dragagens (A10), a legislação aplicável também não estabelece valor limite.

Entretanto, como referido anteriormente, são considerados pela CETESB os valores de referência de 2,5 µg/L para águas marinhas e 10 µg/L para águas estuarinas. Estes valores são utilizados pela CETESB para a classificação do estado trófico dos meios marinhos e costeiros, através do Índice de Estado Trófico Costeiro (IETC; CETESB, 2020). Consideram-se valores limite aqueles a partir dos quais se passam a considerar os meios eutróficos.

Assim, consideram-se estes valores como limites de alteração para a condição de qualidade das águas estuarinas e costeiras, indicada pelo parâmetro concentração de clorofila-a, conforme se apresenta no quadro seguinte.



Quadro 43 – Limite de alteração, identificado através de limite de alteração aceitável para o parâmetro concentração de clorofila a, indicador da condição de qualidade das águas estuarinas e costeiras na região Baixada Santista – impactos cumulativos da demanda por mão-de-obra (A1) / demanda adicional de imóveis (A3) e dragagens (A10)

Tipo de área monitorada	Concentração média anual de clorofila-a ( $\mu\text{g/L}$ )*
Águas marinhas	2,5
Águas estuarinas	10

Notas: \* conforme valores de referência considerados pela CETESB no monitoramento.

Fonte: Témis/Nemus, 2020.

Relativamente à qualidade dos sedimentos, considerado indicador do impacto cumulativo identificado relacionado com a ação estressora das dragagens (A10), a legislação aplicável também é omissa em valores limite.

Como se referiu anteriormente, a CETESB considera no monitoramento da Baixada Santista valores limite para efeito limiar (TEL) e severo (PEL) de substâncias tóxicas, conforme critérios estabelecidos pelo *Canadian Council of Ministers of the Environment* (CCME), bem como valores de referência para nutrientes.

Adicionalmente, a Resolução CONAMA N.º 454/2012 de 1 de novembro apresenta valores limite para substâncias tóxicas destinados ao gerenciamento de material dragado em águas de jurisdição nacional, os quais, como se referiu, são indicativos de efeitos adversos à biota.

Considerando os parâmetros que foram analisados e que foram apresentados no Relatório Final da Fase de Levantamento de Dados, considera-se pertinente o estabelecimento de limites de alteração para a concentração de COT e chumbo em sedimentos estuarinos e costeiros na Baixada Santista.

Relativamente ao COT considera-se adequado utilizar os valores de referência adotados pela CETESB para águas salinas e salobras. Quanto ao chumbo dispõem-se dos valores referência utilizados pela CETESB na avaliação dos resultados do monitoramento, indicando um efeito limiar ou severo, e de valores usados para o gerenciamento de materiais dragados.

Entretanto, os valores assim considerados para o chumbo, um dos quais indicativo de um efeito pouco provável sobre a biota e o outro de um efeito mais provável sobre a biota, não são coincidentes. Tomando uma abordagem

precaucionaria, considera-se que a escolha do valor do limite de alteração não deverá recair sobre os valores indicativos de efeitos severos ou prováveis sobre a vida aquática. Assim, e acolhendo a opinião coletada na Oficina Participativa referente aos limites de alteração, considera-se o valor indicado pela Resolução CONAMA N.º 454/2012 de 1 de novembro para a classe de qualidade de Nível 1, o qual é um pouco superior ao valor para um efeito limiar considerado pela CETESB no monitoramento da região.

Assim, os valores propostos para limites de alteração da condição de qualidade das águas estuarinas e costeiras, indicada pelos parâmetros concentração de COT e chumbo são apresentados no quadro seguinte.

*Quadro 44 – Limites de alteração, identificados através de limite de alteração aceitável, para os parâmetros COT e chumbo total em sedimentos marinhos e estuarinos, indicadores da condição de qualidade das águas estuarinas e costeiras na região Baixada Santista – impacto cumulativo das dragagens (A10)*

<b>Tipo de área monitorada</b>	<b>Carbono orgânico total (%)*</b>	<b>Chumbo total (mg/kg Pb)**</b>
Sedimentos em águas salinas	1,3	46,7
Sedimentos em águas salobras	1,8	46,7

Notas: \* conforme valores de referência utilizados pela CETESB no monitoramento; \*\* conforme valor considerado para o gerenciamento de material dragado em águas nacionais pela Resolução CONAMA n.º 454/2012 de 1 de novembro para a classe de qualidade de Nível 1.

Fonte: Témis/Nemus, 2020.

## **VI.2.3. Significância dos impactos**

### **VI.2.3.1. Introdução**

No Relatório Final da Fase de Avaliação de Impactos Cumulativos e considerando o disposto no presente relatório, identifica-se como principal impacto cumulativo sobre o fator, a alteração da qualidade das águas estuarinas e costeiras, analisada com base nos indicadores: IQAC, concentração média anual de COT, chumbo total e clorofila-a nas águas estuarinas e costeiras, concentração média anual de COT e chumbo total em águas e sedimentos estuarinos e costeiros e classificação anual de balneabilidade das praias.

Em seguida, apresenta-se a classificação do impacto cumulativo identificado sobre o fator qualidade das águas estuarinas e costeiras da região da Baixada Santista quanto às componentes natureza, escala espacial, duração, frequência, magnitude, significância e confiança, considerando os critérios apresentados na seção III.2.

### **VI.2.3.2. Classificação dos impactos cumulativos**

#### *VI.2.3.2.1. Natureza*

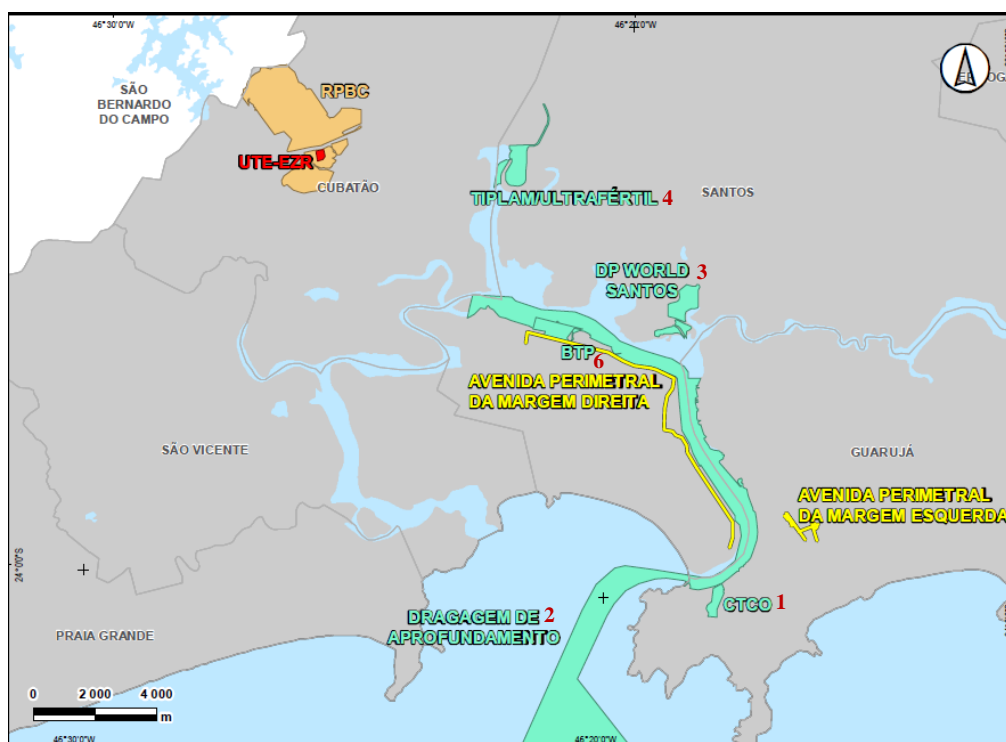
O impacto identificado prejudica o fator qualidade das águas estuarinas e costeiras, por alteração negativa da sua condição. A classificação da componente natureza é, assim, Negativa.

#### *VI.2.3.2.2. Escala espacial*

O efeito do impacto cumulativo identificado de alteração da qualidade das águas estuarinas e costeiras abrange as águas estuarinas e costeiras de todos os municípios da região Baixada Santista.

O efeito direto sobre o fator resultante da ação estressora “dragagens” (A10) abrange principalmente os municípios com águas estuarinas e aqueles com águas costeiras na Baía de Santos, notadamente Santos, São Vicente, Cubatão, Guarujá

e Praia Grande, sobretudo devido ao impacto da extensão da intervenção no Canal e na Baía de Santos com o aprofundamento dos fundos da área portuária (Figura 67), sendo este empreendimento responsável por cerca de 49% do total de dragados no período compreendido entre 2007 e 2016. Entretanto, existe um efeito estressor da demanda por mão-de-obra (A1) / demanda adicional de imóveis (A3) que abrange todos os municípios da região Baixada Santista. Assim, o impacto classifica-se quanto à componente escala espacial como Regional.



FONTE: Nemus/Témis (2019).

(1) CTCO - Centro de Tecnologia e Construção Offshore; (2) Dragagem de aprofundamento do Porto de Santos; (3) Terminal DP World Santos (ex-Embraport); (4) TIPLAM (Terminal Integrador Portuário Luiz Antônio Mesquita); (5) Reforço Estrutural de Suprimento de Gás da Baixada Santista; (6) Terminal Portuário BTP

Figura 67 – Localização dos empreendimentos com operações de dragagem

#### VI.2.3.2.3. Duração

O impacto alteração da qualidade das águas estuarinas e costeiras apresenta efeitos na condição do fator avaliada anualmente (IQAC, classificação anual de balneabilidade das praias), notadamente por via do efeito estressor da demanda

por mão-de-obra (A1) / demanda adicional de imóveis (A3), pelo que se classifica quanto à componente duração como de Curto a Médio Prazo.

Note-se que, quanto ao efeito estressor das dragagens (A10), já que os empreendimentos foram executados em períodos diferenciados e que gradualmente as partículas ressuspensas tendem a depositar-se e com elas as partículas contaminantes que sejam liberadas para a coluna de água, este impacto é considerado de curta a média duração. Nas zonas mais interiores da Baía de Santos, em que predominam os sedimentos de granulometria mais fina, a duração do período de ressuspensão é superior, enquanto no trecho mais próximo do meio marinho, o predomínio das partículas de natureza arenosa facilita uma mais rápida redução dos materiais em ressuspensão.

No momento imediato da execução da operação de dragagem, a turbidez e a liberação de substâncias potencialmente contaminantes são altas, mas gradualmente vai-se acentuando a capacidade do sistema hídrico em recuperar as suas características físico-químicas. Este será, inclusivamente, um dos motivos pelo qual no período em análise não se nota uma evidente alteração ao IQAC de qualquer uma das estações de monitoramento da qualidade da água ou da classificação da balneabilidade das praias litorâneas e estuarinas da Baixada Santista.

#### VI.2.3.2.4. Frequência

O impacto ocorre constantemente devido à permanência no tempo da ação estressora associada à demanda por mão-de-obra (A1) / demanda adicional de imóveis (A3), uma vez que esta se relaciona com um efeito de aumento da população residente na região sobre a infraestrutura de esgotamento sanitário. Considera-se, assim, de frequência Contínua.

Relativamente ao efeito da ação estressora “dragagens” (A10), atendendo a que estas operações ocorreram em períodos diferenciados, o impacto da dispersão de partículas e potenciais contaminantes no fator é considerado, individualizando este efeito estressor, como esporádico.

#### VI.2.3.2.5. Magnitude

A componente Magnitude do impacto cumulativo identifica a dimensão do efeito deste sobre a condição do fator qualidade das águas estuarinas e costeiras.

Uma quantificação do efeito sobre a condição do fator pode ser investigada com modelos da relação entre a variável estressora do impacto e as variáveis indicadoras da condição do fator.

Considerando, como se referiu, o efeito sobre a condição do fator predominantemente associado às ações estressoras demanda por mão-de-obra (A1) / demanda adicional de imóveis (A3), no escopo do fator águas superficiais interiores (quanto ao impacto alterações negativas na qualidade das águas interiores) foi apresentado e estimado no Relatório Final da Fase de Avaliação de Impactos Cumulativos um modelo relacionando a condição de qualidade do fator com a variável estressora população residente por unidade de área em cada município, o qual permitiu a avaliação de um efeito regional destas ações estressoras sobre esse fator. Este modelo foi utilizado no presente relatório para estimar a magnitude do referido impacto cumulativo sobre o fator águas superficiais interiores.

Seguindo-se a abordagem utilizada no fator águas superficiais interiores estimou-se para o indicador IQAC e para o período 2011-2015 um modelo em painel relacionando com o estressor população residente sem tratamento de esgoto por unidade de área. Num primeiro passo, consideraram-se apenas os pontos localizados em águas costeiras, relacionados à poluição pelos emissários ou foz de principais rios, em cada município. Consideraram-se para as águas costeiras apenas os municípios de Bertioga, Guarujá, Santos, Praia Grande, Itanhaém e Peruíbe.

Num segundo passo, consideraram-se os pontos de monitoramento do IQAC localizados em águas estuarinas, notadamente aqueles do Canal de Bertioga, Canal de Santos e Canal de São Vicente, por forma a estimar-se o efeito regional do saneamento na qualidade das águas estuarinas da Baixada Santista. Uma vez que todos os locais fazem parte do estuário de Santos e São Vicente, considerou-se o município com população residente mais correlacionada com o IQAC, notadamente Bertioga, Guarujá e Santos, respetivamente para Canal de Bertioga,

Canal de Santos e do Canal de São Vicente. Excluíram-se os dados do Canal de Piaçaguera que compreendem apenas dois anos (2014 e 2015).

Os resultados da estimação são apresentados no quadro seguinte.

Quadro 45 – Resultados de estimativa de parâmetros para o modelo de painel de regressão do IQAC pela população residente sem tratamento de esgoto por unidade de área – período 2011-2015

Variável	Modelo base com população total residente sem tratamento de esgoto (águas costeiras)	Modelo base com população total residente sem tratamento de esgoto (águas estuarinas)
$\beta_0$	4,4145 (0,0669) [0,0000]	4,1330 (0,1057) [0,0000]
$\beta_1$	<b>-0,0001</b> (0,0002) <b>[0,0156]</b>	<b>-0,0002</b> (0,0001) <b>[0,0350]</b>
R <sup>2</sup>	0,2122	0,2960
R <sup>2</sup> ajustado	0,1807	0,2419
N.º observações	27	15
P-value	<b>0,0156</b>	<b>0,0360</b>

Notas: variável dependente é ln(IQAC) e variável independente é população total residente sem tratamento de esgoto / área total (habitantes / km<sup>2</sup>), valores por município; erro padrão das estimativas dentro de parêntesis curvos e significado estatístico dentro de parêntesis retos; a negrito realçam-se resultados com significado estatístico ao nível dos 5%.  
Fonte: Témis/Nemus, 2021.

Esses resultados evidenciam suporte de ambos os modelos (águas costeiras e águas estuarinas) pelos dados, obtendo-se uma relação negativa entre o IQAC e a população residente sem tratamento de esgoto, embora se obtenha a explicação de apenas 18% - 24% da variação do IQAC. Esta porcentagem é semelhante à obtida para o fator águas superficiais interiores, revelando que o efeito do crescimento populacional e saneamento regionais é menor face a outros estressores, podendo-se aqui notar a possível influência da população flutuante, precipitação ou hidrodinâmica e dispersão costeiras e estuarinas. Entretanto, realça-se que o efeito parece ser mais acentuado no estuário, conforme seria de esperar, dado ser um meio mais circunscrito.



Os modelos utilizados para estimar o IQAC médio, respectivamente, em águas costeiras e estuarinas são, assim, os seguintes:

$$IQAC_{it} = e^{4,4145} * e^{-0,0001 * PopulaçãoResidenteSemTratamento_{it}} * e^{\varepsilon_{it}}$$

$$IQAC_{jt} = e^{4,1330} * e^{-0,0002 * PopulaçãoResidenteSemTratamento_{jt}} * e^{\varepsilon_{jt}}$$

Onde “IQAC” é o IQAC médio anual avaliado nas várias áreas monitoradas em águas costeiras (i) e águas estuarinas (j) (%). A “População residente sem tratamento” representa a população total sem tratamento de esgoto especificada em habitantes / km<sup>2</sup> (área total de casa município).

Nos quadros seguintes apresentam-se as contribuições dos diferentes termos das equações referentes ao efeito da população residente sem tratamento de esgoto sanitário estimado pelos modelos para as águas costeiras e para as águas estuarinas para o período 2011-2015.

Quadro 46 – Estimativa da magnitude do impacto cumulativo sobre o IQAC médio anual nas águas costeiras da Baixada Santista no período 2011 - 2015

Município (Local)	Termo base e resíduos para 2015* (%)	Termo do acréscimo da população residente sem tratamento (base – 2015)	Termo observado (base – 2015)
Bertioga (fóz do rio Itaguapé)	85	0,999	0,91
Guarujá (emissário Guarujá)	84	0,97	1,08
Santos (emissário de Santos)	54	0,999	1,23
Praia Grande (emissário de Praia Grande 1)	72	0,98	1,03

Município (Local)	Termo base e resíduos para 2015* (%)	Termo do acréscimo da população residente sem tratamento (base – 2015)	Termo observado (base – 2015)
Itanhaém (fóz do rio Itanhaém)	79	0,999	1,04
Peruíbe (fóz do rio Preto)	80	1,00	1,13

Nota: \* efeito da população no ano base, termo constante e resíduo; ano base: Guarujá/Santos/Praia Grande/Itanhaém – 2011, Bertioga:/Peruíbe - 2012.

Fonte: Témis/Nemus, 2021.

Quadro 47 – Estimativa da magnitude do impacto cumulativo sobre o IQAC médio anual nas águas estuarinas da Baixada Santista no período 2011 - 2015

Área	Termo base e resíduos para 2015* (%)	Termo do acréscimo da população residente sem tratamento (2011 – 2015)	Termo observado (2011 – 2015)
Canal de Bertioga	68	0,997	1,17
Canal de Santos	78	0,93	2,28
Canal de São Vicente	37	0,998	1

Nota: \* efeito da população no ano base, termo constante e resíduo.

Fonte: Témis/Nemus, 2021.

Relativamente ao modelo referente às águas costeiras da Baixada Santista, verifica-se que o termo referente à variação da população residente sem tratamento de esgoto sanitário no período em avaliação (2011-2015) corresponde a uma variação muito ligeira entre 0% (na fóz do rio Preto) e -3% em todos os locais monitorados.

A comparação com a variação observada revela que o efeito estressor da população sem tratamento de esgoto sanitário é muito reduzido face a outros estressores nos locais do emissário de Santos e da fóz do rio Preto onde se observam variações do IQAC de +23% e +13%, respetivamente. A melhor

concordância é observada nos locais do emissário de Praia Grande e na foz do rio Itanhaém, que evidenciam uma manutenção do valor do IQAC.

Quanto ao modelo referente às águas estuarinas da Baixada Santista, os resultados indicam que o termo referente à variação da população residente sem tratamento no período avaliado (2011-2015) corresponde também a uma variação muito ligeira entre 0%, nos canais de Bertioga e de São Vicente, e -7%, no Canal de Santos. A comparação com a variação observada revela que este efeito estressor é reduzido face a outros estressores no Canal de Bertioga, onde o valor do IQAC aumenta 17%, e principalmente no Canal de Santos, no qual o valor do IQAC aumenta 128%. Nota-se, assim, nestes canais, a interferência determinante de outros estressores não analisados, notadamente a interferência cumulativa dos vários municípios no IQAC de cada local monitorado.

Um aspecto importante a notar é que nas situações em que se observou uma grande variação do IQAC, como seja no Canal de Santos, na foz do emissário de Santos, no Canal de Bertioga e na foz do rio Preto, estas variações foram no sentido positivo, isto é, correspondem a uma melhoria da qualidade da água. De facto, nestes locais, o aumento do valor do IQAC conduziu a uma melhoria da classificação do índice, traduzindo a importância desta alteração:

- Canal de Santos: de qualidade Péssima para Regular;
- Foz do emissário de Santos: de qualidade Péssima para Ruim;
- Canal de Bertioga: de qualidade Ruim para Regular;
- Foz do rio Preto: de qualidade Regular para Boa.

Desta forma, o fator qualidade das águas costeiras e estuarinas sofreu, no período 2011-2015, a interferência determinante de estressores exteriores aos empreendimentos em análise que tiveram um efeito positivo na qualidade da água.

Um destes estressores poderá ter sido a melhoria do atendimento por coleta de esgoto da população urbana no município de Cubatão, de 47% em 2011 para 60% em 2015, com a manutenção de tratamento da totalidade do esgoto coletado, repercutindo-se numa melhoria da qualidade do rio Cubatão e na qualidade da água no sistema estuarino de Santos e baía de Santos.

Uma vez que o IQAC é um indicador aglomerado da condição do fator de qualidade das águas costeiras e estuarinas, merece ainda a discussão da magnitude do impacto sobre os outros indicadores considerados para o fator, notadamente, a classificação anual de balneabilidade, a concentração de clorofila-a e a concentração de COT e chumbo na água e sedimentos.

No que respeita à classificação anual da balneabilidade, apresenta-se no quadro seguinte uma síntese da evolução verificada nas praias de cada município no período 2005-2017.

Quadro 48 – Evolução da condição do fator qualidade das águas costeiras e estuarinas nas praias da região Baixada Santista (classificação anual de balneabilidade) com efeito das ações estressoras demanda por mão-de-obra (A1) / demanda adicional de imóveis (A3) no período 2005 - 2017

<b>Município (número de praias*)</b>	<b>Percentual de praias que melhoraram classificação (número)</b>	<b>Percentual de praias que pioraram classificação (número)</b>
Bertioga (9)	22% (2) Regular para Boa	22% (2) Ótima para Boa
Guarujá (11)	9% (1) Boa para Ótima	18% (2) Boa para Regular: 9% Regular para Ruim: 9%
Santos (7)	43% (3) Péssima para Ruim	0%
Cubatão (1)	0%	100% (1) Boa para Regular
São Vicente (5)	20% (1) Ruim para Regular	0%
Praia Grande (12)	50% (6) Ruim para Regular: 17% Péssima para Regular: 8% Péssima para Ruim: 25%	8% (1) Regular para Ruim
Mongaguá (6)	0%	0%
Itanhaém (9)	70% (6) Regular para Boa	0%
Peruíbe (6)	33% (2) Regular para Boa	17% (1) Boa para Regular

Nota: \* apenas consideradas para o cálculo praias com classificação de balneabilidade no período 2005-2017.  
Fonte: Témis/Nemus, 2021.

Considerando a região da Baixada Santista, verifica-se que no período 2005-2017 cerca de 1/3 das praias com classificação melhoraram essa classificação, nos municípios de Bertioga, Guarujá, Santos, São Vicente, Praia Grande, Itanhaém e Peruíbe, e apenas 11% pioraram a sua classificação, nos municípios de Bertioga, Guarujá, Cubatão, Praia Grande e Peruíbe. Considerando a situação dentro dos municípios observa-se:

- Em Praia Grande e Itanhaém, a maioria das praias classificadas melhora a sua classificação;
- No Cubatão, a única praia classificada piora a sua classificação;
- Em Bertioga, Guarujá, Santos, São Vicente, Mongaguá e Peruíbe, a maioria ou a totalidade (caso de Mongaguá) das praias classificadas não altera a sua classificação.

Considerando a concentração de clorofila-a, sumarizam-se no quadro seguinte os valores médios obtidos para cada área monitorada para o IETC (Índice de Estado Trófico Costeiro, cf. Relatório Final da Fase de Escopo) para o período 2011-2017.

Quadro 49 – Evolução da condição do fator qualidade das águas costeiras e estuarinas da região Baixada Santista (concentração de clorofila a) com efeito das ações estressoras demanda por mão-de-obra (A1) / demanda adicional de imóveis (A3) e dragagens (A10) no período 2011 - 2017

Área	Concentração média anual de clorofila-a (µg/L)		
	2011	2013	2017
Foz do rio Itaguapé*	1,39	0,87	0,78
Emissário do Guarujá*	2,21	2,33	2,63
Canal de Bertioga**	3,57	4,6	13,78
Canal de Santos**	3	2	9,74
Canal de São Vicente**	5,93	4,65	9,17
Emissário de Santos*	8,2	6,55	9,07

Área	Concentração média anual de clorofila-a (µg/L)		
	2011	2013	2017
Emissário de Praia Grande*	0,79	1,73	2,43
Foz do rio Itanhaém*	4,94	3,19	4,43
Foz do rio Preto*	1,76	3,03	4,14

Notas: Classificação ambiente marinho\*: **Oligotrófico** = Clorofila a (µg/L) < 1,00; **Mesotrófico** = 1,00 < Clorofila a (µg/L) < 2,50; **Eutrófico** = 2,50 < Clorofila a (µg/L) < 5,00; **Supereutrófico** = Clorofila a (µg/L) > 5,00. Classificação ambiente estuarino\*\*: **Oligotrófico** = Clorofila a (µg/L) < 3,00; **Mesotrófico** = 3,00 < Clorofila a (µg/L) < 10,00; **Eutrófico** = 10,00 < Clorofila a (µg/L) < 30,00; **Supereutrófico** = Clorofila a (µg/L) > 30,00.  
Fonte: Témis/Nemus, 2021.

Os resultados evidenciam, na maioria dos locais, um aumento da concentração de clorofila-a ao longo do período 2011-2017, assinalando-se a exceção apenas da foz do rio Itaguapé e da foz do rio Itanhaém. O aumento da concentração de clorofila-a traduz-se na degradação do estado trófico das águas em algumas das áreas, notadamente:

- Emissário Guarujá, Canal de Bertioga, Canal de Santos e foz do rio Preto: de estado Mesotrófico para estado Eutrófico;
- Emissário de Praia Grande: de estado Oligotrófico para estado Mesotrófico.

Paralelamente, verificou-se uma melhoria do estado trófico na foz do rio Itaguapé de Mesotrófico para Oligotrófico.

Considerando o período 2011-2013, no qual se concentrou a atuação da ação estressora de dragagens (A10), verifica-se que:

- Emissário Guarujá, Canal de Bertioga, Emissário de Praia Grande, foz do rio Preto: a concentração de clorofila-a aumenta até 2013, em transição para o valor de 2017 (aumento contínuo);
- Foz do rio Itaguapé, Canal de Santos, Canal de São Vicente, Emissário de Santos, foz do rio Itanhaém: a concentração de clorofila-a diminui até 2013, voltando a subir até 2017 (com a exceção da foz do rio Itaguapé).

Estes resultados não evidenciam que possa ter ocorrido uma ressuspensão significativa de matéria orgânica potenciando o aumento da produção primária durante as operações de dragagem que removeram um volume de sedimentos da ordem dos 24,6 milhões de m<sup>3</sup>. Pelo contrário, a produção primária pareceu ter diminuído, verificando-se uma tendência decrescente entre 2011 e 2013 no Canal de Santos, área em que se concentram todos os empreendimentos que exercem a ação estressora, e em áreas adjacentes, notadamente no Canal de São Vicente e na área do Emissário de Santos.

Assim, os resultados sugerem uma tendência generalizada na região da Baixada Santista de aumento da concentração de clorofila-a ao longo do período 2011-2017, para a qual poderá ter contribuído o efeito das ações estressoras de demanda por mão-de-obra (A1) / demanda adicional de imóveis (A3) relacionadas com os empreendimentos em estudo. No caso da área da foz do rio Preto nota-se que, tal como apresentado na seção relativa ao fator águas superficiais interiores, durante este período, ocorreu uma degradação significativa da qualidade da água no rio Preto, o principal rio na área, que passou de conformidade com Classe 3 para conformidade com Classe 4.

Relativamente à concentração de COT e chumbo na água, sumarizam-se no quadro seguinte os valores médios obtidos para cada área monitorada pela CETESB para o período 2011-2017.

Quadro 50 – Evolução da condição do fator qualidade das águas costeiras e estuarinas (concentração de COT e chumbo na água) com efeito da ação estressora dragagens (A10) no período 2011 - 2017

Área	Concentração média anual de COT na água (mg/L)			Concentração média anual de chumbo na água (mg/L)		
	2011	2013	2017	2011	2013	2017
Foz do rio Itaguapé	<b>13,16</b>	1,34	2,83	<0,05	<0,009	<0,1
Emissário Guarujá	<b>6,51</b>	2,00	1,32	<0,05	<0,009	<0,1
Canal de Bertioga	<b>4,6</b>	<b>3,28</b>	<b>5,69</b>	<0,05	<0,009	<0,009



Área	Concentração média anual de COT na água (mg/L)			Concentração média anual de chumbo na água (mg/L)		
	2011	2013	2017	2011	2013	2017
Canal de Santos	<b>4,96</b>	2,20	<b>3,78</b>	<0,05	<0,009	<0,009
Canal de São Vicente	<b>5,85</b>	2,99	<b>4,28</b>	<0,05	<0,009	<0,009
Emissário de Santos	<b>7,79</b>	2,09	<b>4,15</b>	<0,05	<0,009	<0,1
Emissário de Praia Grande	<b>4,45</b>	1,82	1,77	<0,05	<0,009	<0,1
Foz do rio Itanhaém	<b>8,51</b>	1,78	2,88	<0,05	<0,009	<0,1
Foz do rio Preto	<b>8,21</b>	1,54	2,85	<0,05	<0,009	<0,1

Notas: em **negrito** situação de excedência do limite de alteração.  
Fonte: Témis/Nemus, 2021.

Os resultados obtidos para a qualidade das águas costeiras evidenciam uma tendência de redução das concentrações de COT entre 60% e 80 ao longo do período. Nas águas estuarinas a redução é apenas ligeira (5%) no caso do Canal de Santos e do Canal de São Vicente, e verifica-se mesmo um aumento de 24% no Canal de Bertioga.

Consequência desta evolução, a condição de qualidade melhora de 2011 para 2017, face ao limite estabelecido pela Resolução CONAMA n.º 357/2005 de 17 de Março, na maioria das áreas de águas costeiras, passando de Classe 2/ Classe 3 para Classe 1. A exceção é a área do emissário de Santos que, em conjunto com as áreas estuarinas do Canal de Santos e do Canal de São Vicente, mantém condição de Classe 2. Na área do Canal de Bertioga a condição degrada-se de Classe 2 para Classe 3.

No caso da concentração de chumbo, não é possível avaliar uma evolução, dado que observaram-se valores inferiores ao limite de detecção. Em 2011 o limite de detecção não permite aferir a condição de qualidade das águas, mas em 2013 determinam-se valores compatíveis com Classe 1, que se mantêm nas áreas estuarinas em 2017, enquanto nas águas costeiras não é possível verificar a

condição. Assim, foram também coletados os dados de amostragens efetuadas no escopo dos EIAs dos empreendimentos em estudo, dado o monitoramento regular efetuado pela CETESB não permitir a aferição do cumprimento do limite de alteração considerado em alguns locais e anos. Os resultados são sumarizados no quadro seguinte, não indicando nos locais monitorados no Canal de Santos e no Canal de Piaçaguera concentrações superiores ao valor limite de Classe 1.

Quadro 51 – Evolução da condição do fator qualidade das águas costeiras e estuarinas (concentração de chumbo na água) com efeito da ação estressora dragagens (A10) no período 2002- 2012

Área	Concentração de chumbo na água (mg/L)			
	2002	2008	2012	2017
Canal de Santos	Não detectado (Terminal DP World Santos)	< 0,01 (Dragagem de aprofundamento do porto de Santos)	Não detectado (CTCO)	-
Canal de Piaçaguera	-	Não detectado (Terminal Portuário BTP)	-	<0,009 (Retorço Estrutural de Suprimento de Gás da Baixada Santista)

Notas: não detectado face ao limite de Classe 1 estabelecido pela Resolução CONAMA nº. 357/2005 de 17 de Março, 0,01 mg/L.

Fonte: Témis/Nemus, 2021.

Considerando as dragagens executadas entre 2007 e 2016, a maioria até 2013, que removeram um volume de sedimentos da ordem dos 24,6 milhões de m<sup>3</sup> em 9 anos, estes resultados não evidenciam um efeito negativo importante da ação estressora sobre a condição de qualidade das águas costeiras e estuarinas. De facto, verifica-se que a concentração de COT melhora de 2011 para 2013, no período mais intenso de atuação da ação estressora, voltando a degradar-se até 2017 na maioria das áreas, exceção apenas dos locais dos emissários de Guarujá e de Praia Grande.

Quanto à concentração de COT e chumbo nos sedimentos costeiros e estuarinos, sumarizam-se no quadro seguinte os valores médios obtidos em cada área monitorada pela CETESB no período 2011-2017.

Quadro 52 – Evolução da condição do fator qualidade das águas costeiras e estuarinas (concentração de COT e chumbo nos sedimentos) com efeito da ação estressora dragagens (A10) no período 2011 - 2017

Área	Concentração média anual de COT nos sedimentos (%)			Concentração média anual de chumbo nos sedimentos (mg/kg)		
	2011	2013	2017	2011	2013	2017
Foz do rio Itaguaré*	1	1	0,53	3,86	10	9,51
Emissário Guarujá*	1,05	1	1,01	10,76	12,07	15,1
Canal de Bertioga**	<b>3,51</b>	<b>4,0</b>	<b>2,65</b>	15,75	19,21	12,59
Canal de Santos**	1,64	<b>2,22</b>	1,62	19,48	<b>98,57</b>	23,5
Canal de São Vicente**	1,21	<b>2,20</b>	1,48	5,64	13,93	13,27
Emissário de Santos*	<b>1,89</b>	<b>1,83</b>	0,77	17,18	20,77	9,76
Emissário de Praia Grande*	<b>1,42</b>	1	0,64	11,3	8,02	9,35
Foz do rio Itanhaém*	1	1	1	4,65	8,26	18,05
Foz do rio Preto*	1,1	1	0,92	16,73	13,22	19,3

Notas: \* águas salinas; \*\* águas salobras; em **negrito** situação de excedência do limite de alteração.

Fonte: Témis/Nemus, 2021.

À semelhança do verificado para a qualidade das águas costeiras e estuarinas, os resultados referentes à concentração de COT nos sedimentos mostram uma tendência de redução ao longo do período 2011-2017 nas várias áreas monitoradas, entre 1% e 59%, com a exceção da área do Canal de São Vicente, que verifica um aumento de 22%. Esta evolução traduziu-se na melhoria da

condição de qualidade, considerando o limite de alteração proposto, nas áreas dos emissários de Santos e de Praia Grande, onde se deixou de exceder esse limite.

Entretanto, verifica-se um aumento da concentração de chumbo nos sedimentos, durante o mesmo período, na maioria dos locais:

- Foz do rio Itaguapé, emissário de Guarujá, Canal de Santos, Canal de São Vicente, rio Itanhaém e rio Preto: a concentração de chumbo aumenta entre 15% e 288%;
- Canal de Bertioga, emissário de Praia Grande e emissário de Santos: a concentração de chumbo diminui entre 20% e 43%.

Esta evolução não altera a condição de qualidade face ao limite de alteração proposto, conforme a classe de qualidade de Nível 1 estabelecida pela Resolução CONAMA n.º 454/2012 de 1 de novembro.

No período de maior intensidade da ação estressora das dragagens, entre 2011 e 2013, verifica-se uma tendência de aumento da concentração de COT e de chumbo nas áreas estuarinas, com o retorno a valores mais baixos em 2017. Esta alteração é bastante evidente no caso do Canal de Santos e do Canal de São Vicente, nos quais se excedem em 2013 os limites de alteração para o COT e também, no caso do Canal de Santos, para o chumbo.

Esta degradação poderia sugerir um efeito essencialmente temporário das dragagens sobre a qualidade dos sedimentos, contudo, os dados de precipitação anual apresentados no Relatório Final da Fase de Levantamento de Dados para a estação Melvi (Praia Grande) indicam que em 2013 se verificou maior precipitação que nos anos imediatamente anteriores. A maior precipitação poderia também justificar uma diminuição da concentração de COT nas águas estuarinas no mesmo período, como se apresentou anteriormente.

De facto, a execução de dragagens é relativamente periódica nas áreas de jurisdição dos portos. A CODESP tem implementado um programa de monitoramento na área de jurisdição do Porto de Santos, incluindo o Estuário e a Baía de Santos com o objetivo de avaliar periodicamente os parâmetros físico-químicos da coluna d'água (MTPA/UFSC/Labtrans, 2018).

Este programa está dividido num subprograma de monitoramento das águas do Porto de Santos e num subprograma de monitoramento da qualidade das águas

durante a dragagem, possibilitando a avaliação de alterações nas adjacências das dragas durante a sua operação, principalmente devido à ressuspensão de sedimentos.

Por exemplo, nas campanhas de monitoramento realizadas em 2016 (cinco), no decurso das dragagens de manutenção dos fundos do porto, não houve alterações significativas à qualidade da água devido à ressuspensão de sedimentos, mantendo-se, em geral, em conformidade com as condições e padrões de qualidade estabelecidos pela Resolução CONAMA 357/05. Foram detectadas alterações pontuais relacionadas com os nutrientes (fósforo total, nitrogênio amoniacal e carbono orgânico total). Contudo, não foi observada uma tendência clara de aumento ou diminuição das concentrações no rastro da draga, sendo que os resultados foram, em geral, similares aos obtidos nos pontos considerados como de controle.

Refiram-se os valores de sólidos suspensos inferiores a 11 mg/l, sugerindo que a maior parte do material suspenso durante a dragagem terá decantado relativamente rápido.

Para a mitigação dos impactos das dragagens executadas no escopo daqueles empreendimentos é importante referir as exigências ambientais que são atualmente impostas pelas autoridades ambientais. No caso do aprofundamento do canal de Santos foram várias as medidas de gestão ambiental e controle das dragagens, notadamente o monitoramento e controle das operações, a identificação da posição das dragas durante todo o processo de dragagem, o acompanhamento em tempo real pelos órgãos ambientais e a avaliação das condições ambientais em todos os momentos da dragagem.

Considerando o conjunto dos resultados obtidos da análise do conjunto de indicadores IQAC, classificação anual de balneabilidade, concentração de clorofila-a, e concentração de COT e chumbo em água e sedimentos estuarinos e costeiros considera-se que o impacto cumulativo dos empreendimentos em estudo, através das ações estressoras de demanda por mão-de-obra (A1) / demanda adicional de imóveis (A3) e dragagens (A10), tem magnitude Moderada.

#### VI.2.3.2.6. Significância

A significância do impacto cumulativo identificado é aferida considerando os limites de alteração definidos para o fator qualidade das águas costeiras e estuarinas.

A magnitude do impacto classificou-se como Moderada, porque tem um efeito pontualmente considerável, na função do fator.

Considerando o limite de alteração proposto para o indicador IQAC (80%), verifica-se que na situação atual (2017) esse limite foi ultrapassado em todas as áreas monitoradas na região, exceto na foz do rio Itaguapé e na área do emissário do Guarujá (quadro seguinte). Nas áreas mais interiores no estuário de Santos e na zona do emissário de Santos, a condição encontra-se especialmente degradada, com qualidade Ruim ou mesmo Péssima (Canal de Piaçaguera).

Na generalidade das áreas atualmente em condição desfavorável, o limite de alteração já se encontra ultrapassado no início o período analisado (2012), excetuando-se o caso da área da foz do rio Itanhaém, na qual ocorreu a degradação da condição. A ausência de dados de monitoramento para 2005 impede que se possa verificar se essa excedência já ocorria no início do período de abrangência temporal do PAIC. Ainda assim, considera-se que o impacto cumulativo identificado sobre o IQAC se classifica como Significativo, porque contribuiu para a manutenção de uma condição desfavorável do fator em grande parte da região.

Quadro 53 – Evolução da condição do fator qualidade das águas costeiras e estuarinas da região Baixada Santista (IQAC) com efeito das ações estressoras demanda por mão-de-obra (A1) / demanda adicional de imóveis (A3) e dragagens (A10) no período 2012 – 2017

Área	IQAC (%)	
	2012	2017
Foz do rio Itaguapé	93	91
Emissário Guarujá	83	83
Canal de Bertioga	69	70
Canal de Santos	59	55
Canal de Piaçaguera		40
Canal de São Vicente	53	46
Emissário de Santos	39	47
Emissário de Praia Grande	60	75
Foz do rio Itanhaém	88	79
Foz do rio Preto	71	76

Notas: Classificação IQAC: **Ótima** – IQAC  $\geq$  95%; **Boa** – 80%  $\leq$  IQAC < 95%; **Regular** – 65%  $\leq$  IQAC < 80%; **Ruim** – 45%  $\leq$  IQAC < 65%; **Péssima** - IQAC < 45%.

Fonte: Témis/Nemus, 2021.

Tomando o limite de alteração proposto para o indicador classificação anual da balneabilidade (Boa), verifica-se que na situação atual (2017) esse limite foi ultrapassado na maioria das praias monitoradas da região Baixada Santista (68% das praias monitoradas):

- Município de Bertioga (2 praias, 22%): praias de Enseada - Vista Lida e Enseada - R. Rafael Costabili;
- Município do Guarujá (9 praias, 82%): praias de Perequê, Enseada - Estr. Pernambuco, Enseada - Av. Atlântica, Enseada - R. Chile, Enseada - Av. Santa Maria, Pitangueiras - Av. Puglisi, Pitangueiras - R. Silvia Valadão, Astúrias e Guaiúba;
- Município de Cubatão (1 praia, 100%): Perequê;
- Município de Santos (7 praias, 100%): todas as praias;
- Município de São Vicente (6 praias, 100%): todas as praias;
- Município de Praia Grande (12 praias, 100%): todas as praias;



- Município de Mongaguá (7 praias, 100%): todas as praias;
- Município de Itanhaém (1 praia, 8%): praia de Parque Balneário;
- Município de Peruíbe (4 praias, 67%): praias de Peruíbe - R. Icaraíba, Peruíbe - R. das Orquídeas, Prainha e Guararú.

Merecem especial realce as praias que possuem classificação anual de Ruim ou Péssima:

- Município do Guarujá (2 praias, 17%): praias de Perequê e Enseada - R. Chile;
- Município de Santos (7 praias, 100%): todas as praias;
- Município de São Vicente (3 praias, 50%): praias de Milionários, Gonzaguinha e Prainha (Av. Santino Brito).

Em geral, as praias atualmente com excedência do limite de alteração partiram de uma situação em 2005 em que tal já se verificava, com exceção das seguintes:

- Município do Guarujá: praia de Pitangueiras - R. Silvia Valadão (Boa para Regular);
- Município do Cubatão: praia de Perequê (Boa para Regular);
- Município de Peruíbe: praia de Prainha (Boa para Regular).

Considera-se que o impacto se classifica como Significativo, porque contribui para a manutenção de uma condição desfavorável do fator.

Considerando o limite de alteração proposto para o indicador concentração média anual de clorofila-a (2,5 µg/L para águas marinhas e 10 µg/L para águas estuarinas, correspondendo a estado Mesotrófico), verifica-se que em 2017 esse limite estava ultrapassado na maioria das áreas monitoradas na Baixada Santista (67%), notadamente:

- Emissário do Guarujá, Canal de Bertioga, Canal de Santos, foz do rio Itanhaém e foz do rio Preto, com estado Eutrófico;
- Emissário de Santos, com estado Supereutrófico.

Em apenas duas dessas áreas - emissário de Santos e foz do rio Itanhaém, o limite de alteração já se encontrava ultrapassado no início do período analisado (2011). Assim, considera-se que impacto cumulativo identificado sobre a concentração de clorofila-a se classifica como Significativo, porque contribuiu para a degradação da condição da qualidade das águas costeiras e estuarinas da

Baixada Santista, potenciando a excedência do limite de alteração definido em cerca de metade das áreas monitoradas na região.

Quanto aos limites de alteração propostos para os indicadores concentração de COT e chumbo em águas costeiras e estuarinas (3 mg/L C e 0,01 mg/L Pb) e concentração de COT e chumbo em sedimentos costeiros e estuarinos (1,3 % C em sedimentos em águas salinas e 1,8 % C em sedimentos em águas salobras, 46,7 mg/kg Pb), verifica-se em 2017 a excedência do limite de alteração em algumas áreas monitoradas (44%), notadamente:

- Canal de Bertioga: excedência dos limites de alteração para concentração de COT em água e sedimentos;
- Canal de Santos, Canal de São Vicente e Emissário de Santos: excedência do limite de alteração para concentração de COT em água.

Nestas áreas os mesmos limites de alteração já se encontravam ultrapassados no início do período analisado (2011). A ausência de dados de monitoramento prévios a 2011 não permite verificar se essa excedência se verificava já em 2005, no início do período de abrangência temporal do PAIC. Ainda assim, considera-se que o impacto cumulativo identificado sobre a concentração de COT e chumbo nas águas e sedimentos estuarinos e costeiros da Baixada Santista se classifica como Significativo, porque contribuiu para a manutenção de uma condição desfavorável do fator no estuário de Santos e zona costeira adjacente.

Ponderando todos os indicadores analisados para o fator, considera-se que o impacto cumulativo de alteração da qualidade de águas estuarinas e costeiras se classifica como Significativo.

#### VI.2.3.2.7. Confiança

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

- Impacto de **alteração da qualidade das águas estuarinas e costeiras:**

- Alteração do IQAC na Baixada Santista: classificação global de confiança Baixa a Moderada;
- Alteração da classificação anual de balneabilidade nas praias da Baixada Santista: classificação global de confiança Moderada;
- Alteração da concentração média anual de clorofila-a nas águas costeiras e estuarinas da Baixada Santista: classificação global de confiança Baixa a Moderada;
- Alteração da concentração de COT e chumbo nas águas costeiras e estuarinas da Baixada Santista: classificação global de confiança Baixa a Moderada;
- Alteração da concentração de COT e chumbo nos sedimentos em águas costeiras e estuarinas da Baixada Santista: classificação global de confiança Baixa a Moderada.

No quadro seguinte sintetiza-se a avaliação do impacto cumulativo identificado.

Quadro 54 – Classificação do impacto cumulativo “Alteração da qualidade das águas estuarinas e costeiras”.

Componente	Classificação	Justificativa
Natureza	Negativa	O impacto prejudica o fator por alteração negativa na sua condição.
Escala espacial	Regional	O impacto alcança as águas estuarinas e costeiras de todos os municípios da região Baixada Santista.
Duração	Curto a Médio Prazo	O impacto influi na qualidade anual das águas estuarinas e costeiras.
Frequência	Contínua	O impacto ocorre continuamente sobre o IQAC, balneabilidade das praias e concentração de clorofila-a, devido à ação estressora associada à demanda por mão-de-obra (A1) / demanda adicional de imóveis (A3). O impacto ocorre de forma esporádica sobre a concentração de COT e chumbo nas águas e sedimentos, devido à ação estressora dragagens (A10).

Componente	Classificação	Justificativa
Magnitude	Moderada	O impacto tem, em geral, um efeito mínimo na função das águas estuarinas e costeiras. Entretanto, no que concerne ao estado trófico das águas, poderá estar a verificar-se um efeito não mínimo sobre a função das águas estuarinas e costeiras.
Significância	Significativo	O impacto é significativo face aos limites de alteração identificados quanto ao IQAC, classificação anual de balneabilidade, concentração de clorofila-a, concentração de COT e chumbo em águas e sedimentos estuarinos e costeiros.
Confiança	Baixa a Moderada	Existe alguma incerteza na avaliação da significância do impacto cumulativo, notadamente, na avaliação da capacidade de carga (IQAC, concentração de clorofila-a e qualidade dos sedimentos) e na avaliação da magnitude (IQAC, concentração de clorofila-a, concentração de COT e chumbo em águas e sedimentos).

Fonte: Témis/Nemus, 2021.

#### VI.2.4. Estimativa do estado futuro

Na seção anterior determinou-se um impacto cumulativo significativo de **alteração da qualidade das águas costeiras e estuarinas**, resultante dos empreendimentos em estudo através das ações estressoras de demanda por mão-de-obra (A1) / demanda adicional de imóveis (A3) e dragagens (A10), indicado pelo IQAC, pela classificação anual de balneabilidade das praias da região, concentração média anual de clorofila a e concentração de COT e chumbo em água e sedimentos.

Tomando-se este impacto, de acordo com análise apresentada no Relatório Final de Avaliação de Impactos Cumulativos, que efetua uma reavaliação de estressores pré-selecionados na Fase de Escopo, importam na evolução dos indicadores os seguintes outros estressores:

- Melhoria do tratamento do efluente doméstico descartado no mar / estuário e extensão de emissários - saneamento;
- Vazamento accidental de combustível/óleo no mar;
- Precipitação.

Neste contexto, e considerando os dados disponíveis apresentados no Relatório Final da Fase de Levantamento de Dados apurou-se o seguinte sobre a potencial interferência no fator qualidade das águas costeiras e estuarinas:

- A geração de esgotos relaciona-se de forma evidente com situações de pior qualidade das águas costeiras e estuarinas na proximidade dos municípios de Santos, Guarujá, Praia Grande e São Vicente, face a melhor qualidade próximo aos municípios de Bertioga, Itanhaém e Peruíbe; a melhoria na coleta e tratamento de esgoto na região relaciona-se com a tendência de melhoria da qualidade da balneabilidade observada na última década;
- O estressor vazamento accidental de combustível/óleo no mar, desde 2005, verificou-se sem relação com os empreendimentos em estudo;
- A influência da precipitação é notória na variação sazonal da qualidade das águas costeiras e estuarinas indicada pelos valores amostrados de clorofila-a, parâmetro integrante do IQAC.

Merece também referência que no fator águas superficiais interiores foi detectado um efeito importante, que se classificou como significativo, do crescimento regional da população residente sobre a qualidade das águas superficiais interiores, relacionado à poluição dos corpos de água com esgoto não tratado.

Grande parte dos problemas de qualidade das águas costeiras e estuarinas da Baixada Santista está associada a deficiências de saneamento, pelo que a evolução do meio hídrico está dependente de ações que venham a ser desenvolvidas para solucionar ou melhorar as atuais condições.

Os empreendimentos em análise no PAIC na Baixada Santista são potenciadores de um aumento populacional que pressiona o atual sistema de esgotamento, mas, tal como apresentado no Relatório Final da Fase de Avaliação

de Impactos Cumulativos, esperam-se intervenções que contribuam gradualmente para a melhora do saneamento da região.

Conforme referido no Relatório de Situação dos Recursos Hídricos da Bacia Hidrográfica da Baixada Santista (CBH-BS, 2018), relativamente à melhora no índice de qualidade das praias (mas também aplicável à qualidade sanitária dos corpos d'água), esperam-se ainda ações por parte das administrações públicas municipais para que a população recentemente atendida pela rede de esgoto realize as ligações na rede implantada conforme estabelecido em legislação, e assim promovam uma melhora efetiva no cenário atual.

Estes resultados indicam que o impacto de alteração da qualidade das águas costeiras e estuarinas, por ação do estressor melhora do tratamento do efluente doméstico descartado no mar / estuário, poderá ocorrer diretamente com a descarga de esgoto não tratado no mar e indiretamente pela poluição das águas superficiais interiores, que afluem ao estuário / mar.

Neste escopo, para a estimativa do estado futuro do fator qualidade das águas costeiras e estuarinas considera-se pertinente o foco na previsão do efeito da evolução da população residente e do saneamento da região sobre a condição do fator, considerando a variável indicadora IQAC. Tal como apresentado anteriormente neste relatório, foram estimados para o indicador IQAC modelos relacionando os estressores identificados, notadamente:

- Modelo de regressão do IQAC nas águas costeiras da Baixada Santista em função da população residente sem tratamento de esgoto sanitário por unidade de área;
- Modelo de regressão do IQAC nas águas estuarinas da Baixada Santista em função da população residente sem tratamento de esgoto sanitário por unidade de área.

Os modelos não permitem explicar toda a variação observada nos dados históricos de qualidade das águas costeiras e estuarinas, indicando que existem outros estressores importantes que não estão representados pelo modelo. De facto, os modelos reproduzem uma pequena parte dessa variação, 18%-24%, sugerindo que o estressor tem uma interferência menor face a outros estressores. As formulações destes modelos em águas costeiras e estuarinas são, assim, as seguintes:

$$IQAC_{it} = e^{4,4145} * e^{-0,0001 * PopulaçãoResidenteSemTratamento_{it}} * e^{\varepsilon_{it}}$$

$$IQAC_{it} = e^{4,1330} * e^{-0,0002 * PopulaçãoResidenteSemTratamento_{it}} * e^{\varepsilon_{it}}$$

Tal como no fator águas superficiais interiores para a informação da evolução futura dos estressores população residente e tratamento de esgoto considera-se a estimativa da evolução da população residente na região produzida pela SEADE considerada no fator emprego (cf. Relatório Final da Fase de Avaliação de Impactos Cumulativos), bem como os cenários de evolução da coleta e tratamento do esgoto, tendencial e dirigido, partindo da abordagem desenvolvida para o Prognóstico do PBH-Baixada Santista (CBH-BS, 2016c):

- Cenário tendencial: atendimento de coleta e tratamento de esgoto nos municípios sem alteração face à situação atual;
- Cenário dirigido: coleta e tratamento de esgoto em cada município conforme as seguintes metas: atendimento da coleta de 99% em 2025 e 100% em 2030, atendimento do tratamento de 100% em 2025-2030.

Os cenários são concretizados para o nível de atendimento de tratamento de esgoto sanitário para 2025 e 2030 para os municípios da região considerando eficiência nula da disposição emissário submarino após EPC de acordo com procedimento da CETESB (cf. Relatório Final da Fase de Avaliação de Impactos Cumulativos), considerando-se os valores apresentados no Quadro 55.

*Quadro 55 – Projeção do nível de atendimento de tratamento de esgoto sanitário (face a população residente) para cenário tendencial e cenário dirigido de evolução do IQAC da região Baixada Santista*

Município	Cenário tendencial		Cenário dirigido	
	2025	2030	2025	2030
Bertioga	50%	50%	99%	100%
Guarujá*	4%	4%	99%	100%
Santos	0%	0%	99%	100%
Cubatão	60%	60%	99%	100%
São Vicente*	13%	13%	99%	100%
Praia Grande*	0%	0%	99%	100%



Município	Cenário tendencial		Cenário dirigido	
	2025	2030	2025	2030
Itanhaém	30%	30%	99%	100%
Peruíbe	74%	74%	99%	100%

Nota: \* município com disposição oceânica de esgoto.

Fonte: Adaptado de CBH-BS (2016c) com cálculos próprios.

A concretização da evolução do indicador IQAC nas águas costeiras e estuarinas da Baixada Santista para os cenários tendencial e dirigido é apresentada no Quadro 56, aplicando a tendência de evolução resultante dos modelos aos valores obtidos dos dados para 2017.

Quadro 56 – Projeção do IQAC médio anual (%) nas águas costeiras de cada município para Cenário tendencial e Cenário dirigido de evolução da região Baixada Santista

Município (Local)	2017*	Cenário tendencial		Cenário dirigido	
		2025	2030	2025	2030
<b>Águas costeiras</b>					
Bertioga (fóz do rio Itaguapé)	91	91 (0%)	91 (0%)	92 (+1%)	92 (0%)
Guarujá (emissário Guarujá)	83	82 (-1%)	81 (-1%)	100 (+22%)	100 (0%)
Santos (emissário de Santos)	47	47 (-0%)	47 (-0%)	55 (+16%)	55 (0%)
Praia Grande (emissário de Praia Grande 1)	75	73 (-2%)	72 (-1%)	92 (+22%)	92 (0%)
Itanhaém (fóz do rio Itanhaém)	79	79 (0%)	79 (0%)	80 (+1%)	80 (0%)
Peruíbe (fóz do rio Preto)	76	76 (0%)	76 (0%)	76 (0%)	76 (0%)
<b>Águas estuarinas</b>					
Canal de Bertioga	70	70 (0%)	70 (0%)	71 (+1%)	71 (0%)
Canal de Santos	55	54 (-3%)	53 (-1%)	82 (+50%)	83 (0%)

Município (Local)	2017*	Cenário tendencial		Cenário dirigido	
		2025	2030	2025	2030
Canal de São Vicente	46	46 (-1%)	46 (0%)	62 (+35%)	62 (0%)

Nota: \* média dos valores obtidos para os vários pontos em cada local em 2017; condição face aos valores de referência utilizados pela CETESB, Ótimo  $\geq 95$ , Bom  $80 \leq$ , Regular  $65 \leq$ , Ruim  $45 \leq$ , Péssimo  $< 45$ .

Fonte: Témis/Nemus, 2020.

Para o Cenário tendencial prevê-se a manutenção da qualidade das águas costeiras e estuarinas indicada pelo IQAC, dado o muito reduzido efeito do crescimento regional da população residente com a manutenção do atendimento do tratamento de esgoto (variação máxima de -3 a -4% junto ao emissário de Praia Grande e no Canal de Santos). Assim, em 2030, a maioria dos locais monitorados (78%) em águas costeiras e estuarinas da Baixada Santista manter-se-ia com classificação de qualidade inferior a “Bom”, destacando-se apenas com qualidade compatível com “Bom” os locais monitorados de águas costeiras junto a Bertiooga e Guarujá.

Os resultados obtidos para o Cenário dirigido indicam que a universalização da coleta e tratamento de esgoto na região poderá conduzir em alguns locais a uma significativa melhoria da qualidade das águas costeiras, traduzindo-se num nível de qualidade classificável como “Bom” ou superior (no caso de Guarujá). O efeito concentra-se nos locais nos canais de Santos e de São Vicente e junto aos emissários de municípios com maior densidade populacional (Guarujá, Praia Grande e Santos), com aumentos do IQAC entre 16% e 50%, destacando-se o Canal de Santos que apresenta melhoria de classificação da qualidade de “Ruim” para “Bom” e o local junto ao emissário de Praia Grande que melhora a classificação de qualidade de “Regular” para “Bom”.

Não obstante a melhoria apreciável no valor do indicador obtido, para os locais no Canal de São Vicente e junto ao emissário de Santos a qualidade mantém-se ainda compatível apenas com a classificação de qualidade de “Ruim”, evidenciando a importância consideráveis de outros estressores locais nestes resultados desfavoráveis.

Nos restantes locais o efeito é desprezável (entre 0 e 1%), embora se traduza no caso da foz do rio Itanhaém na concretização de uma qualidade compatível com a classificação de “Bom”.

Também nos locais da foz do rio Preto e do Canal de Bertioga a qualidade se manterá no Cenário dirigido no nível “Regular”, evidenciando que o estressor regional não tem um efeito apreciável nesses casos.

Assim, conclui-se que no final da abrangência temporal do PAIC o efeito do crescimento populacional regional perspectivado não deverá causar, em termos médios e caso ocorra uma tendência de manutenção do atendimento de esgotamento sanitário, uma alteração da condição da qualidade das águas costeiras e estuarinas.

No caso de se concretizar a universalização prevista na coleta e tratamento do esgoto sanitário na região, perspectiva-se a melhoria da qualidade das águas costeiras e estuarinas, a qual será significativa nos locais junto ao emissário de Praia Grande e foz do rio Itanhaém e no Canal de Santos, que poderão atingir valores de IQAC compatíveis com classificação “Bom”, perspectivando-se que na maioria dos locais monitorados o IQAC se conformará com classificação de “Bom” ou superior.

No caso dos locais junto ao emissário de Santos e no Canal de São Vicente embora se perspetive melhoria da qualidade indicada pelo índice IQAC, a condição de qualidade das águas costeiras e estuarinas perspectiva-se de recuperação mais difícil, devendo manter-se conforme a classificação “Ruim”. De facto, no caso do estuário estes resultados concordam com os resultados de hidrodinâmica de Roversi *et al.* (2016) que evidenciam que é no Canal de Santos que se encontram as maiores velocidades e que nos canais de Bertioga e de São Vicente, especialmente neste último, a hidrodinâmica é mais complexa com importante influência de zonas intertidais e maiores tempos de residência. Este estudo evidencia também que o Canal de São Vicente é o canal preferencial de circulação da água proveniente do rio Cubatão, pelo que esta área estuarina está influenciada por cargas poluentes não apenas provenientes de Santos, São Vicente mas também do Cubatão.

A concretização da melhora das condições de esgotamento, acompanhando a evolução da população na Baixada Santista, será essencial para a conseqüente

melhora da qualidade das águas e cumprimento dos parâmetros estabelecidos na Resolução CONAMA 357/2005 de 17 de março e do IQAC. Com a implementação de medidas destinadas à melhora do saneamento, e em virtude da previsível redução dos coliformes termotolerantes, *escherichia coli* e enterococos, também é expetável que gradualmente se verifique uma tendência de melhora da qualidade balnear das praias.

Considerando as projeções obtidas para o IQAC que indicam maior magnitude da melhoria (no Cenário dirigido) da qualidade da água na zona central da região, coincidindo com os municípios de Guarujá, Santos, São Vicente e Praia Grande, perspectiva-se que a melhoria de balneabilidade num cenário de melhoria generalizada de coleta e tratamento de esgoto da região possa ser mais apreciável nas praias atualmente com qualidade mais desfavorável nesses municípios, notadamente:

- Guarujá: praias de Enseada e Perequê, classificadas, respetivamente, com qualidade Ruim e Péssima em 2017;
- Santos: praias de Aparecida, Boqueirão, Embaré, Gonzaga, José Menino e Ponta da Praia, todas com qualidade Ruim em 2017;
- São Vicente: praias da Gonzaguinha, Milionários e Prainha, classificadas com qualidade Péssima em 2017;
- Praia Grande: praias de Jardim Solemar, Maracanã, Real, Vila Mirim e Vila Tupy, classificadas com qualidade Ruim em 2017.

## VII. OUTRAS QUESTÕES IMPORTANTES; PESCA ARTESANAL

### VII.1. INTRODUÇÃO

Em complemento das análises desenvolvidas para os fatores ambientais (físicos e bióticos) e socioeconômicos (emprego, habitação e mobilidade urbana), a pesca artesanal foi referida como uma preocupação importante em diversos eventos de consulta e participação.

Assim, o presente capítulo tem como objetivo realizar uma análise da situação social dos pescadores artesanais da Região Metropolitana da Baixada Santista (RMBS). Busca-se apresentar os aspectos relacionados ao desenvolvimento e à infraestrutura da atividade pesqueira, as características socioculturais das comunidades, articulação em entidades organizativas e as suas principais reivindicações e/ou conflitos.

Esse diagnóstico teve como base pesquisas bibliográficas sobre a temática e relatórios socioeconômicos produzidos pelo Instituto da Pesca do Estado de São Paulo, em especial os que foram desenvolvidos no âmbito do Projeto de Monitoramento da Atividade Pesqueira da Baixada Santista<sup>8</sup>. Essa pesquisa aborda, portanto, os municípios de Santos, Guarujá, Bertioga, São Vicente, Praia Grande, Mongaguá, Itanhaém, Peruíbe e Cubatão.

---

<sup>8</sup> O projeto citado foi elaborado pelo Instituto de Pesca do Estado de São Paulo como resposta às condicionantes estabelecidas para o licenciamento ambiental das plataformas de Merluza a Mexilhão, além dos projetos contemplados na Etapa 1 e Etapa 2 do pré-sal. As consultas aos relatórios foram feitas através do site: <https://www.comunicabaciadesantos.com.br/programa-ambiental/projeto-de-monitoramento-da-atividade-pesqueira-pmap.html>.

## VII.2. CONTEXTO HISTÓRICO

A Região Metropolitana da Baixada Santista foi uma das primeiras regiões do Brasil a ser ocupada, devido, sobretudo, à expansão do setor portuário, que atendia às exportações do Brasil Colônia. Mais tarde, em meados do século XX, o desenvolvimento industrial de Cubatão e de outras áreas da região foram os vetores de crescimento e atração de investimentos, empreendimentos e trabalhadores.

As atividades industriais induziram uma rápida urbanização, provocando a conurbação da região e lhe conferindo características eminentemente metropolitanas. Segundo dados da Fundação Sistema Estadual de Análise de Dados (SEADE), a Baixada Santista apresenta 99,8% de urbanização e um perfil socioeconômico baseado nos setores secundário e terciário. A cidade de Santos, por exemplo, apresenta uma densidade demográfica de 1.494,26 hab/km<sup>2</sup>, segundo o IBGE/2010.

Apesar do processo de ocupação e consolidação urbana da RMBS estar diretamente ligado ao avanço industrial-portuário do século XX, a presença antrópica data-se desde muito antes, com a existência de comunidades rurais caiçaras e, em algumas partes do território, povos indígenas<sup>9</sup>. Ressalta-se que muitas comunidades de pescadores situadas no litoral brasileiro são denominadas de “caiçaras”, termo tupi-guarani que faz referência a uma forma indígena de pesca. No Brasil, emprega-se a terminologia “caiçara” para se referir, em geral, aos pescadores do litoral de São Paulo, Rio de Janeiro e Paraná.

Compreende-se que a pesca artesanal na RMBS possui forte vínculo com as comunidades caiçaras, as quais são praticamente sinônimas. Contudo, segundo Diegues & Arruda (2001), tais comunidades começaram a desaparecer ao passo que uma economia de maior escala se fortaleceu.

---

<sup>9</sup> Na RMBS, existem 8 (oito) territórios indígenas reconhecidos, sendo 4 (quatro) regularizados, 2 (dois) declarados, 1 (um) homologado e 1 (um) em estudo. A maioria é da etnia guarani, em especial os subgrupos Guarani Mbya e Guarani Nandeva.

Como evidencia Diegues & Arruda (2001), as populações denominadas caiçaras são comunidades tradicionais não indígenas que possuem um modo de vida estruturado a partir de sistemas de parentesco e compadrio. Caracterizam-se por apresentarem atividades produtivas baseadas na pesca, agricultura e extrativismo para subsistência, além de um forte vínculo com o território. Devido à condição do solo da Baixada Santista, a população caiçara da região se caracterizou mais pela atividade pesqueira do que pelas demais.

De igual modo, Romani (2011) percebe que as comunidades auto identificadas como caiçaras possuem costumes produtivos, artísticos e hábitos alimentares próprios, manifestando uma relação de grande interdependência e vínculo com o espaço onde vivem.

A dinâmica histórica da RMBS lhe confere uma eminente heterogeneidade cultural, fazendo com que ela apresente, em dias atuais, um quadro complexo de atores, processos e atividades econômicas, as quais, por vezes, demonstram-se conflitantes.

O desenvolvimento da cadeia produtiva industrial e portuária provocou profundas mudanças na configuração social dos agrupamentos caiçaras, contribuindo para uma maior dispersão de pescadores pelo território, enfraquecimento dos laços identitários e descaracterização de traços diacríticos. Segundo Oliveira-Monteiro, Scachetti e Nagib (2017), as investigações contemporâneas apontam que os principais fatores a ensejarem uma remodelação do modo de vida caiçara foram a degradação ambiental provocada pelas atividades portuárias, vetores sociais internos e externos (doenças, mortes, migrações e transformações sociopolíticas) e o processo de modernização, que afasta o jovem do interesse pela atividade.

Em comunidades de características tradicionais, a transmissão de conhecimento e saberes dá-se quase exclusivamente pela cultura oral. Nesse sentido, a memória coletiva mobilizada nas narrativas e a vivência cotidiana das práticas sociais são fundamentais para que um conhecimento perpasse de uma geração para outra e se mantenha ao longo da história.

Pode-se afirmar que as mudanças provocadas pela expansão urbana propiciaram tanto a inclusão de novas práticas sociais, as quais se desenvolveram



em detrimento das antigas, e obstáculos à transmissão do conhecimento tradicional, devido a evasão das gerações mais jovens das formas tradicionais de trabalho. Esse cenário gerou um intenso processo de mudanças culturais com perdas de conhecimentos e, conseqüentemente, redução da prática da pesca.

Contudo, ainda que em menor escala, a atividade pesqueira e a identidade social caiçara persiste em comunidades<sup>10</sup> e bairros da região, mesmo que sujeitas a uma situação de maior vulnerabilidade social. Segundo Litte (2004), situações de pressão econômica, tal como ocorrido na urbanização da baixada santista, não faz desaparecer por completo os conhecimentos tradicionais, mas os “invisibilizam” e os empurram para se reproduzir em áreas marginais aos grandes centros.

Com efeito, o desenvolvimento econômico da RMBS enfraqueceu os laços de solidariedade e reciprocidade dessas comunidades, introduziu novas práticas e conflitou quanto as formas de uso e ocupação do território. Mas é possível observar, ainda nos dias de hoje, uma “resistência” cultural presente tanto na continuidade da atividade pesqueira quanto na afirmação da identidade caiçara.

Sobre a importância da atualidade dessa perspectiva identitária, é válido destacar o desenvolvimento de um projeto de turismo étnico de base comunitária em uma das comunidades da região, cujo objetivo era o de receber turistas para conhecerem as práticas culturais locais e, oportunamente, comprarem produtos artesanais e/ou alimentícios produzidos pelas comunidades<sup>11</sup>.

Tendo em vista o contexto apresentado e considerando a RMBS como um todo, é possível falar da formação de uma sociedade culturalmente heterogênea, onde predomina características eminentemente urbanas, mas com a persistência de atividades tradicionais, como é o caso da pesca artesanal, a qual constitui, para uma pequena parcela da população, a principal alternativa de renda.

---

<sup>10</sup>A definição sociológica de comunidade compreende a organização de um agrupamento humano baseada em trocas recíprocas e obrigações coletivas intrínsecas a um grupo. Essas relações são entremeadas, comumente, por laços de parentesco, vizinhança ou compadrio. (MALDONADO, 2001).

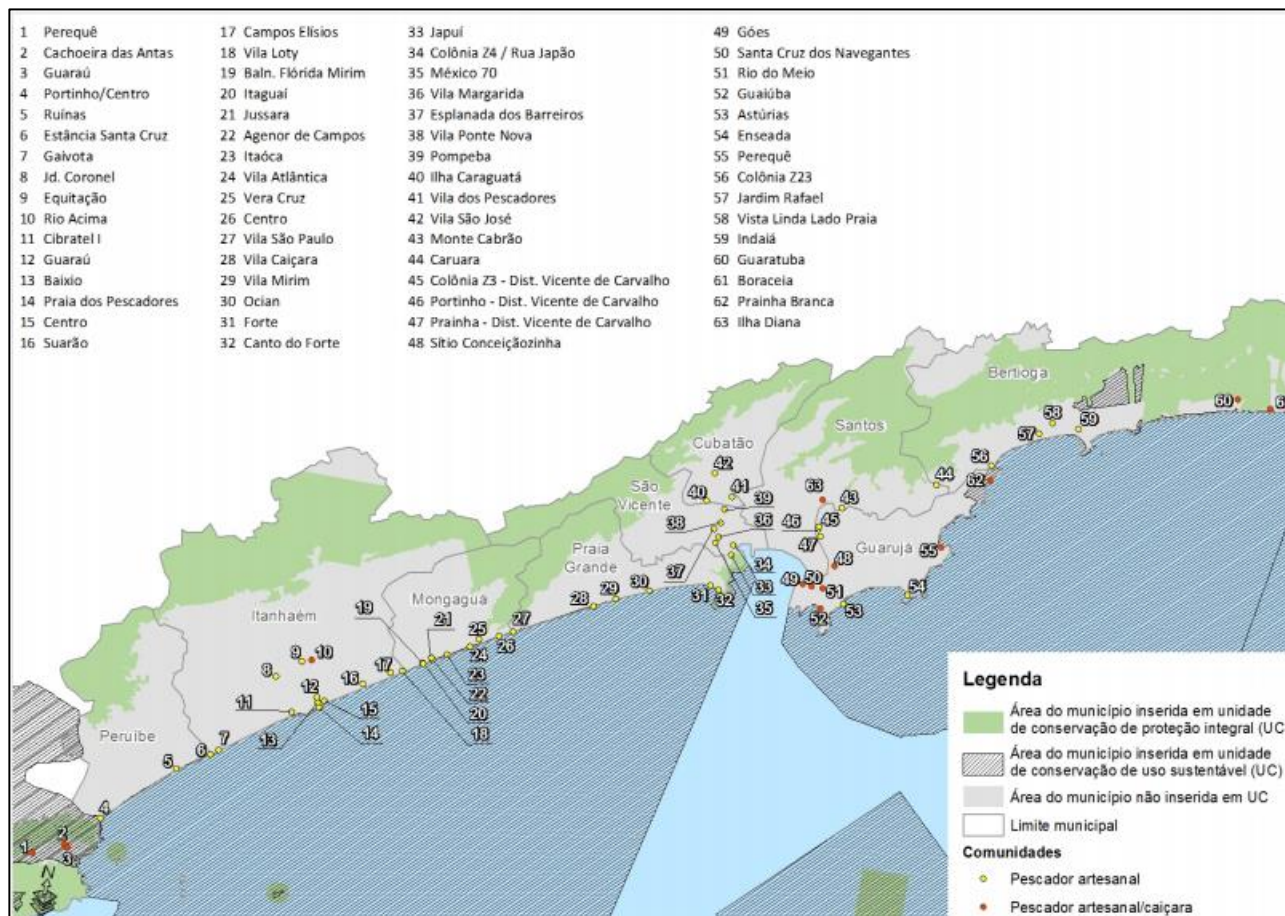
<sup>11</sup> Essa iniciativa faz parte do “Programa Vida Caiçara” desenvolvido por meio do Programa de Educação Ambiental realizado pela DP World, ligado ao licenciamento ambiental da empresa portuária junto ao IBAMA.

### VII.3. ATIVIDADE PESQUEIRA NA RMBS

As mudanças sociais e culturais relatadas no item anterior fizeram com que antigos pescadores artesanais trocassem ou incorporassem a sua atividade principal outras mais rentáveis. Segundo Gefe *et al.* (2002), pode-se falar também de uma reordenação da ocupação do território, uma vez que a migração para áreas com maior oferta de peixes e mariscos foi a estratégia encontrada por alguns.

A Figura 68 demonstra a ordenação das comunidades pesqueiras na RMBS atualmente, classificando-as em pescadores artesanais e artesanais/caiçaras. É válido pontuar que essa divisão foi adotada didaticamente pelos autores do mapa a partir do grau de urbanização das comunidades, considerando que as localidades mais urbanizadas apresentam menos características típicas do modo de vida caiçara.

Desse modo, as comunidades destacadas como “artesanal/caiçara” apresentam um maior número de características culturais/tradicionais caiçaras em relação as que são representadas como “pescador artesanal”.



Fonte: Relatório Final do Diagnóstico Participativo do Programa de Educação Ambiental desenvolvido na área de influência de exploração, produção e escoamento de petróleo e gás natural da PETROBRAS, na região 3 – São Paulo (SP) da Bacia de Santos, 2012.

Figura 68 - Distribuição das comunidades de pescadores na Região Metropolitana da Baixada Santista

Como é possível perceber, a maior parte das comunidades de pescadores estão localizadas próximas ao mar, na faixa externa do território; outra grande parcela encontra-se distribuída na faixa continental, nas regiões de estuário. Em geral, as comunidades estuarinas apresentam piores condições de infraestrutura e saneamento, vivendo, assim, em condições mais precárias.

Os municípios de Itanhaém, Mongaguá, São Vicente e Guarujá são os que concentram o maior número de comunidades de pescadores. Destaca-se o município de Guarujá, pois abriga ainda um grande número de comunidades tipicamente caiçaras, entre as quais podemos destacar a localidade de Perequê e Santa Cruz dos Navegantes.

Segundo dados levantados pelo Instituto de Pesca do Estado de São Paulo no âmbito do Programa de Monitoramento da Atividade Pesqueira, existiam 3.123 pescadores artesanais na RMBS entre os anos de 2017 e 2018. O município de Guarujá concentra o maior número destes, 1.563, seguido dos municípios de Peruíbe e Bertioga, 494 e 446, respectivamente. O número total apresentado no Quadro 57 é sensivelmente inferior ao estimado em 2002. Segundo Gefe *et al.* (2002), eram estimados nesse ano cerca de 7.000 pescadores artesanais em toda Baixada Santista.

Quadro 57 - Número total de pescadores artesanais na RMBS entre os anos de 2017 e 2018

Município	Nº total estimado de pescadores
Guarujá	1.563
Peruíbe	494
Bertioga	446
Itanhaém	254
Santos	129
Mongaguá	92
Praia Grande	78
São Vicente	67
<b>Total</b>	<b>3.123</b>

Fonte: Instituto da Pesca do Estado de São Paulo, 2019a

A cadeia produtiva dos pescadores artesanais da Baixada Santista apresenta-se de maneira fluída, variando ao longo do ano. Entre suas principais características, destaca-se a predominância da comercialização individualizada e

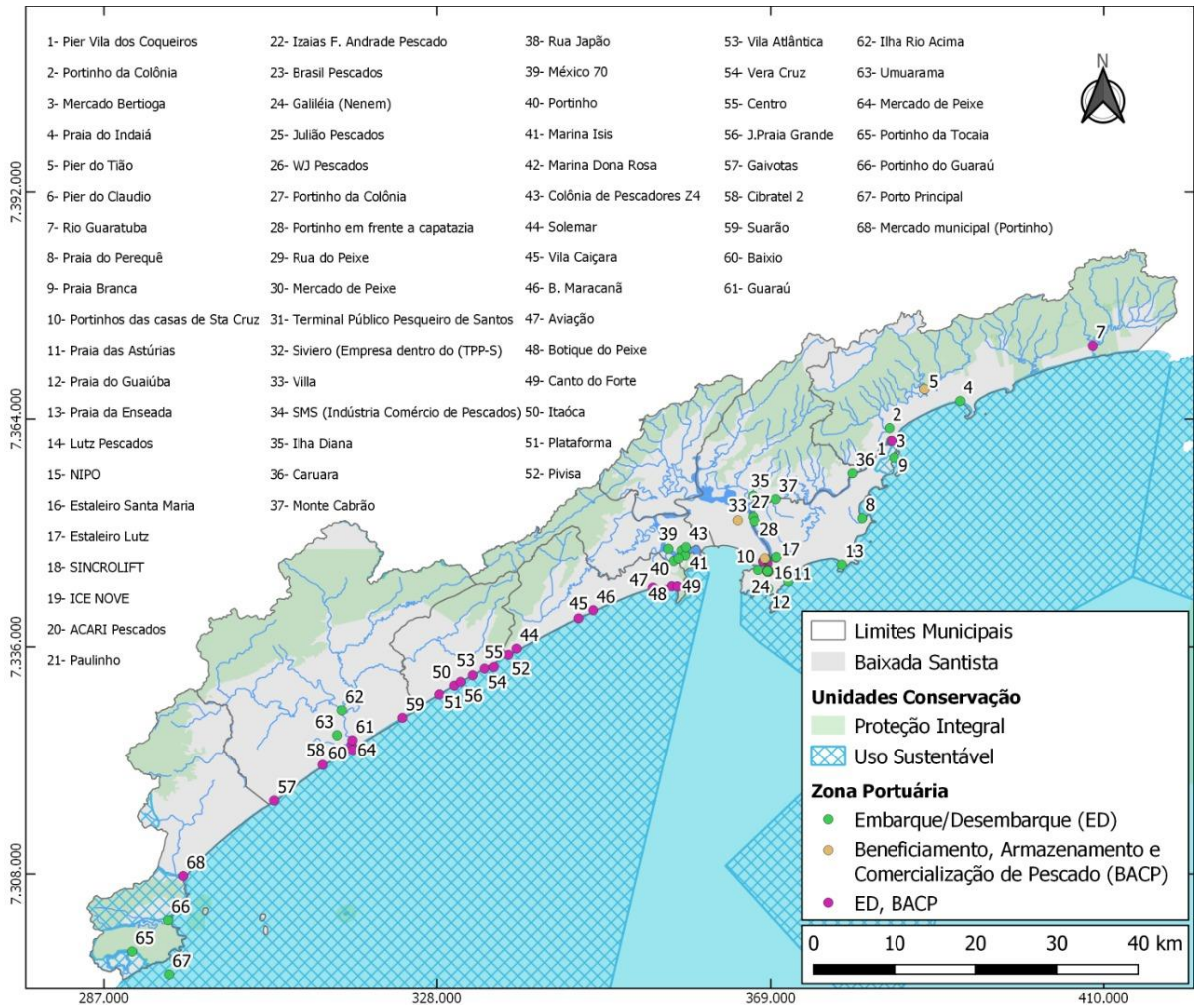
em condições precárias. Segundo o relatório da atividade pesqueira de 2018 no âmbito do Projeto de Monitoramento da Atividade Pesqueira do Instituto de Pesca de São Paulo (PMAP-SP), a maior parte da produção, nos municípios de Santos, Guarujá e Bertioga, é destinada para o mercado local ou para atravessadores, isto é, comerciantes que fazem a mediação entre o pescador e o comprador. A venda direta constitui também uma importante alternativa para escoamento da produção.

Alguns pescadores vendem seus pescados diretamente ao consumidor final, nas rodovias de acesso ao litoral, na praia ou na própria comunidade. Uma pequena parte é destinada a consumo próprio.

A opção pela venda direta dá-se como alternativa aos custos de manter a produção no entreposto, ou seja, no Terminal Público Pesqueiro de Santos, único da região. Esta é, inclusive, uma das principais reclamações dos pescadores, além da falta de local adequado para carga e descarga do pescado.

A Figura 69 apresenta as principais áreas de embarque, desembarque e comercialização do pescado na Baixada Santista, conforme as coordenadas geográficas disponibilizados no Relatório Final do Projeto de Caracterização Socioeconômica da Atividade de Pesca e Aquicultura na Bacia de Santos, em 2015.





Fonte: Relatório Final do Projeto de Caracterização Socioeconômica da Atividade de Pesca e Aquicultura na Baía de Santos, em 2015

*Figura 69 - Áreas embarque/desembarque e beneficiamento, armazenamento e comercialização de pescado na Baixada Santista*

Como sinalizado no contexto histórico, outro agravante que afeta a cadeia produtiva na Baixada Santista é a evasão dos jovens e mulheres das atividades relacionadas à pesca. Esse processo decorre da própria desestruturação da atividade e da baixa rentabilidade, levando jovens e mulheres a optarem por empregos com melhor remuneração.

Conforme dados do PMAP-SP, a renda *per capita* das famílias de pescadores entrevistados<sup>12</sup> pelo projeto variava, em 2018, de 1,5 salários mínimos, em Peruíbe, a 2,25 salários mínimos, em Praia Grande. Nesse estudo, observaram também o rendimento médio das mulheres e dos homens. Na maioria dos municípios, a renda média masculina era maior que a renda média feminina, contudo, em Praia Grande, percebe-se uma inversão desse indicador. O Quadro 58 apresenta os dados, demonstrando a renda *per capita* e a renda média das mulheres e homens.

Quadro 58 - Renda média em salário mínimo (s.m.) nos municípios da RMBS

Município	Renda média <i>per capita</i> (s.m)	Renda Média Mensal Familiar por gênero	
		Renda Média mulheres	Renda média homens
Bertioga	1,7	1,15	1,98
Guarujá	1,81	1,25	2,05
Santos	1,64	1,18	1,84
São Vicente	1,77	0,91	0,95
Praia Grande	2,25	2,28	2,25
Mongaguá	1,34	0,97	1,49
Itanhaém	1,82	1,36	1,9
Peruíbe	1,5	1,39	1,65
<b>Média da RMBS</b>	<b>1,73</b>	<b>1,31</b>	<b>1,77</b>

Fonte: Instituto da Pesca do Estado de São Paulo, 2019a

Cabe destacar que, considerando a mesma fonte dos dados apresentados acima, a atividade pesqueira no Estado de São Paulo é amplamente dominada pela presença masculina, com uma média de 86,3% de homens e 13,7% de mulheres, em 2018. Embora os dados se refiram a São Paulo como um todo, os números na Baixada Santista tendem a ser semelhantes. Historicamente, a pesca sempre foi um ofício de elevada presença masculina, e a participação feminina se concentrava sobretudo nas práticas de coleta e mariscagem.

<sup>12</sup> O relatório consultado declara ter visitado 133 localidades e ter aplicado 1.781 questionários no litoral centro do estado de São Paulo, que corresponde à região da Baixada Santista.



Ainda pela leitura do relatório do PMAP-SP, é possível caracterizar a participação familiar na produção pesqueira. Na Baixada Santista, 32,4% dos entrevistados pelo projeto afirmavam ter algum familiar também envolvido na pesca. Sabe-se, pela literatura disponível nas ciências sociais, que as comunidades tradicionais se caracterizavam pelos laços de solidariedade e pela presença familiar nas atividades típicas do grupo. Sendo assim, pode-se ler negativamente esse dado, uma vez que esse número representaria uma pequena inserção dos membros da família na pesca.

Segundo dados do Diagnóstico Participativo do Programa de Educação Ambiental (2012) nas áreas de exploração, produção e escoamento de petróleo e gás natural da Petrobras na Bacia de Santos<sup>13</sup>, essas comunidades enfrentaram, ao longo dos anos, ameaças ao território que ocupam pela especulação imobiliária, turismo desordenado, restrições impostas por unidades de conservação, concorrência desleal com a indústria da pesca, falta de infraestrutura para carga e descarga, além da dificuldade de acesso a serviços básicos, como saúde, educação e saneamento.

Soma-se a esse conjunto de problemas a concorrência pelo pescado, que advém da atuação de moradores cuja renda não depende exclusivamente da atividade pesqueira, e da discrepância em termos de capacidade entre a pesca artesanal e a industrial, que competem, por vezes, pelo mesmo pescado. Entre os municípios da RMBS, a pesca é a atividade principal para a maioria dos pescadores artesanais.

Considerando os dados do Instituto de Pesca do Estado de São Paulo, toda a pesca artesanal representou, em média, 24,5% da produção pesqueira da Baixada Santista entre os anos de 2017 e 2019. Esse número é sensivelmente inferior à estimativa de participação do setor na produção pesqueira nacional, que é de 45%. O Quadro 59 apresenta um comparativo entre as duas modalidades nesse período.

---

<sup>13</sup>[https://www.comunicabaciadesantos.com.br/sites/default/files/Relatorio\\_Final\\_de\\_Diagnostico\\_Participativo\\_do\\_Litoral\\_Centro\\_PEA\\_SP.pdf](https://www.comunicabaciadesantos.com.br/sites/default/files/Relatorio_Final_de_Diagnostico_Participativo_do_Litoral_Centro_PEA_SP.pdf)

Quadro 59 - Captura descarregada em tonelada (t) para a pesca artesanal e industrial entre 2017 e 2019

	2017		2018		2019*	
	Quantidade (t)	% para a RMBS	Quantidade (t)	% para a RMBS	Quantidade (t)	% para a RMBS
<b>Pesca Artesanal</b>	2.361,15	31,4%	2.173,21	19,1%	878,81	23%
<b>Pesca Industrial</b>	5.151,98	68,6%	9.240,93	80,9%	2.930,71	77%
<b>Total RMBS</b>	<b>7.513,13</b>	<b>100%</b>	<b>11.414,14</b>	<b>100%</b>	<b>3.809,52</b>	<b>100%</b>

\* Os valores atribuídos ao ano de 2019 está considerando apenas o monitoramento do 1º semestre.

Fonte: Instituto da Pesca do Estado de São Paulo (2018; 2019a;2019b)

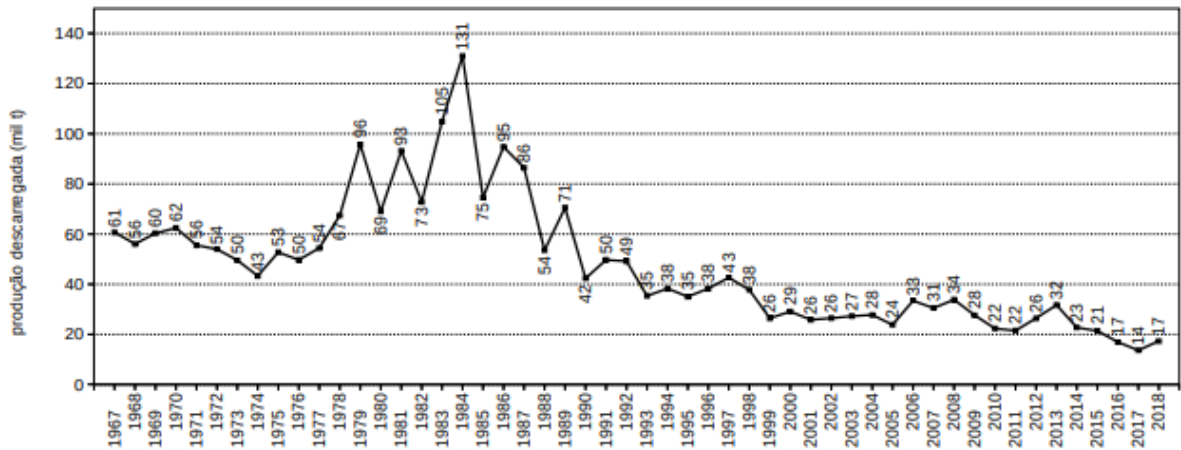
A desigualdade entre as duas modalidades é percebida também na estrutura utilizada pelas duas categorias para prática da pesca e para a descarga do pescado. Entre as principais embarcações utilizadas pelo pescador artesanal, destacam-se os botes, conhecidos localmente como “boca aberta”. Em geral, são embarcações de pequeno porte, feitos de madeira ou fibra, a remo ou a motor.

A pesca industrial está concentrada basicamente nos municípios de Guarujá e Santos, uma vez que essa região contém o único Terminal Pesqueiro Público da região. Este terminal atendia apenas à pesca industrial, porém, em 2011, foi construído um atracadouro flutuante para atender à pesca artesanal. Apesar disso, alguns pescadores preferem não utilizar o terminal, já que é cobrada uma taxa pela utilização do gelo, optando, desse modo, em comercializar o pescado com o consumidor final ou a descarga em pequenos atracadouros, os quais, geralmente, possuem uma estrutura mais precária.

Na tentativa de realizar uma análise temporal sobre a situação da pesca artesanal da Baixada Santista, a bibliografia levantada apresentou informações insuficientes para tal objetivo. Contudo, dentre a informação que foi possível ser obtida, destaca-se o volume de descargas de pescado para o Estado de São Paulo na série histórica apresentada na Figura 70.

Considerando o total de descargas realizadas pela pesca industrial e artesanal no Estado de São Paulo como um todo, percebe-se uma contínua redução ao longo dos anos. Conforme os dados do Informe Pesqueiro do Estado de São Paulo, também realizado pelo Instituto da Pesca, os números referentes à quantidade total descarregada têm decrescido nos últimos anos.

Entre 2000 e 2018, por exemplo, a redução apresentada foi de aproximadamente 10 mil toneladas, como é possível observar na Figura 70.



Fonte: Informe Pesqueiro de Estado de São Paulo, nº 104, 1-4, 2019.

Figura 70 - Série histórica da produção pesqueira marinha e estuarina do Estado de São Paulo entre os anos de 1967 e 2018

Estudos acadêmicos sinalizam que a redução no número de pescados ao longo dos anos está diretamente associada à expansão da urbanização da região e à vinda de diversos empreendimentos desde meados do século XX, que acabaram afetando as áreas de pesca marinhas e estuarinas.

Em relação às unidades produtivas e à quantidade de pescado gerado por município, os municípios de Santos, Guarujá, Peruíbe e Bertioga se destacam como os que possuem o maior número de unidades produtivas<sup>14</sup>. Igualmente, estes são os municípios com a maior quantidade de capturas realizadas entre os anos de 2017 e 2019, ressaltando a produção dos municípios de Santos e Guarujá, que, juntos, correspondem a mais de 60% da produção pesqueira artesanal da RMBS.

O Quadro 60, o Quadro 61 e o Quadro 62 trazem os dados referentes à região, incluindo, além das unidades produtivas e capturas descarregadas, o esforço pesqueiro, que considerou, no levantamento realizado, o número de dias de pesca por viagem.

<sup>14</sup> Compreende-se por “unidades produtivas” uma embarcação, pescador, cerco flutuante, enfim, qualquer unidade capaz de gerar produção.

Quadro 60 - Esforço pesqueiro, unidades produtivas e quantidade descarregada (em toneladas) para a pesca artesanal nos municípios da Baixada Santista em 2017

MUNICÍPIO	Esforço Pesqueiro	Unidades Produtivas		Captura descarregada em toneladas (t)	
		Quantidade (unid)	% do total da RMBS	Quantidade (t)	% do total da RMBS
Peruíbe	1910	98	17%	64,13	3%
Itanhaém	3529	63	11%	247,03	10%
São Vicente	843	19	3%	101,56	4%
Santos/Guarujá	11703	241	43%	1501,47	64%
Bertioga	2842	100	18%	296,05	13%
Praia Grande	3014	25	4%	74,56	3%
Mongaguá	1401	15	3%	76,35	3%
<b>TOTAL RMBS</b>	<b>25242</b>	<b>561</b>	<b>100%</b>	<b>2361,15</b>	<b>100%</b>

Fonte: Instituto da Pesca do Estado de São Paulo, 2019b

Quadro 61 - Esforço pesqueiro, unidades produtivas e quantidade descarregada (em toneladas) para a pesca artesanal nos municípios da Baixada Santista em 2018

MUNICÍPIO	Esforço Pesqueiro	Unidades Produtivas		Captura descarregada em toneladas (t)	
		Quantidade (unid)	% do total da RMBS	Quantidade (t)	% do total da RMBS
Peruíbe	2223	124	20%	84,17	4%
Itanhaém	2996	66	11%	205,63	9%
São Vicente	587	14	2%	66,94	3%
Santos/Guarujá	10716	240	40%	1320,61	61%
Bertioga	3690	124	20%	367,54	17%
Praia Grande	2425	21	3%	63,46	3%
Mongaguá	1385	17	3%	64,86	3%
<b>TOTAL RMBS</b>	<b>24022</b>	<b>606</b>	<b>100%</b>	<b>2173,21</b>	<b>100%</b>

Fonte: Instituto da Pesca do Estado de São Paulo, 2019b

Quadro 62 - Esforço pesqueiro, unidades produtivas e quantidade descarregada (em toneladas) para a pesca artesanal nos municípios da Baixada Santista no primeiro semestre de 2019

MUNICÍPIO	Esforço Pesqueiro	Unidades Produtivas		Captura descarregada em toneladas (t)	
		Quantidade (unid)	% do total da RMBS	Quantidade (t)	% do total da RMBS
Peruíbe	1224	126	23%	37,39	4%
Itanhaém	1269	61	11%	75,74	9%

MUNICÍPIO	Esforço Pesqueiro	Unidades Produtivas		Captura descarregada em toneladas (t)	
		Quantidade (unid)	% do total da RMBS	Quantidade (t)	% do total da RMBS
São Vicente	483	19	3%	36,49	4%
Santos/Guarujá	4438	233	42%	570,09	65%
Bertioga	1145	76	14%	97,39	11%
Praia Grande	1064	21	4%	27,42	3%
Mongaguá	747	19	3%	34,29	4%
<b>TOTAL RMBS</b>	<b>9146</b>	<b>555</b>	<b>100</b>	<b>878,81</b>	<b>100</b>

Fonte: Instituto da Pesca do Estado de São Paulo, 2019b

A produção dos municípios de Santos e Guarujá é registrada conjuntamente, pois os pescadores compartilham os mesmos espaços de descarga. As praias do Guarujá, Vicente de Carvalho e de Perequê, em Guarujá, e a Rua do Peixe<sup>15</sup>, em Santos, recebem exclusivamente a descarga da pesca artesanal. A comunidade de Perequê é reconhecida pela persistência das práticas tradicionais caiçaras e, atualmente, é um dos principais redutos de pescadores artesanais da região.

Em Santos, destaca-se a comunidade de Ilha Diana, a qual está situada na parte interior do território, em uma zona estuarina, há 20 minutos de barco do centro de Santos. É, portanto, uma comunidade que apresenta difícil acesso, que se dá apenas por trecho navegável. Essa comunidade faz parte do Programa Vida Caiçara, que recebe ao longo do ano turistas para conhecer o modo de vida local. Vivem na comunidade aproximadamente 50 famílias, sendo a sua maioria de pescadores.

Caruara e Monte Cabrão são outros redutos de pescadores do município de Santos, mas que, diferentemente de Ilha Diana, estão localizadas em áreas urbanas, mas distantes do centro urbano na área continental do município. De modo geral, os grupos de pescadores existentes nessas localidades vivem em

<sup>15</sup> Segundo informações disponíveis no *site* da Prefeitura de Santos, em cumprimento à decisão judicial da 2ª Vara da Fazenda da Comarca de Santos, a rua do Peixe será desmobilizada e os pescadores remanejados para atender às determinações judiciais, que foram motivadas pelas reclamações de entidades do bairro e do Serviço Nacional de Indústrias (Senai) em relação ao mau cheiro na área.

condições de alta vulnerabilidade social e com outras atividades produtivas além da pesca. Os pescadores desses municípios se organizam através da Colônia de Pescadores Z-1. A principal modalidade de pesca em Santos e Guarujá é o arrasto duplo, responsável pela captura de 524,5 toneladas da produção nos seis primeiros meses de 2019, e o principal pescado, considerando o mesmo período, foi o camarão-sete-barbas, que correspondeu a 474,9 toneladas. A Figura 71 e a Figura 72 trazem uma demonstração da pesca nesses municípios durante o primeiro semestre de 2019, apresentando, respectivamente, a produtividade pelos principais aparelhos de pesca e as espécies mais capturadas.

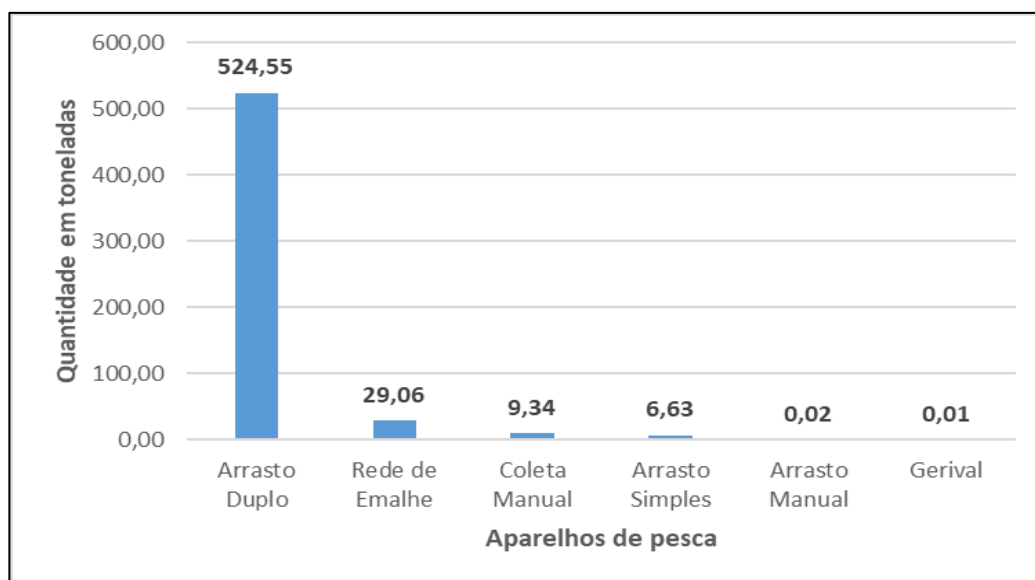


Figura 71 - Quantidade em toneladas (t) de pescados por aparelho de pesca no primeiro semestre de 2019 nos municípios de Santos e Guarujá.

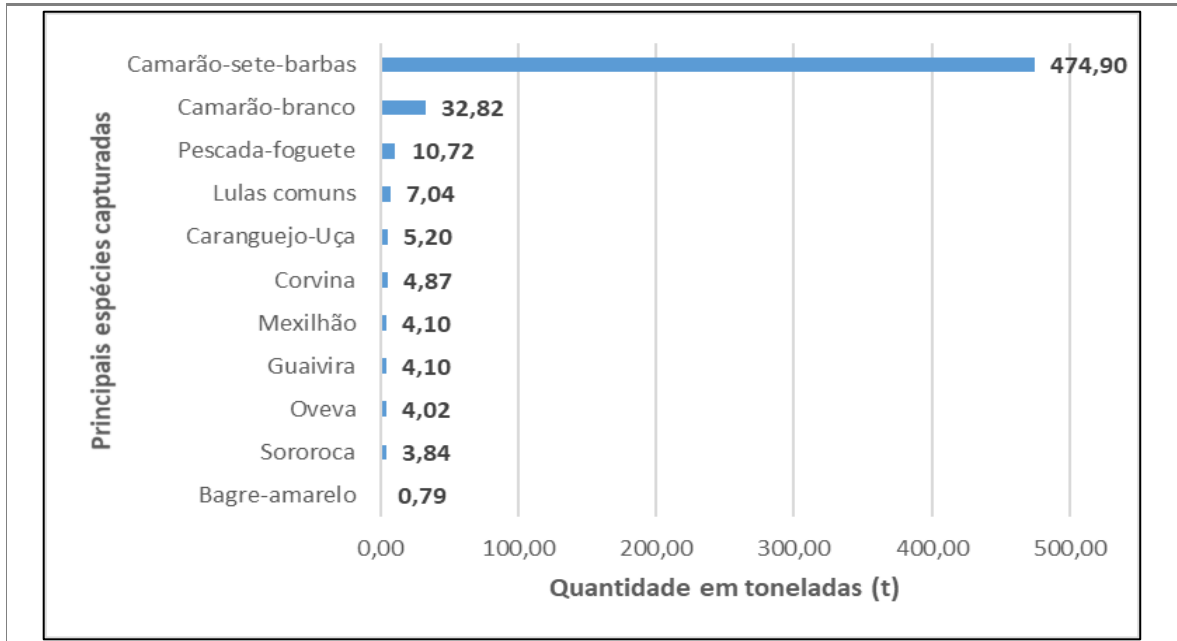


Figura 72 - Quantidade em toneladas (t) das principais espécies capturadas no primeiro semestre de 2019 no municípios de Santos e Guarujá.

Assim como Santos e Guarujá, Bertioga e Itanhaém apresentaram em 2019 o arrasto duplo e a captura do camarão-sete-barbas como o principal aparelho de pesca e o principal pescado, com a diferença de que a disparidade entre estes e os demais petrechos e espécies na quantidade de toneladas capturadas foi menor que em Santos e Guarujá.

Entre os aparelhos utilizados, destaca-se, no município de Bertioga, a utilização do arrasto manual, com 5,45 toneladas produzidas, a qual se demonstra superior à de todos os outros municípios da RMBS para esse tipo de petrecho. Em relação aos pescados, excluindo o camarão-sete-barbas, destacam-se o camarão branco, oveva, sororoca e a pescada foguete.



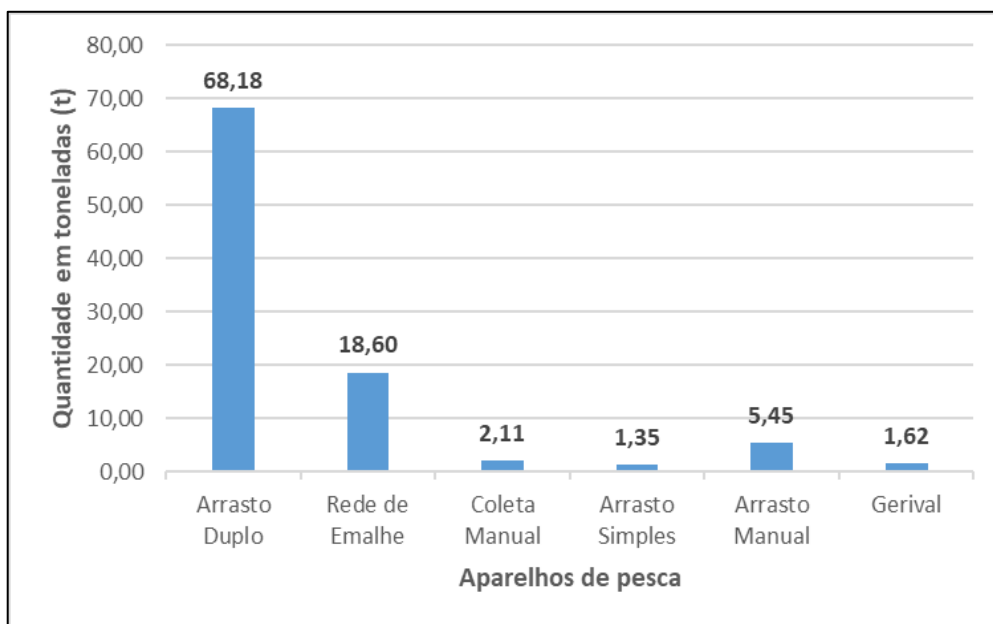


Figura 73 - Quantidade em toneladas (t) de pescados por aparelho de pesca no primeiro semestre de 2019 no município de Bertioxa

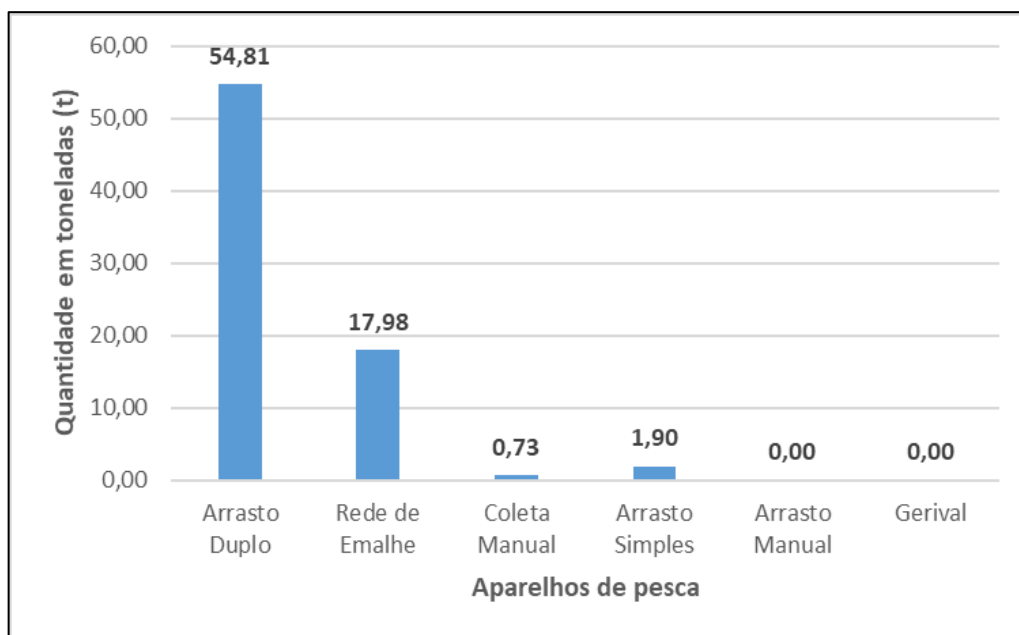


Figura 74 - Quantidade em toneladas (t) de pescados por aparelho de pesca no primeiro semestre de 2019 no município de Itanhaém.

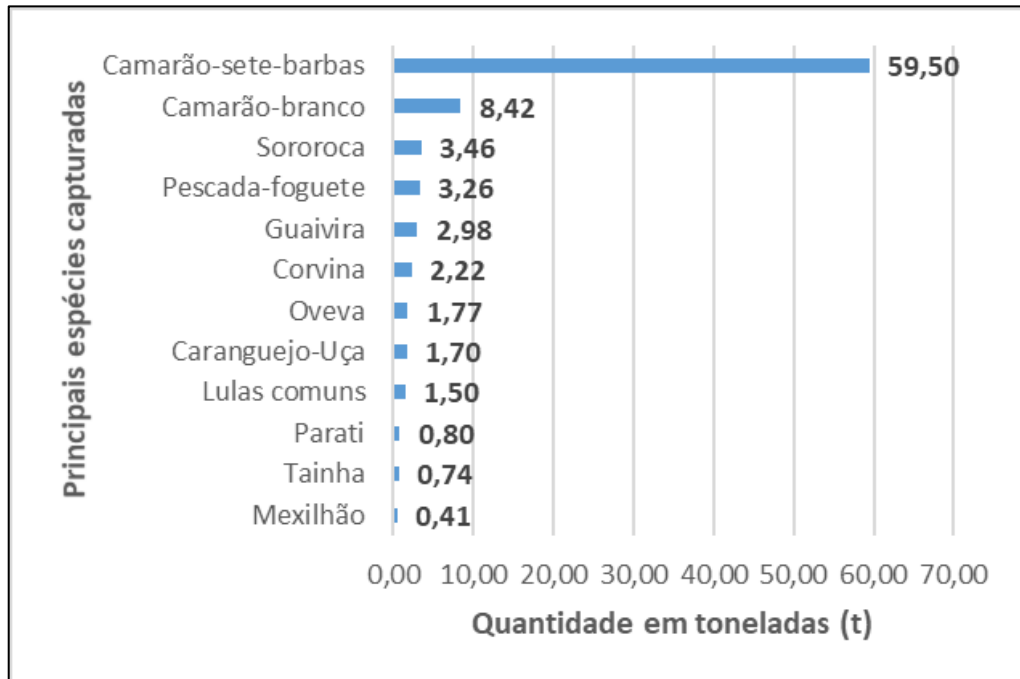


Figura 75 - Quantidade em toneladas (t) das principais espécies capturadas no primeiro semestre de 2019 no município de Bertioga.

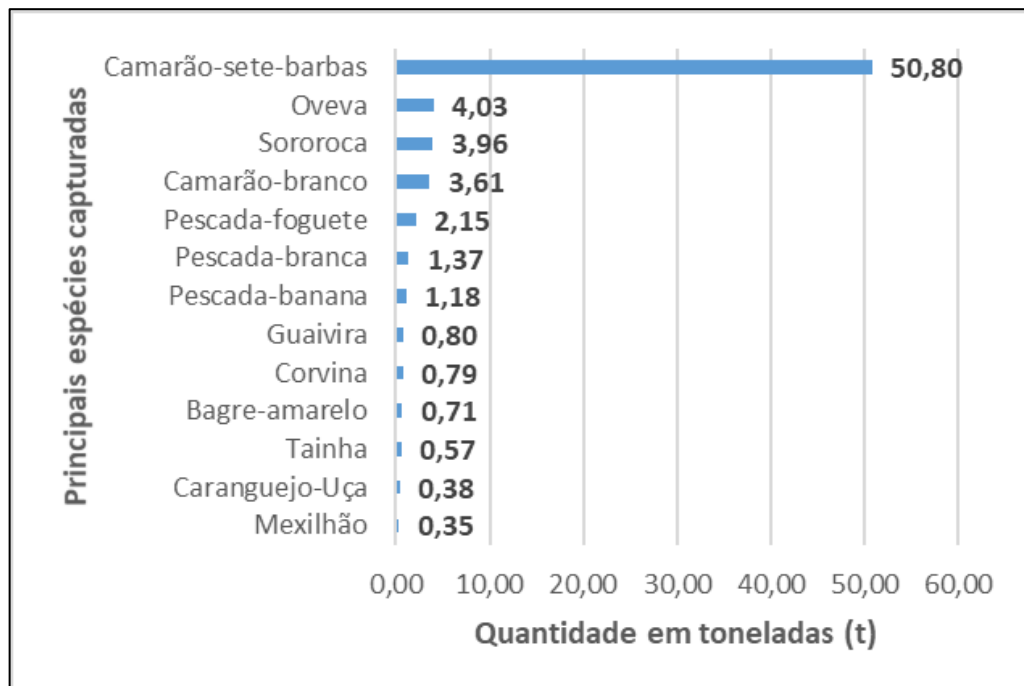


Figura 76 - Quantidade em toneladas (t) das principais espécies capturadas no primeiro semestre de 2019 no município de Itanhaém.

Em Bertioga, os principais locais para a descarga do pescado são as localidades de Indaiá e o Mercado Municipal. Como pode ser percebido pela Figura 73, Bertioga apresenta uma diversidade de modalidades de pescas, que a torna uma das principais localidades pesqueiras da Baixada Santista. Eventualmente, o município recebe descarga da pesca industrial, mas que representa menos de 1% da produção industrial da Baixada Santista.

O município de Itanhaém, por sua vez, possui uma larga extensão litorânea e uma prática turística consolidada que ajuda a aumentar a demanda pelos pescados. Nesse município, a produção é exclusivamente artesanal e a renda média dos pescadores é de 1,8 salários mínimos. Em Bertioga e Itanhaém, a organização se dá através da Colônia de Pescadores Z-23 e da Colônia de Pescadores Z-13, respectivamente.

Nos demais municípios da Região Metropolitana da Baixada Santista, Peruíbe, Mongaguá, São Vicente e Praia Grande são percebidas algumas diferenças em relação a Santos, Guarujá, Itanhaém e Bertioga. Enquanto nestes o arrasto duplo foi o principal aparelho de pesca, naqueles a rede de emalhe se destacou como a técnica com a maior produtividade no primeiro semestre de 2019, produzindo, em média, 27,6 toneladas. (Figura 77, Figura 78, Figura 79, Figura 80).

Excluindo o município de Peruíbe, onde se pode perceber uma maior diversidade de modalidades, os municípios de Mongaguá, São Vicente e Praia Grande apresentam quase exclusivamente a rede de emalhe como instrumento de pesca.

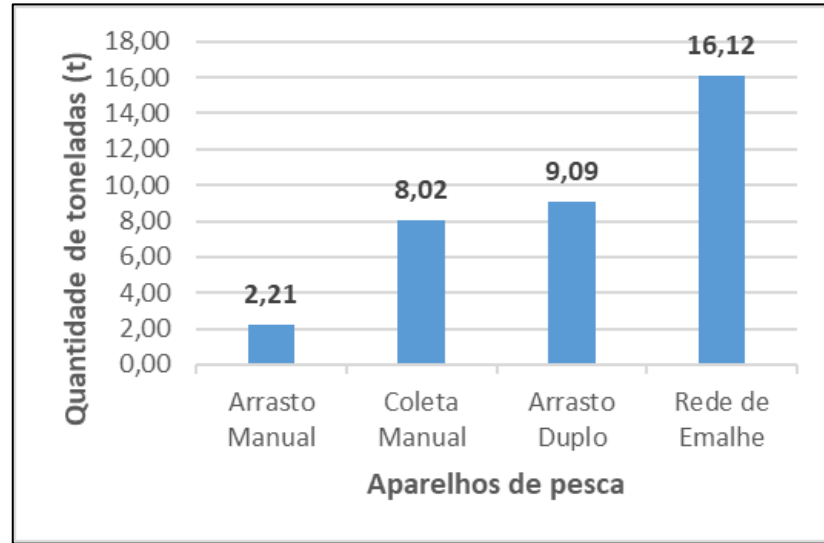


Figura 77 - Quantidade em toneladas (t) de pescados por aparelho de pesca no primeiro semestre de 2019 no município de Peruíbe

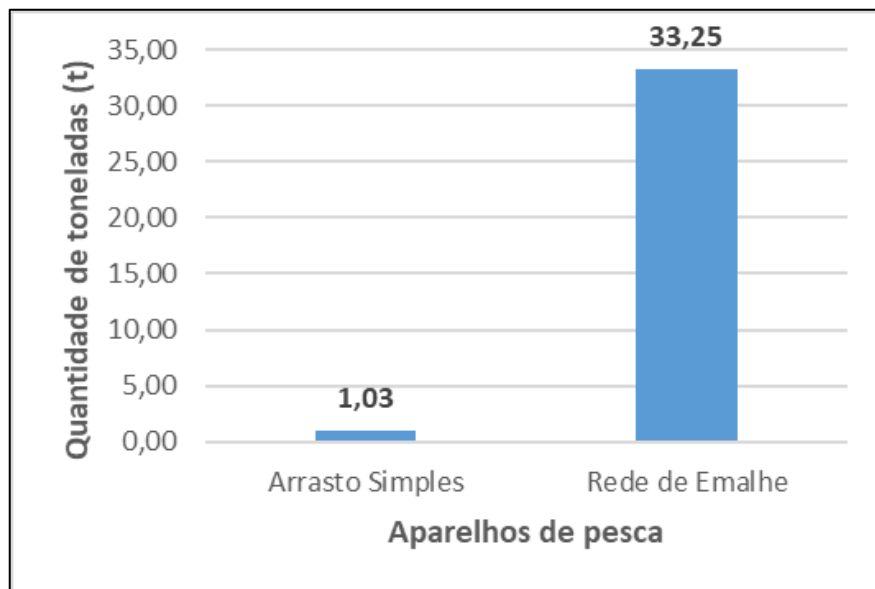


Figura 78 - Quantidade em toneladas (t) de pescados por aparelho de pesca no primeiro semestre de 2019 no município de Mongaguá

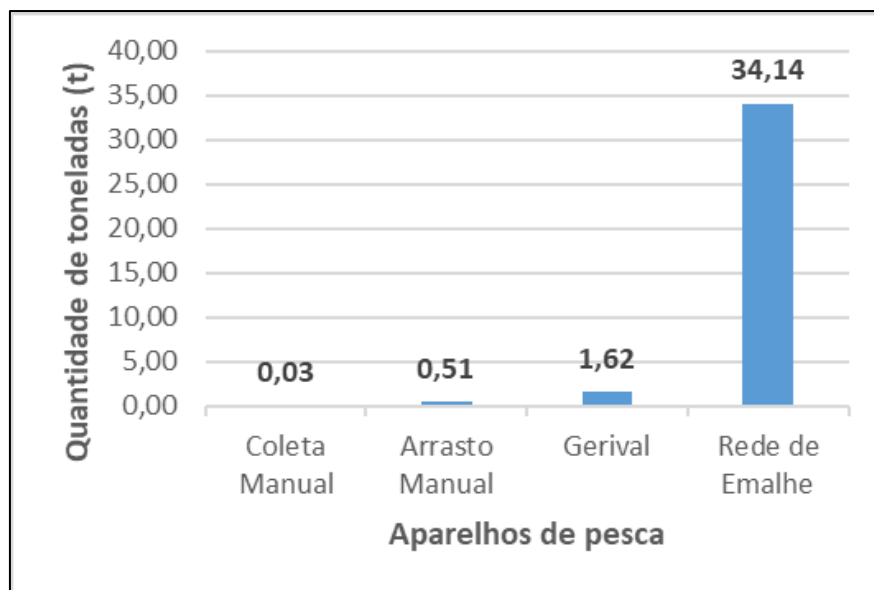


Figura 79 - Quantidade em toneladas (t) de pescados por aparelho de pesca no primeiro semestre de 2019 no município de São Vicente

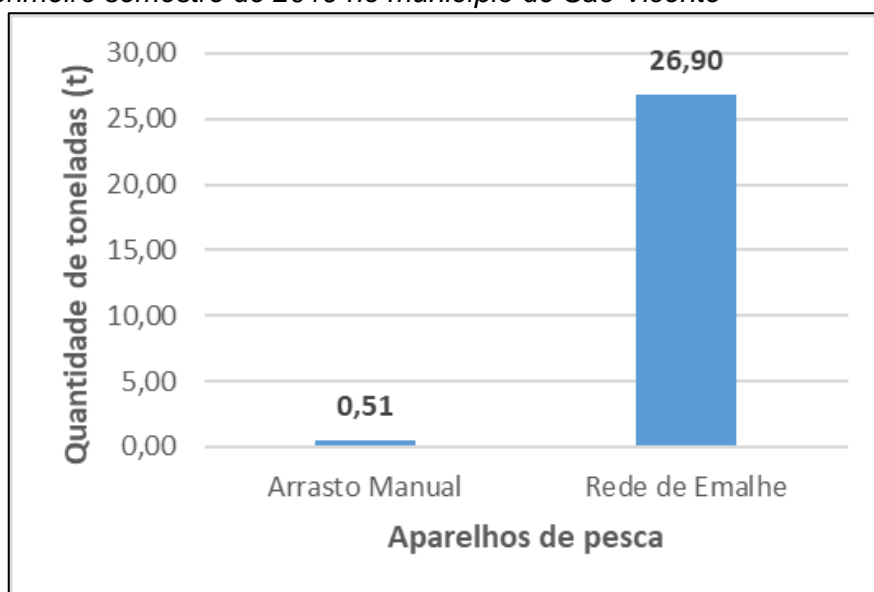


Figura 80 - Quantidade em toneladas (t) de pescados por aparelho de pesca no primeiro semestre de 2019 no município de Praia Grande

Quanto aos aparelhos utilizados, percebe-se também uma mudança nas principais espécies capturadas nesses municípios em relação aos quatro primeiros municípios da RMBS apresentados. A pesca de pescada-foguete, nos municípios de Mongaguá e Praia Grande, com 14,5 e 10,0 toneladas, respectivamente, e parati em São Vicente, com 27,0 toneladas, sobressaem como as principais capturas. Em São Vicente, a produção de parati correspondeu, aproximadamente, à totalidade

do que é registrado na RMBS. Peruíbe, por sua vez, apresentou o camarão-sete-barba como a espécie mais predominante, seguido de mexilhão.

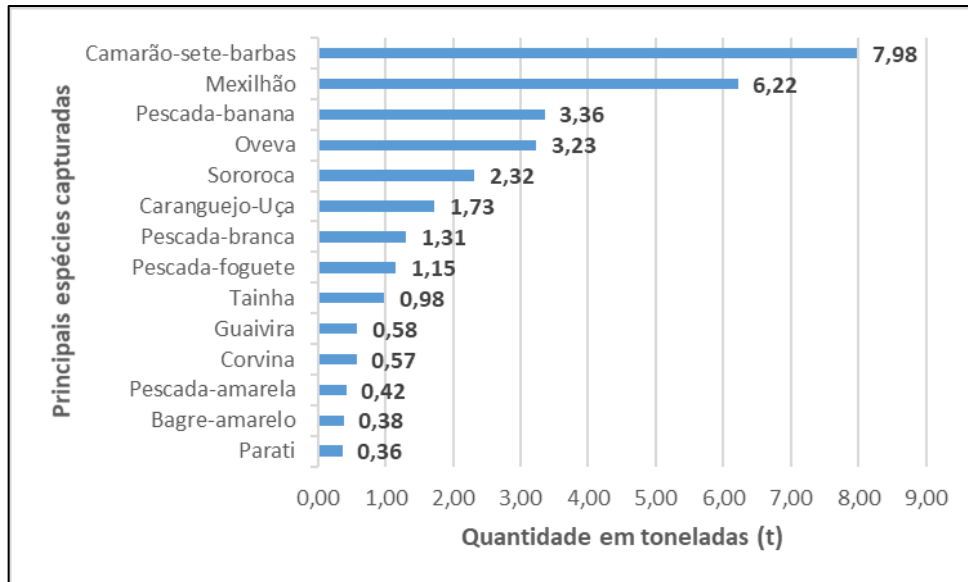


Figura 81 - Quantidade em toneladas (t) das principais espécies capturadas no primeiro semestre de 2019 no município de Peruíbe

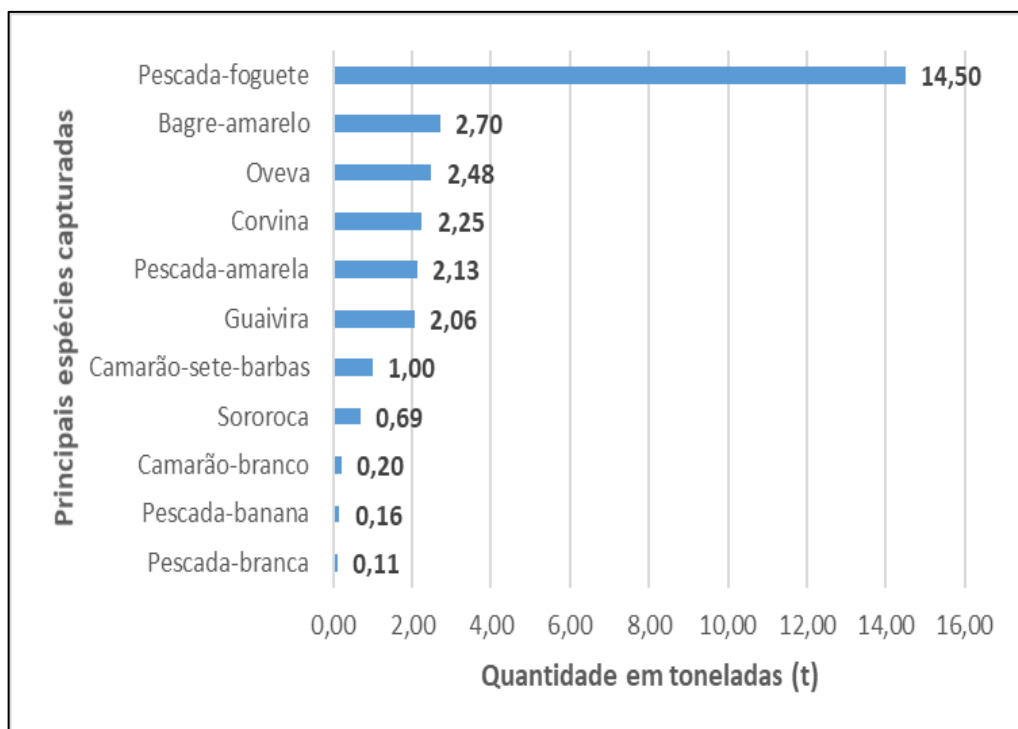


Figura 82 - Quantidade em toneladas (t) das principais espécies capturadas no primeiro semestre de 2019 no município de Mongaguá.

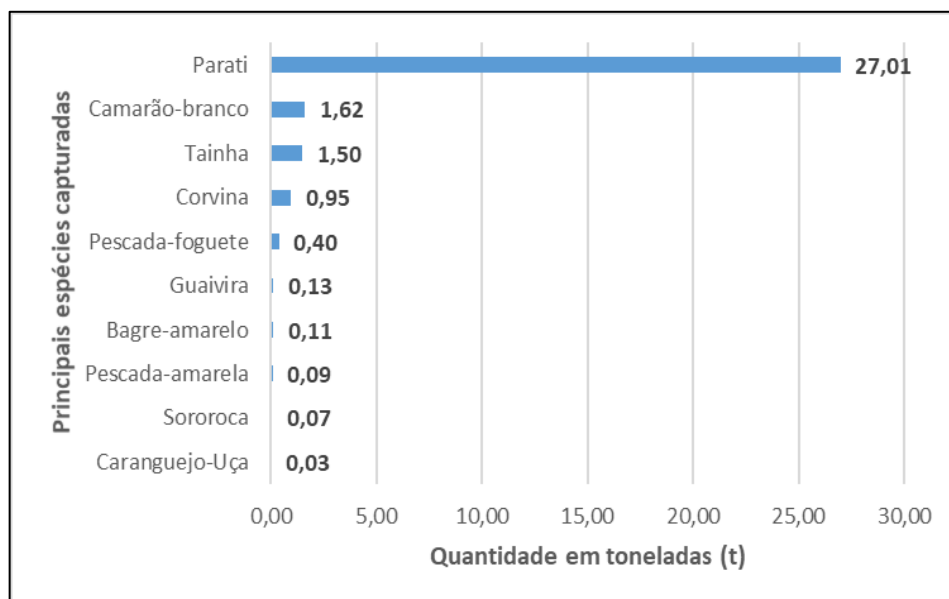


Figura 83 - Quantidade em toneladas (t) das principais espécies capturadas no primeiro semestre de 2019 no município de São Vicente.

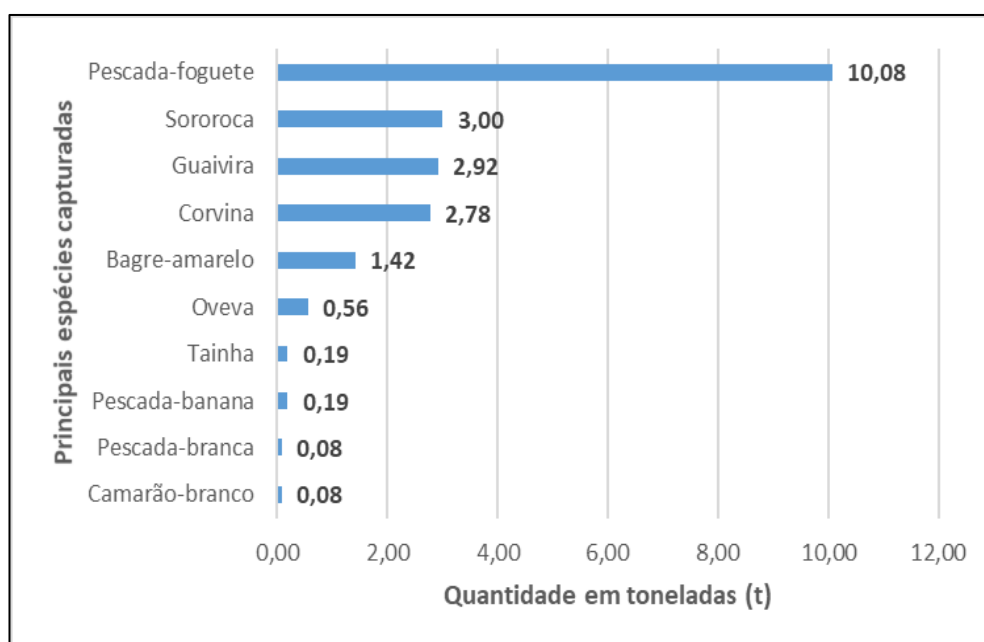


Figura 84 - Quantidade em toneladas (t) das principais espécies capturadas no primeiro semestre de 2019 no município de Praia Grande.

Nos quatro municípios apresentados acima, a pesca artesanal responde por toda a produção pesqueira. As áreas de pesca se limitam a praticamente a faixa litorânea dos seus municípios em águas costeiras. Há prática da pesca no interior do território, nas regiões estuarinas.



Nos municípios de São Vicente, a organização dos pescadores se dá pela Colônia de pescadores Z-4; em Mongaguá, três entidades representam a atividade: a Associação dos Pescadores de Mongaguá; Associação de Pescadores Artesanais de Mongaguá e Colônia de Pescadores de Mongaguá; em Peruíbe, a Colônia de Pescadores Z-5, Associação de Pescadores Artesanais da Barra de Una e de Peruíbe e Associação Mulheres de Pesca.

Contudo, pela leitura dos relatórios e de análises acadêmicas acerca da organização política do grupo, seja através de associações ou de colônias, percebe-se que a mobilização social é uma das queixas presentes entre os pescadores artesanais.

Esse descontentamento exemplifica o argumento de Diegues (2001), para quem o processo a industrialização da Baixada Santista, no que se refere ao grupo social caíçara, reproduziu uma cadeia produtiva desestruturada e mal representada nos processos decisórios. Para o autor, esse fato motivou os pescadores artesanais a atuarem de maneira atomizada e desorganizada.

No que tange o acesso a políticas públicas, o levantamento realizado pelo Instituto da Pesca do Estado de São Paulo (2019b) averiguou que a maior parte dos pescadores da região não receberam benefícios através de programas sociais e políticas de caráter público. O Quadro 63 e o Quadro 64 trazem o percentual de pescadores artesanais que recebiam benefícios de programas sociais nos entre 2012/2014 e 2017/2018.

Como os dados relativos a 2012/2014 não consideraram os benefícios de prestação continuada, não é possível afirmar se houve um aumento global no número de pescadores beneficiados. Contudo, é possível perceber que os municípios de Santos e Guarujá foram os únicos a aumentarem a taxa de pescadores que acessaram o seguro defeso entre as duas medições.

**Quadro 63 - Percentual de pescadores da RMBS que beneficiados por programas sociais e/ou seguro defeso entre os anos de 2012-2014**

Município	% de pescadores beneficiados					Receberam Seguro Defeso
	Programas Sociais e Políticas Públicas					
	Bolsa Família	Aposentadoria*	PRONAF	Subsídio do Óleo Diesel	Sem Benefícios	
Bertioga	2,7%	-	-	-	93,2%	58,8%
Guarujá	0,9%	-	4,1%	0,6%	97,4%	53,4%
Santos	1,0%	-	-	-	99,0%	23,8%
São Vicente	1,2%	-	2,4%	-	96,4%	45,6%
Praia Grande	-	-	6,3%	-	91,3%	60,3%
Mongaguá	4,2%	-	12,5%	-	83,3%	53,8%
Itanhaém	2,1%	-	1,4%	1,4%	94,4%	59,5%
Peruíbe	7,30%	-	0,6%	-	92,1%	75,0%

Fonte: Instituto da Pesca do Estado de São Paulo, 2019b

\*sem levantamento disponível na fonte original

**Quadro 64 - Percentual de pescadores da RMBS que beneficiados por programas sociais e/ou seguro defeso entre os anos de 2017 e 2018**

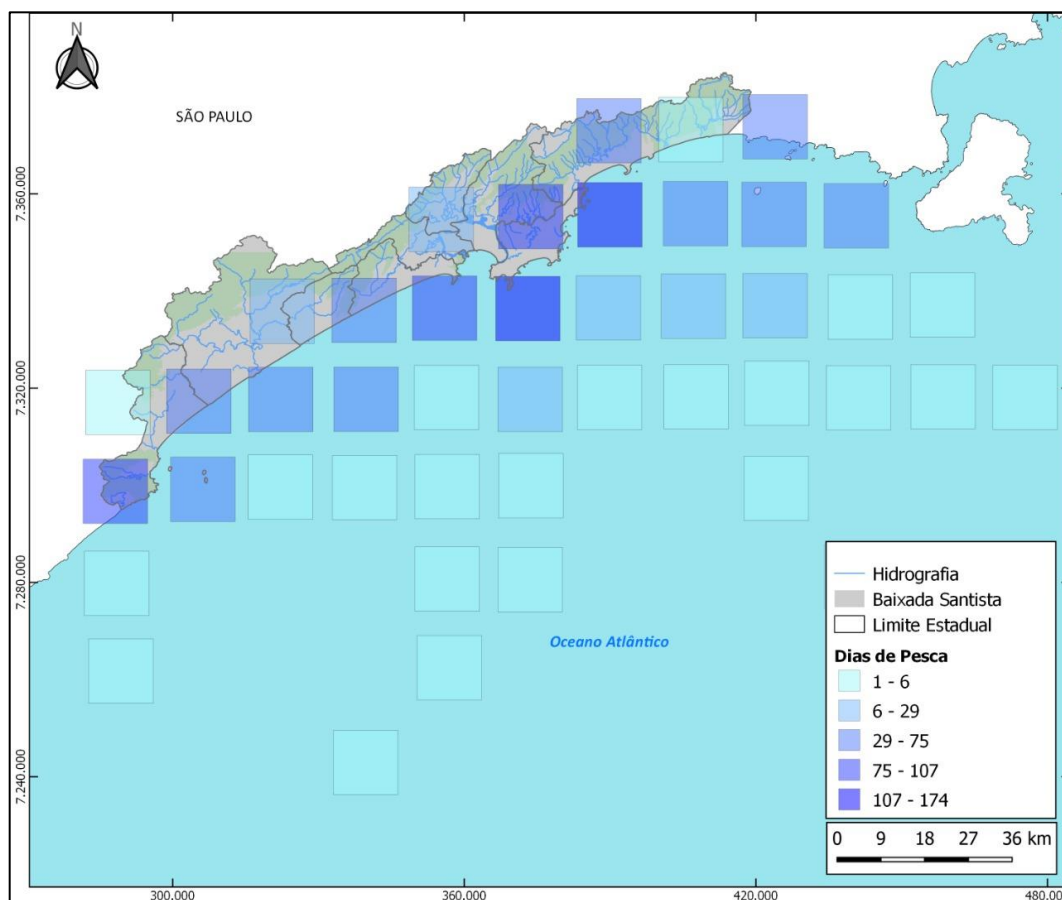
Município	% de pescadores beneficiados					Receberam Seguro Defeso
	Programas Sociais e Políticas Públicas					
	Bolsa Família	Aposentadoria	PRONAF	Subsídio do Óleo Diesel	Sem Benefícios	
Bertioga	4,81%	7,69%	-	-	87,5%	37,76%
Guarujá	1,68%	9,43%	3,7%	4,38%	81,14%	57,45%
Santos	1,12%	8,99%	-	-	89,89%	52,87%
São Vicente	6,67%	21,67%	8,33%	-	65,00%	43,33%
Praia Grande	-	-	24,64%	-	75,36%	42,03%
Mongaguá	-	-	15,38%	-	84,62%	48,72%
Itanhaém	0,76%	4,55%	3,79%	-	91,67%	45,90%
Peruíbe	4,30%	4,30%	0,54%	-	90,86%	59,56%

Fonte: Instituto da Pesca do Estado de São Paulo, 2019b

Entre os que receberam em 2017/2018, o município de São Vicente registra o maior índice de beneficiados pela aposentadoria e bolsa família, 22% e 7%, respectivamente. Os municípios de Praia Grande e Mongaguá foram os municípios que registraram os maiores índices de beneficiários do PRONAF, com 24% e 15%. Ainda sobre o PRONAF, chama atenção o aumento no benefício concedido às cidades de São Vicente e, principalmente, Praia Grande, que saltou de 6,3%, em 2015, para 24,64%, em 2018.

## VII.1. USO DO ESPELHO D'ÁGUA E IMPACTOS CAUSADOS PELA ATIVIDADE PORTUÁRIA

O território pesqueiro utilizado para atividade da pesca artesanal estende-se por áreas estuarinas e regiões marinhas, como pode ser observado na Figura 85. As áreas mais próximas ao continente e os manguezais são as unidades produtivas mais significativas para essa modalidade de pesca.

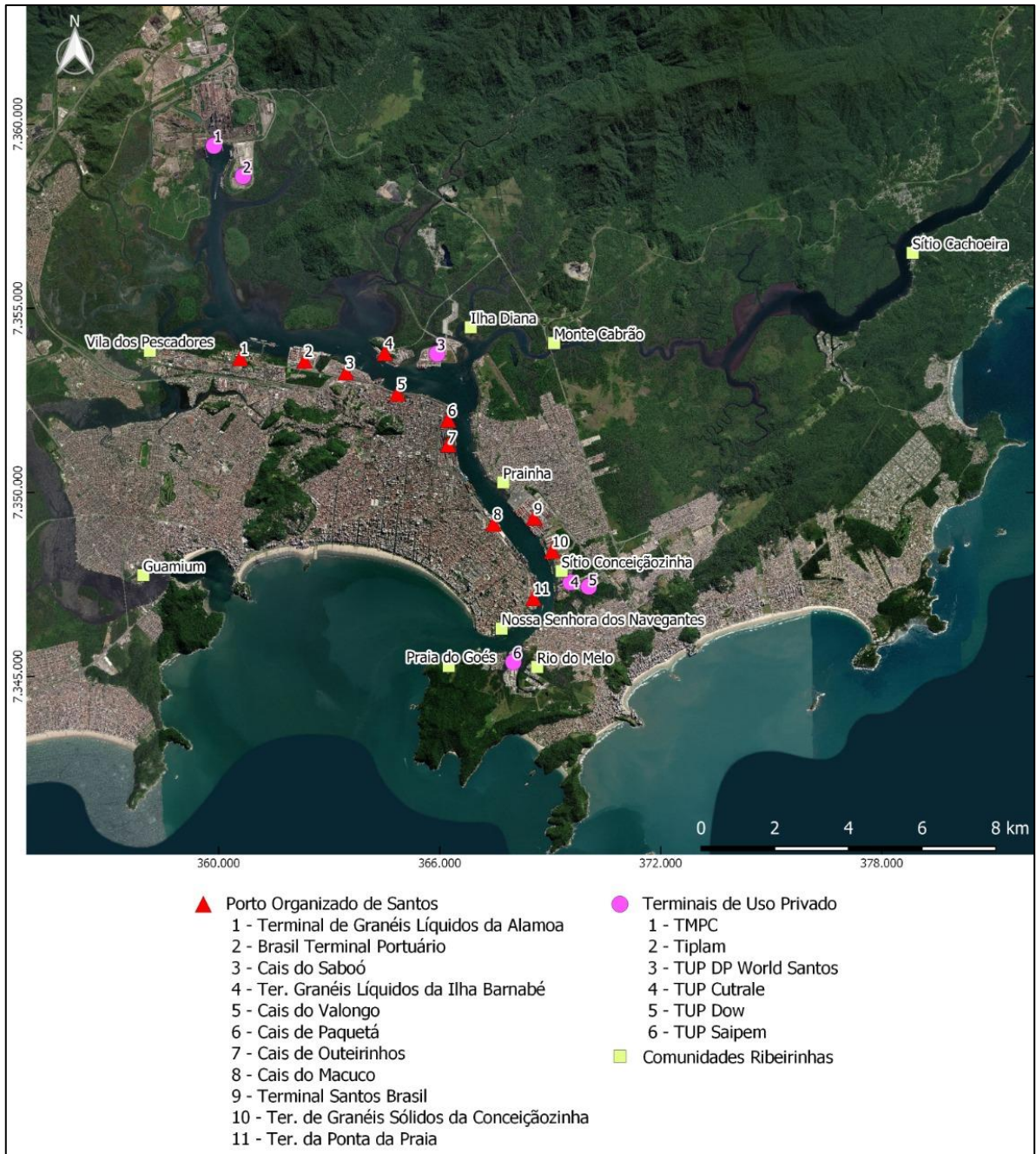


Fonte: Instituto de Pesca do Estado de São Paulo; 2019b

Figura 85 - Distribuição territorial do esforço pesqueiro por dias de pesca para a pesca artesanal na Baixada Santista no período de janeiro a junho de 2019.

O município de Guarujá concentra a maior quantidade de pescadores da região. Em conjunto com o município de Santos, possui os maiores registros de esforço pesqueiro e volume de pescado. No entanto, estes são também os municípios da Baixada Santista mais impactados pelas atividades portuárias da

região. Atualmente, o Complexo Portuário de Santos é constituído por sete instalações portuárias: o Porto Organizado de Santos e outros seis Terminais de Uso Privado. Estas estruturas estão localizadas entre os municípios de Santos e Guarujá, às margens da região estuarina (MINISTÉRIO DA INFRAESTRUTURA, 2018). Como pode ser percebido na Figura 86, as instalações portuárias localizam-se muito próximas às regiões de mangue e das comunidades de pescadores.



Fonte: Ministério da Infraestrutura, 2018

Figura 86 – Complexo Portuário de Santos



As regiões estuarinas constituem um dos espaços produtivos mais importantes para a pesca e a mariscagem na região. No entanto, como sinaliza o Diagnóstico Participativo do Programa de Educação Ambiental (2012), essas são áreas consideradas estratégicas e sempre “foram alvo do interesse econômico para a contínua expansão portuária, tanto da parte de agentes do mercado como pela ação articulada entre as três esferas executivas do poder público” (PETROBRAS, 2012, p.69).

Esse processo levou à remoção de comunidades do canal para a instalação de empreendimentos vinculados à logística da atividade portuária, bem como a restrições de uso a antigas zonas de pesca ou mesmo a proibição do uso do espaço terrestre por conta do estabelecimento de unidades de conservação. (PETROBRAS, 2012).

Segundo Moreira Junior (2010), a expansão portuária e o desenvolvimento industrial, além de outros fatores que se associaram a elas, como o acelerado processo de urbanização e atração turística para a região, levaram a impactos significativos no que tange a perda do território de exploração e à degradação ambiental. Esse processo trouxe como consequência uma mudança das áreas de pesca e de recursos-alvo, que se tornaram mais escassos, além de um significativo empobrecimento das populações pescadoras. Entre os principais impactos da expansão portuária nessa região, Moreira Junior (2010) cita os seguintes: poluição das águas marinhas e estuarinas; derrubada das áreas de mangues; diminuição do pescado e da biodiversidade marinha; intensificação do assoreamento dos rios; riscos de acidentes para a população ribeirinha.

Conforme salientam alguns estudos sobre a região (GEFE, 2002; MOREIRA JUNIOR, 2010; ROMANI, 2010; RIBEIRO, 2020), a poluição das áreas de pesca, provocada pelas obras de dragagens das estruturas portuárias ou mesmo pelo derramamento de poluentes e/ou de sedimentos contaminados, provoca a diminuição do pescado e um alto risco de contaminação. Além do perigo eminente à saúde, os impactos socioeconômicos deste processo são sentidos pelos pescadores tanto na falta do pescado quanto na redução no preço e na quantidades de vendas.

Como demonstra o Diagnóstico Participativo do Programa de Educação Ambiental (2012), a dragagem do Porto de Santos constituiu-se, no início da década, como um dos principais problemas para as comunidades pescadoras. Segundo este documento, estavam entre os principais problemas: a redução da área de pesca; a diminuição e contaminação do pescado; a poluição da água é sentida pela presença da lama e lixo no mar, que era verificada pela sujeira trazida nas redes de pesca e pelo despejo de material dragado em local inadequado; a erosão das praias; o assoreamento em algumas partes das regiões estuarinas; a mortalidade de espécies de peixes ameaçados de extinção no processo de ampliação do canal (PETROBRAS, 2012, p. 45).

De acordo à Ribeiro (2020), a região da Baía de Santos apresenta índice de poluição por *pellets* (IPP) classificado como “muito alto” de acordo aos padrões mundiais. Segundo o autor, o complexo portuário situado na Baía, em especial, o Porto de Santos, seria a fonte emissora mais plausível causadora dos altos índices registrados. Esse estudo é significativo nesse contexto, pois, como demonstra Miranda e Carvalho-Souza (2016), a presença de partículas de *pellets* é uma das principais causas da poluição de pescados.

Do mesmo modo, a intensificação da derrubada das áreas de mangue, bem como o constante tráfego de embarcações geram perturbações no ambiente costeiro, provocando o assoreamento dos rios, a diminuição do pescado, a redução da biodiversidade e o afugentamento dos peixes. Todas esse efeitos propiciam consequências diretas ao ambiente e à atividade pesqueira (MOREIRA JUNIOR, 2010).

## VII.4. IMPACTOS CUMULATIVOS

Embora limitada pelos fatores histórico-sociais, a pesca artesanal na Baixada Santista se constitui como uma das principais características da região. Essa atividade, entretanto, tem sido diretamente impactada por alterações ambientais, populacionais e culturais vivenciadas nos municípios nos últimos 15 anos, data que coincide com a progressiva instalação dos diversos empreendimentos presentes no território.

Importa referir que o desenvolvimento da pesca artesanal pelas comunidades costeiras é considerado uma importante atividade econômica, uma vez que garante o estímulo à economia local e contribui significativamente com o consumo de peixes pela população, muitas vezes garantindo a segurança alimentar de populações tradicionais (TILLEY et al., 2018; GOUGH et al., 2020).

Em termos socioeconômicos, os pescadores artesanais residem, majoritariamente, em bairros urbanos marginais ou em comunidades tradicionais caiçaras, ambas com elevada condição de vulnerabilidade social. São parcamente atendidos por políticas públicas, além de apresentarem dificuldades de organização e mobilização político-social. Além disso, enfrentam, no desenvolvimento da sua atividade, empecilhos decorrentes de conflitos e sobreposições de interesses dos diversos atores sociais e econômicos da região.

Em vista às vulnerabilidades socioeconômicas, a manutenção da atividade é ameaçada por diversos estressores antrópicos (sobrepesca, perda de habitat, poluição, mudanças climáticas) que podem atuar, em interações sinérgicas e/ou cumulativas na redução dos estoques pesqueiros (FREDUAH et al., 2017).

O desenvolvimento acelerado da RMBS trouxe uma série de mudanças populacionais que repercutiram diretamente no modo de vida dos pescadores. Segundo o Diagnóstico Participativo do Programa de Educação Ambiental (2012), a contumaz expansão portuária sobre as costas aparece como um dos fatores a contribuir para a degradação dos espaços produtivos da pesca artesanal, em especial, as áreas estuarinas. Soma-se a esse fato o crescimento da especulação imobiliária, que favorece um aumento das ocupações irregulares próximas a estas regiões, contribuindo para acelerar o processo de degradação desse ambiente.

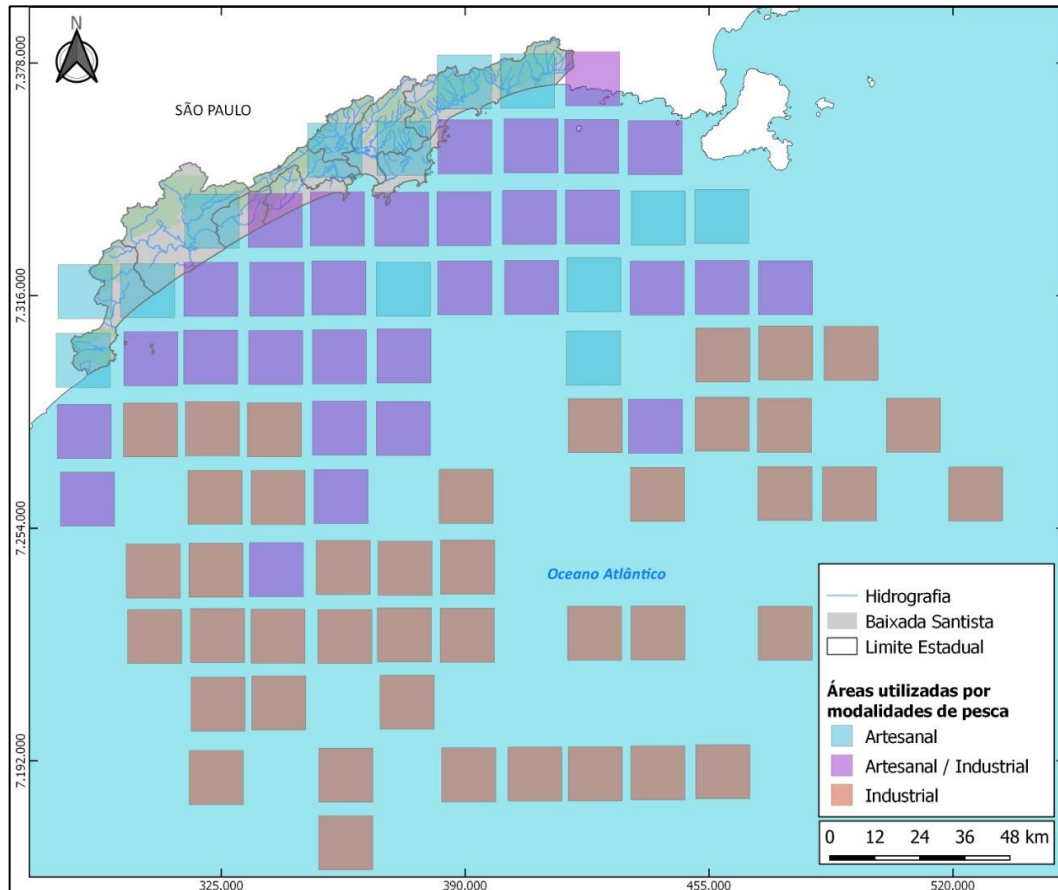


Tal especulação favorece ainda o desenvolvimento de setores turísticos que passam a ocupar (alguns irregularmente) áreas produtivas da pesca artesanal e a atrair embarcações de porte inadequado às áreas de estuário. O aumento do tráfego das embarcações, além de mudar a dinâmica local e contribuir para um afugentamento do pescado, provoca efeito degradante nas áreas de mangue localizadas nas margens devido às ondas geradas no curso da embarcação.

Não obstante, as interferências no ambiente pelágico, a expansão da malha urbana e desenvolvimento de complexos industriais na zona costeira, desencadeiam uma série de ameaças aos ecossistemas marinhos, como os manguezais, os quais são essenciais para a manutenção dos estoques pesqueiros em recifes de corais (Mumby et al., 2004), reduzindo o potencial pesqueiro da região. Do mesmo modo, a contínua descarga de poluentes advindos das atividades industriais, promove a contaminação (in)orgânica destes ambientes, desencadeando a bioacumulação de compostos tóxicos em peixes (LEWIS et al., 2011), tornando-os inapropriados para o consumo humano.

Há também sobreposição de atividades em relação ao uso do território, entrando em conflito a área de pesca com a área voltada ao lazer dos turistas. É válido recordar que, segundo Moreira Junior (2010), relatórios da CETESB indicavam que os principais danos aos manguezais da Baixada Santista estavam relacionados às atividades humanas, considerando nesse indicador tanto atividades turísticas quanto a contaminação das águas. Esse último é outro fator a contribuir para a diminuição dos pescados e degradação ambiental, incluindo o histórico de vazamentos na região e a consequente contaminação das áreas produtivas.

Para além das áreas estuarinas, o conflito no uso dos territórios aparece no embate entre a pesca artesanal e a pesca industrial. É válido ressaltar que a pesca artesanal é responsável pela maior diversidade de pescado na região, embora a pesca industrial corresponda a maior quantidade do que é produzido. Nas regiões marinhas, o território pesqueiro utilizado pela pesca industrial acaba se sobrepondo a grande parte do território utilizado pela pesca artesanal, como pode ser observado na Figura 87.



Fonte: Instituto da Pesca do Estado de São Paulo, 2019b

**Figura 87 – Distribuição territorial do esforço pesqueiro considerando os dias de pesca para a pesca artesanal e pesca industrial na Baixada Santista no período de janeiro a junho de 2019.**

Segundo dados disponíveis no Diagnóstico Participativo do Programa de Educação Ambiental (2012), pescadores artesanais da região têm a percepção de que a falta de controle nos esforços pesqueiros da pesca industrial e da pesca amadora contribuem para a ocorrência de sobrepesca. Esse fato pode se relacionar ainda ao aumento populacional e às mudanças de hábitos vivenciados na região, as quais repercutem em um aumento da pressão sobre os o mercado da pesca, o que gera uma busca por recursos maior do que a capacidade ambiental em supri-lo.

Ainda no que se refere à sobrepesca praticada pela pesca industrial, esta inviabiliza a competição com a pesca em pequena escala (PAULY et al., 2002; CHUENPAGDEE et al., 2003), pois o modelo industrial – em atendimento a elevada demanda de consumo e suportado por investimentos, como já referido – tende a

realizar a captura de uma grande biomassa de peixes para além da taxa de reprodução/recrutamento de espécies, especialmente em zonas de agrupamento (recifes de coral e taludes continentais). Ademais, muitas práticas voltadas à pesca em grande escala agravam os impactos negativos sobre os estoques pesqueiros, destruindo o habitat bentônico, do qual muitas espécies dependem para o forrageio alimentar e reprodução.

Além das consequências econômicas, o desenvolvimento da RMBS trouxe mudanças nos elementos culturais locais. Com efeito, precisa-se salientar que a dimensão cultural é um fator de profunda relevância para a pesca artesanal, uma vez que essa prática está diretamente ligada aos conhecimentos tradicionais, e estes, por sua vez, são dependentes da manutenção da memória, do saber-fazer e da transmissão geracional.

A memória coletiva, a cultura oral e a vivência cotidiana cumprem um importante papel na persistência da pesca artesanal e na resistência da identidade social caiçara. Os laços de parentesco, bem como as relações de solidariedade nesses arranjos sociais são fundamentais para que se mantenha viva essa tradição.

Sendo assim, é premente uma atenção especial às comunidades de pescadores artesanais que ainda não foram integradas à malha urbana. O cuidado em preservá-las deve estar na aspiração de um ambiente propício à atividade pesqueira, mas, especialmente, na preservação da memória, o que garantirá a sustentabilidade da prática pesqueira artesanal.

Assim, os impactos cumulativos das atividades instaladas na região da Baixada Santista sobre a pesca artesanal podem ser classificados como negativos, de escala regional, de longo prazo, de frequência contínua, magnitude alta e significativos (com grau de confiança moderada a elevada).

## VIII. SÍNTESE

Nas seções seguintes apresentam-se quadros-síntese relacionados a: limites de alteração dos fatores, significância dos impactos e estimativa do estado futuro.

### VIII.1. LIMITES DE ALTERAÇÃO

No Quadro 65 sistematizam-se os limites de alteração para os fatores analisados.

Quadro 65 – Síntese dos limites de alteração, por fator, para a região Metropolitana da Baixada Santista

Fator	Variável	Limite de alteração
Emprego	<i>Emprego formal/ população 15-64 anos</i>	Tendência observada no território previamente ao investimento realizado pelos empreendimentos em avaliação, considerando ainda os efeitos expectáveis que a crise econômica dos últimos anos teria na variável emprego formal (Figura 9)
Habitação	<i>População em assentamentos precários/ população total</i>	7% (inicialmente estabelecido) 3,5% (adicional, considerando comentários obtidos na Oficina Participativa da Fase 5)

Fator	Variável	Limite de alteração
Mobilidade urbana	<i>Volume Diário Médio do tráfego de veículos</i>	<p><b><u>Sistema Anchieta-Imigrantes</u></b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li><b>Volume de Tráfego Anual/Mensal/Semanal</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>. Fluxo sentido cidade de Santos - 240.000 veículos/dia.</li> <li>. Fluxo sentido cidade de São Paulo – 252.000 veículos/dia.</li> </ul> </li> <li><b>Volume de Tráfego Horário</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>. Fluxo sentido cidade de Santos - 10.000 veículos/hora.</li> <li>. Fluxo sentido cidade de São Paulo – 10.500 veículos/hora.</li> </ul> </li> </ul> <p><b><u>Rodovias SP-055 e SP-061</u></b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li><b>Volume de Tráfego Anual/Mensal/Semanal</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>. Trechos com três faixas de rolamento - 122.400 veículos/dia.</li> <li>. Trechos com duas faixas de rolamento - 85.500 veículos/dia.</li> <li>. Trechos em pista simples – 41.130 veículos/dia.</li> </ul> </li> <li><b>Volume de Tráfego Horário</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>. Trechos com três faixas de rolamento – 1.700 veículos/hora.</li> <li>. Trechos com duas faixas de rolamento - 1.780 veículos/hora.</li> <li>. Vias em pistas simples – 1.445 veículos/hora</li> </ul> </li> </ul>
Vegetação costeira	<i>Abrangência da vegetação costeira</i>	Abrangência atual, representada pelo mapa “Limite de alteração da abrangência da vegetação costeira da Região Baixada Santista” (Mapa 1, em Apêndice)
Biodiversidade marinha	-	Os estudos consultados indiciam que o limite de alteração já foi ultrapassado
Águas superficiais interiores	<i>Concentração média anual de coliformes termotolerantes</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Corpos de água doce enquadrados em Classe 1*: 200/ 100ml</li> <li>- Corpos de água doce enquadrados em Classe 2*: 1000/ 100ml</li> <li>- Corpos de água doce enquadrados em Classe 3*: 4000/ 100ml</li> </ul> <p>(limites legais estabelecidos pela Resolução CONAMA n.º 357 de 17 de março de 2005)</p>

Fator	Variável	Limite de alteração
	<i>Razão entre demanda hídrica e disponibilidade hídrica</i>	- Valor máximo outorgável 50% $Q_{7,10}$ (limite quantitativo, definido por sub-bacia) - Capacidade de depuração dos corpos de água (limite qualitativo, definido por sub-bacia receptora de esgoto)
Qualidade das águas costeiras e estuarinas	IQAC	80% (valor de referência para a categoria Boa considerado pela CETESB no monitoramento)
	<i>Classificação anual de balneabilidade nas praias</i>	Boa (praias próprias em 100% do tempo conforme classificação anual considerada pela CETESB)
	<i>Concentração média anual de clorofila-a</i>	- Águas salinas: 2,5 µg/L - Águas salobras: 10 µg/L (valores de referência considerados pela CETESB no monitoramento)
	<i>Concentração média anual de carbono orgânico total (COT) na água</i>	- Corpos de água doce enquadrados em Classe 1** : 3 mg/L C (limite legal estabelecido pela Resolução CONAMA n.º 357 de 17 de março de 2005)
	<i>Concentração média anual de chumbo total na água</i>	- Corpos de água doce enquadrados em Classe 1** : 0,01 mg/L Pb (limite legal estabelecido pela Resolução CONAMA n.º 357 de 17 de março de 2005)
	<i>Concentração média anual de carbono orgânico total (COT) nos sedimentos</i>	- Águas salinas: 1,3% - Águas salobras: 1,8% (valores de referência considerados pela CETESB no monitoramento)
	<i>Concentração média anual de chumbo total nos sedimentos</i>	46,7 mg/kg Pb (valor de classe de qualidade Nível 1 para gerenciamento de material dragado estabelecido pela Resolução CONAMA n.º 454 de 1 de novembro de 2012)

Fonte: Témis/Nemus, 2020.

## VIII.2. SIGNIFICÂNCIA DOS IMPACTOS

No Quadro 66 sistematiza-se a natureza, magnitude e significância dos principais impactos cumulativos identificados nos fatores analisados com base nas seções IV.1.3 (Emprego), IV.2.3 (Habitação), IV.3.3 (Mobilidade urbana), V.1.3 (Vegetação costeira), V.2.3 (Biodiversidade Marinha), VI.1.3 (Águas superficiais interiores), VI.2.3 (Qualidade das águas costeiras e estuarinas).

Quadro 66 – Síntese da classificação de impactos cumulativos, por fator, para a região Metropolitana da Baixada Santista

Fator	Impacto	Componentes de classificação do impacto		
		Natureza	Magnitude	Significância (confiança)
Emprego	Criação de emprego	Positiva	Alta	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Significativo – de uma forma geral na Baixada Santista</li> <li>• Muito significativo – Santos</li> <li>• Significativo – Cubatão</li> <li>• Pouco significativo – Guarujá</li> <li>• Pouco significativo a nulo – Bertioga, Itanhaém, Mongaguá, Peruíbe, Praia Grande, São Vicente</li> </ul> <p>(Média)</p>
	Desligamento de emprego	Negativa	Alta	Muito significativo (Média)



Fator	Impacto	Componentes de classificação do impacto		
		Natureza	Magnitude	Significância (confiança)
Habitação	Aumento da precariedade habitacional	Negativa	Alta	<ul style="list-style-type: none"> <li>Muito significativo – de uma forma geral na Baixada Santista</li> <li>Muito significativo nos seguintes municípios: Bertioga, Cubatão, Guarujá, São Vicente</li> <li>Significativo: Mongaguá, Praia Grande, Santos</li> <li>Pouco significativo: Itanhaém, Peruíbe (Média)</li> </ul>
Mobilidade urbana	Aumento do tráfego de veículos	Negativa	<p>Magnitude Alta para os municípios de Itanhaém, Mongaguá e Praia Grande.</p> <p>Magnitude moderada para os demais municípios</p>	Muito significativo (Média)
Vegetação costeira	Supressão da vegetação e degradação da vegetação e dos ecossistemas	Negativa	Alta	Significativo (Alta)

Fator	Impacto	Componentes de classificação do impacto		
		Natureza	Magnitude	Significância (confiança)
Biodiversidade marinha	Impactos cumulativos sobre a biodiversidade marinha	Negativa	Moderada a Elevada	Significativo (Elevada)
Águas superficiais interiores	Alterações negativas na qualidade das águas interiores	Negativa	Baixa	Significativo (Baixa a Moderada)
	Alteração da disponibilidade hídrica	Negativa	Moderada	Muito significativo (Baixa a Moderada)
Qualidade das águas costeiras e estuarinas	Alteração da qualidade das águas estuarinas e costeiras	Negativa	Moderada	Significativo (Baixa a Moderada)

Fonte: Témis/Nemus, 2020.

### VIII.3. ESTIMATIVA DO ESTADO FUTURO

No Quadro 67 sistematiza-se a estimativa do estado futuro dos fatores analisados com base nas seções IV.1.4 (Emprego), IV.2.4 (Habitação), IV.3.4 (Mobilidade urbana), V.1.4 (Vegetação Costeira), V.2.4 (Biodiversidade Marinha), VI.1.4 (Águas Superficiais Interiores), VI.2.4 (Qualidade das Águas Costeiras e Estuarinas).

Quadro 67 – Estimativa do estado futuro dos fatores, na região Metropolitana da Baixada Santista

Fator	Estimativa quanto ao estado futuro
Emprego	<ul style="list-style-type: none"> <li>Na região da Baixada Santista, o crescimento da variável “emprego formal/ população 15-64 anos” tende para um valor em torno dos 33% em 2030 (Figura 13)</li> </ul>

Fator	Estimativa quanto ao estado futuro
Habitação	<ul style="list-style-type: none"> <li>Os cenários B e C apresentam uma diminuição na variável “população em assentamentos precários/ população total” na região de 2010 para 2030.</li> <li>Contudo, o limite de alteração aceitável estabelecido em 3,5% para a variável “população em assentamentos precários/ população total” não é cumprido em cinco dos municípios (Guarujá, Mongaguá, Praia Grande, Santos e São Vicente) mesmo no cenário mais positivo (cenário C).</li> <li>No conjunto da região, em todos os cenários, o limite de alteração aceitável é ultrapassado (no cenário C o valor projetado para a variável “população em assentamentos precários/ população total” é de 8%).</li> </ul>
Mobilidade urbana	<ul style="list-style-type: none"> <li>O tráfego rodoviário médio na Baixada Santista deverá aumentar de cerca de 200 mil veículos em 2018 para quase 220 mil veículos em 2030 (mais cerca de 10%) (Figura 56)</li> <li>Santos, Cubatão, Guarujá deverão apresentar um incremento no volume diário médio de veículos rodoviários, principalmente através da SP-055 e Sistema SAI</li> </ul>
Vegetação costeira	<ul style="list-style-type: none"> <li>Abrangência territorial ligeiramente inferior àquela atual, embora não seja possível determinar qual a extensão desta diminuição</li> </ul>
Biodiversidade marinha	<ul style="list-style-type: none"> <li>O futuro apresenta-se incerto: se por um lado há uma preocupação crescente com as questões ambientais e a sustentabilidade dos novos empreendimentos, também é certo que o crescimento econômico desta região é imparável e que as políticas ambientais têm-se revelado insuficientes para conter a degradação dos ecossistemas urbanos e costeiros da Baixada Santista</li> </ul>

Fator	Estimativa quanto ao estado futuro
Águas superficiais interiores	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Num cenário de manutenção da situação atual de coleta e tratamento de esgoto sanitário, a condição de qualidade indicada pela <b>concentração média anual de coliformes termotolerantes</b> deverá manter-se degradada na maioria dos municípios da região, com exceção de Bertioga.</li> <li>• Num cenário de melhoria generalizada de coleta e tratamento de esgoto sanitário, serão concretizadas reduções importantes no indicador e uma boa condição de qualidade (em geral conforme Classe 2) poderá ser atingida na maioria dos municípios; a melhoria esperase particularmente expressiva, com o respeito pelo limite de alteração, em rios dos municípios de São Vicente e Itanhaém.</li> <li>• A condição qualidade indicada pela <b>razão entre demanda hídrica e disponibilidade hídrica</b> deverá verificar uma degradação (por via dos investimentos previstos no abastecimento de água aos diversos municípios e da demanda adicional associada aos empreendimentos em estudo), particularmente em mananciais do município de Bertioga, que passarão a ultrapassar o limite de alteração quantitativo; nos grandes mananciais dos municípios do Cubatão e Itanhaém, o aumento da demanda aumentará a excedência do limite de alteração já verificado atualmente.</li> <li>• Nas sub-bacias dos rios Itapanhaú (município de Bertioga), Cubatão (município do Cubatão) e Boturoca (município de Praia Grande) o aumento da excedência do limite de alteração qualitativo deverá justificar a ocorrência de episódios de má condição de qualidade da água em épocas de menor vazão.</li> <li>• Prevê-se que a ocorrência de subida do nível do mar devido às alterações climáticas, com o avanço da cunha salina nos rios, penalize mais significativamente a disponibilidade hídrica de água doce nos mananciais das sub-bacias dos rios Guaratuba (Bertioga), Jurubatuba (Santos) e Boturoca (Praia Grande).</li> </ul>

Fator	Estimativa quanto ao estado futuro
Qualidade das águas costeiras e estuarinas	<ul style="list-style-type: none"><li>• Num cenário de manutenção da situação atual de coleta e tratamento de esgoto sanitário, a condição indicada pelo <b>IQAC</b> deverá manter-se degradada (conformando-se com uma classificação Regular ou mesmo Ruim, nos canais de Santos e São Vicente e área do emissário de Santos) na maioria das áreas costeiras e estuarinas da região.</li><li>• Num cenário de melhoria generalizada de coleta e tratamento de esgoto sanitário, a maioria das áreas costeiras e estuarinas poderá atingir boa condição em 2030, embora possam continuar a ocorrer problemas de qualidade em algumas áreas do estuário (Canal de São Vicente) e costeiras (emissário de Santos e foz do rio Preto).</li><li>• A condição indicada pela <b>classificação anual de balneabilidade</b> poderá mostrar, num cenário de melhoria generalizada na coleta e tratamento de esgoto na região, uma melhoria, especialmente nas praias atualmente com condição muito degradada (classificação de balneabilidade Ruim ou Péssima) nos municípios de Guarujá, Santos, São Vicente e Praia Grande.</li></ul>

Fonte: Témis/Nemus, 2021.

## IX. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O presente relatório inicia-se com uma síntese dos principais impactos cumulativos dos empreendimentos em análise em cada um dos fatores selecionados para a análise do PAIC na região Metropolitana da Baixada Santista. Esses impactos, identificados na fase anterior (Fase 4), são avaliados e classificados quanto à sua significância, com base num conjunto de critérios, e considerando os limites de alteração propostos.

A significância dos impactos cumulativos e a proposta de limites de alteração consta do primeiro relatório da Fase 5: Relatório de Levantamento da Significância dos Impactos Cumulativos, que foi discutido na oficina participativa realizada no dia 8 de outubro de 2020.

As contribuições obtidas na oficina e após a mesma foram alvo de análise e ponderação pela equipe, e motivaram a complementação de alguns, e a revisão de algumas avaliações, que integram o presente documento.

Quanto à significância dos impactos cumulativos, foram considerados:

- Muito significativos - os impactos identificados nos fatores:
  - Emprego (desligamento de emprego)
  - Habitação (aumento da precariedade habitacional)
  - Mobilidade urbana (aumento do tráfego de veículos)
  - Águas superficiais interiores (aumento da razão entre demanda hídrica e disponibilidade hídrica)
- Significativos - os impactos identificados nos fatores:
  - Emprego (criação de emprego)
  - Vegetação costeira (supressão da vegetação e degradação da vegetação e dos ecossistemas)
  - Biodiversidade marinha
  - Águas superficiais interiores (aumento da concentração de coliformes termotolerantes)
  - Qualidade das águas costeiras e estuarinas (redução do IQAC, tendência desfavorável na classificação anual de balneabilidade nas praias, aumento da concentração de clorofila-a, aumento da concentração de COT e chumbo na água e sedimentos),

- e também na pesca artesanal.

Este relatório integra ainda uma estimativa do estado futuro (2030) por meio de metodologias próprias, que foram desenvolvidas de forma adaptada para cada fator em estudo.

Quanto à evolução futura da região, resumem-se da seguinte forma as tendências estimadas:

- Emprego: o crescimento da variável “emprego formal/ população 15-64 anos” tende para um valor em torno dos 33%;
- Habitação: no conjunto da região, o limite de alteração para a variável “população em assentamentos precários/ população total” deverá ser ultrapassado;
- Mobilidade urbana: o tráfego rodoviário médio na Baixada Santista deverá aumentar mais cerca de 10%;
- Vegetação costeira: abrangência territorial ligeiramente inferior àquela atual, embora não seja possível determinar qual a extensão desta diminuição;
- Biodiversidade marinha: evolução incerta; se por um lado há uma preocupação crescente com as questões ambientais e a sustentabilidade dos novos empreendimentos, o crescimento econômico desta região é imparável e a implementação das políticas ambientais tem-se revelado insuficiente para conter a degradação e para recuperar os ecossistemas urbanos e costeiros;
- Águas superficiais interiores: com a melhoria generalizada de coleta e tratamento de esgoto sanitário poderá concretizar de uma boa condição de qualidade na maioria dos rios monitorados; a condição de quantidade deverá degradar-se nos principais mananciais da região, especialmente naqueles do município de Bertioga, em consequência do aumento da demanda para atendimento do crescimento populacional e das necessidades dos empreendimentos;
- Qualidade das águas costeiras e estuarinas: com a melhoria generalizada da coleta e tratamento de esgoto, poderá concretizar-se uma melhoria para boa condição nas áreas do Canal de Santos, emissário de Praia Grande e foz do rio Itanhaém; provável



manutenção de má condição no Canal de São Vicente e nas áreas costeiras do emissário de Santos e foz do rio Preto; provável melhoria da balneabilidade em praias dos municípios de Guarujá, Santos, São Vicente e Praia Grande.

A evolução socioeconômica e ambiental da região Metropolitana da Baixada Santista constitui assim motivo de preocupação, e evidencia a necessidade de aplicação de medidas específicas (a definir na Fase 6).

## X. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANA, Agência Nacional de Águas. 2011. **Atlas Brasil. Abastecimento Urbano de Água.** Disponível em: <<http://atlas.ana.gov.br/atlas/forms/analise/Geral.aspx?est=6>>. Acessado em: novembro 2019.

ABESSA, D. M. S. 2003. **Qualidade de Sedimentos Marinhos e Estuarinos da Baixada Santista: Importância para o Gerenciamento Costeiro.** Disponível em: <<http://docplayer.com.br/73464965-Qualidade-de-sedimentos-marinhos-e-estuarinos-da-baixada-santista-importancia-para-o-gerenciamento-costeiro.html>>. Acessado em dezembro de 2020

ABESSA, D. M. S. et al. 2019. **Natural factors and chemical contamination control the structure of macrobenthic communities in the Santos Estuarine System (SP, Brazil).** Community Ecology.

BONETTI, CARLA; EICHLER, BEATRIZ BECK; DEBENAY, JEAN PIERRE. 2001. **Evolução temporal da impactação do Sistema Estuarino de Santos-São Vicente (SP, Brasil) analisada através das populações de foraminíferos sub-recentes.** Pesquisas em Geociências, v. 28, n. 2, p. 273-283.

BRASIL. MINISTÉRIO DA INFRAESTRUTURA. **Plano Mestre do Complexo Portuário de Santos.** v.1. 2018. Disponível em: <[https://www.infraestrutura.gov.br/images/SNP/planejamento\\_portuario/planos\\_mestres/versao\\_preliminar/vp29v1.pdf](https://www.infraestrutura.gov.br/images/SNP/planejamento_portuario/planos_mestres/versao_preliminar/vp29v1.pdf)>. Acesso em: 07 abril 2020.

CASTRO, P.; HUBER, M. E. 2012. **Biologia marinha.** 8ª ed. Porto Alegre: AMGH Ed.

CBH-BS, Comitê da Bacia Hidrográfica da Baixada Santista. 2016a. **Plano de Bacia Hidrográfica 2016-2017 do Comitê da Bacia Hidrográfica da Baixada Santista, Volume I - Diagnóstico.** Disponível em: <<http://www.sigrh.sp.gov.br/public/uploads/documents//CBH-BS/11800/2016-10-19-diagnostico-final.pdf>>. Acessado em: outubro de 2018.

CBH-BS, Comitê da Bacia Hidrográfica da Baixada Santista. 2016b. **Plano de Bacia Hidrográfica 2016-2017 do Comitê da Bacia Hidrográfica da Baixada Santista, Plano de Ações.** Disponível em: <<http://www.sigrh.sp.gov.br/public/uploads/documents//CBH-BS/11802/2016-11-11-plano-de-acoes.pdf>>. Acessado em: outubro de 2018.

CBH-BS, Comitê da Bacia Hidrográfica da Baixada Santista. 2018. **Relatório de Situação dos Recursos Hídricos da Baixada Santista 2018.** Disponível em: <<http://www.sigrh.sp.gov.br/public/uploads/documents//CBH-BS/13787/rs-2018-bs.pdf>>. Acessado em: outubro de 2018.

CEM/ CEBRAP, Centro de Estudos da Metrópole/ Centro Brasileiro de Análise e Planejamento. 2013. **Diagnóstico dos Assentamentos Precários nos Municípios da Macrometrópole Paulista – Segundo Relatório.** Fundação de Desenvolvimento Administrativo – FUNDAP. São Paulo, SP.

CETESB. 2016. **Relatório de qualidade das águas costeiras no estado de São Paulo. 2015**

CETESB. 2017. **Relatório de qualidade das águas costeiras no estado de São Paulo. 2016.**

CETESB. 2019. **Relatório de qualidade das águas costeiras no estado de São Paulo 2018.**

CHUENPAGDEE RL, MORGAN E, MAXWELL S, NORSE EA, PAULY D. 2003. **Shifting gears: assessing collateral impacts of fishing methods in the U.S. waters.** *Frontiers in Ecology and the Environment* 1(10): 517-524.

COLOMBO, J. C., BARREDA, A., BILOS, C., CAPPELLETTI, N., MIGOYA, M. C., & SKORUPKA, C. 2005. **Oil spill in the Rio de la Plata Estuary, Argentina: 2. Hydrocarbon disappearance rates in sediments and soils.** *Environmental Pollution*, 134, 267–276

CURTARELLI, M.; TUCCI, C.; RAGGIANTI, V.; GUIMARÃES, V. (2018). **Sustentabilidade hídrica urbana: o caso de Santa Catarina.** REGA, Porto Alegre, 15(13). Disponível em: <[https://www.researchgate.net/publication/332946689\\_Sustentabilidade\\_Hidrica\\_Urbana\\_O\\_Caso\\_de\\_Santa\\_Catarina](https://www.researchgate.net/publication/332946689_Sustentabilidade_Hidrica_Urbana_O_Caso_de_Santa_Catarina)>. Acessado em: novembro de 2019.

DA SILVA BANCI, Karina Rodrigues et al. 2017. **Can environmental pollution by metals change genetic diversity? *Ucides cordatus* (Linnaeus, 1763) as a study case in Southeastern Brazilian mangroves.** *Marine Pollution Bulletin*, v. 116, n. 1-2, p. 440-447.

DAMASIO, Bruno Vanderlinde *et al.* 2020. **Impacts of hydrodynamics and pollutants on foraminiferal fauna distribution in the Santos Estuary (SE Brazil).** *Journal of Sedimentary Environments*, p. 1-26.

DE ALMEIDA DUARTE, Luis Felipe et al. 2017. **Metal toxicity assessment by sentinel species of mangroves: In situ case study integrating chemical and biomarkers analyses.** *Ecotoxicology and environmental safety*, v. 145, p. 367-376.

DÍAZ, Teresa Lima; RODRIGUES, André Rosch; EICHLER, Beatriz Beck. 2014. **Distribution of Foraminifera in a subtropical Brazilian estuarine system.** *The Journal of Foraminiferal Research*, v. 44, n. 2, p. 90-108.

DIEGUES, A.C.S.; ARRUDA, R. S. V. (orgs.). 2001. **Saberes tradicionais e biodiversidade no Brasil**. Brasília: Ministério do Meio Ambiente; São Paulo: USP, 2001.

DNIT, Departamento Nacional de Infra-Estrutura de Transportes, 2006. **Manual de Estudos de Tráfego**. Rio de Janeiro, 2006.

DUARTE, LFA et al. 2016. **Tolerância Biológica, Efeitos Subletais e Bioacumulação em *Ucides cordatus* (LINNAEUS, 1763) expostos ao metal cádmio**. Disponível em: <[http://oasisbr.ibict.br/vufind/Record/IPEN\\_897002719b2c9895420e673b38086c47](http://oasisbr.ibict.br/vufind/Record/IPEN_897002719b2c9895420e673b38086c47)>. Acessado em dezembro de 2020.

EICHLER, Patrícia PB; EICHLER, Beatriz B.; RODRIGUES, André Rosch. 2003. **Comparação das Associações de Foraminíferos dos Canais Estuarinos Crumaú e Acari, no Canal de Bertioga, SP**. In: II Congresso sobre Planejamento e Gestão das Zonas Costeiras dos Países de Expressão Portuguesa.

EMPLASA, Empresa Paulista de Planejamento Metropolitano, 2014. **Sihab Emplasa – Atendimentos Habitacionais**. Disponível em: <<http://www.sihab.emplasageo.sp.gov.br/>>. Acessado em: fevereiro de 2019.

ESTRADA, G. C. D., SOARES, M. L. G., FERNADEZ, V., & DE ALMEIDA, P. M. M. 2015. **The economic evaluation of carbon storage and sequestration as ecosystem services of mangroves: a case study from southeastern Brazil**. International Journal of Biodiversity Science, Ecosystem Services & Management, 11(1), 29-35.

FERREIRA, Juliana Aureliano. 2008. **Estudo das associações de anelídeos Polychaeta da Baía de Santos e Plataforma Continental Adjacente (SP, Brasil) e suas interrelações com parâmetros físicos e geoquímicos estruturadores**. Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo.

FMI, Fundo Monetário Internacional. **World Economic Outlook Update, January 2020.** Disponível em: <<https://www.imf.org/en/Publications/WEO/Issues/2020/01/20/weo-update-january2020>>. Acessado em: fevereiro de 2020.

FRANCISCO, C.; CARVALHO, C., 2008. “**Avaliação da Sustentabilidade Hídrica de Municípios Abastecidos por Pequenas Bacias Hidrográficas: O Caso de Angra dos Reis, RJ**”. RBRH - Revista Brasileira de Recursos Hídricos, 13(2), Abr/Jun 2008., 15-30. Disponível em: <[https://abrh.s3.sa-east-1.amazonaws.com/Sumarios/16/9b2a910f4197ce43f3625d93e96ca44d\\_be4adf54f955e5f2a80f47e710fe3647.pdf](https://abrh.s3.sa-east-1.amazonaws.com/Sumarios/16/9b2a910f4197ce43f3625d93e96ca44d_be4adf54f955e5f2a80f47e710fe3647.pdf)>. Acessado em: junho de 2018.

FRANCISCO, C.; OLIVEIRA, C. 2009. “**Sustentabilidade hídrica da Região Hidrográfica da Baía da Ilha Grande, RJ**”, **Anais XIV Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto**, Natal, Brasil, 25-30 abril 2009, INPE, p. 4707-4714. Disponível em: <<https://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=1&cad=rja&uact=8&ved=2ahUKEwiGh9vRIJnjAhUGWsAKHU23BTkQFjAAegQIARAC&url=http%3A%2F%2Fmarte.sid.inpe.br%2Fattachment.cgi%2Fdpi.inpe.br%2Fsbsr%4080%2F2008%2F11.17.21.18.30%2Fdoc%2F4707-4714.pdf&usg=AOvVaw29bH-YUb0unUGPiMXWUPZ8>>. Acessado em: abril de 2019.

FREDUAH, G., FIDELMAN, P., & SMITH, T. F. 2017. The impacts of environmental and socio-economic stressors on small scale fisheries and livelihoods of fishers in Ghana. *Applied Geography*, 89, 1-11.

FUNDESPA – Fundação de Estudos e Pesquisas Aquáticas. 2010. **Programa de monitoramento de fauna bentônica: Relatório Técnico**. São Paulo. Disponível em: <<https://livrozilla.com/doc/1163415/13.-programa-de-monitoramento-da-macrofauna-bent%C3%B4nica>>. Acesso em: 15 de dezembro de 2020

GEFE, W.; AMORIN, A.C.; AMORIN, L.F.C.; AMORIN, A.F. 2002. **Importância da Pesca Artesanal na Região da Baixada Santista**. Disponível em: <<http://copec.eu/congresses/cbpas2003/proc/pdf/T199.pdf>>. Acesso em: 28 fev. 2020.

GESLIN, Emmanuelle et al. **Morphological abnormalities of foraminiferal tests in Brazilian environments: comparison between polluted and non-polluted areas**. Marine Micropaleontology, v. 45, n. 2, p. 151-168, 2002.

GONÇALVES, Renata Fabrega. 2013. **Foraminíferos em testemunho do manguezal do Canal de Bertioga (SP): padrões de estrutura de comunidades aplicáveis em reconstruções paleoambientais**. Disponível em: <<https://repositorio.unesp.br/handle/11449/119318>>. Acessado em dezembro de 2020

GOUGH, C. L., DEWAR, K. M., GODLEY, B. J., ZAFINDRANOSY, E., & BRODERICK, A. C. 2020. Evidence of Overfishing in Small-Scale Fisheries in Madagascar. *Frontiers in Marine Science*, 7, 317.

GUARUJÁ, Prefeitura Municipal de Guarujá, 2018. **Plano Municipal de Saneamento Básico. Lei Complementar N.º 228/2018**. Disponível em <<https://www.guaruja.sp.gov.br/wp-content/uploads/2019/06/Lei-Complementar-228-2018-Plano-de-Saneamento-Basico.pdf>>. Acessado em: abril de 2019.

HIRSCHMAN, ALBERT O. 2013. **The Essential Hirschman**. Edited by Jeremy Adelman. Princeton, New Jersey: Princeton University Press. 405p.

INFOROYALTIES. **Indicadores**. Disponível em: <<http://inforoyalties.ucam-campos.br/informativo.php>>. Acessado em: junho de 2019.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA ESTATÍSTICA (IBGE). **Censo Demográfico**. Disponível em: <<https://cidades.ibge.gov.br/brasil/sp/santos/panorama>>. Acesso em: 28 fev. 2020.



INSTITUTO DA PESCA DO ESTADO DE SÃO PAULO. 2015. **Projeto de Caracterização Socioeconômica da Atividade de Pesca e Aquicultura na Bacia de Santos – PCSPA-BS**. Relatório Final. Junho 2015. Disponível em: < [https://www.comunicabaciadesantos.com.br/sites/default/files/resultados\\_sp\\_pcspa\\_bs.pdf](https://www.comunicabaciadesantos.com.br/sites/default/files/resultados_sp_pcspa_bs.pdf)>. Acesso em: 01 mar. 2020.

INSTITUTO DA PESCA DO ESTADO DE SÃO PAULO. 2018. **Programa de Monitoramento da Atividade Pesqueira na Bacia de Santos (PMAP-BS)**. Relatório Técnico Semestral jul-dez 2017. Disponível em:< <https://www.comunicabaciadesantos.com.br/programa-ambiental/projeto-de-monitoramento-da-atividade-pesqueira-pmap.html>>. Acesso em: 02 mar. 2020.

INSTITUTO DA PESCA DO ESTADO DE SÃO PAULO. 2019a. **Programa de Monitoramento da Atividade Pesqueira na Bacia de Santos (PMAP-BS)**. Relatório Técnico Semestral jul-dez 2018. Disponível em:< <https://www.comunicabaciadesantos.com.br/programa-ambiental/projeto-de-monitoramento-da-atividade-pesqueira-pmap.html>>. Acesso em: 02 mar. 2020.

INSTITUTO DA PESCA DO ESTADO DE SÃO PAULO. 2019. Produção Pesqueira Marinha e Estuarina do Estado de São Paulo Dezembro 2018. **Informe pesqueiro do Estado de São Paulo**. São Paulo, nº 104, mar. 2019. Disponível em:< <https://www.pesca.sp.gov.br/publicacoes/informe-pesqueiro>>. Acesso em: 05 mar 2020.

INSTITUTO DA PESCA DO ESTADO DE SÃO PAULO. 2019b. **Programa de Monitoramento da Atividade Pesqueira na Bacia de Santos (PMAP-BS)**. Relatório Técnico Semestral jan-jun 2019. Disponível em:< <https://www.comunicabaciadesantos.com.br/programa-ambiental/projeto-de-monitoramento-da-atividade-pesqueira-pmap.html>>. Acesso em: 02 mar. 2020.

KAHN, R. F. 1931. **The Relation of Home Investment to Unemployment**. The Economic Journal, 41(162), 173-198.

KEYNES, J. M. 1936. **The General Theory of Employment, Investment, and Money.** Disponível em: <<http://cas2.umkc.edu/economics/people/facultypages/kregel/courses/econ645/winter2011/generaltheory.pdf>>. Acessado em: agosto de 2018.

KIRSCHBAUM, Aline A. et al. 2009. **Cytogenotoxicity biomarkers in fat snook *Centropomus parallelus* from Cananéia and São Vicente estuaries, SP, Brazil.** Genetics and Molecular Biology, v. 32, n. 1, p. 151-154, 2009.

LAMPARELLI, Marta Condé et al. 2001. **Sistema Estuarino de Santos e São Vicente.** In: Sistema estuarino de Santos e São Vicente, p. 142-142.

LEWIS, M., PRYOR, R., & WILKING, L. 2011. **Fate and effects of anthropogenic chemicals in mangrove ecosystems: a review.** Environmental pollution, 159(10), 2328-2346.

LIMA, Cibele Oliveira; DE OLIVEIRA, Regina Célia. 2011. **Análise Ambiental de Ocupação nas Áreas de Manguezais no Município de Santos-SP.** Revista Geográfica de América Central, v. 2, p. 1-13.

LITTE, P. 2004. **Territórios sociais e povos tradicionais no Brasil: por uma antropologia da territorialidade.** Anuário Antropológico 2002/2003, Rio de Janeiro: Tempo brasileiro, 2004. 251-290. Disponível em: <[http://www.dan.unb.br/images/pdf/anuario\\_antropologico/Separatas%202002-2003/2002-2003\\_paullittle.pdf](http://www.dan.unb.br/images/pdf/anuario_antropologico/Separatas%202002-2003/2002-2003_paullittle.pdf)>. Acesso em: 03 mar. 2020.

MCLACHLAN, A. & BROWN, A. C. 2006. **Ecology of Sandy Shores.** Amsterdam: Elsevier.

MENGHINI, R. P., COELHO JR, C., ROVAI, A. S., CUNHA-LIGNON, M., SCHAEFFER-NOVELLI, Y., & CINTRÓN, G. 2011. **Massive mortality of mangrove forests in Southeast Brazil (Baixada Santista, State of São Paulo) as a result of harboring activities.** Journal of Coastal Research, 1793-1797.

METCALF & EDDY. 1991. **Wastewater Engineering – Treatment, Disposal, Reuse**. Third Edition. Tchobanoglous, G., Burton, F. L. (Revisors). McGRAW-HILL International Editions.

MINISTÉRIO DOS TRANSPORTES, PORTOS E AVIAÇÃO CIVIL (MTPA), UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA (UFSC), LABORATÓRIO DE TRANSPORTES E LOGÍSTICA (LABTRANS), MTPA/UFSC/Labtrans. 2018. **Plano Mestre do Complexo Portuário de Santos**. Volume 2.

MIRANDA, D; CARVALHO-SOUZA, G.F. **Are we eating plastic-ingesting fish?** In: Marine Pollution Bulletin. n.103. p.109-114. 2016.

MOREIRA JUNIOR, W. **Adaptações dos pescadores artesanais aos impactos ambientais sobre os manguezais do estuário da Baixada Santista**. In: Fórum Ambiental da Alta Paulista. v. VI. 2010.

MOREIRA, I. T., OLIVEIRA, O. M., TRIGUIS, J. A., DOS SANTOS, A. M., QUEIROZ, A. F., MARTINS, C. M., ... & JESUS, R. S. 2011. **Phytoremediation using *Rizophora mangle* L. in mangrove sediments contaminated by persistent total petroleum hydrocarbons (TPH's)**. Microchemical Journal, 99(2), 376-382.

MORRISSEY, OLIVER. 2012. **FDI in Sub-Saharan Africa: Few Linkages, Fewer Spillovers**. European Journal of Development Research, Vol. 24, Issue 1, pp 26–31.

MOSCHETTO, F. A.; RIBEIRO, R. B.; FREITAS, D. M. 2020. **Urban expansion, regeneration and socioenvironmental vulnerability in a mangrove ecosystem at the southeast coastal of São Paulo, Brazil**. Ocean & Coastal Management, p. 105418.

MUMBY, P. J., EDWARDS, A. J., ARIAS-GONZALEZ, J. E., LINDEMAN, K. C., BLACKWELL, P. G., GALL, A., GORCZYNSKA, M. I. 2004. **Mangroves enhance the biomass of coral reef fish communities in the Caribbean**. *Nature*, 427: 533–536.

MUTO, E. Y. et al. 2011. Biomagnificação de mercúrio na teia trófica marinha da Baixada Santista (SP).

OLIVEIRA-MONTEIRO, N.R.; SCACHETTI, R.E.; NAGIB, V. 2017. **Identidades de pescadores caiçaras: heroísmo e precariedade em populações tradicionais?**. *Desenvolvimento e Meio Ambiente*, v. 41, p. 124-139, ago. 2017. Disponível em: < <https://revistas.ufpr.br/made/article/view/48341/33406>>. Acesso em: 03 mar. 2020.

PAULY D, AULY D, CHRISTENSEN V, GUËNETTE S, PITCHER TJ, ET AL. 2002. **Towards sustainability in world fisheries**. *Nature* 418(6898): 689-695.

PETROBRAS. **Diagnóstico Participativo Programa de Educação Ambiental I – PEA-SP – Região 3**. Relatório Regional Litoral Centro. Disponível em: < [https://www.comunicabaciadesantos.com.br/sites/default/files/Relatorio\\_Final\\_de\\_Diagnostico\\_Participativo\\_do\\_Litoral\\_Centro\\_PEA\\_SP.pdf](https://www.comunicabaciadesantos.com.br/sites/default/files/Relatorio_Final_de_Diagnostico_Participativo_do_Litoral_Centro_PEA_SP.pdf)>. Acesso em: 01 mar 2020.

PINHEIRO, Marcelo Antonio Amaro et al. 2012. **Accumulation of six metals in the mangrove crab *Ucides cordatus* (Crustacea: Ucididae) and its food source, the red mangrove *Rhizophora mangle* (Angiosperma: Rhizophoraceae)**. *Ecotoxicology and Environmental Safety*, v. 81, p. 114-121.

PINHEIRO, Marcelo Antônio Amaro; DE TOLEDO, Tomas Roman. 2010. **Malformation in the crab *Ucides cordatus* (Linnaeus, 1763) (Crustacea, Brachyura, Ocypodidae), in São Vicente (SP), Brazil**. *Revista CEPSUL-Biodiversidade e Conservação Marinha*, p. 61-65.

PIRES-VANIN, A. M. S. 2008. **Megafauna. Plataforma continental adjacente situada entre São Sebastião e Peruíbe. A influência do complexo estuarino da Baixada Santista sobre o ecossistema da plataforma adjacente–ECOSAN.** Relatório Técnico, v. 4, p.462-494.

PRAIA GRANDE, Município da Estância Balneária de Praia Grande, 2017. **Plano Municipal de Abastecimento de Água e Esgotamento Sanitário 2017-2046.** Disponível em: <<http://www.praia grande.sp.gov.br/arquivos/leisdecretos/5491.pdf>>. Acessado em: março de 2019.

PRODUÇÃO PESQUEIRA MARINHA E ESTUARINA DO ESTADO DE SÃO PAULO DEZEMBRO 2018. **Informe pesqueiro do Estado de São Paulo.** São Paulo, nº 104, mar. 2019. Disponível em: <<https://www.pesca.sp.gov.br/publicacoes/informe-pesqueiro>>. Acesso em: 05 mar 2020.

RIBEIRO, J. M. F., CORREIA, V. M. S. e CARVALHO, P. 1997. **Prospectiva e Cenários – Uma breve introdução metodológica.** Série “Prospectiva – Métodos e Aplicações”, nº 1, Lisboa, Departamento de Prospectiva e Planeamento.

RIBEIRO, V.V. **Índice de poluição por pellets (IPP) na Baía de Santos (SP) no inverno de 2019.** *Revista Sítio Novo.* Palmas. v.4. n.2. p. 102-111. Abr/jun 2020. Disponível em: < <http://sitionovo.ifto.edu.br/index.php/sitionovo/article/view/482>>. Acesso em 07 abr. 2020.

RODRIGUES, Carina Waiteman. 2009. **Composição e Distribuição dos Amphipoda (Crustacea: Peracarida) na Plataforma Continental entre São Sebastião e Peruíbe (São Paulo, Brasil).** Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo.

ROMANI, C. 2011. **O discurso cultural e ambientalista das comunidades de pescadores caiçaras na luta pela terra: uma análise histórica do conflito ambiental no canal de Bertiooga, na Baixada Santista.** História Oral, 2(14), 31-62, 2011.

SANTOS, Aline Janaina dos; MARTINS, Aline Azevedo. 2014. **Bioacumulação por metais em *Callinectes danae* (siri azul) e *Mugil curema* (peixe parati) relacionada com a atividade de dragagem no canal de navegação do Porto de Santos.** In: CONGRESSO NACIONAL DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA, 14ª Ed., São Paulo, p. 1-10.

SAMPAIO, A.F.P. 2011. **Avaliação da correlação entre parâmetros de qualidade da água e socioeconômicos no complexo estuarino de Santos - São Vicente, através de modelagem numérica ambiental.** Dissertação (Mestrado em Programa de Pós-graduação em Ciência Ambiental). Instituto de Eletrotécnica e Energia da Universidade de São Paulo.

SANTOS. Prefeitura Municipal. **Comerciantes são notificados a deixar a rua do peixe.** Disponível em: <<https://www.santos.sp.gov.br/?q=noticia/comerciantes-sao-notificados-a-deixar-a-rua-do-peixe>>. Acesso em 07 abril 2020.

SANTOS, A. L. G. D. 2010. **Manguezais da Baixada Santista-SP: alterações e permanências (1962-2009).** Doctoral dissertation, Universidade de São Paulo.

SARTORETTO, Juliê Rosemberg. 2014. **Histórico de Atividade Antrópica no Sistema Estuarino Santos e São Vicente.** Dissertação de Mestrado apresentada ao Instituto Oceanográfico da Universidade de São Paulo. Disponível em: <[https://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/21/21137/tde-20012015-160437/publico/Dissertacao\\_Julie\\_Sartoretto\\_Corrigida.pdf#page=16&zoom=100,90,198](https://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/21/21137/tde-20012015-160437/publico/Dissertacao_Julie_Sartoretto_Corrigida.pdf#page=16&zoom=100,90,198)>. Acessado em dezembro de 2020.

SCHAEFFER-NOVELLI, Y., CINTRÓN-MOLERO, G., SOARES, M. L. G., & DE-ROSA, T. 2000. **Brazilian mangroves**. *Aquatic Ecosystem Health & Management*, 3(4), 561-570.

SEADE, Fundação Sistema Estadual de Análise de Dados. **Informações dos Municípios Paulistas**. Disponível em <<http://www.imp.seade.gov.br/frontend/>>. Acessados em novembro de 2019 e fevereiro 2020.

SEADE, Fundação Sistema Estadual de Análise de Dados. **Sistema Seade de Projeções Populacionais**. Disponível em: <<http://produtos.seade.gov.br/produtos/projpop/>>. Acessado em: fevereiro de 2020.

SEHAB, Secretaria da Habitação do Governo do Estado de São Paulo. **Transparência - Prestando Contas**. Disponível em: <<http://www.habitacao.sp.gov.br/transparencia/pmcmv.aspx>>. Acessado em: junho de 2019.

SEMPRUCCI, F.; FRONTALINI, F.; HARRIAGUE, A. C.; COCCIONI, R.; BALSAMO, M. 2003. **Meio and macrofauna in the marine area of the Monte St. Bartolo Natural Park (Central Adriatic Sea, Italy)**. *Scientia Marina*, 77, p. 189-199.

TILLEY, A., HERRÓN, P., ESPINOSA, S., ANGARITA, J. L., AND BOX, S. 2018. **Predicting vulnerability to management changes in data-limited, small-scale fisheries**. *Mar. Policy* 94, 39–45. doi: 10.1016/j.marpol.2018.04.013

THRUSH, S. F.; HEWITT, J. E.; NORKKO, A.; NICHOLLS, P. E.; FUNNEL, G. A.; ELLIS, J. I. 2003. **Habitat change in estuaries: predicting broad-scale responses of intertidal macrofauna to sediment mud content**. *Marine Ecology Progress Series*, 263, p. 101-112.

TORRES, Ronaldo J. et al. 2012. **Bioaccumulation of Polycyclic Aromatic Hydrocarbons and Mercury in Oysters (*Crassostrea rhizophorae*) from Two**



**Brazilian Estuarine Zones.** International Journal of Oceanography, vol. 2012, 8 p. Disponível em: <<https://doi.org/10.1155/2012/838320>>. Acesso em dezembro de 2020.

UGLCA/PDSLPL, Unidade de Gerenciamento Local do Componente Ambiental/ Projeto Desenvolvimento Sustentável do Litoral Paulista, 2019. **Produção Habitacional por Município - Programa Recuperação Socioambiental da Serra do Mar e Sistema de Mosaicos da Mata Atlântica.** Dados fornecidos a pedido.

VAMPRÉ, Thaís Mitre; FUCCILLO, Raffaella; ANDRÉA, Mara M. 2010. **Oligoqueta *Eisenia andrei* como bioindicador de contaminação de solo por hexaclorobenzeno.** Revista Brasileira de Ciência do Solo, v. 34, n. 1, p. 59-66.

VANAVERBEKE, J.; MERCKX, B.; DEGRAER, S.; VINCX, M. 2011. **Sediment-related distribution patterns of nematodes and macrofauna: Two sides of the benthic coin?** Marine Environmental Research, 71, p. 31- 40.

## XI. EQUIPE TÉCNICA

### XI.1. NACIONAL

<b>Profissional</b>	Fabiano Carvalho Melo
<b>Empresa</b>	Témis
<b>Registro no Conselho de Classe</b>	CREA/BA: 58.980
<b>Cadastro Técnico Federal de Atividades e Instrumentos de Defesa Ambiental</b>	5787600
<b>Responsável pela(s) Seção(ões)</b>	Técnico Responsável
<b>Assinatura</b>	

<b>Profissional</b>	Marcel Peruzzo Scarton
<b>Empresa</b>	Témis
<b>Registro no Conselho de Classe</b>	OAB/BA: 20.099
<b>Cadastro Técnico Federal de Atividades e Instrumentos de Defesa Ambiental</b>	6066133
<b>Responsável pela(s) Seção(ões)</b>	Gerenciamento de contrato
<b>Assinatura</b>	

<b>Profissional</b>	Carolina Rodrigues Bio Poletto
<b>Empresa</b>	Témis
<b>Registro no Conselho de Classe</b>	CRBio: 047070/01-D
<b>Cadastro Técnico Federal de Atividades e Instrumentos de Defesa Ambiental</b>	578511
<b>Responsável pela(s) Seção(ões)</b>	
<b>Assinatura</b>	

<b>Profissional</b>	Lucas Caldas Lordelo
<b>Empresa</b>	Témis
<b>Registro no Conselho de Classe</b>	CREA-BA: 90.990
<b>Cadastro Técnico Federal de Atividades e Instrumentos de Defesa Ambiental</b>	6511371
<b>Responsável pela(s) Seção(ões)</b>	
<b>Assinatura</b>	

<b>Profissional</b>	Rendel Porto
<b>Empresa</b>	Témis
<b>Registro no Conselho de Classe</b>	Não aplicável
<b>Cadastro Técnico Federal de Atividades e Instrumentos de Defesa Ambiental</b>	7570819
<b>Responsável pela(s) Seção(ões)</b>	
<b>Assinatura</b>	

<b>Profissional</b>	Mateus Rodrigues Giffoni
<b>Empresa</b>	Témis / Nemus
<b>Registro no Conselho de Classe</b>	CRBio: 92.192/08-D
<b>Cadastro Técnico Federal de Atividades e Instrumentos de Defesa Ambiental</b>	5651923
<b>Responsável pela(s) Seção(ões)</b>	
<b>Assinatura</b>	

## XI.2. INTERNACIONAL

<b>Profissional</b>	Pedro Bettencourt
<b>Empresa</b>	Témis / Nemus
<b>Registro no Conselho de Classe</b>	CREA/BA: 051427452-2
<b>Cadastro Técnico Federal de Atividades e Instrumentos de Defesa Ambiental</b>	6816028
<b>Responsável pela(s) Seção(ões)</b>	Gerenciamento de projeto
<b>Assinatura</b>	

<b>Profissional</b>	Cláudia Fulgêncio
<b>Empresa</b>	Nemus
<b>Registro no Conselho de Classe</b>	Não aplicável
<b>Cadastro Técnico Federal de Atividades e Instrumentos de Defesa Ambiental</b>	Não aplicável
<b>Responsável pela(s) Seção(ões)</b>	
<b>Assinatura</b>	

<b>Profissional</b>	Diogo Maia
<b>Empresa</b>	Nemus
<b>Registro no Conselho de Classe</b>	Não aplicável
<b>Cadastro Técnico Federal de Atividades e Instrumentos de Defesa Ambiental</b>	Não aplicável
<b>Responsável pela(s) Seção(ões)</b>	
<b>Assinatura</b>	

<b>Profissional</b>	Sara de Sousa
<b>Empresa</b>	Nemus
<b>Registro no Conselho de Classe</b>	Não aplicável
<b>Cadastro Técnico Federal de Atividades e Instrumentos de Defesa Ambiental</b>	Não aplicável
<b>Responsável pela(s) Seção(ões)</b>	
<b>Assinatura</b>	

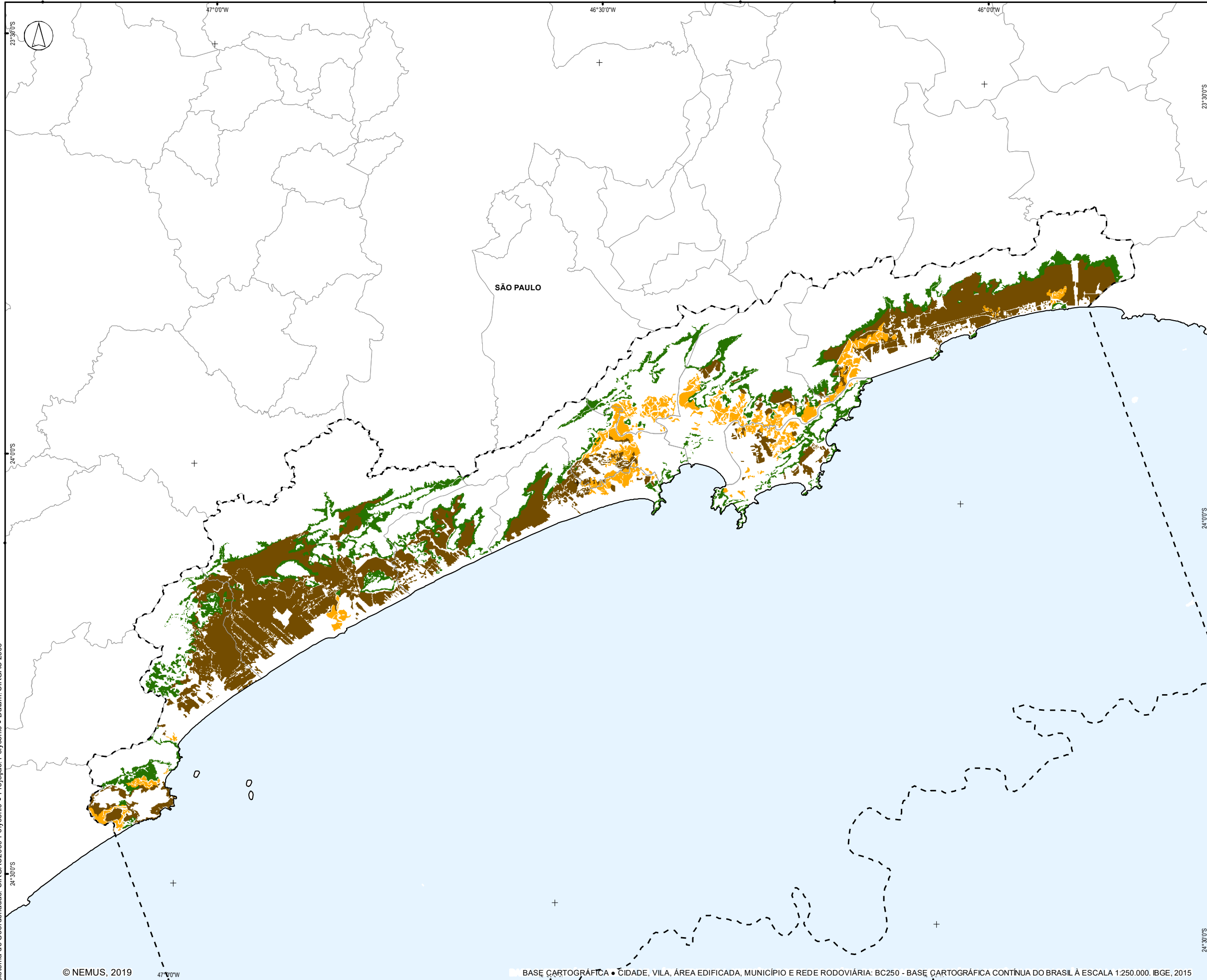
<b>Profissional</b>	Ângela Canas
<b>Empresa</b>	Nemus
<b>Registro no Conselho de Classe</b>	Não aplicável
<b>Cadastro Técnico Federal de Atividades e Instrumentos de Defesa Ambiental</b>	Não aplicável
<b>Responsável pela(s) Seção(ões)</b>	
<b>Assinatura</b>	

<b>Profissional</b>	Ana Otília Dias
<b>Empresa</b>	Nemus
<b>Registro no Conselho de Classe</b>	Não aplicável
<b>Cadastro Técnico Federal de Atividades e Instrumentos de Defesa Ambiental</b>	Não aplicável
<b>Responsável pela(s) Seção(ões)</b>	
<b>Assinatura</b>	

---

## APÊNDICE – MAPAS

Mapa 1 – Limite de alteração da abrangência da vegetação costeira da Região Baixada Santista



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

© NEMUS, 2019

BASE CARTOGRÁFICA • CIDADE, VILA, ÁREA EDIFICADA, MUNICÍPIO E REDE RODOVIÁRIA: BC250 - BASE CARTOGRÁFICA CONTÍNUA DO BRASIL À ESCALA 1:250.000. IBGE, 2015

- MALHA TERRITORIAL**
- Unidade de federação
  - Município
- BAIXADA SANTISTA**
- Abrangência Espacial
- CLASSES DE VEGETAÇÃO COSTEIRA**
- Floresta Ombrófila Densa das Terras Baixas
  - Mangue
  - Restinga



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

**PROJETO DE AVALIAÇÃO DE IMPACTOS CUMULATIVOS**

**Limite de alteração da abrangência da vegetação costeira da Região Baixada Santista**

Escala	<b>1:500 000</b>		Número	<b>1</b>	
Sistema de referência	SIRGAS 2000 em projeção policônica				
Escala gráfica			Data	novembro 2019	Folha
			Código	T16077_MAPA_01_VC_R1_1911	



