

6. IDENTIFICAÇÃO E AVALIAÇÃO DE IMPACTOS AMBIENTAIS

Neste capítulo, apresenta-se a avaliação dos impactos ambientais desenvolvida a partir do cruzamento entre as informações do diagnóstico ambiental e da caracterização do empreendimento. Inicialmente, descreve-se o roteiro metodológico adotado, para em seguida apresentar os resultados obtidos em cada uma das etapas da análise.

Nesta avaliação, foram considerados apenas os principais impactos ambientais possivelmente decorrentes das atividades relativas à implantação (instalação), operação (produção) e desativação do empreendimento, em condições normais e variações esperadas (itens 6.1 a 6.4). As potenciais repercussões ambientais dos principais eventos acidentais envolvendo derramamento de óleo foram tratadas de forma individualizada, através de metodologia específica e diferenciada, conforme apresentado no item 8.7 do Capítulo 8 (Análise e Gerenciamento de Riscos e Plano de Ação de Emergência).

6.1. METODOLOGIA DE IDENTIFICAÇÃO E AVALIAÇÃO DOS IMPACTOS

A análise de impactos ambientais envolve a identificação e avaliação dos principais impactos que ocorrem na área de influência do empreendimento em face de sua implantação (ancoragem e instalação das estruturas submarinas), operação (produção) e desativação. A avaliação abrange a descrição dos impactos, a previsão de sua magnitude e julgamento de sua importância através de critérios previamente estabelecidos (item 6.1.2).

A avaliação dos impactos ambientais possibilita uma previsão da possível situação ambiental futura considerando o desenvolvimento da atividade, que deve ser analisada tendo-se como referência os resultados do diagnóstico e sua síntese, os quais apontam as tendências dos processos ambientais sem o desenvolvimento da atividade.

Quanto às técnicas de identificação e avaliação de impactos, deve-se ressaltar que a literatura técnica dispõe de um elenco variado de métodos para avaliação dos impactos ambientais, alguns privilegiando os aspectos quantitativos, outros os qualitativos. No entanto, a experiência vem demonstrando que todos apresentam deficiências e virtudes, havendo consenso de que, se o conhecimento das várias técnicas é útil, a utilização de qualquer uma delas, exclusivamente, não consegue expressar a multiplicidade de fatores envolvidos. Deve-se, portanto, combinar o conjunto de técnicas que melhor se adapte às características de cada estudo.

A seguir, descrevem-se, sucintamente, as etapas e procedimentos adotados no presente estudo para a avaliação dos impactos ambientais do Projeto Bijupirá & Salema.

6.1.1. Identificação dos Impactos Ambientais

Esta etapa envolveu a elaboração da Matriz de Identificação de Impactos e da Listagem de Impactos Ambientais Relevantes.

Elaboração da Matriz de Identificação de Impactos

Consistiu em uma análise das possibilidades de impacto ambiental resultante das ações do empreendimento, compreendendo os seguintes procedimentos:

- ❑ Identificação das ações do empreendimento potencialmente impactantes, resultando na elaboração do Fluxograma do Processo de Interesse Ambiental (Figura 6.2.1-a);
- ❑ Identificação dos fatores ambientais passíveis de serem impactados, a partir dos resultados do diagnóstico ambiental;
- ❑ Análise do cruzamento das ações do empreendimento potencialmente impactantes com os fatores ambientais passíveis de serem impactados, aplicando-se técnicas de *brainstorm* com a participação de toda a equipe envolvida na elaboração do projeto e dos estudos ambientais.

Listagem de Impactos Ambientais Relevantes

Esta listagem foi desenvolvida a partir de uma discussão interdisciplinar envolvendo as equipes responsáveis pela elaboração do projeto e pelos estudos ambientais. Com base na análise da Matriz de Identificação de Impactos (Quadro 6.2.2-a), foram identificados os impactos considerados mais relevantes. Entende-se como relevante a indicação de que o impacto em questão merece um estudo mais aprofundado, com descrição de seu processo impactante e avaliação de sua magnitude e de sua importância.

Para tal seleção, foram levados em consideração os seguintes aspectos:

- as informações sobre a caracterização e quantificação das ações do empreendimento;
- as observações disponíveis sobre impactos conhecidos de empreendimentos semelhantes (produção de petróleo *offshore*);
- os resultados do diagnóstico ambiental e o conhecimento existente sobre a sensibilidade do meio ambiente da área de estudo;
- as interações (somatórios e sinergia) entre os diversos impactos identificados na etapa anterior da avaliação.

6.1.2. Avaliação dos Impactos Ambientais

A avaliação dos impactos ambientais compreendeu os seguintes procedimentos:

Descrição dos impactos ambientais relevantes: caracterizando seu processo impactante de modo a explicitar a relação da ação causadora com os fatores ambientais afetados.

A descrição dos impactos subsidiou as posteriores avaliações de sua magnitude e importância, em função das alterações previstas nos fatores ambientais analisados. Para tanto, foram realizadas análises qualitativas e/ou quantitativas, em função das informações disponíveis sobre o empreendimento e dos resultados obtidos no diagnóstico ambiental. Nos casos em que se julgou pertinente, foram realizadas modelagens matemáticas para simulação dos processos impactantes, como no caso da dispersão da água produzida no mar e da emissão de poluentes atmosféricos (respectivamente, itens 6.3.8 e 6.3.9, a seguir).

Avaliação da magnitude e importância dos impactos ambientais: adotando-se os seguintes critérios para avaliação da importância (Farah, 1993): qualificação, incidência, abrangência espacial, duração e frequência e reversibilidade.

Com a finalidade de completar o quadro de elementos para subsidiar a avaliação dos impactos, foi ilustrada em uma Matriz de Avaliação a ocorrência dos impactos associados às etapas operacionais do empreendimento (instalação do sistema de produção, produção de hidrocarbonetos e desativação da atividade). Também foram indicadas as zonas espaciais de atividade onde as principais repercussões dos impactos se dão, classificadas em zona 1 (região dos poços e das estruturas submarinas, no assoalho oceânico); zona 2 (unidades de produção – FPSO – e coluna d' água); zona 3 (trajeto entre unidade de produção e a base de apoio terrestre); e zona 4 (base de apoio terrestre).

A homogeneização dos critérios para os diversos temas estudados foi obtida através de discussão interdisciplinar, buscando-se um entendimento conceitual dos mesmos, de modo que sua aplicação para impactos de natureza diversa fosse coerente.

Os critérios de avaliação estabelecidos estão descritos a seguir.

□ *Magnitude*

A avaliação quanto à magnitude tem por objetivo dimensionar o grau da alteração esperada a partir da evolução do processo impactante, comparando-se o ambiente alterado pelas ações do empreendimento com a situação ambiental provável sem a ação proposta, descrita nos estudos de diagnóstico.

Para mensuração da magnitude dos impactos, foi determinada uma escala qualitativa, em que os graus de impacto são avaliados como de ordem *baixa*, *média* ou *alta*, em função do grau de comprometimento do fator ou fatores ambientais afetados.

A magnitude **alta** refere-se a uma alteração significativamente elevada para um determinado fator ambiental, ou conjunto de fatores ambientais, podendo comprometer a qualidade do ambiente e/ou seu equilíbrio. A magnitude **média** resulta em alteração medianamente significativa, enquanto que a magnitude **baixa** resulta em alteração pouco significativa.

□ *Importância*

A avaliação da importância dos impactos identificados tem relação com a natureza de cada um deles, independente do tipo de ambiente em que ele poderá ocorrer. Pode ser analisada à luz de diversos outros critérios, dentre os quais destacam-se os descritos a seguir.

➤ *Qualificação*

A avaliação quanto à qualificação do impacto deve situar o processo impactante previsto como sendo prejudicial ou benéfico para o meio ambiente. Assim, o impacto é classificado como **negativo** quando a alteração prevista do fator ambiental ou conjunto de fatores significar uma deterioração da qualidade ambiental (independente de sua magnitude), ou **positivo**, quando a alteração significar um ganho de qualidade ambiental.

➤ *Incidência*

Este critério localiza o impacto na rede de interações causa-efeito, indicando se o impacto decorre diretamente da ação do empreendimento (**impacto direto**), ou se é decorrente de um processo desencadeado por um outro impacto ambiental (**impacto indireto**).

➤ *Abrangência espacial*

A noção de rebatimento espacial dos processos impactantes é estratégica para a avaliação de impactos (para determinação da área de influência, identificação de impactos sinérgicos e identificação de impactos indiretos, dentre outros) e para a proposição das ações mitigadoras e de controle ambiental. Para tanto, a análise de processos impactantes deverá incorporar elementos espaciais, selecionando-se indicadores com variabilidade espacial.

Os impactos foram classificados como **locais** quando seus efeitos se fazem sentir apenas nas zonas de desenvolvimento da atividade de produção descritas no item 2.1.5 (Figura 2.1.5-a), e como **regionais** quando seus efeitos extrapolam as imediações destas zonas, porém se restringem a uma região geográfica cuja delimitação pode ser exata ou pelo menos aproximada. Adotou-se ainda a classificação de impacto **estratégico**, nos casos em que seu rebatimento espacial não pode ser previsto em função de incertezas inerentes ao processo de produção, especialmente no que se refere aos aspectos comerciais do óleo a ser produzido.

➤ *Duração e frequência*

Este critério classifica os impactos em **temporários** (impacto cujos efeitos cessam em um horizonte temporal conhecido) ou **permanentes** (impacto cujos efeitos se estendem além de um horizonte temporal conhecido, mesmo cessando a causa geradora da ação impactante). Além disso, em termos de sua frequência, os impactos podem ser **cíclicos** (impacto cujos efeitos se manifestam de forma intermitente e em intervalos de tempo determinados). Este critério é função principalmente do comportamento temporal do processo impactante analisado e da manifestação das alterações dele resultantes.

➤ *Reversibilidade*

O critério reversibilidade indica se o fator ou conjunto de fatores ambientais irá retroceder às suas condições originais uma vez cessada a ação impactante (impacto **reversível**) ou se irão se manter mesmo após cessar a ação impactante (impacto **irreversível**). Este critério relaciona-se principalmente com as características do sistema ambiental, em termos de sua resiliência.

Sempre que possível, associou-se uma noção de tempo à avaliação da reversibilidade, de modo a se indicar o intervalo de tempo previsto para que a reversão às condições originais ocorra.

Ressalta-se também que todos os impactos identificados se farão sentir logo após sua geração, ou seja, foram avaliados como imediatos, embora alguns deles possam ser intensificados ao longo do tempo. Por esta razão, este critério não foi incluído na Matriz de Avaliação de Impactos.

Elaboração da Matriz de Avaliação dos Impactos: sintetizando os resultados do julgamento dos critérios de avaliação.

Finalmente, deve-se ressaltar que a avaliação de impactos foi realizada considerando as atividades de produção do Projeto Bijupirá & Salema isoladamente, uma vez que o conjunto dos empreendimentos de produção previstos para a região de estudo, e que eventualmente poderiam apresentar processos cumulativos e/ou sinérgicos entre si, deve ser objeto de avaliação ambiental estratégica, gerando dados e condicionantes para as análises específicas de cada empreendimento isolado.

6.2. IDENTIFICAÇÃO DOS IMPACTOS AMBIENTAIS

Neste item, sintetizam-se os resultados da identificação dos impactos ambientais, abrangendo a análise das ações impactantes, dos fatores ambientais impactáveis e do confronto entre ações e fatores na Matriz de Identificação dos Impactos. Como resultado desta etapa, obtém-se a Listagem de Impactos Ambientais Relevantes.

6.2.1. Ações potencialmente impactantes

As ações potencialmente impactantes inerentes ao desenvolvimento da atividade, abrangendo a instalação do sistema de produção, a produção em si e as atividades de apoio, foram representadas no Fluxograma do Processo de Interesse Ambiental (Figura 6.2.1-a).

Para identificação dos impactos potenciais, optou-se por organizar as ações em função de dois critérios: tipo de atividade do empreendimento e fase do processo em que incidem. As atividades consideradas foram:

- Instalação do sistema submarino
- Deslocamento do FPSO para a região dos campos
- Criação de zona de segurança em torno do FPSO
- Mobilização de mão-de-obra
- Geração de resíduos da planta de produção
- Geração de resíduos das atividades de apoio à produção
- Emissão de poluentes gasosos
- Transporte entre o FPSO e a base de apoio terrestre, incluindo as atividades associadas à própria base de apoio
- Geração de *royalties*
- Desativação da atividade de produção
- Produção de óleo e gás natural

No Fluxograma, cada uma das classes de atividades foi representada por uma cor, de modo a permitir uma rápida visualização do conjunto de ações específicas do empreendimento que abrangem. A descrição dessas ações encontra-se no Capítulo 3, relativo à Descrição da Atividade de Produção.

Figura 6.2.1-a - Fluxograma do Processo de Interesse Ambiental A3

6.2.2. Fatores ambientais impactáveis

Os fatores ambientais considerados passíveis de serem impactados pelo Projeto Bijupirá & Salema, a partir dos resultados do diagnóstico ambiental, foram:

- Meio Físico
 - qualidade do ar
 - qualidade das águas
- Meio Biótico
 - biota marinha como um todo (plâncton, bentos e nécton)
- Meio Socioeconômico
 - demanda de óleo e gás natural
 - atividades pesqueiras
 - receita tributária
 - nível de emprego
 - infra-estrutura de transportes marítimo e aéreo
 - tráfego marítimo
 - infra-estrutura portuária
 - infra-estrutura de disposição final de resíduos
 - atividades de comércio e serviços
 - conhecimento técnico-científico
 - economia municipal, estadual e nacional

Embora a biota marinha como um todo seja passível de sofrer os efeitos do desenvolvimento da atividade de produção, alguns compartimentos da biota foram tratados de forma individualizada, devido às especificidades concernentes a determinados impactos. Neste caso, incluem-se especialmente as comunidades bentônicas da região onde deverão ser instalados os equipamentos submarinos.

A análise cruzada das atividades do empreendimento com os fatores ambientais impactáveis está representada na Matriz de Identificação de Impactos (Quadro 6.2.2-a). Nesta Matriz, os campos de cruzamento entre ações e fatores foram preenchidos com os impactos ambientais decorrentes dessas interações (os impactos foram identificados com a numeração constante da Listagem de Impactos Relevantes, apresentada no item 6.2.3).

Quadro 6.2.2-a: Matriz de Identificação de Impactos

6.2.3 Listagem dos Impactos Ambientais Relevantes

1. Instalação do sistema submarino sobre a qualidade da água
2. Instalação do sistema submarino sobre as comunidades bentônicas
3. Deslocamento do FPSO para a região dos campos sobre o ecossistema marinho
4. Presença física do sistema de produção sobre a biota marinha
5. Desativação da atividade de produção sobre a biota marinha
6. Lançamento ao mar dos efluentes gerados no FPSO sobre a qualidade da água
7. Lançamento ao mar dos efluentes gerados no FPSO sobre a biota marinha
8. Lançamento ao mar da água produzida sobre o ecossistema marinho
9. Emissão de poluentes gasosos sobre a qualidade do ar
10. Criação de zona de segurança no entorno do FPSO sobre a atividade pesqueira
11. Demanda de mão-de-obra sobre o nível de emprego
12. Atividades de instalação do sistema de produção sobre a receita tributária
13. Atividades de instalação, desenvolvimento e remoção do sistema de produção sobre as atividades de comércio e serviços
14. Atividades de produção sobre o tráfego marítimo
15. Atividades de produção sobre o tráfego rodoviário
16. Atividades de produção sobre a infra-estrutura de transporte marítimo
17. Atividades de produção sobre a infra-estrutura de transporte aéreo
18. Atividades de produção sobre a infra-estrutura portuária
19. Geração de resíduos sólidos e oleosos sobre a infra-estrutura de disposição final
20. Desenvolvimento da atividade sobre a demanda de óleo e gás natural
21. Atividades de produção de óleo e gás natural sobre a economia municipal, estadual e nacional
22. Desenvolvimento da atividade sobre o conhecimento técnico-científico

6.3. AVALIAÇÃO DOS IMPACTOS AMBIENTAIS

As informações constantes da descrição da atividade de produção a ser desenvolvida na Bacia de Campos, bem como aquelas referentes ao meio ambiente em questão, constituem a base da avaliação dos impactos ambientais possivelmente decorrentes do desenvolvimento da atividade. Entretanto, esta avaliação foi elaborada, e deve ser assim analisada, de forma cautelosa, tendo em vista a complexidade do contexto em que se insere, principalmente no que se refere ao atual estado-da-arte dos estudos ecológicos sobre os efeitos agudos e crônicos do desenvolvimento de atividades petrolíferas em região de águas profundas (talude continental), em regiões tropicais.

A extensa bibliografia analisada revela que diversos trabalhos têm sido desenvolvidos enfocando apenas os efeitos de derramamentos de óleo, que representam uma significativa alteração ambiental em um curto intervalo de tempo. Entretanto, segundo Peterson *et al* (1996), o entendimento das conseqüências de muitas das alterações ambientais associadas à produção de hidrocarbonetos *offshore* é extremamente limitado. Ainda segundo os mesmos autores, discussões têm sido levantadas a respeito das dificuldades referentes à previsão de impactos decorrentes deste tipo de empreendimento. Uma delas é representada pela dificuldade de distinção entre impactos antropogênicos e variações espaço-temporais naturais em sistemas ecológicos.

Embora os processos impactantes associados às atividades de produção de óleo e gás não impliquem em alterações ambientais da mesma magnitude dos derramamentos de óleo, essas perturbações ambientais crônicas continuam a operar durante longos períodos de tempo e sobre áreas possivelmente mais amplas, em comparação com os efeitos de derramamentos. Assim, podem induzir alterações ecológicas importantes. Segundo Peterson *et al* (1996), revisões a respeito dos impactos ecológicos das atividades de óleo e gás *offshore* identificaram esta lacuna como a maior prioridade de pesquisas para embasar a tomada de decisão sobre novas propostas de desenvolvimento de fontes adicionais de hidrocarbonetos na plataforma continental.

Destaca-se também que às dificuldades referentes às especificidades de cada região, somam-se aquelas relativas às lacunas do conhecimento da ecologia. Ainda são escassos estudos de longa duração para avaliar alterações nas populações e comunidades que parecem insignificantes logo após um evento, em decorrência do dinamismo das comunidades habitantes do oceano aberto.

No contexto específico do Projeto Bijupirá & Salema, é importante ressaltar ainda que a Enterprise possui um projeto específico para a desativação das atividades de produção nos campos de Bijupirá e Salema, porém baseado na legislação atualmente vigente. Como esta etapa final do projeto somente ocorrerá daqui a cerca de 17 anos, alterações neste projeto podem ocorrer, em virtude de modificações na legislação e de novas tecnologias voltadas para o descomissionamento do FPSO (ver descrição, em linhas gerais, dos procedimentos relativos à desativação da atividade no item 3.14 deste EIA). Assim, a avaliação dos impactos ambientais decorrentes desta etapa da atividade torna-se bastante imprecisa.

Embora existam importantes obstáculos e lacunas do conhecimento que dificultam a avaliação dos impactos provocados pela implantação de atividades petrolíferas *offshore*, no presente trabalho buscou-se proceder uma previsão dos possíveis impactos decorrentes do desenvolvimento dos campos de Bijupirá & Salema de forma consistente, equilibrada e consciente, com base em dados e informações recentes tanto a respeito do ambiente em questão, quanto referentes a empreendimentos semelhantes, conforme apresentado a seguir.

6.3.1. Instalação do sistema submarino da atividade de produção sobre a qualidade da água

Para o desenvolvimento das atividades de produção dos campos de Bijupirá e Salema, entende-se que todos os poços perfurados estarão prontos para serem conectados às estruturas submarinas pertinentes às atividades de produção. O procedimento detalhado sobre a instalação destas estruturas está descrito no item 3.4 deste EIA. Entretanto, em linhas gerais, pode ser resumido da seguinte forma: (1) instalação das âncoras do tipo VLAs (Vertically Loaded Anchors), dos *manifolds* de produção e de injeção, do PLET e das UTA's e lançamento das *flow lines*; (2) posicionamento do FPSO; (3) amarração dos cabos das âncoras; (4) lançamento e conexão dos *risers*; (5) lançamento e conexão dos umbilicais e (6) realização de testes no sistema.

Todos esses equipamentos, incluindo as próprias âncoras, serão descidos pela coluna d'água até atingirem o local de instalação no fundo do mar; assim, a zona mais atingida será a camada d'água próxima ao fundo.

Estes equipamentos submarinos (*manifolds*, unidades de controle UTA, árvores de natal molhadas e outros) serão instalados no fundo oceânico, ocupando uma área correspondente a um círculo de cerca de 120 m de diâmetro em cada campo, sem considerar os pontos de ancoragem. Além dos equipamentos, serão instaladas também as linhas de fluxo, num total de 13 tubulações, com extensões entre 1,6 a 2,0 km, permanecendo em parte pousadas no assoalho oceânico, na região entre os dois campos e o FPSO.

Os sedimentos depositados no fundo oceânico, em geral, apresentam-se em condições de consolidação e compactação variadas, em função dos processos que os formaram e dos eventos ambientais a que estiveram sujeitos posteriormente.

A instalação do sistema submarino no assoalho oceânico deverá causar vibração nos sedimentos das camadas superiores do fundo, causando a ressuspensão e conseqüente aumento da concentração de material particulado na água. Entretanto, essas partículas tendem a ser rapidamente dispersas pelas correntes locais e sofrer rápida sedimentação, provocando apenas alteração da turbidez na camada de água próxima ao fundo e durante um curto período de tempo.

Tendo em vista esses fatores, o impacto da instalação do sistema submarino sobre a qualidade da água pode ser considerado de baixa magnitude e restrito à região

diretamente afetada e seu entorno. Foi também considerado temporário e reversível, tendo em vista os efeitos decorrentes apenas da instalação, ou seja, o aumento da turbidez local.

6.3.2. [Instalação do sistema submarino sobre as comunidades bentônicas](#)

Dentre os organismos que compõem a comunidade epibêntica, podem ser identificadas diversas espécies vágeis, ou seja, com alguma capacidade de locomoção e que podem escapar quando as condições do meio tornam-se adversas. Já as formas sésseis do epibentos e as que constituem o endobentos possuem limitada capacidade de locomoção e, portanto, são mais vulneráveis a alterações do meio. As espécies endobentônicas, em sua maioria, vivem enterradas no sedimento dentro de galerias internas ou em tubos mucilaginosos, e mantêm apêndices projetados em direção à massa d'água, tais como sífões, tentáculos e cerdas, responsáveis por mecanismos de respiração e alimentação. Alterações no sedimento ou na camada de água adjacente podem constituir impactos significativos para estes organismos.

Informações disponíveis na literatura a respeito da fauna bentônica do talude continental indicam que este ambiente apresenta baixa riqueza de espécies em comparação com a plataforma continental, com poucas espécies dominantes (Sumida, 1994).

Durante a fase de planejamento do Projeto Bijupirá & Salema, foram realizados levantamentos com Side Scan Sonar (Site Survey), no período entre janeiro e março de 2001, ao longo das futuras linhas de escoamento da produção do projeto, a fim de inspecionar os dutos existentes. O sedimento oceânico da região estudada apresentou acentuado grau de bioturbação, sendo composto de siltes arenosos. Além disto, foi identificado um grande número de organismos da epifauna sésil (crinóides, ouriços-do-mar, anêmonas e algumas esponjas).

Ainda neste estudo, realizado pela Svitzer Limited, foi identificada a presença de formações denominadas *mounds*, sugerindo a presença de manchas heterogêneas de estruturas carbonáticas na região analisada.

Em novembro de 2001, foi realizado um novo levantamento utilizando ROVs (Remote Operated Vehicle), sendo inspecionados os locais propostos para locação do FPSO e do gasoduto, e suas interligações com Bijupirá e Salema. Desta forma, algumas das manchas heterogêneas evidenciadas pelo Side Scan Sonar foram identificadas como uma mistura de colônias de corais vivos e aglomerados de material carbonático, também chamados *mounds*. A maioria desses *mounds* eram pequenas elevações (20-30 cm), sendo que o maior apresentava cerca de 4 m.

Ressalta-se também que não foi possível observar, através do ROV, todas as prováveis estruturas carbonáticas identificadas no estudo com o Side Scan Sonar. Isto indica que muitas das reflexões observadas podem ser feições relíquias atualmente recobertas por sedimento.

As espécies coloniais de águas profundas identificadas durante os estudos foram *Lophelia pertusa* (Scleractinia, Caryophylliidae) e *Madrepora oculata* (Scleractinia). Estes corais, caracterizados no Capítulo 5 deste documento, apresentam ampla distribuição em águas profundas, sendo espécies cosmopolitas. Uma das hipóteses para explicar sua ocorrência em águas profundas é o incremento das bactérias consumidoras de metano. O metano é encontrado em grandes quantidades no sedimento oceânico de bacias petrolíferas (*hydrocarbon seeps*). Desta forma, a biomassa bacteriana aumenta, disponibilizando maior quantidade de alimento nas águas profundas, o que favorece os demais níveis tróficos e gera o aumento da diversidade bentônica (Roberts, 2000). Entretanto, de acordo com Viana (1994), a origem dos corais na Bacia de Campos estaria associado aos nutrientes da AIA (água Intermediária Antártica)

Diversos estudos vêm enfocando a ocorrência e distribuição dos corais de águas profundas no mundo, destacando-se estudos realizados no Mar do Norte e Reino Unido. Estes estudos demonstram que os impactos associados aos corais de águas profundas são causados pela pesca, principalmente pelo arrasto de fundo, prática que vem se tornando comum devido à depleção dos estoques pesqueiros em águas mais rasas (Long *et al.*, 2000).

Por sua vez, os impactos gerados pela indústria de petróleo são mais amenos, uma vez que, mesmo após a instalação das estruturas de exploração e produção, os corais continuam a ocorrer, sendo muitas vezes favorecidos pelo substrato fixo das plataformas e instalações (Bell & Smith, 1999). Por exemplo, no Mar do Norte, diversas plataformas têm sido colonizadas por *L. pertusa*. O tamanho das colônias sugere que a espécie apresenta um recrutamento lento após a instalação de estruturas, sendo restrita a profundidades superiores a 60 m (Roberts, 2000).

Segundo a GESAMP (1993), os corais de águas profundas apresentam sensibilidade a variações na qualidade da água, principalmente pelo aumento da sedimentação, associada ao descarte de cascalho e lama de perfuração, o que não é o caso da etapa de produção do Projeto Bijupirá & Salema. Ressalta-se também que os estudos e amostragens realizados (Side Scan Sonar, ROVs e Box Corer) não indicaram a presença de corais nos SDCs destes campos.

Tendo em vista esses aspectos, pode-se considerar que a instalação do sistema de produção, incluindo as âncoras, equipamentos submarinos e linhas de fluxo do processo, no fundo oceânico, poderá afetar os corais e os demais organismos bentônicos, uma vez que gera a suspensão do sedimento oceânico, aumentando temporariamente a turbidez local. A ressuspensão do sedimento na coluna d'água pode vir a prejudicar a fauna bentônica presente na região por entupimento de aparatos utilizados para respiração ou alimentação, principalmente das espécies filtradoras mais sensíveis.

Nesse contexto, é importante mencionar que a Enterprise adotará procedimentos visando evitar os *mounds* no momento da instalação das linhas de fluxo e dos equipamentos submarinos e que não foram identificados corais nas linhas propostas no projeto.

Além disso, cabe mencionar que a instalação das âncoras e demais estruturas deverá causar a perda por esmagamento de organismos bentônicos presentes no local. Este processo, porém, não deverá ocorrer no caso das árvores de natal, que serão instaladas sobre as cabeças de poço, atualmente presentes na região. Já no caso da instalação das

linhas de fluxo do processo, considerou-se este impacto desprezível, pela característica linear destes equipamentos, com diâmetros entre 4" e 10".

Destaca-se ainda que a fauna nectônica possivelmente presente no local, no momento da ancoragem, devido à sua autonomia de deslocamento, deverá se afastar temporariamente até que as condições de qualidade da água sejam restabelecidas.

Assim, espera-se que a implantação do sistema submarino de produção de Bijupirá e Salema não venha a gerar impactos significativos sobre a fauna bentônica em geral, pois a interferência do empreendimento sobre estas comunidades será apenas localizada. Este impacto pode ser considerado negativo e de incidência direta, com relação à morte dos organismos afetados, e indireta, com relação aos organismos afetados em decorrência da alteração da qualidade da água. Foi considerado de média magnitude, embora se restrinja apenas aos locais de instalação dos equipamentos. Possui abrangência local, sendo permanente e irreversível.

Cabe esclarecer que, de acordo com os critérios de temporalidade e reversibilidade descritos no item 6.1.2 deste Capítulo, cessada a ação impactante (instalação do sistema), as comunidades não serão capazes de reverter às condições originais, pois um novo substrato foi introduzido na região. Os efeitos advindos deste processo, porém, encontra-se descrito no item 6.3.4, a seguir.

6.3.3. [Deslocamento do FPSO para a região dos campos sobre o ecossistema marinho](#)

A água de lastro é essencial para a manutenção do equilíbrio e estabilidade das embarcações, sendo imprescindível para a segurança e eficiência dos navios modernos. A água de lastro consiste basicamente da própria água do mar utilizada para preencher os tanques laterais do navio.

A maioria das espécies marinhas tem, pelo menos no início do ciclo de vida, estágios no plâncton. Sendo assim, a água utilizada como lastro dos navios muitas vezes traz consigo ovos, larvas, cistos e diversos outros tipos de inóculos de algas e/ou invertebrados marinhos, bem como microorganismos marinhos holoplanctônicos (bacterio-, fito-, protozoo- e zooplâncton).

O maior problema ambiental da utilização da água de lastro é o seu descarte no mar. O lançamento da água de lastro ao mar tem se tornado, nos últimos anos, foco de estudo em muitos países devido às alterações ocasionadas por introdução de espécies exóticas e conseqüente perda de biodiversidade local por exclusão competitiva.

Acredita-se que a maioria das espécies carreadas não suporte o ciclo de lastreamento e deslastreamento dos navios. Porém, algumas espécies são capazes de sobreviver a esse ciclo, podendo ser introduzidas em outro local, adaptando-se tão bem ao novo ambiente, que podem chegar a dizimar a população natural, seja por predação, toxicidade ou simples competição por espaço.

Durante o deslocamento do FPSO para a região dos campos de Bijupirá e Salema, o ambiente oceânico poderá estar sujeito à colonização de espécies exóticas provenientes da água de lastro deste navio, principalmente se esta não for trocada em trânsito. Neste caso, em especial, qualquer larva de animais, cisto ou inóculo de algas trazidos pelo FPSO poderá se adaptar ao ambiente, já que as plataformas de petróleo, em geral, são associadas a altas produtividades.

Este impacto foi considerado negativo, de baixa magnitude e de abrangência local, pois a área potencial a ser atingida compreende apenas a região da unidade de produção. Porém, sua reversibilidade dependerá do tipo de espécie introduzida e sua adaptabilidade ao ambiente.

A melhor forma de combater esse problema é a prevenção. Para tal, todas as embarcações devem agir em conformidade com a política internacional de tratamento da água de lastro que vem sendo desenvolvida pela IMO. Estudos exaustivos, visando determinar tal política, sugerem que a melhor forma de conter a introdução de espécies exóticas por lastro é a troca da água em trânsito. Assim, o navio de produção deverá lastrear e deslastrear ao longo do percurso entre sua origem e a região dos campos de Bijupirá e Salema.

6.3.4. [Presença física do sistema de produção sobre a biota marinha](#)

O estabelecimento do FPSO e do sistema de produção oferecerá à biota um novo ambiente a ser explorado. A presença física de todo o sistema causará, de imediato, um sombreamento da área, atraindo organismos nectônicos para o local. Tal efeito deverá ser potencializado pela posterior colonização dos *risers* e do casco do FPSO por comunidades incrustantes.

A presença do sistema de produção representará ainda um complexo de substrato consolidado para a fixação de microorganismos (bactérias) e posteriormente de larvas de organismos bentônicos em dispersão no ambiente oceânico. Nas plataformas de petróleo, observa-se o recrutamento de uma variedade de espécies que normalmente ocorrem nos costões rochosos, como cracas, ascídias, briozoários, esponjas e macroalgas (Page *et al*, 1999). Estes organismos incrustantes podem atrair um grande número de espécies de crustáceos, equinodermas e peixes que também se mantêm associados indiretamente a estes substratos. Além disso, um aumento na produção primária deverá ser observado devido à liberação no ambiente de nutrientes excretados por esses organismos, acarretando o aumento da densidade do zooplâncton e de peixes planctívoros. Um ambiente caracterizado por uma biota mais diversa que a normalmente encontrada em ambientes oceânicos será então formado.

Conforme apresentado no diagnóstico ambiental, no campo de Bijupirá e na Bacia de Campos como um todo (Capítulo 5), os organismos bentônicos mais importantes em termos de abundância são as poliquetas, que são adaptadas a sedimentos inconsolidados. De forma semelhante, a presença dessas estruturas no fundo do mar representa a introdução de um novo tipo de substrato (consolidado), o que poderá propiciar o estabelecimento de novas comunidades na região, compostas de organismos

adaptados a este tipo de substrato. Assim, poderá ser observado, também nesta região, um aumento da diversidade local.

As alterações na fauna bentônica, por sua vez, podem desencadear efeitos no nécton, principalmente na população de peixes demersais. Este conjunto de peixes compreende a maior parte da riqueza de vertebrados local, com aproximadamente 70 espécies que podem ser atraídas para a região em virtude de um possível aumento da biomassa bentônica.

A determinação da natureza do impacto de aumento da biodiversidade é extremamente difícil, havendo controvérsias entre considerá-lo positivo ou negativo. Sob o ponto de vista humanístico, tendo em vista até mesmo o ganho comercial com o aumento da produtividade pesqueira, o aumento da biodiversidade e produtividade num ambiente naturalmente pobre pode ser considerado um aspecto positivo. Porém, sob o ponto de vista ecológico, a alteração de um ambiente por intervenção antrópica, seja para aumento ou diminuição da produtividade e biodiversidade, configura-se num impacto negativo, pois resulta da transformação de um ambiente natural, alterando o padrão original de distribuição observado.

No presente estudo, optou-se por adotar o ponto de vista ecológico, considerando este impacto negativo, embora de baixa magnitude e de abrangência local. Este impacto foi considerado ainda temporário e reversível, considerando que as comunidades bióticas, cessada a ação impactante, ou seja, retirado o sistema de produção, tenderão a restabelecer as condições originais.

Com relação a esse aspecto específico, é importante destacar que o restabelecimento das comunidades bióticas poderá não ocorrer de forma completa, principalmente no que diz respeito às comunidades bentônicas. Além disso, o horizonte temporal em que este retorno às condições originais deverá ocorrer é de precisão praticamente impossível, podendo, porém, ser considerado de médio a longo prazo, uma vez que envolverá vários ciclos biológicos.

6.3.5. [Desativação da atividade de produção sobre a biota marinha](#)

Para analisar as conseqüências ecológicas da desativação da atividade de produção sobre a biota marinha, devem ser considerados conhecimentos prévios sobre alguns aspectos, a saber: (1) descrição dos procedimentos operacionais da desativação; (2) a localização das estruturas instaladas, como a posição do FPSO, das linhas de fluxo (produção, injeção, gás lift, umbilicais e gasoduto), localizadas parte na coluna d'água e parte no assoalho oceânico, e as estruturas instaladas no fundo do mar, como *manifolds* e árvores de natal; (3) a distribuição, abundância e composição da biota na coluna d'água e sedimento antes da atividade de produção; (4) alterações ocorridas na distribuição, abundância e composição da biota na coluna d'água e sedimento durante a atividade de produção, com estabelecimento de novas relações e estrutura desta biota. Assim, fica clara a complexidade da análise deste impacto, pois envolve conhecimentos, etapas e detalhes operacionais ainda não consolidados.

A desativação das estruturas físicas instaladas, relacionadas à produção, ocorrerá de acordo com as Regras Administrativas nº 176 (27/10/1999) e 114 (25/07/2001) da ANP (item 5.7). Entretanto, devido à extensão do período de antecedência da análise (17 anos), o programa de abandono poderá sofrer modificações de acordo com novas regras operacionais e legais e tecnologias disponíveis na ocasião real da desativação. No momento, considerando o que dispõem as normas vigentes, prevê-se que todas as estruturas serão retiradas do ambiente. Porém, os procedimentos operacionais detalhados deverão ser revistos à época da efetiva desativação (em 17 anos), para readequação de novas medidas técnicas ou de controle ambiental introduzidas no descomissionamento da atividade. Sendo assim, as considerações a seguir levam em conta apenas o abandono total da área.

A composição e abundância das espécies que ocorrem na área do empreendimento pode variar espacial e temporalmente (Love *et al.*, 2000, *in* Holbrook *et al.*, 2000). As consequências ecológicas, a curto e longo prazo, da desativação são muito influenciadas pela história de vida e estrutura populacional dessas espécies. Por isso, para se entender os efeitos das atividades humanas, em escalas temporal e espacial, é importante ter um conhecimento básico sobre estes aspectos das várias espécies de organismos marinhos envolvidos.

Pode-se supor, entretanto, que diversas alterações serão sofridas pela biota. Estas alterações se referem, num primeiro momento, a um aumento da densidade e biodiversidade durante a permanência das estruturas físicas. Num momento posterior, espera-se uma diminuição destes parâmetros decorrente da desativação.

Entretanto, constata-se que, apesar do conhecimento de que plataformas e outras estruturas podem contribuir para uma vida marinha abundante, prever os efeitos da desativação sobre os estoques regionais de espécies marinhas torna-se praticamente impossível. Isto ocorre porque a maioria das espécies marinhas apresentam uma dispersão por estágios larval ou juvenil, e dependem de complexas relações entre as populações e comunidades (Holbrook *et al.*, 2000).

Assim, a definição da abrangência espacial deste impacto deve ser analisada com cautela. Porém, pode-se prever, em princípio, que os impactos ocorrerão principalmente sobre a biota localizada nas próprias estruturas físicas que estarão sendo retiradas e no sedimento onde estão instaladas essas estruturas.

É importante considerar ainda que, durante a permanência de todas as estruturas do sistema de produção, poderá haver o recrutamento de larvas de invertebrados e peixes que normalmente não se estabeleceriam naquela área por falta de substrato. Tendo em vista que, com a retirada do sistema de produção, estas espécies, durante a fase adulta, habitarão outras áreas, as consequências da desativação podem atingir uma abrangência regional e não apenas local.

Considerando que todas as estruturas serão retiradas após um período relativamente prolongado (cerca de 17 anos), é esperado que as condições originais da biota, antes da atividade de produção, sejam em parte restabelecidas, conforme mencionado no item anterior (6.3.4). Entretanto, o tempo necessário para esse restabelecimento é

imprevisível, dependendo das condições ambientais e das comunidades envolvidas. Considerando este aspecto, este impacto foi considerado positivo e reversível.

Tendo em vista todos esses fatores, este impacto pode ser qualificado como positivo, de incidência direta, regional, temporário, reversível e de baixa magnitude.

6.3.6. Lançamento ao mar dos efluentes gerados no FPSO sobre a qualidade da água

As atividades normais de funcionamento do FPSO irão gerar vários tipos de resíduos, que passarão por diferentes tratamentos e destinos finais. Alguns serão acumulados e destinados a terra (item 3.11.2), enquanto outros serão processados e lançados ao mar. Os resíduos oleosos oriundos da drenagem serão incorporados à planta de processamento da água produzida (item 3.2.4 – c), sendo, portanto, discutidos no impacto referente ao lançamento ao mar deste efluente específico (item 6.3.8).

Dentre os resíduos que serão lançados ao mar, estão os efluentes sanitários e os restos alimentares, cujos tratamentos e descartes são regulados pela Convenção Marpol (International Convention for the Prevention of Pollution from Ships 73/78, anexos IV e V).

✓ Sistema sanitário

O sistema de tratamento de efluentes sanitários do FPSO (item 3.12.5) coleta as águas oriundas de vasos sanitários (“*black water*”), banheiros, lavanderias e cozinha (“*gray water*”). Este sistema é projetado em função do número de pessoas a bordo da unidade de produção (60 a 100 pessoas), para o tratamento de 15,81 m³ diários e uma carga de 10,13 kg de DBO, permitindo um fluxo máximo diário de 13,50 m³, em seus descartes pelo bordo da embarcação. Considerando o uso médio de 100 L diários por pessoa (limpeza, higiene, gasto geral das lavanderias), o volume gerado pode variar de 6,00 a 10,00 m³/dia.

O tratamento deste efluente será realizado através da digestão aeróbica em um tanque com três compartimentos, para aeração, estabilização e desinfecção. Um kit de teste da qualidade do efluente, que avalia a concentração residual de cloreto (5 ppm), será utilizado para verificar o funcionamento do sistema a partir de uma amostra coletada através da válvula de amostragem.

O sistema produz padrões de descarga em concordância com os limites da IMO (50 mg/L de sólidos em suspensão; 50 mg/L de DBO; 5 e 250 NMP/100 mL para coliformes fecais), o que está em acordo com os valores definidos pela Resolução CONAMA 20/86 para a classe 5 de águas salinas (limites de 1.000 NMP/100 mL para coliformes fecais e 5 mg/L de DBO₅).

✓ Sistema de Trituração de Restos Alimentares

Os restos alimentares produzidos no FPSO serão recolhidos e encaminhados para um sistema de trituração, que gerará partículas finais segundo as especificações determinadas na Convenção MARPOL, sendo posteriormente descartadas ao mar. A estimativa da quantidade de restos alimentares, para 60 pessoas, é de 67 kg/dia e o volume de água necessário para a adequação deste volume às características finais de tamanho de partícula chega a um fluxo diário de 0,26 m³.

Os efluentes sanitários e os resíduos alimentares não deverão produzir sólidos flutuantes nem descoloração na água, e o cloreto residual do sistema será rapidamente diluído, não causando qualquer tipo de alteração na salinidade local. Por seu turno, as consideráveis quantidades de esgoto e restos alimentares geradas pontualmente, em decorrência do efetivo a bordo, aumentarão a disponibilidade de nutrientes e a turbidez da água. Porém, as correntes superficiais na região irão dispersar rapidamente os efluentes lançados, diluindo-os e afastando-os do FPSO.

Com base nos aspectos considerados, os impactos decorrentes do lançamento ao mar foram avaliados como de baixa magnitude, numa abrangência apenas local e com efeitos temporários, uma vez que, com a interrupção dos lançamentos, as condições originais da coluna d'água deverão ser rapidamente restabelecidas.

6.3.7. Lançamento ao mar dos efluentes gerados no FPSO sobre a biota marinha

Os efluentes gerados pelas atividades normais de funcionamento do FPSO e os impactos do seu lançamento sobre a qualidade da água foram descritos no item anterior. Entretanto, o lançamento desses efluentes também gera impactos indiretos sobre a biota marinha que habita a coluna d'água, ou seja, plâncton e nécton, como uma consequência de alterações causadas na qualidade da água.

O lançamento de esgoto e restos alimentares (conforme indicado no item anterior) provocará um aumento na concentração de nutrientes (orgânicos e inorgânicos) e turbidez no local de descarte e adjacências. Este aumento da concentração de nutrientes pode favorecer o crescimento do plâncton, desde os microrganismos (bactérias e protozoários) até o fitoplâncton e zooplâncton.

Porém, o aumento da turbidez também pode desfavorecer os componentes planctônicos que realizam fotossíntese, ou seja, alguns microrganismos e fitoplâncton, pois diminui a capacidade de penetração da luz solar na coluna d'água. De qualquer forma, o efeito do lançamento somente ocasionará essas alterações nas camadas superiores da coluna d'água, onde a escassez de nutrientes é o fator limitante para o crescimento do plâncton (Lalli & Parsons, 1993).

Na costa central do Brasil, onde a principal forma de produção é a regenerada, ou seja, decorrente do próprio metabolismo da biota, os organismos autotróficos de 0,2 a 20 μm de tamanho são os principais responsáveis pela produtividade primária (Teixeira & Gaeta, 1991; Ekau & Knoppers, 1999; Susini-Ribeiro, 1999). Estes organismos de menor tamanho possuem um metabolismo rápido e, assim, respondem rapidamente a qualquer alteração, sendo, portanto, considerados indicadores. Mesmo com o aumento da turbidez, com conseqüente diminuição da penetração da luz solar, a tendência de aumento da densidade e diversidade do plâncton ocorrerá devido ao aumento da concentração de nutrientes.

O plâncton é o principal alimento das larvas de peixes (ictioplâncton) e até de organismos nectônicos adultos (Sherr & Sherr, 1988). Assim, a maior disponibilidade de alimento no ambiente poderá gerar um adensamento de organismos nectônicos, alterando a densidade e até mesmo a composição da comunidade local, durante o período da produção, além destes organismos também serem atraídos pelo efeito do sombreamento do FPSO (item 6.3.4).

O impacto térmico causado pelo lançamento do efluente do sistema de refrigeração, conforme mencionado no item anterior (6.3.6), pode ser considerado desprezível, em decorrência principalmente do efeito de diluição no meio natural.

De acordo com os aspectos considerados, os impactos decorrentes do lançamento ao mar dos efluentes sobre a biota aquática, apesar de indiretos, podem ser qualificados como negativos, por afetarem as populações naturais, mas de baixa magnitude. Sua abrangência espacial é apenas local e com efeitos temporários, uma vez que, com a interrupção dos lançamentos, a biota poderá, num intervalo de curto prazo, se restabelecer.

6.3.8. Lançamento ao mar da água produzida sobre o ecossistema marinho

No Projeto Bijupirá & Salema, a recuperação de óleo e gás do reservatório será secundária, através da injeção de água diretamente no reservatório. Além disto, o próprio reservatório apresenta um aquífero (água de formação). Desta forma, durante a produção dos campos, será gerado um fluido com acentuada razão água/óleo, que será tratado a bordo do FPSO Fluminense, conforme descrito no item 3.2.4. A água produzida será tratada em planta específica, a fim de garantir baixos teores de óleo na água descartada ao mar, de acordo com a legislação competente.

Em termos de volume, a água produzida é o resíduo mais representativo a ser gerado durante as operações do Projeto Bijupirá & Salema. De acordo com as informações de projeto, está previsto o descarte de, no máximo, 6.500 m^3/d de água oriunda de Bijupirá e 700 m^3/d de Salema, ao longo dos 17 anos de produção previstos. Este descarte máximo deverá ocorrer por volta do ano de 2014.

A água produzida inclui a água de injeção utilizada na recuperação secundária do reservatório e a água de formação (gerada no reservatório junto com o óleo em condições

de alta pressão e temperatura), além dos produtos químicos utilizados tanto no poço (principalmente anti-corrosivos e biocidas), quanto no processo de separação água/óleo (desemulsificantes).

Em sua composição, o resíduo apresenta uma série de compostos orgânicos e inorgânicos de grande interesse ambiental, como, por exemplo, sais, metais e hidrocarbonetos, cuja presença e concentração depende diretamente da água de formação e dos produtos químicos utilizados. De acordo com Patin (1999), a água produzida apresenta elevada salinidade, além da presença de diversos íons dissolvidos (sódio, potássio, magnésio, cloretos e sulfetos).

Segundo Neff (1987), devido à rápida mistura com a água do mar, a maior parte das características físico-químicas da água produzida (baixas concentrações de oxigênio dissolvido, pH, alta salinidade e presença de metais) não geram efeitos deletérios no oceano receptor.

Em termos de regulamentação, no Brasil, aplica-se a Resolução CONAMA nº 20 de 1986, que trata do descarte de efluentes de fontes poluidoras em águas interiores e marinhas. Segundo esta resolução, todo resíduo, para ser lançado direta ou indiretamente em um corpo d'água, deve apresentar concentração de óleo igual ou inferior a 20 ppm e temperatura inferior a 40°C. Por outro lado, não existe uma regulamentação específica que regulamente o descarte de água produzida em operações *offshore* no mar territorial brasileiro.

Nos Estados Unidos, a EPA estabelece que a concentração média mensal de óleo na água descartada em operações *offshore* deve ser inferior a 29 ppm de óleo na água, permitindo episódios diários de, no máximo, 42 ppm. Estes limites foram promulgados considerando a BAT (Best Available Technology - Melhor Tecnologia Disponível) estabelecida para instalações *offshore* (EPA 40 CFR 435.13).

A Convenção Oslo-Paris definiu a concentração média mensal de 40 ppm como máximo permitido para descarte *offshore* (UKOOA, 1999), de forma a preservar o ambiente oceânico. Entretanto, a UKOOA (United Kingdom Offshore Operators Association) ressalta que o limite de 40 ppm foi determinado de acordo com as limitações técnicas e não apenas considerando as exigências ambientais, valor que pode ser redimensionado de acordo com as inovações tecnológicas no sistema de tratamento óleo/água. Destaca-se que a eficiência do tratamento da água produzida está relacionada diretamente aos volumes produzidos.

Observa-se que os valores adotados pela EPA e pela OSPAR para descarte da água produzida em empreendimentos dos Estados Unidos e Europa são menos conservadores do que o limite de 20 ppm estabelecido pela Resolução CONAMA nº20, que, entretanto, não trata especificamente do descarte de água produzida *offshore*.

O sistema de tratamento da água produzida do FPSO Fluminense foi dimensionado para tratar um volume máximo de 7.950 m³/dia, permitindo que toda a água a ser descartada esteja dentro dos valores determinados pela Resolução CONAMA nº 20 (20 ppm). Este sistema inclui centrífugas e hidrociclones que visam à maior recuperação do óleo, possibilitando uma concentração mínima de óleo na água a ser descartada. Além disto, o

sistema possui um analisador contínuo Sigrist OIW Analyser, capaz de monitorar continuamente a concentração de óleo na água. Observa-se que todo resíduo oleoso oriundo de operações com lubrificantes ou diesel, incluindo a drenagem do *deck*, são direcionados para o sistema de drenagem aberto que leva ao tanque de descarga do FPSO. A descarga desse tanque para o mar é monitorada pelo Sigrist OIW Analyser, sendo descartado juntamente com a água produzida.

De acordo com a EPA (2000), os produtos químicos utilizados durante as atividades de produção (desemulsificantes, anti-corrosivos etc.) não acarretam degradação significativa do ambiente marinho. Por outro lado, a EPA exige que todos os produtos sejam notificados, a fim de garantir as informações sobre os químicos utilizados. Um dos critérios para a seleção desses produtos químicos foi a toxicidade e o potencial de biodegradação, embora a concentração final dos químicos na água descartada seja muito baixa. Além disto, os procedimentos de injeção de químicos foram dimensionados a fim de minimizar a quantidade utilizada, o que traz benefícios ambientais e econômicos.

Em relação ao efeito da água produzida na biota, Cranford *et al.* (1998) realizaram um experimento onde uma cultura de diatomáceas foi exposta durante 10 dias a uma solução de água produzida a 10%, não tendo sido encontradas alterações significativas na biomassa e nas condições fisiológicas do fitoplâncton. De acordo com os autores, embora o descarte da água produzida seja uma fonte potencial de efeitos sobre a biota, estudos de campo e laboratoriais têm demonstrado que, devido à rápida dispersão no oceano, estes efeitos não são significativos.

A UKOOA (1999) sugere que uma das melhores evidências para o insignificante efeito da água produzida no oceano é a grande abundância de organismos marinhos encontrados nas proximidades das plataformas, principalmente peixes.

Os estudos enfocando o impacto do descarte da água produzida sobre os organismos marinhos indicam que a água produzida pode ser considerada um problema ambiental crônico, pois o volume descartado é muitas vezes superior ao volume de óleo produzido. Entretanto, testes de toxicidade evidenciaram que os efeitos crônicos observados em larvas de moluscos não foram severos. Logo, a avaliação dos efeitos da água produzida no ambiente marinho ainda é insuficiente, sendo necessários estudos de longa duração enfocando o comportamento e os efeitos da água produzida, a fim de avaliar o efeito crônico do descarte no oceano.

Outro aspecto importante é que o óleo presente na água produzida em baixas concentrações é mais tóxico do que no petróleo em si, devido ao predomínio de aromáticos, que são as frações mais solúveis e tóxicas do óleo cru (Lysyj *et al.*, 1981). No processo de separação óleo/água, a principal fração removida é a do óleo particulado ou disperso (alifáticos), enquanto que os hidrocarbonetos dissolvidos (principalmente benzeno e tolueno) em baixas concentrações são descartados juntamente com a água produzida (GESAMP, 1993). Por outro lado, os hidrocarbonetos solúveis em água também evaporam rapidamente (compostos voláteis).

De acordo com McAuliffe (1979), diversos estudos indicam que não são encontradas concentrações detectáveis de hidrocarbonetos dissolvidos em águas oceânicas, principalmente se o descarte da água produzida ocorreu na superfície, onde os processos

turbulentos favorecem a evaporação dos compostos dissolvidos. Outro aspecto que deve ser destacado é a rápida degradação bacteriana dos componentes orgânicos solúveis do óleo.

Segundo a GESAMP (1993), a composição química e o grau de diluição da água produzida fazem com que o impacto da água descartada seja significativo apenas em áreas continentais, não sendo representativo em águas oceânicas. Esta avaliação é corroborada por Thomas *et al.* (2001), que sugere que a descarga contínua de água produzida não causa danos consideráveis ao ambiente marinho, desde que o sistema de descarte garanta uma diluição rápida e efetiva do efluente.

Nesse contexto, para se avaliar o potencial de dispersão da água descartada, permitindo a delimitação do raio de influência sobre o ambiente, foi realizada uma simulação numérica da dispersão da água produzida, considerando as propriedades físico-químicas e o volume a ser descartado, bem como as condições oceanográficas do oceano receptor. De acordo com Patin (1999), os regimes de descarte e os volumes de água produzida garantem que a diluição reduz a toxicidade do resíduo a níveis seguros a partir de 500 m do ponto de descarte. Entretanto, após avaliar diversos estudos, Neff (1987) propôs que a influência da água produzida no sedimento e fauna bentônica era mínima a partir de 200 m do ponto de descarte.

A modelagem da água produzida foi feita utilizando-se o modelo OOC (Offshore Operators Committee Mud and Produced Water Discharge Model), versão 2.5, desenvolvido pela Exxon Production Research Company, que calcula o comportamento inicial da lama e cascalho de perfuração, e da descarga da água produzida no meio ambiente marinho.

Ele utiliza um sistema próprio de coordenadas, onde deve ser indicada a extensão da área avaliada nos eixos E-W e N-S e os intervalos de discretização da malha, onde são calculados os parâmetros avaliados na evolução da modelagem. São informados também os seguintes parâmetros:

- Composição da água produzida: temperatura, salinidade e concentração de óleo;
- Dados da descarga: vazão, duração, raio da tubulação, orientação e localização;
- Dados do ambiente: batimetria, perfil de velocidade de correntes, altura e período de onda, velocidade do vento e temperatura do ar; e
- Dados estruturais da plataforma: comprimento, largura, calado operacional, diâmetro característico das estruturas submersas e espaçamento entre elas.

Todos os dados devem ser apresentados em unidades do sistema inglês, o que demanda uma conversão em sua entrada e saída de informações.

Os dados utilizados na modelagem da descarga da água produzida do Projeto Bijupirá & Salema são apresentados no Anexo 4, que apresenta também os arquivos de saída do programa, as conclusões e os gráficos dos resultados.

Os resultados da modelagem confirmaram a pontualidade do impacto da descarga no entorno do ponto de descarte, sendo rapidamente homogeneizada, tanto em perfil como em afastamento. A Figura 6.3.8-a a seguir, apresenta a dispersão da água produzida, ao longo da direção da corrente (200°), considerando a localização do FPSO na coordenada

(225,1600). O deslocamento é representado no sentido contrário da apresentação do eixo horizontal.

Pode-se constatar que a perturbação gerada pela descarga é efetivamente sentida até cerca de 24-27 metros de profundidade e 400 metros de afastamento. Os valores de concentração são referentes a variações na concentração do corpo receptor.

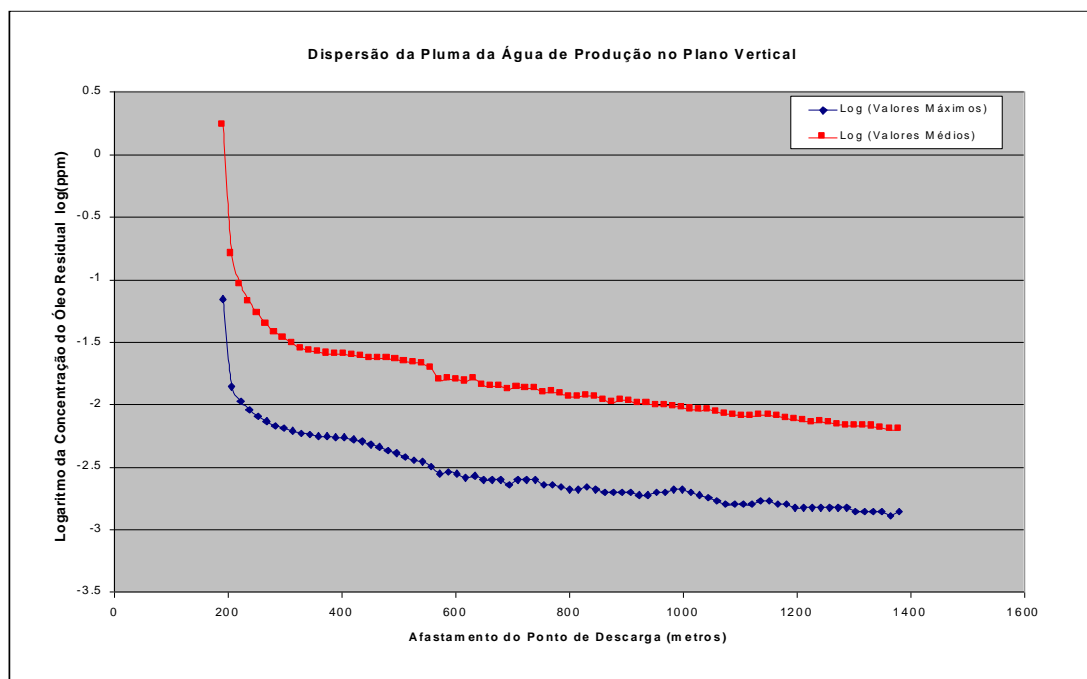


Figura 6.3.8-a. Comportamento da dispersão da pluma da descarga da água produzida.

As Figuras 6.3.8-b e 6.3.8-c foram elaboradas de forma a permitir uma melhor visualização da perturbação causada pela descarga da pluma no meio, sendo expressiva apenas matematicamente. Elas apresentam as variações da concentração do óleo no efluente, em escala logarítmica, para os planos representados de 0 a 3 metros (superfície) e 24 a 27 metros (limite vertical da influência da descarga da água produzida).

As figuras apresentadas são referentes à modelagem do óleo, que é bastante representativo para a análise da dispersão da descarga da água produzida, pois acompanha esta dispersão. Além disto, as concentrações do fluido são, em média, duas ordens de grandeza menores que as do óleo, em função da grande diluição do efluente, causado pela invasão da água do mar na água produzida.

Na primeira figura, pode-se notar que existem alguns pontos ao longo da dispersão na direção da corrente onde ainda não existem perturbações do corpo receptor, indicando que ainda não houve a chegada de óleo nesta camada. Os valores são mais efetivos junto ao lançamento, sendo rapidamente diluídos.

Na terceira, destaca-se a falta de continuidade de determinados valores de concentração, indicando ser esta a faixa de profundidade máxima de sua influência. A descontinuidade é explicada pela falta de suprimento de óleo das camadas inferiores (já que este apresenta a tendência de afloramento), determinando a inexistência física da mancha abaixo desta

profundidade.

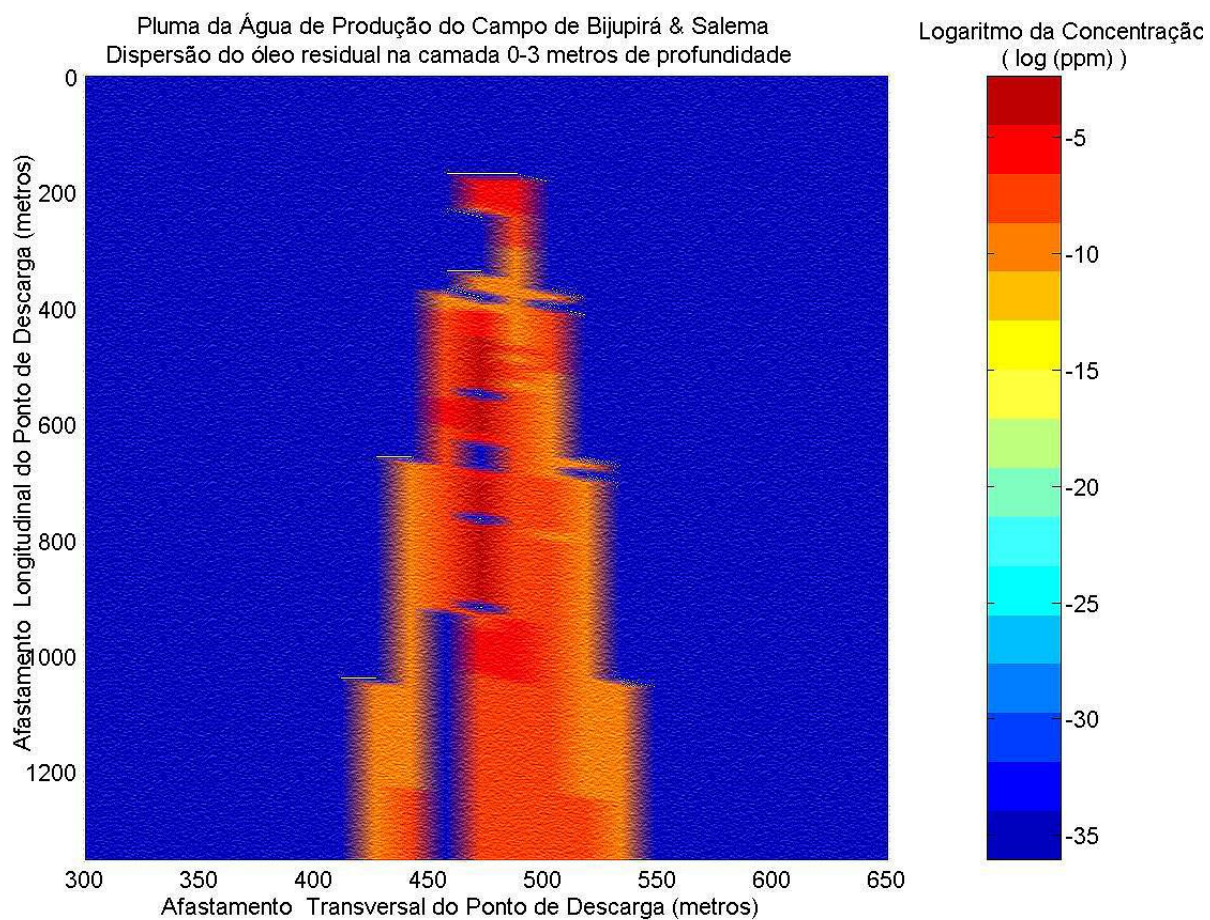


Figura 6.3.8-b – Dispersão do óleo residual na camada de 0 a 3 metros de profundidade.

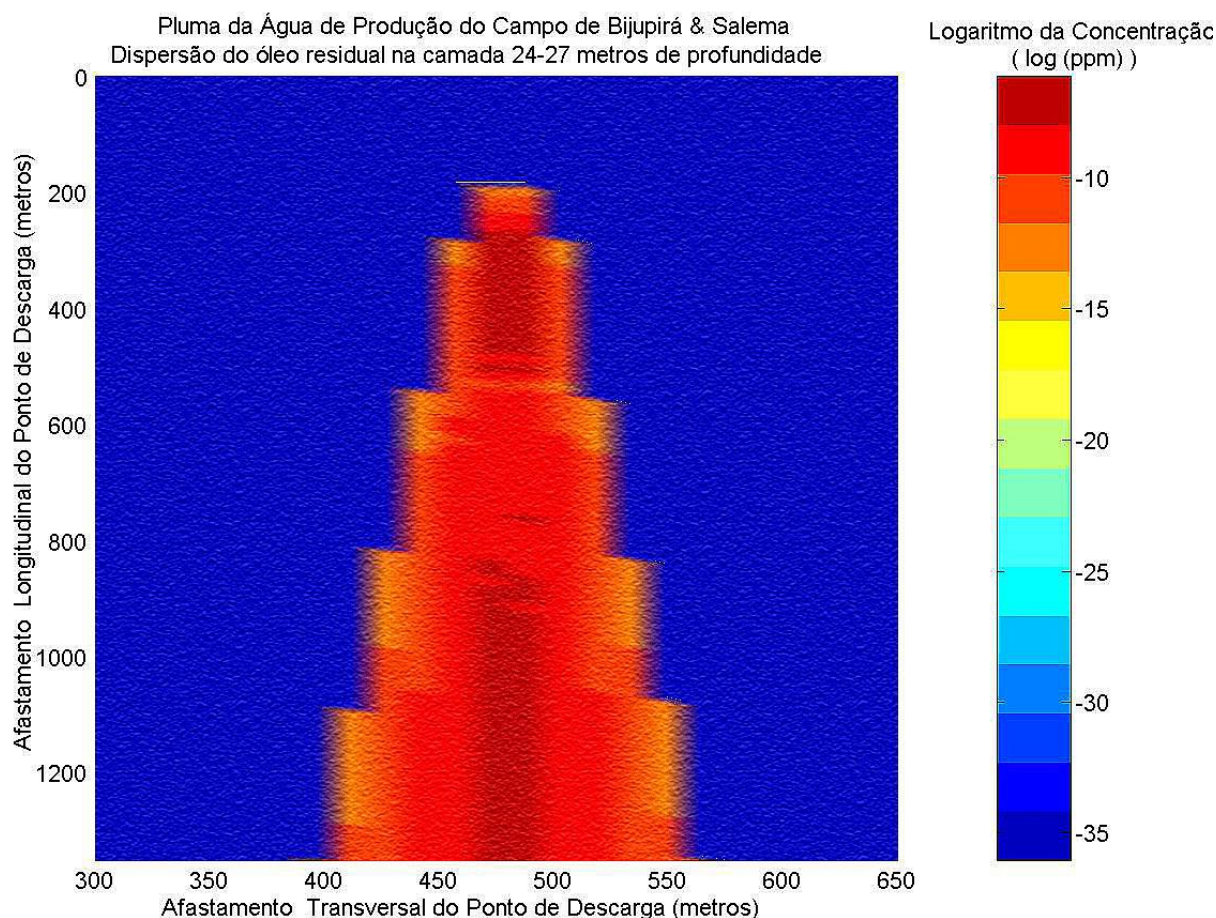


Figura 6.3.8-c – Dispersão do óleo residual na camada de 24 a 27 metros de profundidade.

Desta forma, o impacto da água produzida sobre o ambiente marinho pode ser considerado negativo, porém de baixa magnitude, tendo incidência direta sobre o ambiente. Possui abrangência local, sendo temporário e reversível.

Entretanto, ressalta-se que, à medida que o reservatório é depletado, o volume de água injetada para auxiliar a recuperação do óleo aumenta. Logo, o volume de água a ser tratada pelo sistema de tratamento, bem como os volumes descartados ao mar, aumentam com o decorrer da produção, exigindo maior eficiência do sistema e monitoramento constante. Desta forma, o impacto do descarte da água produzida, embora pouco representativo, ocorrerá de forma heterogênea ao longo dos 17 anos de produção previstos para Bijupirá e Salema.

6.3.9. Emissão de poluentes gasosos sobre a qualidade do ar

As emissões atmosféricas de poluentes gasosos no FPSO deverão variar de acordo com as condições de operação da unidade de produção (item 3.11 do Capítulo 3). Em operação normal, não haverá *flare* nem *vent* do FPSO emitindo gases de exaustão, exceto uma quantidade mínima das emissões dos pilotos dos *flares*. As principais emissões atmosféricas em operação normal provirão do Conjunto das Turbinas Geradoras de Força e do Gerador de Gás Inerte, que consome gás natural durante as operações de transbordo da produção.

É importante destacar que as emissões de poluentes vão se reduzindo paulatinamente desde o primeiro ano de produção, com exceção dos compostos orgânicos voláteis (VOC), que, no segundo ano, aumentam mais de 100 %.

Para a avaliação deste impacto, foi realizado um estudo de simulação da dispersão de todas as emissões da plataforma com o modelo SCREEN3 da USEPA e comparado o resultado com os padrões nacionais de qualidade do ar. O modelo SCREEN3 é bastante conservador, por isso os valores apresentados não deverão ser atingidos em nenhuma situação meteorológica. Entretanto, servem para estabelecer um limite máximo superior para o impacto das emissões de poluentes gasosos na qualidade do ar.

Na simulação, foram feitas algumas hipóteses conservadoras e simplificadoras do problema:

- a. Toda a emissão ocorre de modo contínuo durante a operação do FPSO;
- b. Todos os gases são liberados de um único ponto a 15 m acima do nível do convés superior;
- c. Os cálculos serão feitos ao nível de um plano coincidente com a altura do convés superior;
- d. Foram usadas na modelagem as emissões máximas, previstas para o ano de 2004, isto é, 127,25 T/a de CO, 4.234 T/a de VOC e 472,74 T/a de NO_x.

Cabe esclarecer ainda que, para a avaliação do impacto das emissões gasosas, foram utilizados os padrões nacionais de qualidade do ar, que, embora não se apliquem especificamente ao desenvolvimento de atividades *offshore*, podem ser usados como balizadores, uma vez que levam em consideração principalmente os aspectos ligados à saúde humana.

Para os óxidos de nitrogênio (NO_x), o modelo SCREEN3 estimou uma concentração máxima de uma hora de 376,6 µg/m³ à distância de 100 m da chaminé. Esse valor está acima do limite máximo do padrão nacional de qualidade do ar, que é de 320 µg/m³ para o dióxido de nitrogênio (NO₂). Entretanto, como já foi mencionado, o modelo SCREEN3 sobreavalia as concentrações. Além disso, foi considerada a hipótese de que toda a emissão vai ser lançada por uma única chaminé, quando de fato os motores, os *flares* e as turbinas situam-se em lugares diferentes e afastados um dos outros.

Já as concentrações médias de NO_x em 24 horas foram da ordem de $150,64 \pm 30,13 \mu\text{g}/\text{m}^3$, segundo sugere a USEPA. Este valor está próximo do limite de $150 \mu\text{g}/\text{m}^3$ recomendado pelo World Bank. A média anual estimada foi de $30,13 \pm 0,60$.

A média de uma hora das concentrações de monóxido de carbono foi de $99 \mu\text{g}/\text{m}^3$, cerca de 400 vezes menor do que o limite máximo de $40.000 \mu\text{g}/\text{m}^3$, também na distância de 100 m. No período de 8 horas, a média foi $69,3 \pm 13,86 \mu\text{g}/\text{m}^3$, cerca de 145 vezes menor que o limite do padrão nacional de $10.000 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

Numa unidade de produção, os compostos orgânicos voláteis (VOC) são os poluentes mais abundantes. No ano de 2004, ocorrerá a emissão máxima de 4.234 T. Depois disso, haverá diminuição dos níveis de emissões. Evidentemente, suas concentrações atmosféricas devem ser mais elevadas. Para este caso, o modelo SCREEN3 determinou um valor máximo da concentração de $3.325 \mu\text{g}/\text{m}^3$ em uma hora para o ano de 2004. No período de 8 horas, o valor seria de $2.327,5 \pm 465,5 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Esses valores foram encontrados na distância de 100 m da chaminé.

Esses valores máximos foram determinados para um ponto sobre o convés, a 100 m de distância. Sobre a superfície do mar, os valores serão bem menores, assim como a distâncias maiores do ponto de emissão.

Os compostos orgânicos voláteis apresentaram valores de concentrações elevadas. Entretanto, não há um padrão de qualidade do ar no Brasil para esses poluentes.

Os principais resultados obtidos através da simulação da dispersão dos poluentes atmosféricos gerados no FPSO encontram-se demonstrados no Quadro 6.3.9-a, a seguir.

Quadro 6.3.9-a: Principais resultados da simulação da dispersão de poluentes atmosféricos gerados no FPSO no ano de 2004 (Modelo SCREEN3).

COMPOSTO GASOSO	CONCENTRAÇÃO MÁXIMA 1h ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	LIMITE MÁXIMO NACIONAL 1h ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)
NO_x	376,6	320 ¹
CO	99	400.000
VOC	3.325	Não existe

¹ Limite Máximo de NO_2

Não foram consideradas as emissões de material particulado e de óxidos de enxofre, visto que os gases da exaustão contém somente poucos miligramas desses poluentes. Os motores diesel emitem óxidos de enxofre e material particulado, todavia, vão operar raramente.

Com base nos resultados da simulação, considerou-se este impacto negativo, direto, temporário, reversível e de baixa magnitude.

6.3.10. Criação de zona de segurança no entorno do FPSO sobre a atividade pesqueira

A presença da unidade de produção do Projeto Bijupirá & Salema irá incorrer na criação de mais uma área imprópria ao exercício da atividade pesqueira, acarretando em redução da área de pesca, devido à proibição de embarcações em um raio de 500 metros (item 5.7 – Legislação).

A atividade pesqueira desenvolve-se por rotas não definidas, uma vez que os barcos pesqueiros buscam se deslocar, preferencialmente, para as áreas com maior ocorrência de cardumes. Os locais de implantação das plataformas em geral são considerados pelos pescadores como excelentes locais de pesca.

A princípio, a zona de exclusão, devido à sua localização, afetaria apenas as atividades relativas à pesca oceânica.

Vale ressaltar, entretanto, que, embora proibida, informações obtidas junto às colônias de pescadores de ambos Estados (Rio de Janeiro e Espírito Santo) descrevem o deslocamento de pequenas embarcações, em tese destinadas à pesca artesanal (pequenas traineiras, por exemplo), para áreas mais distantes da costa para a captura do pescado. Na prática, os pescadores com autorização para pesca até 3 milhas ultrapassam este limite, muitas vezes indo até próximo às plataformas de petróleo em busca de pescado.

Os impactos ambientais resultantes são negativos, diretos, locais, de incidência restrita à área de exclusão, reversíveis e temporários. A magnitude do impacto foi avaliada como baixa, devido à zona de exclusão representar uma área muito pequena, quando comparada à área em que a pesca oceânica é praticada na região.

6.3.11. Demanda de mão-de-obra sobre o nível de emprego

Ao longo do período de desenvolvimento dos campos de Bijupirá e Salema, será necessária a contratação de diversos funcionários, envolvendo profissionais nacionais e estrangeiros, a serem alocados nas atividades a serem realizadas na unidade de produção, na base de apoio operacional e nas embarcações de apoio. Estas atividades serão realizadas tanto por trabalhadores de firmas prestadoras de serviço como por profissionais oriundos do atual corpo técnico da Enterprise. Durante a fase de produção, estima-se o envolvimento direto de 167 profissionais, com diversas funções e especialidades, exercendo atividades no FPSO, na base de apoio terrestre, no escritório e nas embarcações.

Quanto ao grau de escolaridade associado às funções, 40,1% dos cargos deverão ser preenchidos por profissionais de nível superior e 28,7% de nível médio. O restante

(31,1%) das funções refere-se a serviços gerais, que não dependem de escolaridade, mas sim, de experiência e treinamento profissional nas tarefas a serem executadas.

Quanto à base de apoio terrestre, deverá ser utilizado o terminal Peiú, que opera diversos tipos de cargas em regime de 24 horas, com um total de 22 pessoas trabalhando.

Cabe ressaltar que parte desse contingente já ocupa as funções requeridas nas empresas a serem contratadas para a execução dos serviços previstos, tratando-se, dessa forma, apenas da manutenção dos empregos existentes, não acarretando a geração de novos postos de serviços.

Além dos empregos diretos, serão gerados, tanto na fase de instalação quanto na de produção, diversos outros empregos indiretos.

Este impacto foi avaliado como positivo, direto, estratégico, temporário, reversível e de baixa magnitude, devido à reduzida demanda de mão-de-obra ao longo do período previsto para as fases de instalação e produção.

6.3.12. [Atividades de instalação do sistema de produção sobre a receita tributária](#)

Por ocasião do início das atividades de instalação, será necessária a aquisição de diversos materiais, insumos e equipamentos, o que implicará em um aumento na arrecadação tributária, tanto local como regional.

Está previsto o incremento, principalmente, da arrecadação de impostos vinculados à circulação de mercadorias (ICMS), à aquisição de produtos industrializados (IPI) e à prestação de serviços (ISS), resultando, assim, em um aumento de receitas municipais, estaduais e federais.

Considerando esses fatores, avaliou-se o impacto ambiental referente ao acréscimo arrecadado como positivo, indireto, regional, temporário, reversível e de baixa magnitude, devido à quantidade estimada de materiais, equipamentos e insumos a serem adquiridos em relação ao volume arrecadado regionalmente nas três esferas de governo.

6.3.13. [Atividades de instalação, desenvolvimento e remoção do sistema de produção sobre as atividades de comércio e serviços](#)

As atividades de instalação, desenvolvimento e remoção do sistema de produção nos campos de Bijupirá e Salema deverá provocar uma afluência, ainda que bastante reduzida, de pessoas envolvidas de alguma forma com o projeto para a região da base de apoio terrestre (porto de Vila Velha) e de apoio aéreo (Macaé). Embora reduzida, a afluência ocorrerá ao longo de toda a vida útil do empreendimento, de forma constante e homogênea durante a produção e, provavelmente, de maneira intensificada durante a instalação e remoção do sistema.

Em decorrência deste afluxo de profissionais, é esperada a manifestação de impacto indireto sobre as atividades de comércio e serviços ofertadas nesta região, no que se refere especialmente aos setores de hotelaria, alimentação, lazer, transportes, serviços públicos e outros.

Cabe mencionar também a geração de demanda por serviços de consultoria especializada para a elaboração de estudos e projetos que se fizerem necessários à gestão ambiental da atividade.

Este impacto foi considerado positivo, indireto, temporário e reversível, porém de baixa magnitude, uma vez que não se espera um incremento significativo das atividades de comércio e serviços na referida região.

6.3.14. Atividades de produção sobre o tráfego marítimo

Durante a fase de instalação, podem ser esperadas interferências com o tráfego marítimo em decorrência do deslocamento da unidade de produção para a região dos campos de Bijupirá e Salema. O FPSO constitui-se em uma unidade de produção autopropulsora, vinda do exterior, que seguirá por mar, via rota de navegação de cabotagem, afastada da costa, até o local de sua implantação. Dessa forma, eventuais interferências com outras embarcações poderão ocorrer neste trajeto.

Com o início da fase de produção do Projeto Bijupirá & Salema, poderão ser gerados impactos ambientais decorrentes da interferência como o tráfego marítimo, principalmente no trecho compreendido entre a unidade de produção e a base de apoio operacional, por onde circulará a embarcação de apoio, utilizada nas operações de transporte de insumos, de equipamentos e peças de reposição para a unidade de produção, e de rejeitos desta para Vila Velha.

Durante a fase de produção, o barco de apoio (*suplly boat*) realizará apenas uma viagem por semana entre a locação e a base de apoio terrestre, permanecendo a maior parte do tempo dando apoio ao FPSO.

É esperada, ainda, na fase de produção, a possibilidade de ocorrência de interferências decorrentes do tráfego de navios petroleiros, a serem utilizados no escoamento da produção dos campos de Bijupirá e Salema. Estima-se uma média de 2 operações de transferência por mês, ao longo dos primeiros anos de produção. Estas transferências se darão através de navios tanques semelhantes aos que já operam nas outras unidades produtivas existentes na bacia de Campos. Nos anos finais da exploração dos campos de Bijupirá e Salema, com o declínio da produção de óleo, as operações de transferência deverão diminuir proporcionalmente aos volumes mensais produzidos.

Associado à intensificação do tráfego marítimo, pode ser esperado o aumento na possibilidade de ocorrência de acidentes. Entretanto, cabe ressaltar que o transporte marítimo obedece às regras de navegação da Marinha do Brasil, que estabelece, dentre outras regulamentações, as preferências de tráfego.

Cabe destacar que, durante a fase de desativação, em virtude da remoção dos diversos componentes do sistema de produção, poderá ser esperada a ocorrência de impactos semelhantes aos observados durante a fase de instalação, com o transporte de resíduos, equipamentos e peças para destinação final em terra ou reaproveitamento.

Os impactos ambientais resultantes podem ser considerados negativos, diretos, regionais, temporários e reversíveis. A magnitude dos impactos foi avaliada como baixa, devido às condições de trafegabilidade marítima, que já prevêem uma série de procedimentos e normas a serem seguidas.

6.3.15. [Atividades de produção sobre o tráfego rodoviário](#)

Durante a fase de instalação, não são previstas interferências com o tráfego rodoviário, uma vez que o FPSO será totalmente montado e equipado no exterior, e chegará ao local de sua fixação por via marítima.

É esperada, apenas na fase de produção, a possibilidade de ocorrência de interferências rodoviárias no trecho situado entre a base de apoio terrestre e os locais de aquisição de insumos e de equipamentos, bem como aos locais de disposição final dos resíduos oriundos do FPSO, devido ao aumento da circulação de veículos de carga. Esta última atividade (disposição final de resíduos) também ocorrerá na fase de desativação, acarretando interferências no tráfego rodoviário também nesta fase.

O transporte de material por vias rodoviárias será feito através de caminhões *truck* abertos, carretas abertas, caminhões *truck* fechados (tipo baú), carretas fechadas (tipo baú), carretas graneleiras, carretas tanques, *truck* tanques, porta-containers, pranchas e outros.

Dentre os principais eixos rodoviários que ligam o restante do país à região do porto de Vila Velha, destacam-se a BR-262 (Vitória-Belo Horizonte), BR-101 (trecho Rio-Vitória-Salvador) e BR-259 (Vitória-Governador Valadares). A principal via de acesso ao Terminal da Peiú/VOL é pela BR-101/BR 262.

Os impactos ambientais resultantes podem ser considerados negativos, indiretos, regionais, temporários e reversíveis. A magnitude dos impactos foi avaliada como baixa, devido à reduzida demanda, frequência e condições operacionais das principais rodovias e vias de acesso à estrutura portuária.

6.3.16. [Atividades de produção sobre a infra-estrutura de transporte marítimo](#)

A presença da atividade implicará no aumento da demanda por infra-estrutura de transporte marítimo, devido à necessidade de ligação constante entre a unidade produtora

e a base de apoio terrestre, para o abastecimento de insumos requeridos e descarte de resíduos gerados. Para tanto, a Enterprise mobilizará, por um período inicial de dois anos, um barco do tipo rebocador.

Esse barco irá se deslocar para a base terrestre, aproximadamente a cada sete dias, de forma a suprir materiais, combustível e alimentos para o FPSO.

A demanda crescente por infra-estrutura de transporte marítimo para as atividades de exploração de petróleo e gás natural tem contribuído para o aumento da demanda da indústria naval, seja através da arrendamento de embarcações de apoio, seja através da utilização mais intensiva de navios petroleiros para escoamento da produção.

Os impactos ambientais resultantes podem ser considerados positivos, indiretos, estratégicos, temporários e reversíveis. A magnitude dos impactos foi avaliada como baixa, devido à demanda relativamente reduzida de transporte marítimo prevista para a atividade em relação ao que seria necessário para significar revitalização substancial do setor.

6.3.17. Atividades de produção sobre a infra-estrutura de transporte aéreo

Em todas as fases de desenvolvimento da atividade, será demandado o transporte de pessoal **de e para** a unidade de produção, a ser realizado, em parte, por via aérea, através de helicópteros, sendo utilizada como base a cidade de Macaé, no Estado do Rio de Janeiro. Nesta cidade, estão centralizados grande parte dos helicópteros utilizados em atividades *offshore*, principalmente na Bacia de Campos. Também são realizadas no hangar de Macaé todas as atividades de manutenção das aeronaves.

O apoio aéreo será fornecido pela empresa Lider Taxi Aéreo S.A., sediada no município de Macaé. A Lider será responsável ainda por todo o transporte aéreo necessário entre o porto de Vila Velha e unidade de produção.

De forma semelhante ao observado para o setor de transportes marítimos, a atividade de produção nos campos de Bijupirá e Salema poderá contribuir para a dinamização do setor de transporte aéreo, uma vez que será gerada demanda por este tipo de modal.

Os impactos ambientais resultantes podem ser considerados positivos, indiretos, estratégicos, temporários e reversíveis. A magnitude dos impactos foi avaliada como baixa, devido à frequência e à oferta atualmente existente de transporte aéreo.

6.3.18. Atividades de produção sobre a infra-estrutura portuária

A presença da atividade implicará no aumento da demanda por infra-estrutura portuária, devido à necessidade de utilização de uma base de apoio terrestre à unidade produtora, permitindo, também, a ligação direta entre ambas, com a principal função de proporcionar

a logística para fornecimento, transporte e armazenagem de insumos e resíduos, bem como o deslocamento terra-mar-terra de pessoal alocado nas operações *offshore* do Projeto Bijupirá e Salema.

Durante as atividades de produção, a Enterprise utilizará como base de apoio terrestre um terminal portuário localizado no município de Vila Velha (ES), conforme anteriormente mencionado. As operações serão concentradas no Terminal Peiú, e estarão sob a responsabilidade da empresa Peiú Sociedade de Propósito Específico - SPE S/A.

A movimentação de cargas pelo Terminal da Peiú/VOL deverá atender a todo tipo de insumo a ser utilizado nas operações de apoio à produção petrolífera *offshore*, principalmente óleo diesel (cargas líquidas), tubos de revestimento, equipamentos, água doce e mantimentos, em geral. As cargas líquidas serão armazenadas em tanques e os equipamentos e demais cargas em geral serão transportados em contêineres.

Os impactos ambientais resultantes podem ser considerados positivos, indiretos, locais, temporários e reversíveis. A magnitude dos impactos foi avaliada como média, devido à dinamização do setor portuário da Baía de Vitória.

6.3.19. Geração de resíduos sólidos e oleosos sobre a infra-estrutura de disposição final

Com a entrada em operação da unidade de produção, serão gerados diversos resíduos, tanto sólidos, como líquidos e gasosos. Os efluentes e emissões gerados terão como destinação final a própria área da unidade de produção e/ou seu entorno imediato. Entretanto, os resíduos sólidos comuns e os oleosos terão que ser transportados para base de apoio terrestre, para daí seguirem para locais de disposição final adequados.

Os resíduos sólidos gerados nas operações em plataformas de produção podem ser de três tipos distintos: contaminados por óleo ou produtos tóxicos; não contaminados e hospitalares. O seu tratamento, desde a sua forma de coleta até a disposição final, deverá ser especificado no Plano de Controle da Poluição e terá como diretriz os regulamentos da Convenção MARPOL, que trata especificamente sobre lixo.

Os resíduos contaminados, com concentrações superiores às permitidas para descarte, serão armazenados e transportados para terra, onde deverão ser repassados a uma empresa certificada para sua disposição final, em local adequado e autorizado por lei.

Aqueles resíduos não contaminados, bem como aqueles com contaminação abaixo do permitido, sofrerão tratamento diferenciado por parte da Enterprise. O material de composição inorgânica, como metal e vidro, será recolhido em embalagens resistentes, de forma seletiva e transportado para Vitória, com a finalidade de repasse a programas de reciclagem. Está também previsto o envio de papel para reciclagem.

O material de composição orgânica (madeira, pano e plástico) será encaminhado para terra. Ambas as medidas apresentam-se adequadas às resoluções do MARPOL – Anexo

V, que determinam a proibição total de descarte ao mar de plásticos e autorizam a trituração (até pedaços menores que 25 mm) dos outros tipos de resíduos em áreas distantes da costa, como o caso dos campos de Bijupirá e Salema.

O terceiro tipo, referente aos resíduos hospitalares, será acondicionado em containeres e enviados a terra para a disposição adequada, também em local autorizado por lei. São resíduos classificados como do tipo A (NBR ABNT 10004), havendo legislação federal específica sobre seu manuseio e destinação final.

Os impactos ambientais resultantes são negativos, diretos, regionais, reversíveis e temporários. Embora as previsões quanto aos resíduos sólidos e oleosos a serem gerados no FPSO não alcancem quantidades muito grandes, a pressão contínua que esta geração deverá exercer sobre a infra-estrutura de disposição final, ao longo dos treze anos de produção, pode ser considerada de média magnitude. Entretanto, cabe destacar que deverá ser exercido um controle minucioso da geração de resíduos na plataforma, previsto no Projeto de Controle da Poluição (item 7.3).

6.3.20. Desenvolvimento da atividade sobre a demanda de óleo e gás natural

O incremento da quantidade produzida de óleo e gás natural advindo da operação dos campos de Bijupirá e Salema, notadamente no ano de 2004, onde a produção deverá alcançar seu patamar mais elevado (cerca de 10.000 m³/dia), possibilitará o atendimento de parte da demanda crescente por esses produtos no país.

A partir de 2004 até a cessação das atividades de produção, prevista para 2016, a oferta será declinante, diminuindo sua participação relativa na quantidade de petróleo e gás natural produzidos na Bacia de Campos e, como consequência, reduzindo a possibilidade de atendimento da demanda pelos produtos desses campos.

De acordo com estimativas de projeto, a capacidade produtiva do FPSO Fluminense é de cerca de 70.000 barris de petróleo por dia. Assim, comparando-se a produção diária estimada para o Projeto Bijupirá e Salema com a produção média diária atual da Bacia de Campos, cerca de 1.000.000 de barris, infere-se que, pelo menos ao longo dos primeiros anos de produção, estes campos contribuirão com cerca de 7% da produção regional.

Considerando esses fatores, avaliou-se o impacto referente ao desenvolvimento dessa atividade como positivo, direto, estratégico, temporário, reversível e de média magnitude, devido à quantidade estimada de produção para os campos de Bijupirá e Salema.

6.3.21. Atividades de produção de óleo e gás natural sobre a economia municipal, estadual e nacional

Para estimar o impacto do empreendimento na economia do Estado e municípios produtores, bem como dos municípios com instalações, foram feitos cálculos aproximados da arrecadação de *royalties* tomando por base:

- estimativa do preço do petróleo em Bijupirá e Salema. Como a ANP não gerou cálculos para Bijupirá e Salema no período de 2001, foi considerado o último cálculo feito para estes campos (julho de 2000). A estimativa do preço para dezembro de 2001 foi realizada a partir do preço calculado para outro campo no mesmo período, o que pode ser considerado, visto que a variação mensal dos preços calculados pela ANP leva em conta as flutuações cambiais e do preço internacional do petróleo, que se refletem proporcionalmente ao nível dos preços apurados para cada campo;
- o preço do gás natural na entrada do gasoduto PGT, válido para a Bacia de Campos, sem atributos, no período de janeiro a março de 2002, de acordo com a ANP;
- a produção de petróleo e gás natural de Bijupirá e Salema, extraída do Plano de Desenvolvimento de Bijupirá e Salema.

A estimativa da produção de petróleo e gás natural para os campos Bijupirá e Salema para o ano de 2004 encontra-se demonstrada no Quadro 6.3.21-a, a seguir.

Quadro 6.3.21-a. Estimativa da produção mensal em Bijupirá e Salema para 2004.

		BIJUPIRÁ	SALEMA	TOTAL
Petróleo	Produção (m³)	213.000	87.000	300.000
	Preço (R\$/m³)	231,0327	231,0327	462,0654
	Valor da Produção (R\$)	49.209.965,10	20.099.844,90	69.309.810,00
Gás	Produção (mil m³)	16.410	12.000	28.410
	Preço (R\$/m³)	0,17731	0,17731	0,35462
	Valor da Produção (R\$)	2.909.657,10	2.127.720,00	5.037.377,10

A Lei nº 7.453/85 estabelece que 5% sobre o valor da produção de petróleo e gás natural extraídos de qualquer campo marítimo deve ser pago aos Estados e Municípios cujo território é realizada a exploração. O valor total da produção de petróleo e gás natural para os campos de Bijupirá e Salema, para o ano de 2004, foi estimado em R\$ 74.347.187,10 (Quadro 6.3.21-a). Sendo assim, o valor a ser arrecadado será R\$ 3.717.359,36, dos quais 70% (R\$ 2.602.151,55) serão para o Estado produtor, 20% (R\$ 743.471,87) para os municípios produtores e 10% (R\$ 371.735,94) para os municípios com instalações.

A Lei do Petróleo instituiu que, além destes 5%, os campos devem contribuir com um percentual excedente de até 5% que pode variar entre os campos, de acordo com os riscos ecológicos, expectativas de produção e outros fatores pertinentes avaliados pela

ANP. De acordo com a ANP, Bijupirá deverá contribuir com mais 5% (R\$ 3.465.490,50) e Salema com mais 4,7% (R\$ 236.756,72), totalizando R\$ 3.702.247,22. Desta quantia total, 25% (R\$ 925.561,81) será direcionado ao MCT, 22,5% (R\$ 833.005,63) ao Estado confrontante com o campo produtor, 22,5% (R\$ 833.005,63) aos municípios confrontantes com o campo produtor, 15% (R\$ 555.337,08) ao Comando da Marinha, 7,5% (R\$ 277.668,54) aos municípios afetados por operações de embarque e desembarque e 7,5% (R\$ 277.668,54) para Fundo Especial a ser distribuído entre todos os Estados e municípios.

Os critérios de distribuição dos *royalties* provenientes dos primeiros 5% estão de acordo com a Lei nº 7.990/89 e o Decreto nº 01/91, enquanto que a quantia acima desses 5% obedecem à Lei nº 9.478/97 e o Decreto nº 2.705/98. A arrecadação mensal total para 2004 será de R\$ 7.419.606,58, o que gera uma renda anual de R\$ 89.035.278,96.

O incremento na arrecadação de *royalties* e participações especiais é esperado em função do volume de produção a ser alcançado a cada ano. Seu impacto para a economia como um todo é positivo, pois os recursos oriundos da arrecadação dos *royalties* e participações especiais são distribuídos entre as três esferas do poder, quais sejam, esfera federal, estadual e municipal, o que beneficia o conjunto da população nacional.

Todavia, no que diz respeito aos municípios integrantes da Área de Influência Direta do empreendimento, relativamente aos maiores beneficiários com a receita advinda de *royalties* e participações especiais, tem-se que o município de Campos dos Goytacazes, com cerca de 24% do total dos *royalties* e participações especiais destinados aos municípios fluminenses em 2000, ou R\$ 94.025.373,95 e R\$ 54.743.190,00, respectivamente, será o município proporcionalmente menos impactado com o acréscimo de arrecadação.

O município de Cabo Frio, com arrecadação de R\$ 23.371.221,04, em 2000, a título de *royalty*, experimentará arrecadação, proporcionalmente, maior que a do município de Campos. O município de Vila Velha é que terá uma arrecadação de *royalty*, relativamente, mais expressiva, visto que houve arrecadação apenas simbólica para o município ao longo do ano de 2000, no valor de R\$ 664,79.

Os impactos ambientais resultantes são positivos, diretos, estratégicos e temporários. A magnitude do impacto foi avaliada como alta, devido ao volume a ser distribuído.

6.3.22. [Desenvolvimento da atividade sobre o conhecimento técnico-científico](#)

Conforme citado ao longo de diversos itens deste documento, especialmente no Capítulo 5 (Diagnóstico Ambiental), é escassa a literatura atualmente disponível a respeito dos efeitos ambientais das atividades de produção de petróleo e gás natural em contexto semelhante àquele em que se insere o Projeto Bijupirá & Salema, ou seja, regiões de águas profundas (talude continental) e tropicais, considerando também o relativamente longo período de desenvolvimento da atividade (17 anos). Aliado a esse fato, que se

refere ao contexto mundial, ressalta-se a ainda incipiente quantidade de informações a respeito da região oceânica da costa brasileira.

Nesse contexto, merecem destaque as atividades de monitoramento ambiental atualmente em desenvolvimento na região dos campos de Bijupirá e Salema, promovidas pela própria Enterprise, que têm gerado uma base consistente de dados referentes aos dois anos de perfuração.

No contexto específico deste Projeto, cabe destacar também a discussão em nível mundial, não apenas na comunidade científica, mas também nos fóruns relativos à indústria petrolífera, a respeito das dificuldades de distinção entre impactos antropogênicos e variações espaço-temporais naturais em sistemas ecológicos (Peterson *et al*, 1996), especialmente em ambientes onde se observa um incremento de produção secundária decorrente da presença natural de hidrocarbonetos, especialmente metano. Conforme referido no item 6.3.2, apresentado anteriormente, o metano é encontrado em grandes quantidades no sedimento oceânico de bacias petrolíferas (*hydrocarbon seeps*) (Roberts, 2000).

Conforme mencionado no item 2.3.4 deste EIA, a execução das atividades de controle ambiental previstas neste documento, desenvolvidas através dos Programas Ambientais a serem implementados para o Projeto Bijupirá & Salema, proporcionará um ganho de conhecimento da região oceânica dos campos de Bijupirá e Salema, tanto em termos de fauna e flora, quanto em termos de qualidade da água, além do conhecimento referente à geologia do local. Este conhecimento básico fornecerá subsídios para uma melhor caracterização da dinâmica oceanográfica e ambiental desta região.

Assim, a contribuição da atividade de produção para o aumento do conhecimento técnico-científico das áreas oceânicas brasileiras, tão carentes de informações básicas, foi considerada positiva, estratégica, permanente, irreversível e de média magnitude, tendo em vista principalmente a longa duração do projeto.

6.4. SÍNTESE CONCLUSIVA DOS IMPACTOS

A síntese da avaliação dos impactos da operação normal do empreendimento, de acordo com os critérios definidos neste Capítulo 6, está consubstanciada na Matriz de Avaliação de Impactos Ambientais, apresentada no Quadro 6.4-a, a seguir.

Observando a matriz, pode-se constatar que a grande maioria dos impactos (15 dos 22 identificados) foi considerada de magnitude baixa. Este aspecto se torna extremamente relevante, no que concerne à previsão da qualidade ambiental futura da região onde serão desenvolvidas as atividades de produção. Tendo em vista, além deste aspecto, o fato de que a maioria dos impactos foi também considerada reversível, pode-se supor que não deverá ocorrer comprometimento da qualidade ambiental da região em decorrência do desenvolvimento dos campos, havendo reais possibilidades de restabelecimento das condições originais.

Quadro 6.4-a: Matriz de Avaliação de Impactos (A3)

Ainda analisando a matriz, é possível observar que praticamente todos os impactos incidentes sobre o meio físico-biótico foram qualificados como negativos. Entretanto, esta classificação decorre da adoção de um critério estritamente ecológico, que parte do princípio de que qualquer alteração nas condições originais de um ecossistema, decorrente da ação humana, pode ser considerada negativa. Segundo este critério, o enriquecimento orgânico causado pelo lançamento ao mar de efluentes da plataforma, por exemplo, e o conseqüente aumento da biodiversidade local, foi considerado uma alteração negativa, embora possa apresentar aspectos positivos.

Nesse contexto, é importante salientar que a adoção de critérios estritamente ecológicos não está necessariamente contra a idéia de desenvolvimento sustentável, nem é suficiente para justificar a não implantação de empreendimentos em geral, na maioria dos casos.

A matriz mostra também que 10 dos 22 impactos ambientais identificados são positivos, incidindo essencialmente sobre o meio socioeconômico, os quais mantêm íntima relação com o principal objetivo do desenvolvimento da atividade (produção de óleo e gás natural).

Analisando as três fases distintas de desenvolvimento da atividade de produção, constata-se que a fase de instalação pode ser caracterizada por impactos concentrados na zona 1 (região dos poços e adjacências, no assoalho oceânico). Entretanto, a maioria deles foi avaliada como de abrangência local, temporários e reversíveis. Nesta etapa, destaca-se a inserção de um novo tipo de substrato (consolidado) no ambiente oceânico, que provocará alterações na biota local.

Já na fase de produção, quase todos os impactos identificados se restringem à Zona 2 (FPSO e coluna d' água), sendo a maioria de abrangência local, temporários e reversíveis. Nesta fase, merecem especial destaque os aspectos econômicos relacionados à geração de *royalties* e ao suprimento de parte significativa da demanda nacional de óleo e gás natural.

A avaliação dos impactos da fase de desativação foi dificultada pelas indefinições a respeito dos procedimentos a serem adotados, decorrentes principalmente do longo horizonte temporário em que serão desenvolvidas as atividades de produção nos campos de Bijupirá e Salema (17 anos) e das constantes alterações nas tecnologias empregadas neste setor. Dentre os impactos identificados, observa-se que a maioria incide sobre o meio socioeconômico, em contraste com as fases de produção e instalação, quando deverá ser registrado um relativo equilíbrio entre os impactos incidentes sobre o meio físico-biótico e o meio socioeconômico.

Analisando o conjunto dos impactos identificados e descritos nos itens 6.3.1 a 6.3.22, é possível identificar momentos ou etapas críticas ao longo do processo. O ano de 2004 representa a época de maior produção de óleo. Conseqüentemente, os impactos relacionados à produção em si (principalmente emissão de poluentes atmosféricos e geração de *royalties*) deverão ser observados com maior intensidade.

Com relação à biota local, as fases de instalação e desativação revestem-se de especial importância, tendo em vista as significativas alterações que esta deverá sofrer em

decorrência da instalação e retirada do sistema de produção. Destaca-se, ainda com relação à biota local, o ano de 2014, por ser o ano previsto para o descarte dos maiores volumes de água produzida.

Quanto aos aspectos socioeconômicos, a fase mais significativa corresponde ao período de produção, especialmente no que concerne às interferências com as economias dos municípios da área de influência direta, que serão beneficiados com o pagamento dos *royalties* por um período de 17 anos, tempo de vida útil previsto para os campos.

Ressalta-se que os estudos desenvolvidos não identificaram a existência de nenhuma comunidade da zona costeira a ser diretamente afetada pelo desenvolvimento da atividade de produção, mesmo considerando a eventualidade de ocorrência de acidentes críticos, conforme estudo apresentado no Capítulo 8 - Análise e Gerenciamento de Riscos e Plano de Emergência Individual.

Apesar da baixa magnitude dos impactos, as medidas de gerenciamento ambiental são fundamentais para garantir um adequado desempenho ambiental do empreendimento. Alguns dos impactos avaliados já deverão ser mitigados através de procedimentos de controle ambiental previstos pela própria Enterprise, como é o caso dos impactos relativos à geração de efluentes e disposição de resíduos, uma vez que a plataforma a ser utilizada dispõe de mecanismos de controle, conforme descrito no Capítulo 3, atendendo a normas nacionais, especialmente a Resolução CONAMA 20/86, e internacionais rígidas (MARPOL).

Em outros casos, apesar da baixa magnitude esperada para os impactos, é recomendável a implementação de medidas de gerenciamento ambiental, como é o caso dos programas de monitoramento ambiental, de treinamento, de controle da poluição e de desativação da atividade.

Nesse contexto, cabe mencionar o Programa de Monitoramento Ambiental, que se torna fundamental devido ao pouco conhecimento atual dos parâmetros ambientais das águas oceânicas e à ainda escassa informação sobre a natureza qualitativa e quantitativa dos processos impactantes gerados por empreendimentos *offshore*. Além disso, a Bacia de Campos apresenta uma evolução crescente relacionada a empreendimentos dessa natureza, sendo fundamental a geração contínua de dados para subsidiar uma análise global pelos órgãos competentes no nível de planejamento ambiental, considerando o possível sinergismo entre cada atividade de exploração e produção de petróleo no local.

Conclui-se que as atividades de produção do Projeto Bijupirá & Salema não deverão comprometer a qualidade ambiental futura da região, de modo geral. Entretanto, cabe destacar a importância da gestão ambiental adequada e eficiente, que envolve a implementação dos programas ambientais recomendados e o atendimento às normas internacionais que regulam tais atividades e à legislação brasileira de proteção ambiental, tendo em vista principalmente a longa duração da atividade (cerca de 17 anos).

6.5. MODELAGEM DO DERRAMAMENTO ACIDENTAL DE ÓLEO

Conforme observado através da análise conclusiva dos impactos ambientais possivelmente decorrentes das atividades de produção de óleo e gás natural a serem desenvolvidas nos campos de Bijupirá e Salema, na bacia de Campos, as principais interferências deste tipo de atividade com o meio físico-biótico da região onde se insere se referem principalmente ao descarte de efluentes, notadamente de água produzida, tendo em vista não apenas os relativamente grandes volumes descartados em determinadas épocas, mas também as grandes discussões atualmente em voga a respeito deste assunto. Com relação ao meio socioeconômico, destaca-se a geração de *royalties* como um impacto estratégico altamente significativo para a economia de alguns municípios e até mesmo para os Estados do Rio de Janeiro e Espírito Santo.

Entretanto, conforme mencionado na introdução deste Capítulo, a avaliação dos impactos ambientais aqui apresentada parte de um pressuposto básico e essencial para a coerente aplicação da metodologia adotada: considerou-se, para fins desta análise, o desenvolvimento normal das atividades, sem a ocorrência de eventos acidentais.

Sabe-se, porém, que o desenvolvimento de atividades de exploração de óleo e gás natural, seja *offshore* ou *onshore*, representa a possibilidade de ocorrência de diversos tipos de acidentes, dentre os quais se destacam aqueles que envolvem o derramamento de óleo, em decorrência de suas repercussões ambientais.

Nesse contexto, ressalta-se a grande preocupação em torno desse tipo de evento, por parte não apenas dos órgãos reguladores e fiscalizadores dessas atividades, mas também da sociedade organizada e da própria indústria do petróleo.

Assim, entende-se que o correto dimensionamento e avaliação da viabilidade ambiental de atividades de produção de óleo, independente da região onde serão implantadas, devem levar em consideração também os riscos inerentes ao desenvolvimento destas atividades.

Todavia, questões relacionadas principalmente aos critérios e metodologias adequadas de análise das repercussões ambientais dos eventos acidentais envolvendo derramamento de óleo, relativos às atividades de produção, indicam a necessidade de um tratamento diferenciado para estes eventos. Assim, julgou-se mais coerente avaliá-los no contexto da Análise de Riscos da atividade, que constitui um capítulo específico especialmente dedicado às situações relativas aos riscos de derramamentos acidentais, que, embora intimamente relacionado ao EIA, é apresentado de forma individualizada.

Assim, apresenta-se, no item 8.7 da Análise de Riscos da atividade de produção nos campos de Bijupirá e Salema, a avaliação das repercussões ambientais dos eventos acidentais envolvendo derramamento de óleo no mar na região, incluindo a modelagem de dispersão da pluma de óleo acidentalmente derramado.