

## ***II.5.4 – Análise integrada e síntese da qualidade ambiental***

A análise integrada dos meios físico, biótico e socioeconômico permite a avaliação da inter-relação entre seus componentes e a sinergia entre os fatores ambientais, para compreensão da estrutura e dinâmica do ambiente da área de estudo. Esta análise resulta em uma importante ferramenta para a caracterização da qualidade ambiental e sua sensibilidade frente às possíveis alterações oriundas da implantação das atividades do Projeto Etapa 3.

Assim, para efeito deste estudo, este item foi dividido em:

- **II.5.4.1 – Análise Integrada do Diagnóstico Ambiental** – produto de análise sinótica dos meios físico, biótico e socioeconômico.
- **II.5.4.2 – Síntese da Qualidade Ambiental** – esta síntese objetivou fornecer conhecimentos que subsidiassem a identificação e a avaliação dos impactos ambientais decorrentes do empreendimento e apresentadas na **seção II.6**. Isto possibilitou caracterizar a qualidade ambiental futura da região, apresentada na **seção II.9 – Prognóstico Ambiental**.

### ***II.5.4.1 – Análise Integrada do Diagnóstico Ambiental***

A Análise Integrada do Diagnóstico Ambiental visa compreender as inter-relações existentes entre os meios físico, biótico e socioeconômico na Área de Estudo do Projeto Etapa 3. Esta compreensão pode ser obtida através de duas etapas:

- Compreender de maneira geral como estas inter-relações ocorrem no ambiente costeiro e marinho.
- Aplicar estas inter-relações para a Área de Estudo do Projeto Etapa 3.

### **II.5.4.1.1 – Inter-relações entre os meios físico, biótico e socioeconômico no ambiente costeiro e marinho**

Focando no contexto ambiental, que engloba os meios físico e biótico, existem diversas inter-relações entre os fatores ambientais do meio físico que, estruturando o ambiente, determinam o desenvolvimento da fauna e da flora.

Considerando uma larga escala espacial, os sistemas atmosférico, oceânico e geológico moldam as características ambientais. Algumas das inter-relações entre estes três grandes compartimentos são bem estudadas, porém, estes sistemas estão totalmente acoplados, impossibilitando a descrição total das capacidades de inter-relações.

A atmosfera e o oceano estão durante todo o tempo realizando trocas de energia e massa, que são essenciais para a manutenção do clima na Terra. A troca de energia pode ocorrer, por exemplo, pelo resfriamento ou aquecimento da superfície do oceano, essencial para a formação de massas de água e sistemas atmosféricos. Outra maneira de troca de energia possível é a formação de ondas de gravidade e correntes oceânicas forçadas por ventos. Já a troca de massa pode ocorrer por meio de evaporação e precipitação que, em forma de descarga continental, por exemplo, pode alterar os valores de salinidade no oceano.

Já a atmosfera pode ser determinante para alteração das estruturas geológicas através do intemperismo, enquanto que a estrutura geológica, por meio de variações do relevo, pode induzir movimentos atmosféricos distintos.

A estrutura geológica molda as bacias oceânicas e margens continentais, induzindo os fluxos, divergências e convergências das correntes oceânicas, as distribuições de temperatura e salinidade e a direção de incidência das ondas, enquanto que nas proximidades da costa, as correntes marinhas longitudinais e a incidência de ondas alteram o transporte de sedimentos, podendo provocar erosão ou progradação do litoral. Correntes marinhas próximas ao fundo oceânico também podem colaborar para a alteração da topografia, exemplificando mais uma interação entre o oceano e a estrutura geológica.

Estes são somente alguns exemplos de como ocorrem as inter-relações no meio físico, que juntamente com o meio biótico, estruturam o contexto ambiental. Ou seja, a partir destas características físicas de inter-relações, são gerados

diferentes ambientes que proporcionam o desenvolvimento de diferentes organismos. Em região oceânica, longe da costa e com ausência de fontes de nutrientes, por exemplo, o ambiente é pobre energeticamente, fazendo com que os animais que vivam ali tenham que se adaptar e desenvolver estratégias para prover energia e perpetuar a espécie. Por outro lado, animais mais sensíveis estarão adaptados para viver em regiões abrigadas, que tenham grande aporte de nutrientes, que sejam favoráveis para proteção e desenvolvimento. Espécies migratórias alteram sua posição geográfica de acordo com as estações do ano e disponibilidade de alimento, por exemplo.

Inserido neste contexto ambiental do ambiente marinho e oceânico está o ser humano, com o meio socioeconômico, que se beneficia e altera o meio ambiente. Este grau de interação pode ser avaliado quando se considera que, de acordo com Prates e Lima (2008), 45% da população vivem na zona costeira, sendo que nesta zona também está localizada 75% das megalópoles com mais de 10 milhões de habitantes. Ainda, a Região Costeira se constitui em importante zona de produção de alimentos através da agropecuária, pesca e aquicultura, é foco de desenvolvimento industrial e de transporte, fonte significativa de recursos minerais, incluindo petróleo e gás natural, e é o principal destino turístico em todos os continentes.

#### **II.5.4.1.2 – Inter-relações entre os meios físico, biótico e socioeconômico na área de estudo do Projeto Etapa 3**

As atividades do Projeto Etapa 3 ocorrerão nos reservatórios do Pré-Sal da Bacia de Santos. Porém, para o total desenvolvimento são necessários pontos de apoio que estão localizados na Região Costeira. Além disso, os impactos socioambientais decorrentes desta atividade podem não se desenvolver somente em ambiente marinho, mas também na zona costeira adjacente e, em alguns aspectos, extrapolar esta região. Esta análise é realizada na **seção II.6 – Impactos Ambientais**, deste documento.

No contexto geológico da Bacia de Santos, tem-se a Região Costeira e a região marinha, sendo esta última compartimentada em três estruturas bem definidas: a Plataforma Continental, o Talude Continental e o Platô de São Paulo.

Como mostrado anteriormente, tanto a configuração costeira como a base geológica são fundamentais para se determinar as características ambientais da região.

Na Região Costeira da Bacia de Santos são encontradas diversas baías, enseadas, estuários, áreas abrigadas e áreas expostas. Na porção norte, de Cabo Frio até Angra dos Reis, ambos no estado do Rio de Janeiro, ocorre a presença de lagunas, por vezes totalmente colmatadas, sem contato com a região oceânica. Nesta região as costas apresentam topografia continental montanhosa, com invasão do mar, gerando estuários, indentações irregulares e baías, como a Baía de Guanabara, de Sepetiba e da Ilha Grande. Para oeste de Cabo Frio o desenvolvimento das planícies costeiras está associado a uma sucessão de cordões litorâneos, estendendo-se até a Ilha de Marambaia. Já no trecho entre Angra dos Reis (RJ) e Santos (SP), o relevo montanhoso representa uma costa com predomínio de pequenas enseadas e praias, com pontões da Serra do Mar atingindo o litoral em quase toda a sua extensão, devido ao rebaixamento do bloco oriental da Falha de Santos.

No litoral sul do estado de São Paulo (entre Santos e Cananéia), grandes planícies costeiras são desenvolvidas por depósitos marinhos ou flúvio-lagunares, devido à elevação do bloco ocidental da Falha de Santos. A transição entre o relevo montanhoso ao norte de Santos e as grandes planícies ao sul deste município ocorre de modo progressivo, com as planícies sendo separadas entre si por pontões. No litoral sul do estado de São Paulo o sistema de lagunas e rios se comunicam com o oceano por meio de desembocaduras lagunares, formando ilhas.

A planície litorânea ao longo da costa do Paraná possui largura máxima da ordem de dezenas de quilômetros, profundamente recortada por complexos estuarinos que deram origem a inúmeras ilhas e diversas baías, com destaque para a Baía de Paranaguá.

Por fim, ao sul, a costa de Santa Catarina pode ser subdividida em três setores: norte, com planícies costeiras de grande expressão e presença das baías de Guaratuba e São Francisco; setor intermediário, caracterizado por rochas cristalinas, destacando-se a Ilha de Santa Catarina; e o setor sul, até o município de Torres, com a presença da planície costeira, com extensas lagunas.

Na região marinha os três compartimentos (a Plataforma Continental, o Talude Continental e o Platô de São Paulo) possuem características estruturais bem diversas. A Plataforma Continental constitui a faixa mais rasa que circunda a maioria dos continentes, e termina em direção ao mar com um aumento acentuado da inclinação denominado “quebra da plataforma”. Este compartimento fisiográfico tem configuração mais ou menos plana, suavemente inclinada mar adentro. Na Bacia de Santos a “quebra da plataforma” ocorre entre 50 e 180 m de profundidade, sendo mais frequente entre 140 e 160 m. O Talude Continental é representado pelo pendente relativamente íngreme, que se estende desde a “quebra da plataforma” até o sopé continental e corresponde à porção mais íngreme do solo marinho.

Na área do Pré-Sal da Bacia de Santos o sopé continental tradicional não existe, tendo sido modificado pela tectônica salífera para uma feição mais sub-horizontal chamada de Platô de São Paulo. O Platô de São Paulo representa uma das feições morfológicas de maior destaque na margem continental sudeste brasileira, bastante ampla localizada desde a base do Talude Continental, numa profundidade de 2.500 m, prolongando-se em direção a leste até a profundidade de 3.500 m, e uma declividade entre 1:200 (porção norte) a 1:600 (porção sul). Uma característica importante destes compartimentos é a baixa sismicidade, que classificam os terrenos como sendo estáveis – os movimentos de massa são associados somente a processos de origem gravitacional.

Caracterizando o sedimento destes compartimentos geológicos, a Plataforma Continental interna do litoral sudeste entre Cabo Frio (RJ) e Santos (SP) é constituída por areia e cascalho biodetrítico, a plataforma média por argila e silte terrígenos, pobres em areia, e a plataforma externa por carbonato biodetrítico (areias de recifes de algas e misturas de foraminíferos bentônicos, moluscos e briozoários). Entre o Rio de Janeiro e Ilha de São Sebastião, verifica-se abaixo da isóbata de 50 m uma grande área de sedimentos finos, sobretudo areias e siltes argilosos, enquanto abaixo da isóbata de 110 m, os sedimentos voltam a apresentar um caráter mais arenoso. À medida que se afasta da costa em direção a zonas mais profundas, o teor de lama nos sedimentos aumenta, sendo maior do que 50% ao longo da isóbata de 70 m. Na região dos empreendimentos o solo marinho é composto predominantemente por uma lama normalmente adensada e

lama mais rija. Entende-se por lama como uma mistura em quaisquer proporções de sedimentos de granulometria nas frações argila e silte com maior ou menor percentual de carbonato de cálcio em sua composição. Esta lama tem composição variando entre rica a muito rica em carbonato. Tanto nos locais onde serão instalados os FPSO, quanto nos gasodutos, não estão presentes corais de água profunda ou bancos de algas.

No contexto meteorológico da Bacia de Santos, a região está localizada numa área de transição entre o clima de baixas latitudes e mesotérmico de latitudes médias, onde a sazonalidade da temperatura é bem marcada (mínimo no inverno e máximo no verão). A circulação atmosférica e pluviometria é regida por fenômenos de grande escala, com a Alta Subtropical do Atlântico Sul sendo responsável pelos ventos provenientes de nordeste e leste, que são os mais comuns na área. Sistemas transientes como as frentes frias alteram a direção de ocorrência dos ventos (mudando para ventos provenientes de sul a sudoeste) e induzem precipitação, sendo mais frequentes de maio a setembro e menos frequentes no verão. Além das frentes frias, a Zona de Convergência do Atlântico Sul, que é uma longa zona de nebulosidade que se estende no sentido noroeste-sudeste desde a Amazônia até a Bacia de Santos, provoca grandes precipitações na região durante os meses de verão.

Localmente, na Região Costeira, a diferença de temperatura entre o oceano e o continente gera a circulação de brisas marinhas, com ventos soprando do oceano para o continente no período da tarde e do continente para o oceano durante a madrugada. Nas regiões do litoral onde a porção montanhosa está mais próxima da costa, como apresentado anteriormente, principalmente nas porções norte do estado de São Paulo e sul do estado do Rio de Janeiro, complexos convectivos podem ocorrer no final da tarde, trazendo grandes chuvas, porém com rápida dissipação.

Como exemplificado anteriormente, este contexto geológico e meteorológico influencia na oceanografia da Bacia de Santos. Na Região Costeira, a formação de baías, estuários e endentações irregulares propicia a formação de regiões abrigadas, protegidas de incidência de ondas e de correntes geradas pelos ventos, sendo estas regiões regidas principalmente pelo regime de maré e, caso ocorra a presença de rios, por descargas fluviais. Nestes locais que possuem

descarga fluvial as águas possuem uma maior quantidade de nutrientes carregados pela descarga continental. Já na região da Plataforma Continental, quanto mais longe da costa menor a influência das correntes geradas pela maré e menor a quantidade de nutrientes dissolvidos na água. Na parte interna da Plataforma Continental predominam as correntes geradas pelas descargas estuarinas (que alteram a salinidade e conseqüentemente a densidade da água) e as correntes geradas pelos ventos. Já na porção média deste compartimento geomorfológico, dominam as correntes geradas pelo vento, com menor influência das correntes de densidade. Ou seja, nestas duas porções em que os ventos possuem grande influência sobre as correntes, as variações dos ventos provocadas pela presença da Alta Subtropical do Atlântico Sul e pela passagem de frentes frias são determinantes para as variações das correntes.

Já na borda externa da Plataforma Continental e sobre o Talude Continental a dinâmica de correntes é regida pela Corrente do Brasil (CB), em superfície até a profundidade de 500 m aproximadamente. A CB é uma corrente rasa, quente e que, na região do empreendimento, flui na direção sul-sudoeste, apresentando intensa atividade de meandramento e formação de vórtices. Abaixo da CB na coluna de água, está presente a Corrente de Contorno Intermediária, que flui em sentido oposto a CB (norte-nordeste), em profundidades entre 500 e 1.200 m. O grande responsável pela variação do campo de correntes nesta região é a formação de meandramentos e vórtices na CB.

O campo termohalino na Bacia de Santos é composto pelas principais massas de água encontradas no oceano Atlântico Sul, sendo encontradas: Água Tropical (AT), Água Costeira (AC), Água Central do Atlântico Sul (ACAS), Água Intermediária Antártica (AIA) e a Água Profunda do Atlântico Norte (APAN). Possui uma maior variabilidade, tanto em salinidade como em temperatura, até a profundidade de 500 m, sendo que abaixo desta apresenta certa homogeneidade. Os fenômenos que alteram a estrutura básica são fenômenos de ressurgência (como a costeira de Cabo Frio e a de Plataforma Continental causada por vórtices, por exemplo) e a advecção de águas por vórtices.

A maré, que possui maior influência sobre a Região Costeira quando comparada a região profunda, apresenta regime semidiurno (duas baixa-marés e duas preamares por dia), com períodos bem demarcados de sizígia e quadratura.

Além da componente astronômica, apresenta uma intensa atividade na faixa do espectro com período na ordem de semanas, que muitas vezes apresenta amplitude superior à astronômica. Esta variação está associada a variação do campo de pressão atmosférica, sendo associada principalmente pela passagem de frentes frias.

As ondas na região são influenciadas pelo regime de ventos descrito para a região, ou seja, em períodos em que os ventos de leste a nordeste são os predominantes (provenientes da Alta Subtropical do Atlântico Sul), ondas destas direções são as predominantes. Estas ondas são as predominantes durante o verão, inverno e primavera. Já as ondas provenientes de sul, que ocorrem devido à passagem das frentes frias, são as predominantes no outono e ocorrem com frequência significativa durante o inverno. Estas ondas que têm origem no sul são as que provocaram as maiores ondas registradas em todas as estações do ano.

As ondas incidentes na região alteram os processos costeiros a médio e longo prazo por meio das correntes de deriva litorânea, que transportam sedimento longitudinalmente na costa. Este transporte ocorre entre a zona de arrebentação de ondas e a linha de costa. Na Bacia de Santos entre Cabo Frio e a Restinga da Marambaia (RJ) este transporte é praticamente nulo. Entre São Sebastião e Peruíbe (SP) este transporte ocorre na direção sudeste. Já as demais porções do litoral apresentam transporte para norte-nordeste.

Para a qualidade da água e sedimentos na região do Projeto Etapa 3, as análises desses compartimentos indicaram que as concentrações dos parâmetros analisados podem ser comparadas com valores normalmente registrados para regiões costeiras e oceânicas.

Desta maneira, considerando o contexto apresentado sobre o meio físico da Bacia de Santos, nota-se a compartimentação da região em três ambientes distintos: Região Costeira, de Plataforma Continental e Oceano Profundo. As principais características descritas acima, destacando as inter-relações entre os sistemas geológicos, atmosférico e oceanográficos estão apresentadas na **Figura II.5.4.1.2-1**.

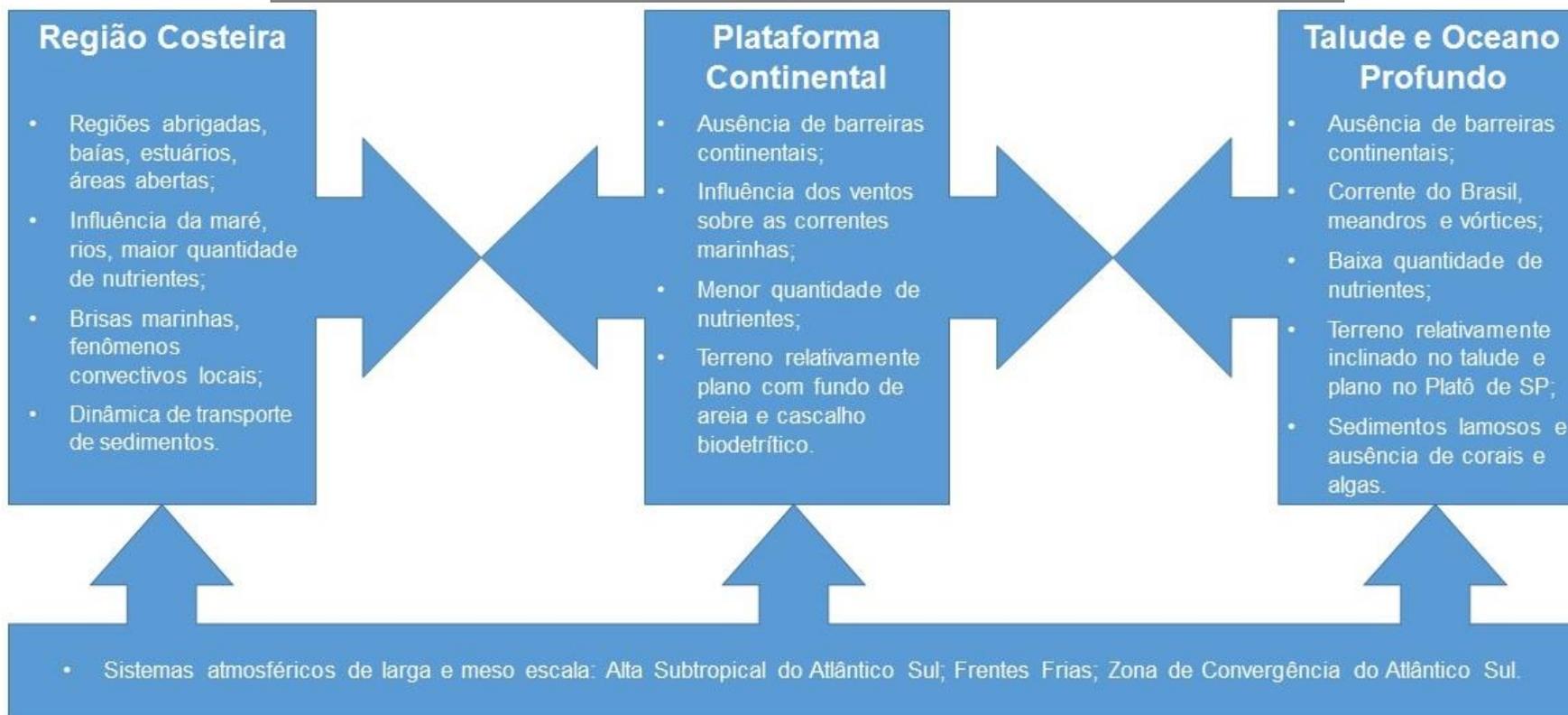


Figura II.5.4.1.2-1 – Ambientes predominantes no contexto de inter-relações no ambiente físico.

O contexto biótico da Bacia de Santos foi detalhado no diagnóstico ambiental. Na base da cadeia alimentar, as comunidades planctônicas (fitoplâncton e zooplâncton) foram analisadas, destacando o gradiente de densidade e de quantidade de espécie variando entre maiores valores na Região Costeira e diminuindo para a região do Oceano Profundo. Destaque para as regiões onde águas profundas, ricas em nutrientes, afloram na superfície, como nas proximidades de Cabo Frio (RJ), na porção norte da Bacia de Santos, onde a densidade destes organismos é muito elevada.

Na Bacia de Santos são encontradas cinco das sete espécies de tartarugas marinhas que ocorrem em todo o mundo, sendo que todas estão classificadas com algum grau de ameaça: Tartaruga-verde (*Chelonia mydas*), Tartaruga-de-pente (*Eretmochelys imbricata*), Tartaruga-de-couro (*Dermochelys coriacea*), Tartaruga-cabeçuda (*Caretta caretta*) e Tartaruga-oliva (*Lepidochelys olivacea*).

Estes animais têm por característica migrar de áreas de alimentação para área de reprodução durante os meses mais quentes do ano. Na Bacia de Santos não são encontrados locais de ocorrência de desova deste grupo animal sendo, portanto, uma área importante para a alimentação deste grupo, além da região fazer parte da sua rota de migração. Estas migrações ocorrem ao longo do ciclo de vida, assim eles podem ser encontrados difusos por toda a região da Bacia de Santos, com maiores concentrações na zona costeira, associados à ambientes mais abrigados, costões rochosos e bancos de algas. Na região de Plataforma e Oceano Profundo destaca-se a presença da tartaruga-de-couro. Foram identificadas algumas áreas prioritárias de conservação de tartarugas marinhas na área de estudo, sendo: litoral sul do Rio de Janeiro, litoral sul e norte de São Paulo, área de influência dos estuários Babitonga/Paranaguá/Iguape/Cananéia (litoral sul de São Paulo e Paraná) e o litoral de Santa Catarina.

Para o grupo de aves marinhas, foram diagnosticadas as costeiras e as oceânicas. As costeiras vivem associadas aos ambientes litorâneos como praias, costões rochosos, estuários, marismas, manguezais, ilhas costeiras e demais ambientes neríticos, sobre os domínios da Plataforma Continental. As aves oceânicas vivem nos oceanos, no mar aberto, cujas espécies passam a maior parte da vida voando, pousando em terra apenas para reproduzir, o que ocorre em média a cada dois anos, ou até em maiores intervalos. Estas aves pousam na

água para se alimentar e descansar, e se reproduzem em ilhas oceânicas, onde formam grandes colônias. É evidenciada a presença de muitas espécies migratórias na Bacia de Santos, provenientes tanto do sul, quanto do norte. Os costões rochosos no entorno de ilhas e ilhotas costeiras ao longo de todo o litoral da Bacia de Santos, além de abrigo para as aves costeiras e oceânicas, servem como importantes áreas de nidificação. Onze espécies de aves marinhas com ocorrência na Bacia de Santos estão citadas na listagem nacional das espécies da fauna brasileira ameaçadas sendo, cinco delas Vulneráveis (VU), quatro Em Perigo (EN) e duas Criticamente em Perigo (CR):

- *Diomedea exulans* - Albatroz-viajeiro (CR)
- *Diomedea epomophora* - Albatroz-real (VU)
- *Diomedea sanfordi* - Albatroz-real-do-norte (EN)
- *Diomedea dabbenena* - Albatroz-de-tristão (CR)
- *Procellaria aequinoctialis* - Pardela Preta (VU)
- *Procellaria conspicillata* - Pardela-de-óculos (VU)
- *Pterodroma incerta* - Petrel do Atlântico (EN)
- *Pterodroma arminjoniana* - Grazina-de-trindade (CR)
- *Thalasseus maximus* - Trinta-réis-real (EN)
- *Sterna hirundinacea* - Trinta réis de bico vermelho (VU)
- *Phaethon aethereus* - Rabo de palha de bico vermelho (EN)

No que diz respeito aos cetáceos, foram confirmadas a presença de grandes animais (baleias) e pequenos (golfinhos e botos), com destaque: Baleia-minke-anã (*Balaenoptera acutorostrata*), Baleia-minke-Antártica (*Balaenoptera bonaerensis*), Baleia-de-bryde (*Balaenoptera edeni*), Franca (*Eubalaena australis*), Baleia-jubarte (*Megaptera novaeangliae*), Cachalote (*Physeter macrocephalus*), Boto-cinza (*Sotalia guianensis*), Golfinho-de-dentes-rugosos (*Steno bredanensis*), Golfinho-nariz-de-garrafa (*Tursiops truncatus*), Golfinho-pintado-pantropical (*Stenella attenuata*), Golfinho-pintado-do-atlântico (*Stenella frontalis*) e Toninha (*Pontoporia blainvillei*). O grupo dos grandes cetáceos, baleias, tem maior mobilidade e adaptações, transitando por praticamente toda a área da Bacia de Santos, com destaque para a Baleia-jubarte, que transita pela área de estudo, preferencialmente entre os meses de julho e novembro, ao longo de seu trajeto de migração para o nordeste brasileiro. Uma exceção a estas

baleias migratórias é a baleia-de-Bryde que se alimenta e se reproduz nos trópicos, incluindo a Região Costeira da Bacia de Santos, mais frequentemente durante o verão, principalmente na área do Parque Estadual Marinho da Laje de Santos. Destaque também para a baleia-franca que não possui áreas definidas de alimentação na costa brasileira, porém se reproduz na APA da Baleia Franca no extremo sul da Bacia de Santos. Já os pequenos cetáceos realizam pequenas migrações na Bacia de Santos em busca de alimento, mas se concentram predominantemente sobre a Plataforma Continental e Região Costeira. A toninha é um dos pequenos cetáceos mais ameaçados do Brasil, e também a única espécie dentro do grupo genericamente denominado de golfinhos de água doce que ocorre em ambientes marinhos. Nas baías de Guanabara e Sepetiba, localizadas no Rio de Janeiro, e no município de Cananéia, localizado no estado de São Paulo, existem populações residentes de boto-cinza. Dentre estes cetáceos que podem ser encontrados na área de estudo, sete deles apresentam algum grau de ameaça de extinção (Baleia-fin - *Balaenoptera physalus*, Baleia-sei - *Balaenoptera borealis*, Baleia-franca, Baleia-jubarte (*Megaptera novaeangliae*), Cachalote, Toninha e Boto-cinza).

Quando analisado os recursos pesqueiros, novamente a densidade e distribuição dos grupos estão ligados predominantemente as divisões ambientais. Como a Bacia de Santos tem relativamente elevada produção primária comparada com as outras áreas do Brasil, principalmente na área costeira e nas regiões de Plataforma Continental, mais de 50% da produção pesqueira do Brasil é oriunda desta região, que faz que cerca de 80% das espécies alvo estejam plenamente exploradas. Em regiões pelágicas da Plataforma Continental destaca-se a presença de peixes como a sardinha (*Sardinella brasiliensis*), anchoita (*Engraulis anchoita*), galo (*Selene setapinnis*), palombeta (*Chloroscombrus chrysurus*), pescada (*Cynoscion guatucupa*) e xixarro (*Trachurus lathamii*). Já no Talude e no Oceano Profundo destaca-se a presença de peixes migratórios, com grande capacidade de locomoção, como o bonito (*Katsuwonus* sp), albacora (*Thunnus* sp), prego (*Lepidocybium flavobrunneum*), agulhão (*Tetrapturus albidus*, *Istiophorus platypterus*), espadarte (*Xiphias gladius*) e tubarões. Estes últimos apresentam uma densidade de organismos relativamente inferior aos grupos encontrados na Plataforma Continental e área costeira. Nas proximidades do

assoalho marinho também são encontrados muitos peixes e, novamente, com densidades relativas crescentes em direção ao continente, com destaque para: corvinas (*Micropogonias* sp), goete (*Cynoscion jamaicensis*), sapo (*Lophius gastrophysus*), merluza (*Merluccius hubbsi*), abrótea (*Urophycis* sp), namorado (*Pseudopersis numida*), garoupas (*Epinephelus* sp), cabrinha (*Prionotus punctatus*), linguado (*Paralichthys* sp), badejo (*Mycteroperca* sp), além de outros organismos como camarões, por exemplo.

Dentre as espécies de maior importância comercial destacam-se a Sardinha-verdadeira (*Sardinella brasiliensis*), Anchoita (*Engraulis anchoita*), Corvina (*Micropogonias furnieri*), Cavalinha (*Perciformes* sp), Bonito-listrado (*Katsuwonus pelamis*), Savelha (*Alosa fallax*), Peixe-galo (*Selene setapinnis*), Espada (*Trichiurus lepturus*), Peixe-sapo (*Lophius gastrophysus*), dentre muitas outras. Além dos peixes, os camarões, mexilhões, lulas e polvos também são recursos pesqueiros relevantes na Bacia de Santos. As espécies de recursos pesqueiros com algum grau de ameaça de extinção com ocorrência na Área de Estudo são: Raia-viola (*Zapteryx brevirostris*), Cação-anjo (*Squatina* sp), Tubarão-limão (*Negaprion brevirostris*), Cação-martelo (*Sphyrna* sp), Tubarão-galha-branca (*Carcharhinus longimanus*), Sardinha-verdadeira (*Sardinella brasiliensis*), Atum (*Thunnus* sp), Badejo-tigre (*Mycteroperca tigris*), Mero (*Epinephelus itajara*) e Cherne-poveiro (*Polyprion americanus*).

Ecossistemas submersos, como recifes de coral, banco de algas e moluscos também foram estudados na região. Não foram encontradas presenças significativas de corais, tanto costeiros quanto de águas profundas. Na Região Costeira espécies de corais formadores de recife são encontradas dispersas em costões rochosos. Já os corais de água profunda foram relatados em pequenos números dispersos ao longo das áreas de Talude e Oceano Profundo, com densidade relativa muito baixa. Os bancos de algas foram encontrados somente sobre a Plataforma Continental e Região Costeira (até a profundidade de 120 m), com maior presença na porção sul e na Laje de Santos (SP). Bancos de moluscos foram registrados também sobre a Plataforma Continental, com algumas presenças significativas no litoral de Santa Catarina. Não há indicação de presença de comunidades de corais de águas profundas, banco de algas ou

moluscos nas áreas onde serão implantadas as estruturas submarinas do Projeto Etapa 3.

Os organismos bentônicos, que são aqueles associados ao assoalho marinho, também tiveram suas densidades populacionais variando entre maiores valores próximos à Região Costeira e menores em direção ao Talude e Oceano Profundo. A variação de sedimento, descrito anteriormente, é predominante para a presença de espécies.

Sobre as espécies exóticas marinhas registradas na zona costeira brasileira, foram detectadas 58 espécies exóticas (espécies detectadas, estabelecidas e invasoras) na costa brasileira, sendo nove delas consideradas invasoras. Na área costeira da Bacia de Santos, foram registradas 40 espécies exóticas, das quais oito são consideradas invasoras.

Estas comunidades biológicas interagem com a extensa e variada costa da Bacia de Santos, que possui uma relevante contribuição quanto à quantidade e variedade de ecossistemas costeiros, resultado de sua fisiografia recortada, com feições e elementos ambientais diversificados. Os ecossistemas costeiros com ocorrência na Bacia de Santos são: praias arenosas, dunas, restingas, costões rochosos, estuários e deltas, manguezais, marismas, planícies de maré e lagoas e lagunas costeiras.

Na Área de Estudo foram identificados diversos ecossistemas sensíveis e áreas prioritárias para conservação na Bacia de Santos, algumas localizadas em Unidades de Conservação (UCs), que são espaços territoriais com características naturais relevantes com a finalidade de garantir a proteção e conservação dos recursos naturais. Estas UCs englobam diversos ecossistemas, sendo que a maior parte dos ambientes está relacionada às formações da Mata Atlântica, como florestas ombrófilas e de encostas, restingas e manguezais, além de costões rochosos, dunas, praias, campos inundáveis, lagoas e ambiente marinho.

Na Área de Estudo foram cadastradas na totalidade 242 Unidades de Conservação (UCs), das quais 131 (54%) são de Uso Sustentável e 111 (46%) de Proteção Integral. Foram identificadas algumas UCs e/ou suas respectivas zonas de amortecimento na rota de embarcações do Projeto Etapa 3, são elas: Reserva Extrativista (RESEX) Marinha Itaipu; Área de relevante interesse ecológico (ARIE)

da Baía de Guanabara; Parque Natural Municipal (PNM) Paisagem Carioca; Área de Proteção Ambiental (APA) dos Morros do Leme e Urubu, Pedra do Anel, Praia do Anel e Ilha da Cotunduba; Zona de Amortecimento do Parque Estadual (PE) da Serra da Tiririca; Zona de Amortecimento da RESEX Marinha Itaipu; Zona de Amortecimento do Monumento Natural (MONA) Pedra do Índio; Zona de Amortecimento da MONA Pedra de Itapuca; Zona de Amortecimento da MONA da Ilha dos Cardos; Zona de Amortecimento da MONA Ilha da Boa Viagem; Zona de Amortecimento da ARIE da Baía de Guanabara e Zona de Amortecimento da MONA das Ilhas Cagarras. Na rota das embarcações também é verificada a ocorrência de áreas consideradas de alta a extremamente alta importância biológica para a conservação.

Assim, analisando as inter-relações no meio biótico com as apresentadas para o meio físico, nota-se que as características das comunidades bióticas diferem entre a zona costeira, de Plataforma Continental e de Oceano Profundo. A zona costeira é considerada como região de transição ecológica que desempenha uma importante função de ligação e trocas genéticas entre os ecossistemas terrestres e marinhos, fato que a classifica como ambiente complexo, diversificado e de extrema importância para a sustentação da vida no mar.

Condições ambientais favoráveis, como maior concentração de nutrientes, gradientes térmicos e salinidade variável e, ainda, as condições de abrigo e suporte à reprodução e à alimentação nos estágios iniciais da maioria das espécies que habita os oceanos, transformaram os ambientes costeiros num dos principais focos de atenção no que diz respeito à conservação ambiental e manutenção de sua biodiversidade.

Já a zona oceânica, tanto de Plataforma, quanto de Oceano Profundo, quando comparada com a zona costeira, pode ser considerada como uma região menos sensível na medida em que se afasta da linha de costa; observa-se também uma menor concentração de organismos, devido a menor disponibilidade de nutrientes.

Assim, as principais características descritas acima, destacando as inter-relações entre as comunidades biológicas e ecossistemas, estão apresentadas na **Figura II.5.4.1.2-2**.



**Figura II.5.4.1.2-2** – Ambientes predominantes no contexto de inter-relações no ambiente biótico.

Inseridas a este contexto físico e biótico da Bacia de Santos, a organização e atividades socioeconômicas se estendem desde a linha de costa até o Oceano Profundo, com características inerentes ao distanciamento da costa.

O uso e ocupação da Região Costeira da Bacia de Santos constitui-se por um mosaico diverso, com áreas urbanas residenciais, regiões de exploração industrial e outras atividades econômicas, além de áreas de preservação.

As áreas urbanas variam desde pequenos municípios, como Cananéia (SP) com 12 mil habitantes, passando por Santos (SP) com 420 mil habitantes, até o Rio de Janeiro (RJ), com aproximadamente seis milhões de habitantes. Em muitos locais o desenvolvimento urbano ocorreu de forma desordenada, fazendo com que a população se fixasse em áreas de risco, principalmente em encostas de morros que, como mostrado anteriormente, são passíveis de sistemas atmosféricos específicos, além de toda a região sofrer com grandes volumes de chuvas durante os meses mais quentes. Além do problema de ocupações irregulares, outra característica desta Região Costeira é a deficiência de infraestrutura social, considerando a saúde, educação, transporte e saneamento, sendo este último um agravante para a saúde pública e uma fonte importante de contaminação de rios, mananciais e áreas costeiras.

Já o desenvolvimento industrial na área ocorreu degradando de forma significativa a qualidade da paisagem natural, com a perda de recursos cênicos. Dentre os principais polos, destaca-se a região de Macaé e a Baía de Guanabara, o porto de Angra dos Reis, todos no estado do Rio de Janeiro, bem como a região do porto e do Terminal Aquaviário em São Sebastião, o polo Petroquímico de Cubatão e região portuária na Baixada Santista, no Estado de São Paulo.

A fisiografia das áreas costeiras da área de estudo, associadas às condições físicas locais, resultam em exuberantes paisagens naturais, com formações geológicas moldando distintas feições de praias e demais ambientes litorâneos, os quais, por sua vez, atraem diferentes públicos e formas de turismo e lazer para a região. O turismo configura-se, assim, como outra relevante atividade fomentadora da economia local, estando o crescimento da atratividade turística nas áreas costeiras relacionado às suas características físico-biológicas específicas e peculiares. Esta vocação turística dos municípios da área de estudo estimula formas distintas de exploração do turismo e atividades de lazer,

ocasionando impactos e conflitos, como o aumento da especulação imobiliária, disputas pelo uso do território marítimo entre pescadores e praticantes de esportes aquáticos, pressões do turismo sobre a infraestrutura de serviços dos municípios (sobretudo esgotamento sanitário e abastecimento), interferência de instalações industriais na beleza cênica, entre outros. Ainda na zona costeira da Bacia de Santos destaca-se o desenvolvimento de atividades de aquicultura, principalmente com os cultivos de vieiras, ostras, mexilhões, camarões, algicultura e, em alguns locais específicos, a piscicultura, com a criação de robalo, bijupirá e garoupa por exemplo. Destaque para a região do litoral norte e a região de Cananéia no estado de São Paulo, e a Baía da Ilha Grande, no estado do Rio de Janeiro, como locais de concentração desta atividade.

Destaca-se também na zona costeira da Bacia de Santos a presença de comunidades tradicionais indígenas e quilombolas, que possuem uma ligação diferenciada com o meio ambiente e uma dependência, e até mesmo simbiose, com a natureza. As principais comunidades quilombolas se localizam nos municípios de Paraty, Angra dos Reis e Cabo Frio, no Rio de Janeiro, e em Cananéia e Ubatuba, em São Paulo. Já as comunidades indígenas, destacam-se as localizadas nos municípios de Paraty e Angra dos Reis, no Rio de Janeiro, e em Ubatuba, Bertioga, Itanhaém e Cananéia, em São Paulo. É possível afirmar que não há influência do empreendimento sobre terras indígenas, quilombolas, em bens culturais acautelados e em áreas ou regiões de risco ou endêmicas para malária, visto que ocorrerão em área offshore e a cerca de 170 km da costa. As infraestruturas de apoio também não estão localizadas sobre terras indígenas e quilombolas, em bens culturais acautelados e de risco de malária.

Outra comunidade tradicional importantíssima para o contexto regional da Bacia de Santos é a comunidade caiçara, que tem como principal atividade econômica, e algumas vezes de subsistência, a pesca artesanal e/ou a roça. Praticamente todos os municípios costeiros da Bacia de Santos apresentam atividades de pesca artesanal, sendo que quando analisadas as áreas de pesca destes municípios, elas se estendem desde o interior de baías, enseadas, lagunas costeiras, estuários, sendo esta a realidade da grande maioria dos pescadores, e com aumento das embarcações e maior autonomia e capacidade para grandes deslocamentos, chega a ocorrer por praticamente toda a Plataforma

Continental. Ao longo de todo o litoral são identificadas também infraestrutura de apoio para embarque e desembarque, além de reparo e manutenção de barcos e petrechos de pesca, sendo que a maioria se encontra em condições ambientais e de funcionamento muito precárias. Um fator importante diagnosticado é que boa parte desta população é de alta vulnerabilidade socioeconômica, com baixa renda *per capita*, sendo muitas vezes dependente de programas sociais. Esta população acaba envolvida em uma dinâmica conflitiva com distintos atores que se ocupam do território marítimo e dos recursos de que ele dispõe (pescadores industriais, órgãos públicos de fiscalização, gestores de unidades de conservação, atravessadores, turistas de esportes náuticos), e os pescadores artesanais representam o elo mais fraco.

Além da pesca artesanal desenvolvida por estas populações tradicionais, também está presente na área a pesca industrial, com capacidade de captura, processamento e deslocamento muito maiores. Cabe destacar que as condições oligotróficas das correntes marinhas na região de estabelecimento dos empreendimentos do Projeto Etapa 3 não são favoráveis à pesca industrial oceânica voltada à captura de grandes peixes pelágicos, o que, aliada ao baixo nível tecnológico da frota, impede o desenvolvimento de uma pesca industrial massiva. Dos oito principais portos brasileiros de desembarque da pesca industrial, três estão localizados na área de estudo: Angra dos Reis, Rio de Janeiro-Niterói/RJ e Santos-Guarujá/SP.

Destaca-se ainda que esses portos constituem bases de apoio do projeto Etapa 3, além do Porto de São Sebastião em São Paulo. Terminais petroleiros como os localizados na Baía da Ilha Grande, estado do Rio de Janeiro, e no Canal de São Sebastião, estado de São Paulo, reforçam a vocação de transporte de bens e materiais por estes estados da Bacia de Santos.

Desta maneira, observa-se que a distribuição da concentração e de atividades humanas pelos diferentes compartimentos físicos-bióticos na Bacia de Santos é maior na zona costeira e decresce em direção ao Oceano Profundo. Estas características e as inter-relações socioeconômicas descritas acima, destacando as principais diferenças entre a Região Costeira, a Plataforma Continental e a área de Talude e Oceano Profundo, estão apresentadas na **Figura II.5.4.1.2-3**.



**Figura II.5.4.1.2-3** – Inter-relações socioeconômicas predominantes no contexto dos ambientes físico e biótico.

Após a apresentação das inter-relações que ocorrem na Bacia de Santos entre os meios físico, biótico e socioeconômico fica evidenciada uma maior sensibilidade de fatores na zona costeira, e uma amortização desta sensibilidade conforme se aumenta a distância da costa. Entretanto, é importante destacar que este degrade de sensibilidade crescente em direção à costa só pode ser aplicado quando comparados os compartimentos Talude e Oceano Profundo, Plataforma Continental e Região Costeira, como compartimentos de características físicas, bióticas e socioeconômicas distintas. Grandes cetáceos, por exemplo, são organismos extremamente sensíveis, com ciclos de vida elevados, mas que ocorrem predominantemente em regiões de Plataforma Continental, Talude e Oceano Profundo, que são regiões contextualmente de média e baixa sensibilidade.

Assim, considerando que na Região Costeira estão presentes o adensamento socioeconômico, uma maior riqueza biológica, áreas sensíveis, protegidas, de baixa hidrodinâmica, podemos considerar aqui que esta região tem alta sensibilidade quando comparada à região de Plataforma Continental, onde a riqueza biológica é menor que a costeira, existe a ocorrência de organismos migratórios e atividades de pesca artesanal de alta mobilidade. Ainda comparando estes dois compartimentos com a região de Talude e Oceano Profundo, onde ocorrem predominantemente as atividades do Projeto Etapa 3, evidencia-se a baixa sensibilidade deste ambiente, com a menor quantidade de nutrientes nas águas, baixa densidade de organismos e de atividade socioeconômica. Desta maneira, a **Figura II.5.4.1.2-4** sintetiza a relação entre estes três grandes compartimentos na Bacia de Santos.



**Figura II.5.4.1.2-4** – Sensibilidade relativa com relação as interações entre os compartimentos físico, biótico e socioeconômico. A classificação de sensibilidade se aplica a todo o compartimento relativamente aos demais e, não necessariamente, as características isoladamente possuem a sensibilidade indicada (grandes cetáceos, por exemplo, possuem de modo geral alta sensibilidade, contudo estão englobados em um contexto de baixa sensibilidade no Talude e Oceano Profundo, quando este compartimento de forma geral é comparado à Região Costeira).

### II.5.4.2 – Síntese da Qualidade Ambiental

A partir da análise dos componentes dos meios físico, biótico e socioeconômico foi possível identificar a qualidade ambiental através da sensibilidade da área de estudo.

Para tanto, foi elaborado um Mapa de Sensibilidade Ambiental, cujo objetivo é fornecer uma caracterização das áreas sensíveis à implantação e operação dos empreendimentos do Projeto Etapa 3, tornando-o um instrumento necessário para a tomada de decisões.

Esse mapa toma por base as premissas estipuladas pelo Atlas de Sensibilidade Ambiental ao Óleo, publicado pela Secretaria de Mudanças Climáticas e Qualidade do Ar do Ministério do Meio Ambiente - MMA em 2007.

A cartografia utilizada para a confecção do mapa apresentado no **Desenho II.5.4-1 (Anexo II.5.4-1)** foram as Cartas de Sensibilidade Ambiental a Derrame de Óleo, ou Cartas SAO, desenvolvidas para a Bacia de Santos, pela PETROBRAS e pelo MMA em 2008, acrescido de informações cujas referências estão listadas nos próprios mapas e foram utilizadas ao longo do Diagnóstico Ambiental – **seções II.5.1, II.5.2 e II.5.3.**

Conforme metodologia do MMA, as cartas SAO incluem três tipos de informações principais:

- **Sensibilidade dos ecossistemas costeiros e marinhos:** definida pelo Índice de Sensibilidade Litorânea – ISL, que classifica os segmentos do litoral em habitats, de acordo com suas características geomorfológicas, tipo de substrato, regime hidrodinâmico, persistência natural do produto vazado e condições de limpeza e remoção. Com isso é possível inferir padrões de comportamento do produto vazado e de transporte de sedimentos. O índice obedece a uma classificação de sensibilidade crescente entre 1 (um) e 10 (dez). Para estas características foram utilizadas informações do Projeto de Proteção e Limpeza de Costa (PPLC) que consolida informações sobre a sensibilidade ambiental ao óleo de toda a costa brasileira (PPLC, 2013).
- **Recursos biológicos:** devem representar a fauna e flora sensíveis ao produto vazado, com informação em nível de espécie. As informações

sobre esses recursos devem incluir as áreas onde ocorrem concentrações de espécies sensíveis ao produto vazado, as áreas de alimentação, reprodução, nidificação, berçários, e as áreas de trânsito/rota de migração. As informações sobre recursos biológicos são apresentadas por estágios específicos do ciclo de vida das espécies, considerando sua sazonalidade.

- **Atividades socioeconômicas:** são ilustradas as que possam sofrer impactos causados por derramamentos de óleo ou pelas ações de resposta. Esses recursos incluem áreas de recreio e de lazer no litoral, áreas de pesca e maricultura, áreas sob gerenciamento especial (unidades de conservação), pontos de captação de água e sítios históricos e culturais.

Os mapas apresentados evidenciam o adensamento de atividades e recursos socioambientais em regiões costeiras, quando comparada às áreas de Plataforma Continental, Talude e Oceano Profundo. Assim, além da distribuição geral dos fatores, em cada um dos mapas foi dada especial atenção às maiores áreas de baías e estuários da Bacia de Santos, que constituem os ambientes de maior sensibilidade ambiental e uma gama diversa de recursos e atividades socioeconômicas.

Estas informações aqui sintetizadas são de fundamental importância para compreensão e classificação dos impactos ambientais do Projeto Etapa 3 (**seção II.6**), bem como o prognóstico ambiental (**seção II.9**), além de ser ferramenta complementar para o estudo de gerenciamento de riscos (**seção II.10**), que engloba também a Análise de Vulnerabilidade Ambiental.