

6. IDENTIFICAÇÃO E AVALIAÇÃO DE IMPACTOS AMBIENTAIS

Neste capítulo, apresenta-se a identificação e avaliação dos impactos ambientais da atividade de produção do FPSO P-50, no campo de Albacora Leste. Esta análise foi realizada a partir do cruzamento entre as informações dos processos inerentes à atividade de produção de hidrocarbonetos neste campo e as informações dos meios natural e antrópico que caracterizam a área de estudo deste empreendimento.

Cabe salientar que serão apresentados, neste capítulo, os impactos decorrentes das atividades normais e variações esperadas das diferentes etapas do empreendimento, a saber: (i) etapa de instalação do sistema de produção, (ii) etapa de produção de hidrocarbonetos e (iii) etapa de desativação da atividade. Os efeitos ambientais que podem ocorrer em virtude de eventos acidentais da atividade são tratados separadamente no Capítulo 8 deste documento, através de metodologia específica e diferenciada, uma vez que sua descrição deve se basear nas informações contidas na Análise de Risco.

6.1. METODOLOGIA DE IDENTIFICAÇÃO E AVALIAÇÃO DOS IMPACTOS

A análise de impactos ambientais abrange a identificação dos aspectos inerentes às diferentes etapas das atividades (instalação, operação e desativação) e suas inter-relações com os meios natural e antrópico da área onde a atividade será desenvolvida, consubstanciados na Análise Integrada (item 5.4). Por sua vez, a avaliação destes impactos deve envolver uma descrição detalhada, baseada tanto nas informações levantadas ao longo do estudo ambiental quanto em dados secundários de atividades semelhantes, embasando a previsão de sua magnitude e o julgamento de sua importância através de critérios previamente estabelecidos.

Quanto aos procedimentos metodológicos utilizados na identificação e avaliação de impactos ambientais, deve-se ressaltar que a literatura técnica dispõe de um elenco variado de métodos, alguns privilegiando os aspectos quantitativos, outros os qualitativos. No entanto, a experiência vem demonstrando que todos apresentam deficiências e virtudes, havendo consenso de que, embora o conhecimento das várias técnicas seja útil, a utilização de qualquer uma delas, exclusivamente, não consegue expressar a multiplicidade de fatores envolvidos. Dessa forma, tem-se buscado uma conjugação *ad hoc* de diversos métodos de maneira a obter o conjunto de técnicas que melhor se adapte às características de cada estudo.

Tais aspectos foram considerados na formulação dos procedimentos metodológicos aplicados na avaliação de impactos da atividade de produção de hidrocarbonetos do campo de Albacora Leste, ressaltando-se a preocupação em se respeitar as especificidades do empreendimento e da área de estudo.

Em termos gerais, a avaliação de impactos ambientais do FPSO P-50, no campo de Albacora Leste, compreendeu as etapas de identificação e avaliação, descritas nos itens a seguir.

6.1.1. Identificação dos Impactos Ambientais

Para a identificação dos impactos ambientais, as interações entre as informações socioambientais da área de estudo foram associadas às intervenções do Empreendimento, considerando as seguintes etapas: instalação do sistema de produção (equipamentos submarinos, ancoragem e comissionamento do FPSO), operação (processos inerentes à atividade de produção de hidrocarbonetos) e desativação da estrutura ao final do período produtivo do campo de Albacora Leste.

A etapa de identificação dos impactos ambientais do FPSO P-50 envolveu, basicamente, três procedimentos: (i) identificação dos aspectos da atividade de produção do campo, resultando na elaboração do Fluxograma de Processos de Interesse Ambiental do FPSO P-50 (Figura 6.2.1-a); (ii) identificação dos fatores ambientais impactáveis; e (iii) elaboração da Listagem dos Impactos Ambientais. É importante salientar que a Matriz de Identificação de Impactos, apresentada em seguida (Quadro 6.2.2-a), representa uma importante ferramenta para a identificação dos impactos, uma vez que permite a visualização das interfaces entre a atividade (aspectos) e o meio ambiente (fatores ambientais impactáveis).

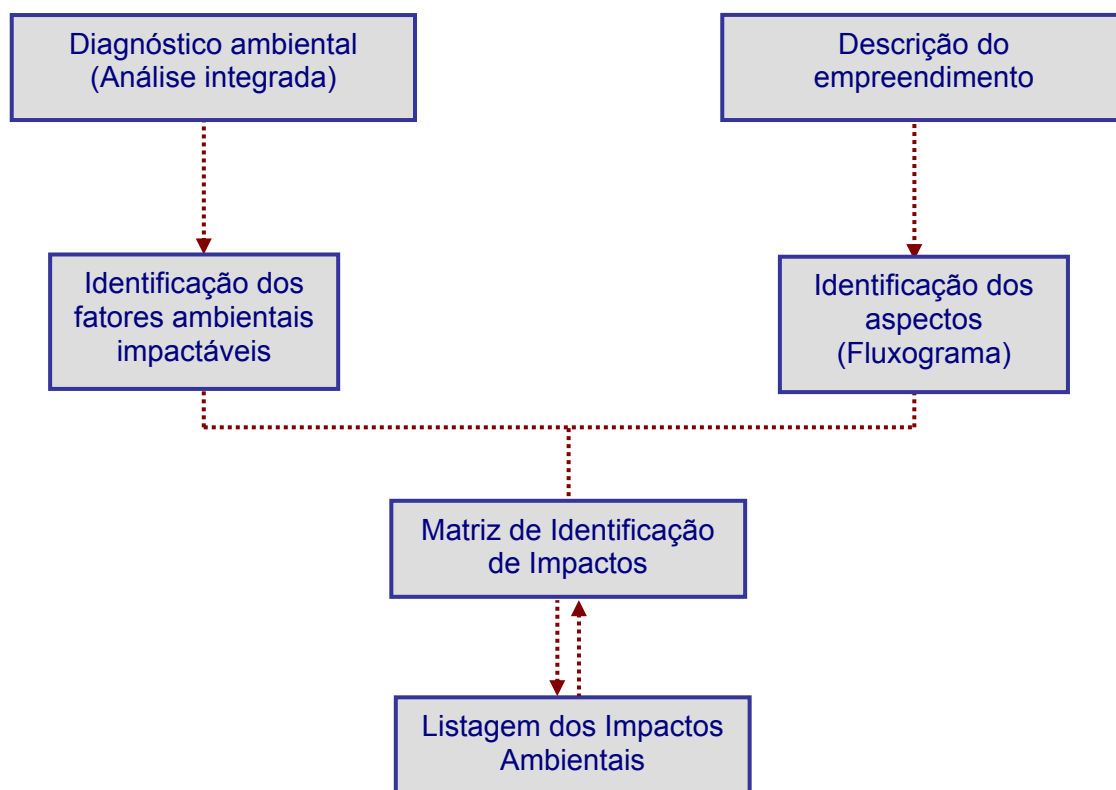


Figura 6.1.1-a. Representação esquemática dos procedimentos metodológicos da etapa de identificação dos impactos ambientais.

A inter-relação entre a Matriz e a Listagem está no fato de que, após a elaboração da Listagem, os números referentes aos impactos são acrescentados na Matriz, de forma a

esclarecer a correspondência entre as interfaces atividade-meio ambiente e os impactos efetivamente listados.

A elaboração da Matriz de Identificação dos Impactos consistiu em uma análise das possibilidades de ocorrência de impacto ambiental resultante dos aspectos inerentes à atividade, baseando-se em técnicas do método *ad hoc*, com a participação da equipe multidisciplinar envolvida na elaboração do projeto e dos estudos ambientais.

A Listagem dos Impactos Ambientais, por seu turno, também foi desenvolvida a partir de discussão interdisciplinar envolvendo as equipes responsáveis pela elaboração do projeto e pelos estudos ambientais. Para a elaboração da listagem, foram levados em consideração os seguintes itens:

- ❑ informações sobre a caracterização e quantificação dos aspectos do empreendimento;
- ❑ observações disponíveis sobre impactos conhecidos de empreendimentos semelhantes (produção de petróleo *offshore*);
- ❑ resultados do diagnóstico ambiental e o conhecimento existente sobre a sensibilidade do meio ambiente da área de estudo.

6.1.2. [Avaliação dos Impactos Ambientais](#)

A avaliação dos impactos ambientais compreendeu sua descrição, a avaliação da sua magnitude e importância e a elaboração da matriz de avaliação dos impactos ambientais. Os procedimentos metodológicos adotados para estas etapas encontram-se descritos a seguir.

- [Descrição dos impactos ambientais](#)

A descrição dos impactos ambientais baseou-se na caracterização dos aspectos da atividade que lhe deram origem, de modo a explicitar a relação da ação causadora com os fatores ambientais afetados. Esta descrição subsidiou as posteriores avaliações da magnitude e importância destes impactos, em função das alterações previstas nos fatores ambientais analisados.

Para tanto, foram realizadas análises qualitativas 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 das ações impactantes, como no caso da dispersão da água produzida no mar e da emissão de poluentes atmosféricos.

- [Avaliação da magnitude e importância dos impactos ambientais](#)

Para a avaliação dos impactos, foram considerados critérios comuns entre os especialistas, além dos já estabelecidos no Termo de Referência que norteia a elaboração deste EIA. A homogeneização dos critérios para os diversos temas estudados foi obtida através de dinâmicas interdisciplinares, buscando-se um entendimento

conceitual dos mesmos, de modo que sua aplicação para impactos de natureza diversa fosse coerente.

A significância dos impactos ambientais foi avaliada de acordo com sua magnitude e importância. A magnitude constitui-se na avaliação, em termos absolutos, da grandeza de um impacto, definida como a medida de alteração de um atributo ambiental, tanto em termos quantitativos quanto qualitativos. A importância, por sua vez, reflete a ponderação do grau de significância de um impacto em relação ao fator ambiental afetado e a outros impactos (Spadotto, 2002).

Tendo por base esses conceitos, para a avaliação da importância dos impactos, foram conjugados os seguintes critérios: natureza (qualificação), incidência, abrangência espacial, duração e frequência, reversibilidade e cumulatividade (Farah, 1993).

Para esta avaliação também foram levados em consideração a magnitude de cada um dos impactos e a sensibilidade do ambiente em que estes incidem, conforme caracterizada no item 5.4.2 deste documento (Análise Integrada e Síntese da Qualidade Ambiental).

De modo geral, um impacto de alta magnitude incidindo sobre um ambiente de alta sensibilidade apresenta grande importância. O balanço entre alta magnitude e baixa sensibilidade, ou o contrário (alta sensibilidade e baixa magnitude), indica média importância do impacto em questão. Finalmente, impactos de baixa magnitude incidindo sobre ambientes de baixa sensibilidade podem ser considerados de pequena importância.

Uma análise da qualidade ambiental da região onde se situa o campo de Albacora Leste revelou a presença de áreas de alta sensibilidade na sua porção costeira (MMA/GERCO, 1996). Contudo, os impactos previstos para a atividade de produção do FPSO P-50 incidentes sobre o meio físico-biótico se restringem à porção oceânica desta região. Deve-se ressaltar que o campo de Albacora Leste está localizado em águas ultra-profundas (>1000m), cujas características hidrodinâmicas favorecem os processos de dispersão e diluição de poluentes. De acordo com a GESAMP (1993), as condições dinâmicas típicas de águas oceânicas garantem que os impactos gerados por atividades de produção em águas ultra-profundas sejam pouco significantes.

Com a finalidade de completar o quadro de elementos utilizados para subsidiar a avaliação dos impactos, a ocorrência dos impactos associados às etapas operacionais do empreendimento foi ilustrada em uma Matriz de Avaliação. Também foram indicadas as zonas espaciais da atividade onde as principais repercussões dos impactos ocorrem, classificadas em zona 1 (região dos poços e das estruturas submarinas, no assoalho oceânico); zona 2 (unidade 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).

Os critérios utilizados para avaliação da importância dos impactos identificados encontram-se descritos a seguir.

➤ *Natureza*

A avaliação quanto à natureza 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 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 de um processo desencadeado por um outro impacto ambiental, decorrente da ação indireta do empreendimento (**impacto indireto**).

➤ *Abrangência espacial*

A noção de espacialidade dos processos impactantes é estratégica para a avaliação de impactos (determinação da área de influência, identificação de impactos sinérgicos e 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 são 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 **extra-regional**, cujos efeitos afetam um campo ambiental de importância coletiva ou nacional.

➤ *Duração e frequência*

Este critério classifica os impactos em **temporários** (impacto cujos efeitos cessam em uma escala temporal conhecida) ou **permanentes** (impacto cujos efeitos se estendem além de uma escala temporal conhecida, 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 (impacto **reversível**) ou irá manter-se, uma vez cessada a ação impactante (impacto **irreversível**). Este critério depende da capacidade do impacto de persistir no ambiente, porém também apresenta relação 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 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 ou de curto prazo, embora alguns deles possam ser intensificados ao longo do tempo. Por esta razão, este critério não foi incluído na Matriz de Avaliação de Impactos.

➤ *Cumulatividade*

Este critério refere-se à possibilidade de um impacto ambiental induzir a geração de outros impactos, ou mesmo a processos indutores, podendo ser classificado como **simples**, quando o impacto ambiental não se apresenta como indutor à geração de outros impactos ou processos indutores ou como **indutor**, quando o impacto induz a presença de outro impacto ambiental ou de outro processo indutor.

- **Elaboração da Matriz de Avaliação dos Impactos**

A Matriz de Avaliação dos Impactos tem como objetivo principal sintetizar os resultados do julgamento dos critérios de avaliação apresentados na descrição dos impactos. Nesta análise sistematizada, encontram-se as informações acerca da zona de atividade e fase da atividade, assim como a avaliação dos critérios de cada impacto.

É importante ressaltar, finalmente, que a avaliação de impactos foi realizada considerando as atividades de produção do FPSO P-50 isoladamente.

6.2. IDENTIFICAÇÃO DOS IMPACTOS AMBIENTAIS

Neste item, sintetizam-se os resultados da identificação dos impactos ambientais, abrangendo a listagem dos aspectos da atividade e dos fatores ambientais impactáveis, bem como o cruzamento entre os aspectos e fatores na Matriz de Identificação dos Impactos. Como resultado desta etapa, obtém-se a Listagem de Impactos Ambientais Relevantes.

6.2.1. Listagem dos aspectos inerentes à atividade

Os aspectos inerentes ao desenvolvimento das atividades, abrangendo a instalação do sistema de produção, a produção em si e as atividades de apoio, foram representados no Fluxograma do Processo de Interesse Ambiental (Figura 6.2.1-a).

Para a identificação dos impactos, optou-se por organizar os aspectos em função de dois critérios: tipo de atividade do empreendimento e fase do processo em que incidem. Os aspectos considerados foram:

- Instalação do sistema submarino da atividade de produção
- Comissionamento da UEP FPSO P-50
- Presença física do sistema de produção
- Desativação da atividade de produção
- Lançamento ao mar dos efluentes gerados no FPSO
- Lançamento ao mar da água produzida
- Emissão de poluentes gasosos
- Criação de zona de segurança no entorno do FPSO
- Demanda de mão-de-obra
- Atividades de instalação do sistema de produção
- Atividades de produção de óleo e gás natural
- Geração de resíduos sólidos e oleosos

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 abrangidos por estas. A descrição desses aspectos encontra-se no Capítulo 3, relativo à Descrição da Atividade de Produção.

Figura 6.2.1-a - Fluxograma do Processo de Interesse Ambiental

6.2.2. Fatores ambientais impactáveis

Os fatores ambientais considerados passíveis de serem impactados pelas atividades do FPSO P-50, a partir dos resultados do diagnóstico ambiental, foram:

- Meio Físico
 - qualidade do ar
 - qualidade da água
- Meio Biótico
 - biota marinha (plâncton, bentos e nécton)
- Meio Socioeconômico
 - demanda de óleo e gás natural
 - atividades pesqueiras
 - receita tributária
 - nível de emprego
 - infra-estrutura de transportes
 - nível de tráfego
 - 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 seja passível de sofrer os efeitos do desenvolvimento da atividade de produção, alguns de seus compartimentos foram tratados de forma individualizada, devido às especificidades relativas 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 aspectos e fatores foram preenchidos com os impactos ambientais decorrentes dessas interações, identificados de acordo com a numeração apresentada no item 6.2.3.

Quadro 6.2.2-a: Matriz de Identificação de Impactos

6.2.3 Listagem dos Impactos Ambientais

A lista de impactos ambientais apresentada a seguir é abordada em conjunto com os respectivos aspectos, uma vez que alguns impactos possuem a mesma nomenclatura para aspectos diferentes.

- **Instalação do sistema submarino da atividade de produção**
 1. Alteração dos níveis de turbidez da água
 2. Morte de organismos bentônicos
- **Comissionamento da UEP FPSO P-50**
 3. Introdução de espécies exóticas via água de lastro
- **Presença Física do Sistema de Produção**
 4. Alteração da biota marinha
- **Desativação da atividade de produção**
 5. Alteração da biota marinha
- **Lançamento ao mar dos efluentes gerados no FPSO**
 6. Alteração dos níveis de nutrientes e turbidez na coluna d'água
 7. Alteração da biota marinha
- **Lançamento ao mar da água produzida**
 8. Alteração da qualidade da água
 9. Alteração da biota marinha
- **Emissão de poluentes gasosos**
 10. Alteração da qualidade do ar
- **Criação de zona de segurança no entorno do FPSO**
 11. Geração de conflitos entre atividades
- **Demanda de mão-de-obra**
 12. Geração de empregos

- Atividade de Instalação do sistema de produção

13. Geração de tributos e incremento da economia local, estadual e nacional

14. Aumento da demanda sobre as atividades de comércio e serviços

- Atividades de Produção

15. Pressão sobre o tráfego marítimo

16. Pressão sobre o tráfego aéreo

17. Pressão sobre o tráfego rodoviário

18. Pressão sobre a infra-estrutura de transporte marítimo e aumento da demanda da indústria naval
19. Dinamização do setor de transporte aéreo

20. Pressão sobre a infra-estrutura de transporte rodoviário

21. Demanda por infra-estrutura portuária

22. Aumento da produção de hidrocarbonetos

23. Geração de *royalties* e dinamização da economia

24. Aumento do conhecimento técnico-científico e fortalecimento da indústria petrolífera

25. Geração de expectativas

- Geração de resíduos sólidos e oleosos

26. Demanda de infra-estrutura de resíduos sólidos e oleosos

6.3. AVALIAÇÃO DOS IMPACTOS AMBIENTAIS

As informações constantes da descrição da atividade de produção a ser desenvolvida no campo de Albacora Leste (Capítulo 3), bem como aquelas referentes ao meio ambiente em questão (Capítulo 5), constituem a base da avaliação de impactos ambientais deste empreendimento.

A extensa bibliografia analisada revela que diversos trabalhos têm sido desenvolvidos enfocando os efeitos de derramamentos de óleo, eventos que representam uma significativa alteração ambiental de efeito imediato. 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, incluindo a de distinção entre impactos antropogênicos e variações espaço-temporais naturais em sistemas ecológicos.

No contexto específico do FPSO P-50, é importante ressaltar ainda, que a PETROBRAS possui um projeto específico para a desativação das atividades de produção no campo, baseado na legislação atualmente vigente. Contudo, como esta etapa final do projeto somente ocorrerá daqui a 23 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 [item 3.15] e, mais detalhadamente, no Projeto de Desativação, apresentado no item 7.6 deste EIA).

O presente trabalho buscou prever os possíveis impactos decorrentes das atividades do FPSO P-50, durante o desenvolvimento do campo de Albacora Leste, de forma consistente, equilibrada e consciente, com base em dados e informações recentes, tanto no que diz respeito ao ambiente em questão quanto a empreendimentos semelhantes, conforme apresentado a seguir.

Aspecto: Instalação do sistema submarino da atividade de produção

6.3.1. Alteração dos níveis de turbidez da água

A fase de instalação do sistema submarino, para o desenvolvimento das atividades de produção do campo de Albacora Leste através do FPSO P-50 (18 poços de produção e 11 de injeção de água), se refere às etapas de instalação das estruturas descritas no item 3.3 deste EIA. Em linhas gerais, essa fase pode ser resumida da seguinte forma: (1) instalação das 18 âncoras do tipo torpedo; (2) instalação de 29 ANM e do PLET; (3) posicionamento do FPSO; (4) amarração dos cabos das âncoras; (5) lançamento e conexão dos *risers* e das *flowlines* (18 linhas de produção, 18 linhas de injeção de gás lift, 9 linhas de injeção de água e 1 linha de exportação de gás; com diâmetros entre 4 e 8"); (6) lançamento e conexão dos 28 umbilicais; (7) instalação da conexão dos dutos flexível e rígido do gasoduto de exportação; e (8) 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, em uma lâmina d'água variando entre 1.000 e 1.800 m, onde ficarão apoiados ou enterrados no substrato. Portanto, a zona mais atingida será a camada d'água próxima ao fundo oceânico. A área afetada pela instalação dos equipamentos abrange cerca de 76 km², conforme pode ser observado na Figura 3.3-a. Desta área, cerca de 0,06 km² será efetivamente ocupada pelas estruturas submarinas. O sistema de coleta da produção, representado pelas 74 linhas de fluxo do processo, com extensão média de 4.000 m e diâmetro de 4 a 8 ", ocupará o restante da área perfazendo cerca de 300 km lineares de extensão de linhas sobre o assoalho oceânico.

Durante a instalação de cada estrutura do sistema submarino no assoalho oceânico, ocorrerá a suspensão e conseqüente aumento da concentração de material particulado na água, devido ao revolvimento das camadas superiores do sedimento. Em geral, esses sedimentos depositados no fundo oceânico apresentam condições de consolidação e compactação variadas, em função dos processos que os formaram e dos eventos ambientais aos quais foram submetidos posteriormente. Sendo assim, a quantidade de sedimento suspenso irá variar de acordo com as características do sedimento (granulometria, densidade etc. e com o modo como cada equipamento submarino será acomodado sobre o substrato. Como na Bacia de Campos o sedimento é composto principalmente por silte e argila (85%), que são partículas finas com diâmetro médio de aproximadamente 7,0 ϕ , a tendência é de uma ressuspensão maior e com uma maior duração.

Por sua vez, a suspensão provocará um aumento da turbidez na camada de água próxima ao fundo durante um determinado período de tempo, que será definido pelas características do sedimento e pela hidrodinâmica no local do impacto. Assim, essas partículas suspensas deverão ser dispersas pela circulação no local da instalação, onde até 1100 metros aproximadamente se encontra a AIA fluindo para sul e entre 1100 e 1800 metros a APAN fluindo para norte ambas com velocidades média de 0,10 m/s junto ao fundo, e pela sedimentação natural, favorecendo a recuperação das condições anteriores. Pelos pequenos valores da velocidade de corrente no local, a dispersão do sedimento suspenso não será significativa, não alterando a magnitude do impacto.

Para uma análise do processo de ressuspensão visando obter valores que possam dar uma noção, mesmo que estimada, do impacto causado pela instalação de estruturas submarinas foram feitas algumas suposições, principalmente sobre volume de sedimento ressuspenso e a altura de ressuspensão.

Considerando-se:

- Área efetivamente ocupada pela instalação dos equipamentos como sendo de 0,06 Km²;
- O diâmetro das linhas como sendo de 8 polegadas e que metade de cada linha será enterrada no sedimento;
- A velocidade média da corrente junto ao fundo de 0,10 m/s (Stramma & England, 1999);

- O sedimento no local composto de 85% de silte muito fino e argila fina que apresenta velocidade de queda do grão igual à 2×10^{-5} cm/s, baseando-se em dados de Villena, 1999;

Então obtém-se um volume de ressuspensão do sedimento igual à 9424 m^3 , partindo do pré-suposto que todo o sedimento ressuspenso será o equivalente a metade do volume de cada linha. Pela pequena velocidade de queda do grão na coluna d'água tem-se que o sedimento mais fino irá se deslocar aproximadamente a uma distância de 23,4 Km no sentido preferencial da corrente durante o tempo de decantação ocupando uma área aproximada de $5,70 \text{ Km}^2$. Como as linhas estão espalhadas sobre o assoalho oceânico e serão instaladas em diferentes momentos do desenvolvimento do campo, a altura de recobrimento será pequena em função da ressuspensão acontecer em lugares e momentos diferentes amenizando o impacto sobre comunidades bentônicas.

Portanto, o impacto da instalação do sistema submarino da atividade de produção sobre a qualidade da água foi avaliado como negativo, de incidência direta, local, temporário, reversível, de baixa magnitude e de pequena importância. Foi considerado, ainda, indutor/potencializador do impacto da instalação dos equipamentos submarinos sobre as comunidades bentônicas (item 6.3.2).

6.3.2. [Morte de organismos bentônicos](#)

O FPSO P-50 será ancorado em uma região com aproximadamente 1.240 metros de profundidade. Este local pertence ao domínio bentônico da zona profunda / piso batial (1.000 a 2.000 metros) ou região do talude continental (Soares-Gomes *et al.*, 2002). Devido à ausência de luz, o bentos do piso batial é composto de bactérias e animais.

Em comparação com o bentos da plataforma oceânica (zona sublitoral, ou seja, profundidade inferior a 200 metros), o bentos de águas profundas apresenta menor riqueza, com poucas espécies apresentando uma abundância relativa marcante (Sumida, 1994). Em contrapartida, estima-se que o pico de diversidade bentônica encontre-se nas profundidades de 2.000 a 3.000 metros, uma vez que a taxa de adição de espécies novas em áreas profundas é de uma espécie nova a cada quilômetro quadrado (Grassle & Maciolek, 1992 *apud* Soares-Gomes *et al.*, 2002). Estudos realizados na Bacia de Campos (item 5.2.2 – Comunidades Bentônicas), revelaram um decréscimo tanto da riqueza quanto da densidade com o aumento da profundidade, sendo os anelídeos poliquetas os organismos mais importantes por sua diversidade, seguidos pelos crustáceos, confirmando o observado por Sumida (1994). No campo de Albacora Leste, também foram observadas baixas densidades em relação às áreas mais rasas. No entanto, considerando somente este campo, tanto a riqueza quanto a densidade foram consideradas homogêneas entre as isóbatas monitoradas. A sensibilidade característica de muitos destes organismos bentônicos faz com que este compartimento da biota marinha seja relevante na detecção de impactos de natureza diversa, sendo bom indicador de modificações da qualidade da água e do sedimento (Gray *et al.*, 1990).

A instalação do sistema submarino de produção afetará o bentos de forma direta, através da morte dos organismos, com o lançamento das âncoras-torpedo, das linhas de fluxo de processo (linhas de produção, linhas de injeção de gás *lift*, linhas de injeção de água e

umbilicais), da estrutura de interligação do gasoduto (PLET – *Pipeline End Terminal*) e do gasoduto rígido de exportação. Este impacto será localizado, destacando-se a extensão ocupada pelas linhas de fluxo de processo, assim como

permanente e irreversível, uma vez que estas estruturas submarinas permanecerão no assoalho oceânico. Uma recolonização do local é prevista, devido à introdução de um novo substrato (consolidado) na região.

Os processos de ancoragem e instalação das linhas de fluxo de processo e do gasoduto rígido ocasionarão, ainda, a suspensão do sedimento do fundo oceânico, aumentando temporariamente a turbidez local. O revolvimento do sedimento na coluna d'água comprometerá a qualidade da água do fundo oceânico (conforme descrito no item 6.3.1), prejudicando de forma indireta a fauna bentônica do local, podendo ocorrer a morte de alguns organismos bentônicos. À medida que o sedimento suspenso voltar a se depositar no fundo marinho, ocorrerá restabelecimento da fauna local. Assim, este impacto se caracteriza como temporário e reversível.

Tendo em vista os aspectos apresentados, pode-se considerar que a interferência da instalação do sistema submarino de produção de Albacora Leste sobre as comunidades bentônicas será localizada, negativa, de incidência direta ou indireta, de média magnitude e de pequena importância.

Aspecto: Comissionamento da UEP FPSO P-50

6.3.3. Introdução de Espécies Alóctones via Água de Lastro

O deslocamento do FPSO P-50 ocorrerá de região costeira para o campo de Albacora Leste, submetendo o ambiente oceânico a uma possível colonização de espécies costeiras transportadas pela água de lastro¹. Entretanto, este evento deverá ocorrer apenas uma vez, pois, após a chegada, o FPSO ficará ancorado permanentemente e a troca de lastro será feita com a água do próprio local.

Para uma espécie alóctone, potencialmente nociva ou não, conseguir se estabelecer, todo o ciclo de introdução, desde a região exportadora (origem da embarcação) até a região importadora (destino da embarcação), deve ser concluído. Este ciclo inclui várias etapas diferentes, que resumidas são: 1) captura dos organismos na região exportadora de água de lastro; 2) adaptação e sobrevivência dos organismos às condições ambientais no tanque de lastro durante a viagem; 3) sobrevivência dos organismos às condições ambientais da região importadora de água de lastro; 4) capacidade de reprodução destes organismos na região com novas condições ambientais; 5) estabelecimento e manutenção de uma nova população, ou seja, capacidade para sobreviver às interações bióticas com as populações autóctones do novo ambiente, principalmente competição e predação.

Desta forma, fica claro que a introdução de uma nova espécie é altamente dependente do número de inóculos, ou seja, de descartes de água de lastro. Portanto, o descarregamento inicial da água de lastro costeira pode ser considerado desprezível, por configurar-se como apenas um inóculo e, principalmente, pelo fato do ambiente oceânico, caracterizado pela escassez de nutrientes e um intenso hidrodinamismo, ser muito menos favorável ao estabelecimento de espécies alóctones (Carlton, 1987).

Também não se sabe, ainda, se o FPSO P-50 promoverá o descarte da água de lastro, quando do seu deslocamento da região do campo de Albacora Leste para uma área costeira, após o descomissionamento das atividades de produção. Contudo, como novamente este descarte se daria uma única vez, a possibilidade de ocorrer uma introdução bem sucedida de espécies potencialmente nocivas ou alóctones na região de destino do FPSO é muito baixa.

Neste contexto, a introdução de espécies exóticas, a partir das atividades inerentes à produção de hidrocarbonetos pelo FPSO P-50, caracteriza-se como um impacto negativo, e de incidência direta.

Uma vez que a viabilidade de introdução de espécies costeiras em águas oceânicas se dá a partir da utilização das estruturas físicas instaladas como substrato, este impacto foi avaliado como local, temporário e reversível, já que ao término das atividades de produção, este sistema físico será desestruturado. Dessa forma, a introdução de espécies exóticas foi considerada de baixa magnitude e pequena importância, somando-se a isso

¹ Água do mar utilizada no preenchimento dos tanques laterais dos navios. Serve para a manutenção do equilíbrio e estabilidade das embarcações, sendo imprescindível para a segurança e eficiência dos navios modernos.

sua baixa probabilidade de ocorrência, em virtude de caracterizar-se como um evento único.

Aspecto: Presença física do sistema de produção

6.3.4. Alteração da Biota Marinha

Após a instalação, o FPSO e todo o sistema de produção representarão um novo ambiente para a biota local. Essas estruturas causarão, à primeira instância, um sombreamento que atrairá as comunidades nectônicas. Este efeito poderá ser potencializado com a posterior colonização do casco do FPSO e dos *risers* por organismos bioincrustantes. A colonização da unidade ocorre de acordo com o modelo de sucessão conhecido para costões rochosos onde, primeiramente, tem-se a formação de um biofilme de microorganismos (bactérias e protozoários), oferecendo condições ótimas para a posterior fixação de algas (epífitas e incrustantes) e de larvas de animais incrustantes (Nibakken, 1993). Segundo Page *et al* (1999), os animais recrutados são os mesmos normalmente encontrados em costões rochosos.

Num ambiente de caráter homogêneo como o oceano, esta nova comunidade de organismos incrustantes representará um atrativo para outros organismos (p.e., crustáceos, equinodermas e peixes), que se manterão indiretamente associados à unidade, proporcionando, ainda, um aumento da produção primária local em resposta ao maior influxo de nutrientes proveniente da sua excreção. Este aumento de produção primária será seguido por um enriquecimento dos demais níveis tróficos da cadeia alimentar pelágica, pois resultará em aumento da densidade do zooplâncton e de peixes planctívoros (nécton).

Quanto ao bentos, a introdução de um substrato consolidado no fundo oceânico poderá ocasionar um aumento da biodiversidade, devido à co-ocorrência e co-dominância de organismos adaptados a substratos consolidados (p.e., crustáceos) e inconsolidados (p.e., poliquetas). Essas alterações, por sua vez, causarão modificações na estrutura da comunidade de outros organismos, indiretamente associados ao bentos, tais como os peixes demersais (principais predadores de organismos bentônicos).

Tal aumento da biodiversidade foi interpretado como um impacto negativo, uma vez que considerou-se o ponto de vista ecológico². Entretanto, essa interpretação é controversa pois, sob o ponto de vista antropológico³, tal impacto seria considerado positivo. Independentemente do ponto de vista utilizado, este impacto foi considerado de baixa magnitude, de abrangência local e de pequena importância. Para a biota pelágica, este impacto será temporário e reversível, pois cessada a ação impactante, ou seja, retirado o FPSO e desconectados os *risers*, as condições originais tendem a serem restabelecidas em médio prazo. No entanto, no caso da biota bentônica, o impacto será permanente e

² A alteração de um ambiente por intervenção antrópica que cause 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 (Groombridge, 1992).

³ O aumento da biodiversidade de um ambiente naturalmente pobre, tendo em vista o ganho comercial com o aumento da produtividade pesqueira, pode ser considerado um aspecto positivo (Groombridge, 1992).

irreversível, uma vez que, segundo projeto atual de desativação, o sistema submarino deverá ser deixado no fundo oceânico.

Aspecto: Desativação da atividade de produção

6.3.5. Alteração da biota marinha

A avaliação deste impacto foi baseada na política de desativação de plataformas de produção de petróleo, atualmente empregada pela ANP. Conforme mencionado no item 3.15, a longa duração (22 anos) deste empreendimento torna imprescindível uma reavaliação, tanto da estratégia de desinstalação quanto dos impactos causados no período em que este aspecto de fato acontecerá. Está previsto que a desativação da atividade de produção envolverá a desconexão dos *risers* e a saída do FPSO. Todo o sistema submarino restante, inclusive as âncoras, permanecerá no fundo, livre de qualquer agente que possa poluir o meio ambiente, de acordo com a tecnologia mais avançada disponível na época.

Prevê-se que a comunidade bentônica estabelecida durante toda a fase de produção da P-50, de uma forma geral, não será afetada pela desativação da atividade, uma vez que as estruturas submarinas permanecerão no fundo. Impactos localizados serão observados em virtude do abandono dos *risers*, que serão desconectados da P-50 e lançados ao fundo. Sua chegada ao fundo ocasionará a morte dos organismos locais, especialmente da epifauna. Alguma ressuspensão de sedimento também ocorrerá, podendo causar, indiretamente, morte de alguns organismos. No entanto, como foram observadas baixas riquezas e densidades de organismos bentônicos no campo de Albacora Leste, é possível que estes *risers* não atinjam os organismos, ou ainda atinjam um número muito pequeno destes. Dessa forma, este impacto foi considerado desprezível, de abrangência local e reversível, apesar de sua natureza negativa.

Apesar de plataformas e outras estruturas serem reconhecidas como grandes contribuintes para o aumento da vida marinha (Page *et al.*, 1999), é praticamente impossível prever os efeitos da desativação sobre os estoques regionais de espécies marinhas. A maioria dos animais que recrutam em plataforma deverá, com a retirada do sistema de produção, se estabelecer em outras áreas, uma vez que invertebrados e peixes apresentam grande poder de dispersão durante seus estágios larval ou juvenil. Neste caso, as consequências da desativação podem atingir uma abrangência regional.

No que diz respeito à comunidade pelágica da área do empreendimento, prevê-se que a desconexão das linhas de fluxo e a saída do FPSO proporcionarão retorno do ambiente pelágico à sua condição homogênea original.

Com base nos critérios ecológicos descritos no item 6.3.3, e considerando que o ambiente pelágico retomaria a sua condição inicial em médio/longo prazo, este impacto foi considerado positivo para a biota pelágica. Os efeitos deste impacto serão restritos a área do empreendimento, tendo sido considerados diretos, permanentes e irreversíveis. O impacto foi considerado, ainda, de baixa magnitude.

Aspecto: Lançamento ao mar dos efluentes gerados no FPSO P-50

6.3.6. Alteração dos níveis de nutrientes e de turbidez na coluna água

Durante as atividades normais de operação do FPSO, serão gerados, basicamente, os seguintes: efluentes sanitários, efluentes gerados pela trituração dos restos alimentares e efluentes oleosos, oriundos tanto do sistema de drenagem do FPSO quanto da água produzida, gerada na planta de processamento de hidrocarbonetos. Este item tem por objetivo avaliar o impacto da emissão dos efluentes sanitários e dos restos alimentares na qualidade da água. Os efluentes oleosos são tratados individualmente no item 6.3.7.

A seguir, são apresentados os sistemas de tratamento projetados para estes efluentes.

- Sistema sanitário**

O sistema de tratamento de efluentes sanitários do FPSO, descrito no 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 (estimado em 160 pessoas), considerando o uso médio de 200 L diários por pessoa (limpeza, higiene, gasto geral das lavanderias). O volume gerado pode chegar a 32 m³/dia, sendo que o sistema de tratamento adotado tem capacidade para tratamento de até 40 m³ diários.

Conforme já descrito no item 3.12.5, esse efluente será tratado através de um sistema do tipo eletro-catalítico, composto de duas bombas a vácuo, duas bombas de descarga, tubulações, válvulas e painéis elétricos, que coletam as águas oriundas de vasos sanitários, banheiros, lavanderias e cozinha para um tanque coletor. A unidade de tratamento é formada por células eletrolíticas onde, continuamente, se faz a desinfecção do material em tanques de aeração através de um processo de eletrocloração onde, por meio de um processo eletrolítico, obtém-se elevada concentração de hipoclorito de sódio a partir da água do mar utilizada, sendo este destinado à desinfecção do efluente.

Os padrões de descarga estimados em função do sistema de tratamento estão em concordância com os limites da IMO (50 mg/L de sólidos em suspensão; 50 mg/L de DBO₅ e 250 coliformes fecais/100 mL) e com os valores definidos pela Resolução CONAMA 20/86 para classe 6, águas salinas (limites de 4.000 coliformes fecais/100 mL e 10 mg/L O₂ de DBO₅).

- Sistema de Trituração de Restos Alimentares**

Toda a produção de restos alimentares do FPSO será recolhida e encaminhada para um sistema de tratamento, que consiste na trituração e descarte ao mar. As partículas finais geradas deverão ter tamanho inferior a 25 mm, atendendo às especificações determinadas na Convenção MARPOL. A estimativa do volume total de restos alimentares para 160 pessoas é de 64 kg/dia que serão descartados por um duto com diâmetro aproximado de 10 polegadas, localizado no lado boreste, a ré do FPSO. Está prevista ainda uma saída de água abaixo do triturador para diluir e auxiliar a descarga do resíduo orgânico triturado.

Em virtude do tratamento prévio, os efluentes sanitários e alimentares não deverão produzir sólidos flutuantes nem alterações na cor da água, com o cloreto residual do sistema sendo rapidamente diluído na coluna d'água, não causando qualquer tipo de alteração na salinidade local. Entretanto, as consideráveis quantidades diárias de esgoto e restos alimentares geradas pontualmente, em decorrência do efetivo a bordo, aumentarão a disponibilidade de nutrientes e a turbidez da água. Porém, a tendência é que as correntes superficiais na região dispersem rapidamente os efluentes lançados, diluindo-os e afastando-os do FPSO.

Assim sendo, os impactos decorrentes do lançamento ao mar podem ser avaliados como negativos e diretos, porém de baixa magnitude, com uma abrangência apenas local e efeitos temporários e reversíveis uma vez que, com a interrupção dos lançamentos, as condições originais da coluna d'água deverão ser rapidamente restabelecidas. Este fator indica que o impacto pode ser considerado de pequena importância.

Ressalta-se ainda que este impacto caracteriza-se como indutor para outro impacto decorrente do mesmo aspecto, este sobre a biota marinha, conforme descrito a seguir, no item 6.3.7.

6.3.7. [Alteração da biota marinha](#)

Conforme descrito no item anterior, o lançamento de efluentes causará alterações pontuais na qualidade da água através do *input* de nutrientes e do aumento da turbidez, impactando, indiretamente, a biota marinha no local.

O aumento da concentração de nutrientes na coluna d'água favorece o incremento da produtividade primária, gerando efeitos em toda a cadeia pelágica. A maior disponibilidade de alimento no ambiente também gerará uma concentração de organismos nectônicos durante o período de produção. Por outro lado, o aumento da turbidez poderá causar diminuição da penetração da luz, desfavorecendo os componentes planctônicos que realizam fotossíntese (proclorófitas, cianobactérias e microalgas). Mesmo assim, o efeito do lançamento somente ocasionará essas alterações nas camadas superiores da coluna d'água, onde a escassez de nutrientes é fator limitante para o crescimento do plâncton (Lalli & Parsons, 1993)

Como as correntes superficiais deverão atuar na dispersão e diluição dos efluentes lançados, este impacto foi considerado de baixa magnitude e pequena importância. Além disso, foi avaliado como indireto, local, temporário e reversível, já que basta a interrupção dos lançamentos para que ocorra retorno do ambiente às condições originais. A natureza do impacto de aumento da biodiversidade foi considerada negativa, uma vez que adotou-se o ponto de vista ecológico, conforme explicitado no item 6.3.3.

Aspecto: Lançamento ao mar da água produzida

6.3.8. Alteração da qualidade da água

Conforme apresentado anteriormente (itens 3.7.3 e 3.8.1), a atividade de produção do FPSO P-50 prevê um fluxo de água produzida ao longo do período de exploração do reservatório de Albacora Leste que chega a valores significativos a partir de 2007 (457,5 m³/dia), aumentando seu volume gradativamente até um máximo de 21.315,10 m³/dia no ano de 2021 e, depois, oscilando entre 21.000 e 22.000 m³/dia até o final da vida útil do reservatório, por volta de 2025.

Os valores de água produzida no desenvolvimento do campo permitem agrupar suas vazões em três estágios diferentes:

1. de 2007 a 2010 (4 anos) : quando os valores vão de 457,50 m³/dia até 8.013,70 m³/dia;
2. de 2011 a 2015 (5 anos) : quando os valores ultrapassam o patamar de 10.000 m³/dia, variando entre 9.983,60 m³/dia e 16.997,30 m³/dia; e
3. de 2016 a 2025 (10 anos) : quando os valores se estabilizam em torno de 20.000 m³/dia, indo de 18.429,0 m³/dia a 22.315,1 m³/dia.

Estes agrupamentos foram utilizados de forma a categorizar os efeitos do lançamento deste efluente no meio, caracterizando melhor cada uma destas etapas e sua duração, favorecendo a otimização dos esforços de sua observação e monitoramento.

A água produzida é o principal resíduo gerado nas atividades de produção de petróleo e gás *offshore*, sendo oriunda do processo produtivo do composto trifásico (gás, óleo e água). Conforme descrito nos itens 3.2.3.b e 3.8, em águas profundas, este resíduo é quase sempre descartado ao mar após tratamento. Observa-se que a eficiência do tratamento da água produzida está relacionada diretamente aos volumes produzidos.

A água produzida, também chamada de salmoura (EPA, 1997), pode incluir a água de injeção utilizada na recuperação secundária do reservatório, a água de formação (ou aquífero, gerada no reservatório junto com o óleo em condições de alta pressão e temperatura), além dos químicos utilizados tanto no poço (principalmente anticorrosivos e biocidas), quanto no processo de separação água/óleo (demulsificantes).

No Sistema de Produção do FPSO P-50, os 3 produtos oriundos do reservatório (i.e, gás, óleo e água) serão separados, sendo a água de produção tratada em planta específica (item 3.2.3.b deste documento) a fim de garantir o baixo impacto do seu descarte no oceano, de acordo com o exigido na legislação brasileira.

De acordo com Thomas *et al.* (2001), a quantidade de água produzida gerada varia em função de uma série de fatores, destacando-se as características do reservatório, a idade dos poços produtores e os métodos de recuperação utilizados (volume de água injetada na recuperação secundária). Nas atividades de produção, a água produzida corresponde a cerca de 98% de todos os resíduos gerados pela atividade (Tellez *et al.*, 2002).

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 igual ou inferior a 40°C. Por outro lado, não existe uma regulamentação específica que reja o descarte de água produzida em operações *offshore* no mar territorial brasileiro.

Os principais fatores oceanográficos que determinam o grau de diluição do efluente são a profundidade da lâmina d' água e o hidrodinamismo da região, influenciado principalmente pelo regime de correntes e, em menor grau, pelos ventos. Desta forma, regiões ultra-profundas, como a do campo de Albacora Leste, e de grande dinamismo são favoráveis ao descarte da água produzida, não gerando conseqüências sensíveis ao ambiente.

De acordo com a Chevron (1997), o poder de diluição do oceano receptor é muito grande, sendo a descarga diluída de 1:50 a 100m do ponto de descarte, com a mistura função do volume, temperatura e densidade da água descartada, além da profundidade e hidrodinamismo local.

Entretanto, em regiões de grande produtividade petrolífera (como a Bacia de Campos), os valores de *background* para alguns parâmetros físico-químicos podem se mostrar alterados (metais pesados, HPAs, sulfetos, etc.), devido, principalmente, ao efeito sinérgico da produção dos diversos campos vizinhos.

Em termos de composição, a água produzida apresenta alcanos, alcenos, alcinos e compostos monoaromáticos e poliaromáticos. Entretanto, cerca de 90% dos hidrocarbonetos são alcanos da fração de C10 a C30 (Tellez *et al.*, 2002).

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.

Desta forma, qualquer quantificação do impacto exige que seja avaliado o potencial de dispersão da água descartada e delimite-se seu raio de influência sobre o ambiente. A principal ferramenta para avaliar este impacto é a modelagem numérica da dispersão da água produzida, que considera tanto as propriedades físico-químicas e o volume do efluente a ser descartado, quanto as condições oceanográficas do oceano receptor e a forma de descarte. De acordo com Patin (1999), os regimes de descarte e os volumes de água produzida normalmente liberados garantem que a influência da água produzida no sedimento e fauna bentônica seja mínima a partir de 500 m do ponto de descarte devido à diluição natural do ambiente. Entretanto, após avaliar diversos estudos, Neff (1987) sugeriu um limite de 200 m do ponto de descarte em regiões *offshore*.

A modelagem da água de produção foi feita utilizando-se a versão 2.5 do modelo do Comitê de Operadores *Offshore* para Fluidos de Perfuração e Água Produzida – OCC Model, desenvolvido pela Exxon Production Research Company, um programa

computacional desenvolvido para o cálculo do comportamento da lama e dos cascalhos de perfuração e do descarte de água produzida no ambiente marinho. O Anexo 6 deste EIA apresenta todos os resultados obtidos na simulação realizada.

O modelo do Comitê de Operadores Offshore para Fluidos de Perfuração e Água Produzida, conhecido como 'OOC Model' é um programa computacional desenvolvido para o cálculo do comportamento do fluido, dos cascalhos de perfuração ou do descarte da água produzida no ambiente marinho. Em um contrato firmado entre a Exxon Company USA e o Comitê, a Exxon Production Research Company (EPR) desenvolveu a modelagem de dispersão do fluido de perfuração e de descarte de água produzida, entregando-os, em 1983, com um relatório descritivo, o qual continha um guia para o usuário do programa desenvolvido.

Desde esta data, o modelo para descarte de água produzida, bem como melhoria sucessivas no modelo de fluidos/cascalhos, vêm sendo implementados e disponibilizados para os membros do Comitê pela Brandsma Engenharia. Em 1999, os modelos foram acoplados e, juntamente com o relatório revisado, foram disponibilizados ao Comitê." (EPRC, 1999).

O modelo é usado para simulações numéricas do comportamento de descargas a partir de um único ponto, com diâmetro circular submerso e orientado para qualquer direção. A taxa de vazão desta descarga é assumida como constante. O efluente descartado é modelado como uma série de fluidos miscíveis à água que contêm partículas que podem ser mais pesadas (cascalhos) ou mais leves (gotas de óleo) que o fluido ambiente. Este fluido ambiente, chamado doravante de corpo receptor, é descrito pela sua profundidade local, temperatura, salinidade e velocidade da corrente.

As saídas do modelo são compostas dos cálculos de trajetória e forma da pluma oriunda da descarga, das concentrações dos seus componentes solúveis e insolúveis na coluna d'água e dos seus acúmulos nas interfaces (superfície para as partículas leves e fundo para as partículas pesadas). O modelo prevê, tridimensionalmente, as concentrações na coluna d'água em função do tempo decorrido após o início da descarga, considerando as interfaces citadas como reservatórios de retirada de material do sistema.

Os dados da batimetria do local modelado e os campos de correntes podem ser uniformes ao longo da simulação ou variarem espacialmente no grid escolhido.

O modelo assume que a descarga da água produzida a partir de uma tubulação submersa no mar local, orientada para qualquer direção, irá gerar um jato simples. Este mar local será caracterizado por uma estratificação de densidade e um determinado campo de correntes, enquanto que a água produzida deverá possuir uma tendência maior ou menor de boiar e uma orientação (para baixo ou para cima), o que definirá o seu movimento descendente ou ascendente.

Após a descarga, a água produzida passará por três estágios de fluxo:

1. Fase de jato (ou convectiva) – onde o fluido transportado é dominado pelo momento da descarga inicial e o prevalecimento das forças de coesão internas sobre as forças

de arrasto. É caracterizado pela maior manutenção nas características da água produzida, tentando manter sua integridade e com poucas trocas com o meio ao redor.

2. Fase do colapso dinâmico – onde a água produzida procura uma profundidade de equilíbrio e onde a advecção, as diferenças de densidade e os contrastes entre seus gradientes são as principais forças direcionando o seu transporte. O colapso refere-se à perda de integridade da água de produção, com o início da penetração de água do mar, causando mistura e diluição da descarga da água produzida.
3. Fase de dispersão passiva – onde a água produzida já perdeu completamente as suas características dinâmicas e todo o transporte das partículas é determinado por processos de difusão e advecção. Não há identificação da água produzida como um efluente, estando ela completamente misturada e diluída.

Os coeficientes de dispersão não são tão comuns na literatura, o que induziu o modelo a realizar suas próprias estimativas (Koh & Fan, 1970, *apud* EPRC, 1999):

- coeficientes horizontais : baseados na aplicação da lei de potência quatro terços para a escala de comprimento do efeito; e
- coeficientes verticais : baseado no estado do mar e no perfil de densidade do ambiente, sendo, neste caso, função das condições das ondas.

O modelo 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 e raio, orientação e localização da tubulação;
- Dados do ambiente: batimetria, perfil de velocidade de correntes, altura e período de onda, velocidade do vento e temperatura do ar;
- Dados estruturais do FPSO P-50: comprimento, largura, calado operacional, diâmetro característico das estruturas submersas e espaçamento entre elas.

Os dados utilizados na modelagem da descarga da água produzida pelo FPSO P-50 foram os representativos da atividade e das características dinâmicas do campo de Albacora Leste, descritas no item 5.1.3 (Oceanografia) do Diagnóstico Ambiental, capítulo 5 deste EIA.

Todos os dados de entrada do modelo encontram-se apresentados no Quadro 6.3.8-a, a seguir, e no extrato da listagem de saída do modelo, apresentada no Anexo 6, cujas listagens se referem a uma parte das saídas dos dados do modelo OOC para os cenários modelados para o descarte da água produzida conforme as operações previstas para o FPSO P-50.

Quadro 6.3.8-a Valores das variáveis de entrada da modelagem de água produzida (Continua...).

SEÇÃO / VARIÁVEL	DESCRIÇÃO	VALOR
GRID	Seção de informações sobre o grid da simulação e as informações da batimetria	
NMAX	Número de células no eixo W-E (Z)	34
MMAX	Número de células no eixo N-S (X)	91
DX	Tamanho do lado das células (quadradas)	30,5 m (100 ft)
CDEPTH	Profundidade local assumida (constante)	50 m (164 ft)
OUTPUT	Especifica as formas de informações desejadas, como localização da pluma, no plano horizontal e em perfis, as posições dos perfis e os tempos de simulação e do intervalo de cálculo da simulação (time step)	
PRINC	Número de profundidades por perfil	25
NPCUR	Número de perfis a serem analisados na malha	58
TIME	Tempo de geração das saídas	3.600 s (1 hr)
DISCHARGE	Descreve os aspectos da descarga	
BBLPH	Fluxo do volume descartado	Cenário 1 – 4.105,55 m ³ /dia (1.076,26 bbls/h) Cenário 2 – 13.435,09 m ³ /dia (3.521,11 bbls/h) Cenário 3 – 21.146,54 m ³ /dia (5.542,16 bbls/h)
RADIUS	Raio da tubulação do descarte	0,42 ft (10" 0,25 cm) (*1)
DJET	Profundidade	0,15 cm (0,5 ft)
ANGLE	Ângulo vertical de descarga (em graus referentes à horizontal – positivo para baixo e negativo para cima)	90°
BEAR	Azimute de descarte, graus do norte	90°
XRIG	Coordenada X do FPSO	625
ZRIG	Coordenada Z do FPSO	2300
TJET	Duração da descarga	Cenário 1 – 10.800 s (3 hs) Cenários 2 e 3 – 21.600 s (6 hs) (*2)
FTEMP	Temperatura da água produzida em °C	40°
FSAL	Salinidade da água produzida em ppm	56
PARAM	Descrição da partícula a modelar	óleo
ROSM	Densidade da partícula (g/cm ³)	0,875
CS	Fração volumétrica da concentração da partícula	2.0 x 10 ⁻⁵
VFALL	Velocidade de queda (negativa significa flutuabilidade)	-1,66 x 10 ⁻⁵ ft/s (-0,51 x 10 ⁻⁵ m/s)
AMBIENT	Descrição dos parâmetros do ambiente de descarte	
IFORM	Indicação de como serão entrados os valores de perfil de correntes	3 (lidos diretamente do arquivo)

Quadro 6.3.8-a Valores das variáveis de entrada da modelagem de água produzida (continuação).

SEÇÃO / VARIÁVEL	DESCRIÇÃO	VALOR
NVP	Indicador se o mesmo perfil será usado em todos os intervalos de integração	1 (sim)
NFORM	Indicador do número de pontos a serem lidos e o formato dos dados	-2 (dois pares de intensidade e direção das correntes)
DUWA	Profundidades das observações de correntes	0 m (0 ft) e 50 m (164 ft)
PARM1	Intensidade da corrente em ft/s	0.45 m/s (1,47 ft/s)
PARM2	Direção das correntes, em graus	180° (para Sul)
NPROF	Indica o número de perfis de densidade a serem lidos	1 (perfil constante)
NROA	Número de pontos em cada perfil de densidade	2
YROA	Profundidade para o par T/S especificado	0 m (0 ft) e 50 m (164 ft)
TEMPA	Temperatura na profundidade	24,90 °C e 23,74 °C
SALA	Salinidade na profundidade	36,72 e 36,73
NSEA	Números de estados de mar	1
H3	Altura de onda significativa	2 m (6,5 ft)
T3	Período de onda significativa	6 s
WIND	Velocidade do vento (ft/sec)	6,7 m/s (22,21 ft/s)
AIRT	Temperatura do ar à superfície do mar	24,0 °C
TIMESTEP	Tempo de integração do passo da modelagem	
TIME	Tempo do passo de integração da modelagem	3.600 s (1 hr)
WAKE	Descreve efeitos de arrasto pela forma do FPSO de lançamento	
STSPA	Espaçamento característico das estruturas submersas	0,03 m (0,1 ft)
PLEN	Extensão do FPSO	337 m (1.105 ft)
PWID	Largura do FPSO	54,5 m (178,8 ft)
PDEP	Calado do FPSO	21,6 m (71 ft)
STDIA	Diâmetro característico das estruturas submersas	168,25 m (552 ft)
STSPA	Espaçamento característico das estruturas submersas	0,03 m (0,1 ft)
RNOSC	Parâmetro que define o comprimento da zona de arrasto (valor para a frequência de oscilação do número de flutuabilidade – number of buoyancy)	0 (utiliza o default = 3)
RNDEP	Parâmetro que define a profundidade da zona de arrasto (valor para multiplicar o calado do FPSO)	0 (utiliza o default = 1,3)

(*1) – Considerado o descarte conservativo, junto a superfície do mar.

(*2) – Valores lançados em função de preservação da estabilidade do modelo.

Conforme apresentado no quadro anterior, foram solicitadas as saídas de valores de concentração para 58 perfis localizados ao longo da direção da corrente até a distância de 1.750 metros do FPSO P-50, a fim de verificar a extensão máxima deste efeito. Também foram solicitadas as concentrações em 25 planos horizontais até 50 metros de profundidade, para verificação do espalhamento da água produzida em sua interação com o mar local em perfil.

O primeiro cenário levou em consideração o período onde o descarte de água produzida passa a ter um volume representativo, mas ainda inferior a 10.000 m³/dia (previsto para ocorrer 3 anos após o início da produção, de 2007 a 2010). O valor modelado da vazão utilizada foi a média do período, ou seja, 4.105,55 m³/dia. O segundo cenário abordou o período de produção classificado como fase intermediária, englobando valores de 10.000 a 17.000 m³/dia, que ocorrerão de 2011 a 2015, com a média da vazão calculada em 13.435,09 m³/dia. O terceiro cenário exprime a média de produção para a fase mais intensa de geração do efluente, com valores em torno de 20.000 m³/dia, de 2016 a 2025. Neste período se localiza o máximo de produção durante o desenvolvimento do campo (22.315,10 m³/dia em 2021), apresentando média de 21.146,54 m³/dia. Ressalta-se que nos primeiros anos da produção o descarte de água produzida é insignificativo.

Com o intuito de reproduzir fielmente os dados representativos da realidade operacional no desenvolvimento da simulação, foram assumidas as seguintes premissas, aplicadas na utilização destes dados pelo modelo.

a) Quanto ao GRID

O grid foi especificado de forma que o FPSO ficasse alinhado ao seu eixo Norte-Sul (que não corresponde ao geográfico), deslocado para seu lado esquerdo em função do efeito causado pela “barreira” representada pela sua estrutura no deslocamento da água produzida descartada. O alinhamento de todo o *grid* foi feito de forma que este eixo (denominado de X) coincidisse com a direção da corrente, permitindo mais facilmente a determinação das coordenadas dos pontos para os quais o modelo apresenta os perfis de concentração na coluna d'água, que se estendem até 1.750 metros da popa do navio. Os espaçamentos dos pontos do *grid* foram de 30,5 metros, em ambas as direções.

Esta disposição da embarcação, além de representar a realidade do descarte e da posição do FPSO P-50 em relação ao regime local de correntes, também representa o pior caso em termos de redução do efeito da descarga pela sua extensão. Caso o navio estivesse perpendicular à corrente, os efeitos da sua passagem pela parte inferior do casco causariam uma turbulência no ponto de descarte, diminuindo a profundidade de efeito da descarga.

A profundidade máxima sensibilizada pela descarga da água produzida foi especificada em rodadas sucessivas do modelo, a partir de 100 metros de profundidade, definindo-se que a sua determinação em 50 metros seria ideal para a verificação do efeito. O esquema representativo do *grid* utilizado é apresentado na Figura 6.3.8-a, a seguir:

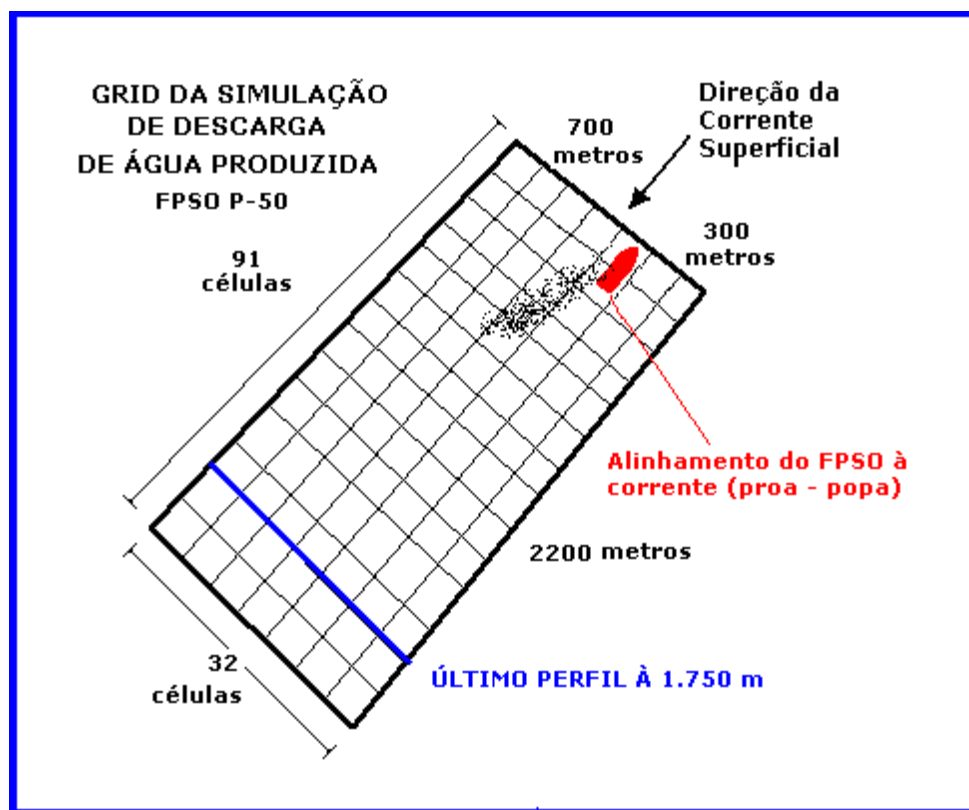


Figura 6.3.8-a. Grid da simulação do descarte de água produzida do FPSO P-50 - Albacora Leste.

b) Quanto ao ponto de descarte da água produzida

O lançamento foi simulado como sendo feito ao nível do mar, sem a necessidade de correções nos valores da vazão. Este caso permite a formação do jato (fase convectiva), que modela, de forma mais conservativa, a interação do efluente com o meio.

No caso real, o lançamento deverá ser efetuado a uma distância de 7 a 10 metros acima da linha d' água, o que causará a quebra deste jato no impacto com a superfície do mar, aumentando a turbulência no início da penetração e, conseqüentemente, a dispersão do efluente na coluna d' água.

c) Quanto à inclusão da concentração residual de óleo na água produzida

O modelo solicita a informação sobre certos parâmetros para caracterização do comportamento das gotículas de óleo misturadas à água produzida. O tamanho das gotículas foi estipulado em 200 μm , o que é condizente com a eficiência dos equipamentos de separação água-óleo (planta de tratamento de água), a serem instalados no FPSO P-50.

A sua fração volumétrica, relação do volume de óleo ao volume de efluente, foi calculada a partir da concentração residual limite de 20 ppm, permitida pela legislação (Resolução CONAMA nº20/86) e que será adotada na atividade, ajustada para as vazões médias dos cenários modelados.

d) Quanto à determinação dos parâmetros ambientais

Os valores utilizados nas simulações são representativos de condições médias sazonais características para a região do campo de Albacora Leste, e foram apresentados no Diagnóstico Ambiental (capítulo 5 deste EIA).

e) Quanto às considerações sobre o arrasto

Foram necessárias adequações aos parâmetros de cálculo do arrasto causado pela geometria do FPSO a serem utilizados pela simulação. Primeiramente, as dimensões da embarcação são bem maiores do que as normalmente modeladas, o que levou à estratégia de sua representação no *grid*. O seu alinhamento natural no sentido de deslocamento da corrente simula uma condição de borda no lançamento da descarga, evitando uma maior dispersão horizontal nos primeiros metros. Entretanto, a maior penetração da pluma na coluna d'água em relação ao calado operacional apresentado permite que este bloqueio seja vencido pela interação ocorrida nas regiões mais profundas.

Outra adequação foi quanto às simulações do diâmetro característico das estruturas submersas e do espaçamento destas. Para tal, o diâmetro foi especificado como a metade da extensão do FPSO, ficando o espaçamento com um valor mínimo, gerando um efeito semelhante ao real, causado pela integridade do casco.

f) Quanto a descargas simuladas de longa duração

O modelo utilizado simula a dispersão através do acompanhamento dos aglomerados individuais de cada componente. Existe um número limitante de aglomerados que ele pode utilizar em uma simulação (25.000). Por este motivo, o número de aglomerados que podem ser utilizados para representação da pluma por unidade de tempo, diminui a medida que a descarga aumenta (novas quantidades e novos aglomerados).

Isto quer dizer que descargas muito longas podem criar distribuições esparsas destes aglomerados na coluna d'água, o que pode gerar uma variabilidade significativa nas concentrações com o aumento da distância a partir do ponto de entrada da descarga no sistema.

A diluição e o espalhamento ao longo da distância do ponto de descarte são os principais produtos de interesse da simulação do descarte da água produzida. Nestes casos, a duração da descarga deverá ser definida como o tempo necessário para que a concentração no ponto mais distante de interesse chegue ao estado quasi-estacionário (EPRC, 1999).

Calculados os tempos para que a simulação não atingisse este problema de estabilidade computacional, verificou-se que, no caso da menor vazão, foi necessário um ajuste de 6 para 3 horas no tempo de descarga. Para otimização da utilização do modelo, foi analisada a alternativa de um tempo de modelagem de descarga de 6 horas para os outros dois cenários, não causando as inconsistências computacionais. Outras análises foram feitas e observou-se que poderia ser usado o tempo total de descarga de até quatro

horas, com uma hora de passo de integração, para o primeiro cenário, o mesmo tendo sido observado para os outros dois cenários.

As figuras 6.3.8-b, 6.3.8-c e 6.3.8-d apresentam os resultados encontrados na modelagem. São apresentadas as dispersões em perfil da concentração do óleo residual na pluma para os três cenários (baixa produção, fase intermediária e alta produção, respectivamente). A orientação do *grid* ocorre ao longo da direção predominante da corrente no local (180° - 200°). As concentrações de óleo residual na pluma são expressas em mg/L (ppm).

Na parte inferior das três figuras (6.3.8-b; 6.3.8-c e 6.3.8-d), são apresentadas as zonas das fases convectiva, de colapso dinâmico e de dispersão passiva. Observa-se a correlação proporcional da extensão da fase convectiva com a vazão do efluente, também sentida na profundidade que esta alcança.

As figuras 6.3.8-e; 6.3.8-f; 6.3.8-g; 6.3.8-h; 6.3.8-i e 6.3.8-j, por sua vez, representam a visualização horizontal da concentração de óleo residual na pluma nas duas profundidades da faixa de propagação de cada cenário (cenário 1, 5m e 7,5m / cenário 2, 7,5m e 10m / cenário 3, 10m e 15m; respectivamente), considerando os valores obtidos nestes três casos, ou seja, a escala de representação das concentrações é a mesma, permitindo a visualização da diferença de intensidade do fenômeno em cada um deles.

Outro fato destacável é a ação da advecção da corrente, que nos três cenários atuou no intervalo de 1.750 m de afastamento do FPSO, favorecendo a completa diluição do óleo residual nesta região, demonstrando uma maior dependência do afastamento da fonte em relação à intensidade da vazão. Este fato pode ser explicado pela maior área de contato da pluma (profundidade que atinge e largura da sua dispersão), favorecendo a diluição mais intensa pelas suas bordas.

A Figura 6.3.8-b, representante do cenário de vazão de baixa produção do efluente, demonstra um efeito bem localizado junto à fonte de descarte, com a pluma atingindo uma profundidade máxima de 15 metros e entrando em colapso já com 275 metros de afastamento do FPSO P-50. A primeira evidência de afloramento do efluente ocorre a cerca de 450 metros de distância do ponto de descarte, porém concentrações residuais da ordem de 10^{-3} ppm, constante na coluna de 0 a 12 metros de profundidade, dos 300 aos 1.750 metros de distância do ponto de descarte.

A Figura 6.3.8-c demonstra o simulado no cenário de fase intermediária de produção do efluente, com a pluma atingindo uma profundidade máxima de 25 metros. O núcleo do jato encontra-se bem definido até 60 metros de distância do FPSO, numa faixa de 5 a 15 metros de profundidade, com a fase convectiva se estendendo até mais ou menos 350 metros de distância do ponto de descarte e a faixa de colapso dinâmico a partir daí até 750 metros de afastamento, quando a pluma passa a ser dispersa passivamente.

Neste cenário, o primeiro afloramento da pluma ressurgida ocorre a 950 metros de afastamento do FPSO, com valores residuais da ordem de 10^{-3} ppm. O núcleo da pluma é caracterizado por concentrações da ordem de 10^{-2} ppm, sendo esta advectada pela corrente em uma camada de estabilidade entre 10 e 12 metros de profundidade até cerca

de 1.370 metros de distância do ponto de descarte, a partir de onde a diluição já é completa.

A Figura 6.3.8-d representa o cenário de alta produção do efluente, referente ao período de 2016 a 2025. O núcleo do jato é preservado até 15 metros de profundidade e 60 metros de afastamento do FPSO, sendo sua influência sentida até 30 metros de profundidade. A pluma se desloca, sem evidência de colapso, até 950 m de afastamento do FPSO, em uma faixa de profundidade entre 10 a 15 metros. Este colapso começa a ser identificado a 1.150 m da fonte, sendo a pluma rapidamente diluída antes de alcançar uma distância de 1.600m de afastamento. Não ocorre nenhum afloramento da pluma, ficando esta estabilizada em sua camada de advecção, com concentrações da ordem de 10^{-2} ppm.

Conforme constatado nas Figuras 6.3.8-i e 6.3.8-j, os afastamentos laterais da fonte são os maiores verificados, no extremo da dispersão ao longo da corrente, chegando a 100 metros para cada lado.

Figura 6.3.8-b. Arquivo excel

Figura 6 .3.8-c. Excel

Figura 6.3.8-d. Excel

Figura 6.3.8-e e f.

Figuras 6.3.8-g e h.

Figuras 6.3.8-i e j.

A Figura 6.3.8-k apresenta as concentrações residuais de óleo em seis camadas, com profundidades de 5, 10, 15, 20, 25 e 30 m (a, b, c, d e f, respectivamente), para os três cenários modelados. Verifica-se que as maiores concentrações na camada mais superficial (5 m) são observadas no Cenário 1 (menor vazão), o que é explicado pela menor integridade do jato na entrada no mar e pela imediata interação do efluente com a água local. As maiores concentrações nas camadas intermediárias (10 e 15 m) são observadas nos Cenários 2 e 3, em função da maior penetração da pluma na coluna d'água. Abaixo de 20 m de profundidade, apenas o Cenário 3 apresenta valores de concentração expressivos, sendo que de 25 a 30 m, estas são inferiores a 10^{-3} ppm.

A Figura 6.3.8-l, permite a comparação dos efeitos da penetração da pluma nos vários planos de profundidade para o Cenário 3, considerado o cenário crítico por envolver o maior volume de água descartada. As maiores concentrações são verificadas até 300 metros de distância do FPSO, nas profundidades de 10 e 15 metros. Junto à superfície (5 m), as concentrações de óleo mostram-se residuais até cerca de 300 metros de afastamento do FPSO, em função do primeiro impacto do jato com a coluna d'água. A partir deste ponto, os valores de concentração são praticamente nulos, evidenciando o não afloramento da pluma.

Nas profundidades de 10 a 20 metros é verificado um rápido incremento das concentrações em função da derivação do jato do efluente e dos ajustes hidrodinâmicos que visam a sua estabilização. Os picos de concentração para cada profundidade vão decrescendo à medida que esta profundidade aumenta, sendo registrados em afastamentos crescentes da fonte. No caso do pico de 25 metros, este é verificado à mesma distância da fonte (180 m) que o pico da profundidade de 20 metros, porém registrando a metade da concentração deste último.

A estabilização da pluma na camada de 10 a 15 metros de profundidade é demonstrada pelo comportamento idêntico das concentrações nestas 2 profundidades a partir de 400 metros de distância do ponto de descarte. Tal comportamento evidencia o deslocamento desta pela corrente local, e seu colapso gradual a medida que esta se afasta do FPSO, os valores das concentrações tornando-se desprezíveis a uma distância de 1.650 m do ponto de descarte.

Os resultados dos três cenários modelados indicam a pontualidade do impacto da descarga no entorno do ponto de descarte, sendo esta rapidamente homogeneizada, tanto em perfil como em afastamento.

O maior alcance registrado pelo modelo foi na camada entre 10 e 20m de profundidade, onde, nas simulações dos cenários 2 e 3, valores inferiores a 0,0001 ppm de óleo (limite de concentração modelada) são alcançados a cerca de 1.670m de afastamento do FPSO.

Na camada superficial do oceano, valores entre 0,001 e 0,0001ppm são encontrados até 420m (Cenário 1), 950m (Cenário 2) e 1.650m (Cenário 3) de distância do FPSO P-50, evidenciando uma relação direta entre o aumento da vazão e a distância de alcance da pluma.

Figura 6.3.8-k

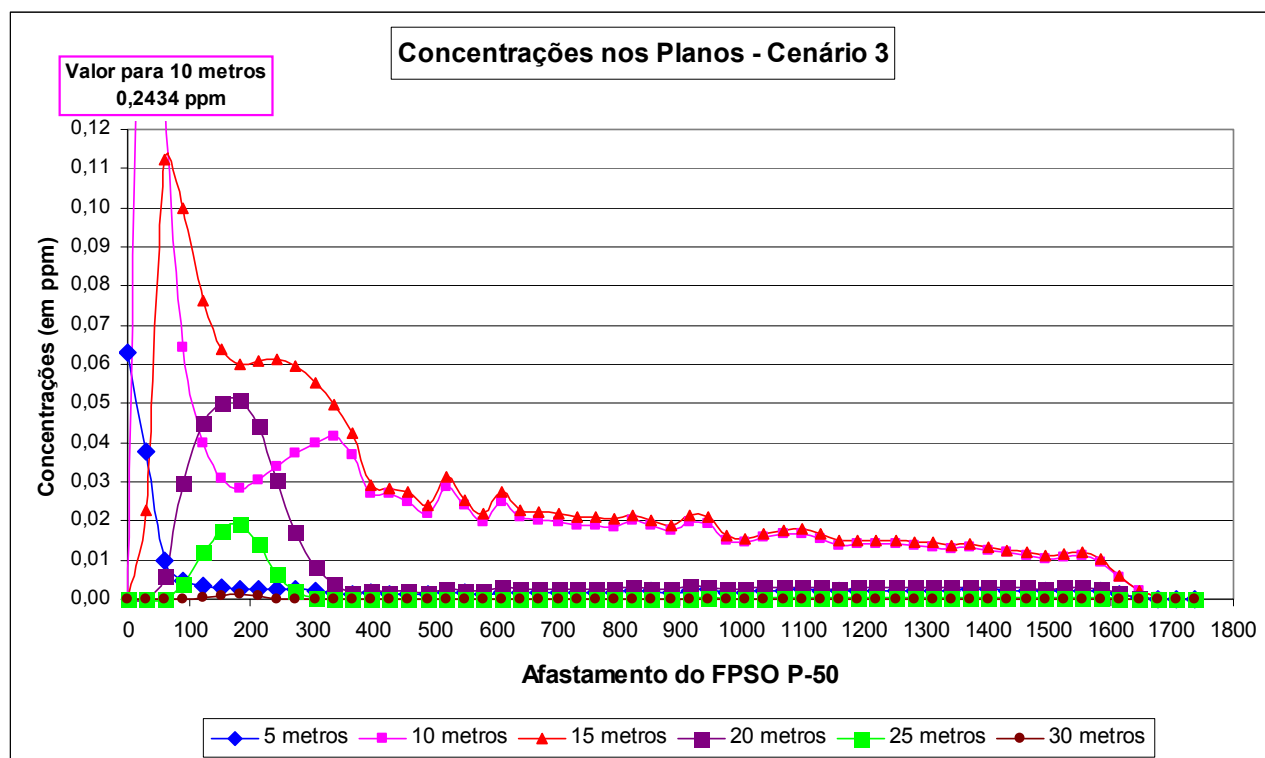


Figura 6.3.8-I. Síntese da concentração nos planos - Cenário 3.

No que concerne ao afastamento lateral em relação à direção que contém o ponto de lançamento do efluente no sentido de propagação da corrente, avaliada em cada profundidades de advecção da pluma, nota-se uma constância no valor de 50 metros de abertura para cada lado na região da fase de jato, em virtude da integridade mantida pela pluma. Com a ocorrência do seu colapso e passagem à fase de dispersão, as maiores vazões (cenários 2 e 3) registram aumentos nesta abertura, chegando a 100 metros para cada lado.

Segundo Wills *et al.* (2000), o Relatório Final do E&P Forum (1994) estabeleceu que, a fim de que efeitos tóxicos agudos do óleo em organismos sejam improváveis, as diluições requeridas para garantir uma concentração de efeitos não observáveis (CENO) devem ocorrer entre 10 a 100m.

Pela análise da Figura 6.3.8-f, pode-se observar que, a cerca de 100m de afastamento do FPSO P-50, a concentração de óleo residual é inferior a 0,09 ppm a 15m de profundidade, apresentando, já neste momento, uma grande diluição. A modelagem do descarte do FPSO P-50 corrobora também o apresentado pela GESAMP (1993), onde a diluição da água produzida é bastante significativa na região próxima ao descarte.

Logo, tendo em vista os resultados da modelagem de dispersão efetuada, bem como as considerações apresentadas sobre o descarte do efluente, o impacto da água produzida sobre o ambiente marinho pode ser considerado negativo, porém de baixa magnitude, tendo incidência direta sobre o ambiente. Tal impacto também é considerado de abrangência local, sendo classificado como temporário e reversível.

6.3.9. Alteração da Biota Marinha

Com 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% de concentração, 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 estes efeitos não são significativos, dada a rápida dispersão desta água no oceano.

De acordo com Neff (1987), esta rápida dispersão faz com que as principais características físico-químicas da água produzida (alta salinidade, baixos valores de pH e Oxigênio Dissolvido, além da presença de metais e temperatura elevada) não gerem efeitos representativos nos organismos, com exceção daqueles presentes em regiões costeiras, rasas e turbulentas. Além disto, os ensaios realizados e apresentados por Neff indicaram que a maioria das amostras de água produzida analisadas (>88%) não era tóxica à biota.

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, devido aos atrativos gerados pela presença das mesmas.

Por outro lado, 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 de água descartado é muitas vezes superior ao volume de óleo produzido (Peterson *et al.*, 1996). Entretanto, testes de toxicidade realizados pelos mesmos autores evidenciaram que os efeitos crônicos observados em larvas de moluscos não foram severos.

Deve-se ressaltar que altas concentrações de hidrocarbonetos na água produzida geram alterações na diversidade benthica (Tellez *et al.*, 2002), estando diretamente associadas à eficiência do sistema de tratamento de água.

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 ocorrer 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.

Desta forma, o impacto do descarte de água produzida durante as atividades de produção da P-50 sobre a biota marinha é considerado de incidência direta, negativo, porém de baixa magnitude. Possui abrangência local (conforme os resultados da modelagem), sendo temporário e reversível.

Aspecto: Emissão de poluentes gasosos

6.3.10. Alteração da qualidade do ar

Para a avaliação do impacto da emissão de poluentes gasosos sobre a qualidade do ar, foi realizado um estudo de simulação da dispersão dessas emissões com o modelo SCREEN3 da USEPA, e seu resultado comparado com os padrões nacionais de qualidade do ar.

O modelo SCREEN3 é bastante conservador, o que significa que os valores apresentados não deverão ser atingidos em nenhuma situação meteorológica. Entretanto, tais estimativas servem para quantificar e avaliar o impacto máximo na qualidade do ar atmosférico da região de influência da operação do FPSO P-50.

Na simulação realizada, foram consideradas as seguintes hipóteses:

a. Toda a emissão ocorrerá de modo contínuo durante a operação da plataforma. A modelagem se baseou na liberação de poluentes da fase pré-operacional (3 motores auxiliares) – Cenário I; da fase inicial de operação (óleo diesel) – Cenário II; e da fase de consumo máximo de combustível (gás natural), no pico da produção – Cenário III. Maiores esclarecimentos a respeito destes cenários encontram-se no Quadro 3.11.1-a, Capítulo 3 deste documento.

b. Foi assumido que todos os gases da exaustão das turbinas e dos motores diesel serão liberados pela chaminé do Módulo P05-B, uma vez que sua altura de 20,13 m acima do nível do convés permite um resultado mais comparativo do que se utilizada a chaminé do Módulo P-05-A, 27,40 m acima deste. Dessa forma, os parâmetros de entrada para o modelo foram os da chaminé do Módulo P-05B, que passa a ser chamada de *chaminé equivalente*, a saber: 20,13 m de altura, 2,7 m de diâmetro, 16,53 m/s de velocidade da vazão de exaustão e temperatura média dos gases de 475°K.

O Quadro 6.3.10-a, a seguir, apresenta os resultados da modelagem com o modelo SCREEN3 sobre um plano ao nível do convés do FPSO. Ao nível da superfície do mar, os valores estimados serão menores do que no plano do convés.

A dispersão da emissão de óxidos de nitrogênio da fase pré-operacional do FPSO P-50 (Cenário I) apresentou a concentração máxima em uma hora de 45,62µg/m³. Durante a fase inicial de produção (óleo diesel, Cenário II), observou-se uma concentração máxima de 77,39µg/m³, na distância de 900m, e, durante a fase de operação normal com gás natural (Cenário III), a concentração máxima foi de 67,46µg/m³.

A concentração média anual estimada para as diversas fases foi de 6,2µg/m³ (fase inicial), 3,65µg/m³ (fase pré-operacional) e 5,4µg/m³ (fase normal). Ressalta-se que estes valores estão mais de 16 vezes abaixo do limite anual (100 µg/m³) permitido. A Figura 6.3.10-a apresenta os resultados para o cenário de utilização do gás natural como combustível dos turbogeradores, onde pode ser observado o decaimento das concentrações com a distância em relação ao FPSO.

Para o monóxido de carbono (CO), foi estimada a concentração horária de $17,26\mu\text{g}/\text{m}^3$ para o cenário da operação normal (GN). Nos outros dois cenários, as concentrações foram mais baixas. Estes valores são mais de 2.000 vezes inferiores ao limite do padrão ($40.000\mu\text{g}/\text{m}^3$). No cenário normal de operação (GN), para o período de oito horas após emissão, o valor da concentração foi de $12,08\mu\text{g}/\text{m}^3$, igualmente muitas vezes abaixo do limite do padrão, que é de $10.000\mu\text{g}/\text{m}^3$. Nos demais cenários, os valores foram ainda mais baixos.

Quadro 6.3.10-a – Impacto na qualidade do ar pelo FPSO P-50 no campo de Albacora Leste.

POLUENTE	PN PARA 1 HORA ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	PN PARA 3 HORAS ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	PN PARA 8 HORAS ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	PN PARA 24 HORAS ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	PN ANUAL ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)
Padrão – NO₂	320	nr	nr	nr	100
Cenário III	67,46	-	-	26,98	5,40
Cenário II	77,39	-	-	30,95	6,20
Cenário I	45,62	-	-	18,24	3,65
Padrão - CO	40.000	nr	10.000	nr	nr
Cenário III	17,26	-	12,08	-	-
Cenário II	0,29	-	0,20	-	-
Cenário I	10,45	-	7,32	-	-
Padrão - SO_x	nr	nr	nr	365	80
Cenário III	-	-	-	0,41	0,08
Cenário II	-	-	-	35,44	7,09
Cenário I	-	-	-	6,15	1,23
Padrão - MP	nr	nr	nr	240	80
Cenário III	-	-	-	0,56	0,11
Cenário II	-	-	-	0,42	0,08
Cenário I	-	-	-	0,53	0,11
Padrão - HCT	nr	nr	nr	nr	nr
Cenário III	2,32	2,09	1,63	-	-
Cenário II	0,35	0,32	0,25	-	-
Cenário I	1,34	1,21	0,94	-	-

Legenda: PN – Padrão nacional; nr – não existe padrão de referência.

Quanto aos hidrocarbonetos totais (THC), não há um padrão de referência no Brasil. A concentração máxima em uma hora foi de 2,32 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ e ocorreu no cenário de operação normal (GN). Nos demais cenários, as concentrações foram menores. De qualquer modo, esses valores são muito pequenos e não geram impacto considerável.

As concentrações de material particulado, em qualquer dos cenários, se mostraram inferiores a 1 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Portanto, pode-se dizer que estas também não causam impacto significativo.

As concentrações de SO₂ obtidas foram de 35,44 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, em 24 horas, para o Cenário II (utilização de óleo a 1% de enxofre, cenário inicial de operação), cerca de 10 vezes abaixo do limite do padrão nacional. Nos demais cenários, as concentrações de óxidos de enxofre mostraram-se pouco impactantes.

As emissões normais pelos *flares* não foram modeladas. Em primeiro lugar, porque estas são centenas de vezes menores que as emissões pelas chaminés a 20 m de altura acima do convés e, em segundo lugar, devido à altura da emissão (115 m) e à temperatura dos gases da exaustão, muito mais alta que na emissão dos turbogeradores. Todos estes

fatores são extremamente favoráveis à dispersão, fazendo com que o impacto provocado pelos *flares* seja pouco significativo.

A emissão mais volumosa será do gás dióxido de carbono (CO_2). Entretanto, sua concentração não foi estimada porque não é considerado um poluente atmosférico.

A Figura 6.3.10-a, a seguir, mostra como o modelo SCREEN3 calcula as concentrações a sotavento da chaminé. Nota-se que o máximo ocorre a 900 m de distância; decaindo até 3.500 m, subindo novamente, ligeiramente, até 9 km de distância, quando volta a diminuir.

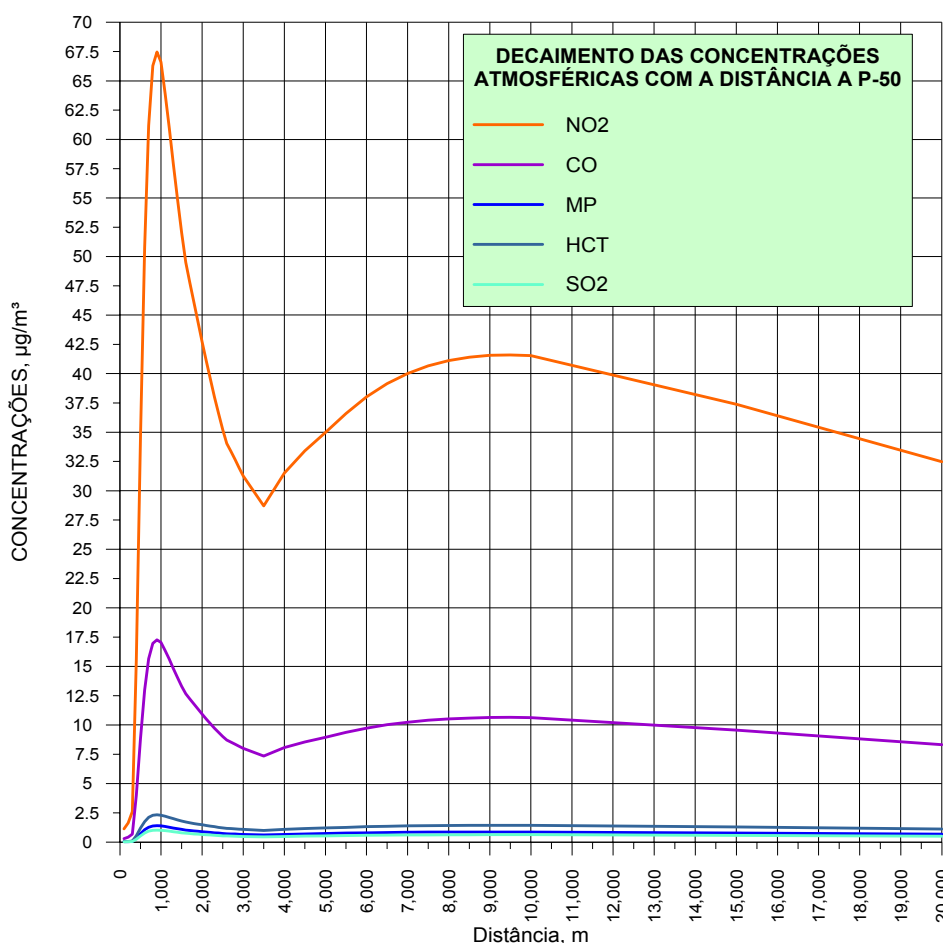


Figura 6.3.10-a – Concentrações ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) determinadas pelo modelo SCREEN3 para várias distâncias da fonte, para o Cenário III de operação normal consumindo GN.

Tomando como base a análise dos resultados obtidos pela modelagem de dispersão atmosférica, o impacto da emissão de poluentes gasosos sobre a qualidade do ar, decorrente das atividades de produção do FPSO P-50, no campo de Albacora Leste, caracteriza-se como de pequena importância, uma vez que o impacto deverá incidir sobre um compartimento ambiental altamente resiliente (atmosfera), em região oceânica, com a presença de poucas pessoas⁴.

⁴ Neste contexto, ressalta-se que impactos decorrentes de emissão de poluentes gasosos normalmente são avaliados sob o ponto de vista de saúde, expresso através dos padrões estabelecidos para emissões gasosas.

Destaca-se ainda que, embora seja negativo, de incidência direta e de abrangência regional, tal impacto foi avaliado como temporário e reversível, tendo sido, portanto, considerado de baixa magnitude.

Aspecto: Criação de zona de segurança no entorno do FPSO

6.3.11. Geração de conflitos entre atividades

A presença da unidade de produção do FPSO P-50 implicará na criação de mais uma área imprópria ao exercício da atividade pesqueira, acarretando em redução da área de pesca, devido à proibição de navegação de embarcações em um raio de 500 metros da plataforma (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, justamente devido à presença destas, que funcionam como atratores artificiais.

Contudo, vale ressaltar que o campo de Albacora Leste está localizado no interior do polígono denominado Zona de Segurança pela APE 1/99 (Avisos Permanentes Especiais), definido como uma área geográfica de grande extensão onde a navegação que não seja de estrito apoio às instalações petrolíferas é proibida, conforme determinado pela Diretoria de Hidrografia e Navegação (DHN) da Marinha do Brasil. Desta forma a Zona de Exclusão definida pela NORMAM n.º 8 não constitui acréscimo de área limitadora para a navegação de embarcações pesqueiras.

Devido à sua localização, em princípio, a zona de exclusão afetaria apenas as atividades relativas à pesca oceânica. Entretanto, vale ressaltar que, embora proibida, informações obtidas junto às colônias de pescadores do Estado do Rio de Janeiro indicam a existência do 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 do continente ultrapassam este limite, muitas vezes indo até próximo das plataformas de petróleo em busca de pescado.

O aumento na concentração de nutrientes decorrente do lançamento ao mar dos efluentes a serem gerados no FPSO P-50 (itens 6.3.5 e 6.3.6) e da presença física do sistema de produção (item 6.3.3) poderá ocasionar um incremento da riqueza e da abundância das espécies aquáticas na área de entorno do FPSO. Dessa forma, estes impactos influenciam a atividade pesqueira, uma vez que a comunidade de pescadores local tenderá a se deslocar para as proximidades da estrutura implantada em busca do pescado, gerando conflitos com a atividade de produção de petróleo.

Os impactos ambientais resultantes foram considerados negativos, diretos, locais, de incidência restrita à área de exclusão, reversíveis, temporários e simples. O impacto foi ainda avaliado como de baixa magnitude e de pequena importância, devido ao fato da

zona de exclusão representar uma área muito pequena quando comparada à área em que a pesca oceânica é praticada na região.

Aspecto: Demanda de mão-de-obra

6.3.12. Geração de empregos

Considerando apenas o incremento da demanda por mão-de-obra referente ao emprego direto gerado pelo empreendimento, este impacto poderia ser considerado desprezível. Entretanto, a geração de empregos indiretos e a manutenção de vários postos atualmente ocupados conferem relevância a este impacto.

Ao longo do período de desenvolvimento do campo de Albacora Leste através da atividade de produção do FPSO P-50, será necessária a contratação direta de diversos funcionários, envolvendo, principalmente, profissionais nacionais a serem alocados nas atividades a serem realizadas na unidade de produção, na base de apoio operacional e nas embarcações de apoio. Não há expectativa por parte do empreendedor de contratação de profissionais estrangeiros. As atividades serão realizadas tanto por trabalhadores de firmas prestadoras de serviço quanto por profissionais oriundos do atual corpo técnico da PETROBRAS.

Somente no FPSO, serão alocados 201 profissionais, além de empregados vinculados aos serviços gerais, sendo 68 a contratar. Os 133 empregados da PETROBRAS serão provenientes de novas admissões, ora em realização, e de permutas com pessoal experiente da Bacia de Campos. Quanto ao grau de escolaridade associado às funções, 5,0% dos cargos deverão ser preenchidos por profissionais de nível superior e 95,0% por profissionais de nível médio.

Em relação à Gerência de Operação da P-50, em Macaé, está previsto um total de 11 empregados, sendo a maioria remanejada de outras gerências da empresa, complementado com pessoal contratado.

Conforme mencionado anteriormente, não há previsão de contratação de estrangeiros. Na fase de comissionamento e operação assistida, os fabricantes dos diversos equipamentos enviarão técnicos para acompanhamento das atividades, conforme praxe na indústria. A quantidade destes trabalhadores e sua nacionalidade dependerão do fornecedor e do tipo de equipamento.

Serão utilizados serviços de apoio já existentes em Macaé (porto, transporte aéreo, transporte marítimo, centro de defesa ambiental). Assim, estima-se que o aumento da demanda para estes serviços gere mais empregos.

Quanto à geração destes empregos indiretos, cabe ressaltar que, decorrente das atividades de exploração de petróleo, cidades com portos que vêm atuando como base logística *offshore*, como Macaé, já contam com a presença de empresas prestadoras de serviços e estabelecimentos comerciais voltadas para dar suporte a essas atividades. Assim, é possível prever que a presença da atividade estimulará a abertura de novos postos de serviços indiretos, vinculados aos ramos de alimentação, aluguel, hospedagem, transporte e aquisição de bens e serviços, dentre outros, sendo difícil estimar, nesta fase

dos estudos, a quantidade de novos postos de serviços gerados pelo empreendimento.

Ainda que tal quantidade não possa ser estimada, mesmo em ordem de grandeza, vale ressaltar que a dinâmica das atividades *offshore* garante a continuidade de empregos diretos e indiretos, não sendo esperada a desmobilização total da mão-de-obra empregada com o encerramento das atividades em um determinado bloco.

Assim sendo, este impacto foi avaliado como positivo, direto, extra-regional, temporário, reversível, de baixa magnitude e de pequena importância, devido à reduzida demanda de mão-de-obra ao longo do período previsto, para as fases de instalação e produção. Quanto à cumulatividade, este impacto, embora possa ter uma parcela de contribuição ao incremento da economia, principalmente da região da base de apoio, foi considerado simples, também em virtude da reduzida demanda de mão-de-obra.

Embora este impacto tenha sido considerado temporário, destaca-se que a capacitação profissional desenvolvida ao longo dos anos de produção deverá contribuir para o possível reaproveitamento desta mão-de-obra pelo mercado petrolífero brasileiro.

Aspecto: Atividade de instalação do sistema de produção

6.3.13. Geração de tributos e incremento das economias local, estadual e nacional

Por ocasião do início das atividades de instalação, será necessário adquirir diversos materiais, insumos e equipamentos, o que implicará num aumento na arrecadação tributária, tanto local quanto regional.

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

Este impacto caracteriza-se como indutor do desenvolvimento das atividades de comércio e serviços (descrito no item 6.3.15) e é por aquele induzido. Considerando esses fatores, avaliou-se o impacto ambiental referente ao acréscimo arrecadado como positivo, indireto, regional, temporário, reversível, de baixa magnitude e de pequena importância, devido à quantidade estimada de materiais, equipamentos e insumos a serem adquiridos quando comparada ao volume arrecadado regionalmente, nas três esferas de governo.

6.3.14. Aumento da demanda sobre as atividades de comércio e serviços

As atividades de instalação, desenvolvimento e remoção do sistema de produção do FPSO P-50 no campo de Albacora Leste deverão provocar uma certa afluência de pessoas, envolvidas de alguma forma com o projeto, para a região das bases de apoio terrestre e aéreo (Macaé). Tal afluência, ainda que bastante reduzida, ocorrerá ao longo de toda a vida útil do empreendimento, de forma constante e homogênea durante a produção e, provavelmente, de maneira intensificada durante as fases de 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, especialmente no que se refere aos setores de hotelaria, alimentação, lazer, transportes, serviços públicos e outros. Também cabe mencionar a geração de demanda por serviços de consultoria especializada para a elaboração de estudos e projetos que se fizerem necessários à gestão ambiental e de segurança da atividade.

Outro aspecto a destacar relacionado a este impacto decorre dos recursos advindos do aumento da arrecadação tributária (item 6.3.14.) e das parcelas dos *royalties* para a região (item 6.3.24).

Este impacto foi considerado positivo, indireto, regional, temporário e reversível, porém de baixa magnitude e pequena importância, uma vez que o incremento das atividades de comércio e serviços na referida região, em função da entrada em produção do novo campo, pode ser pouco significativo diante da realidade já observada no local. Também por esta razão, foi avaliado como simples, embora possa contribuir, mesmo que em mínimas proporções, para o incremento da economia regional.

Aspecto: Atividades de produção de óleo e gás

6.3.15. Pressão 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 da região costeira para a região do campo de Albacora Leste. Dessa forma, eventuais interferências com outras embarcações poderão ocorrer neste trajeto.

Entretanto, será na fase de produção FPSO P-50 que poderão ser gerados impactos ambientais decorrentes de pressão sobre 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 de peças de reposição para a unidade de produção, e de rejeitos desta para Macaé.

Durante a fase de produção, o barco de apoio (*supply boat*) realizará apenas uma viagem por semana entre a locação e a base de apoio terrestre. A maior parte do tempo, este barco permanecerá nas proximidades do FPSO, dando apoio a este, eventualmente atuando como estabilizador dos navios aliviadores desprovidos de tecnologia para posicionamento dinâmico nas operações de *offloading*.

É esperada, ainda, na fase de produção, a interferência decorrente do tráfego de navios petroleiros a serem utilizados no escoamento da produção do campo de Albacora Leste. Estima-se uma média de quase seis operações de transferência por mês ao longo dos primeiros anos de produção. Estas transferências se darão através de navios tanques, (aliviadores) semelhantes aos que já operam nas outras unidades produtivas existentes na Bacia de Campos. Nos anos finais da exploração do campo de Albacora Leste, 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.

O impacto ambiental resultante pode ser considerado negativo, direto, regional, temporário, reversível e simples. O impacto foi avaliado, ainda, como de baixa magnitude e pequena importância, devido às condições de trafegabilidade marítima que já prevêem uma série de procedimentos e normas a serem seguidas.

6.3.16. Pressão sobre o tráfego aéreo

Especialmente durante a fase de operação, deverá ocorrer um incremento no tráfego aéreo. Duas vezes por semana, haverá operação de aeronaves entre a base de apoio aérea, localizada no aeroporto de Macaé, e o FPSO P-50 para transporte, embarque e desembarque de pessoal alocado na atividade. Estão previstos vôos especiais, inclusive eventuais, para transporte de passageiros até o FPSO, com uma periodicidade estimada em três viagens semanais. A pressão sobre o tráfego aéreo, entretanto, é pouco expressiva considerando os eventos já ocorrentes em atendimento aos outros empreendimentos da Bacia de Campos, não representando um significativo incremento ao tráfego aéreo local.

O impacto ambiental resultante pode ser considerado negativo, direto, regional, temporário, reversível e simples. A magnitude do impacto foi avaliada como baixa devido à reduzida frequência dos vôos no trajeto entre a base aérea e o FPSO P-50. Foi considerado, ainda, de pequena importância, considerando as condições do tráfego já existente na região.

6.3.17. Pressão sobre o tráfego rodoviário

Prevê-se, 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 ou de disposição final dos resíduos oriundos do FPSO (item 6.3.27), devido ao aumento da circulação de veículos de carga. Esta pressão sobre o tráfego também ocorrerá na fase de desativação, acarretando as mesmas interferências.

A estrutura de apoio utilizada pelo empreendedor em outros campos de produção atenderá às atividades de Albacora Leste. Desta forma, os resíduos transportados por

meio dos barcos de apoio serão temporariamente armazenados e triados no terminal de Imbetiba, sendo transportados para a destinação final via terrestre em períodos já praticados pelo empreendedor. Esta prática não resultará em efeito cumulativo de grande significância para aumento da pressão sobre o tráfego rodoviário além daquela já ocorrente.

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.

O incremento ao tráfego local decorrente das atividades de transporte dos resíduos gerados pelo FPSO, será de pouca expressividade dada a periodicidade em que se realizarão as novas viagens para transporte terrestre dos resíduos até o destino final.

Considerando a capacidade de carga de 15 toneladas por veículo do tipo carreta, o transporte de resíduos demandará um aumento de, no máximo 8 carretas/ano de material destinado à reciclagem, considerando a média mensal de resíduos gerados pela P-50.

Para o material, cujo destino é a infra-estrutura de destinação final de resíduos sólidos e oleosos serão necessárias 5 carretas/ano, para o empreendimento P-50.

Dentre os principais eixos rodoviários que ligam o restante do país à região do porto de Macaé, destaca-se a BR-101 (trecho Rio-Vitória-Salvador), a principal via de acesso ao terminal da base de apoio da PETROBRAS em Macaé, com derivação para a RJ-168.

O impacto ambiental resultante, indutor do impacto descrito no item 6.3.20 (pressão sobre a infra-estrutura de transporte rodoviário), pode ser considerado negativo, indireto, regional, temporário e reversível. Foi avaliado ainda como de baixa magnitude e pequena importância, devido à reduzida demanda, frequência e condições operacionais das principais rodovias e vias de acesso à estrutura portuária.

6.3.18. Pressão sobre a infra-estrutura de transporte marítimo e aumento da demanda da indústria naval

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.

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 do arrendamento de embarcações de apoio, seja através da utilização mais intensiva de navios petroleiros para escoamento da produção ou dos serviços de manutenção das embarcações.

O impacto ambiental resultante pode ser considerado positivo, indireto, extra-regional, temporário, reversível e simples. Foi avaliado, ainda, como de baixa magnitude e pequena

importância, devido à demanda relativamente reduzida de transporte marítimo prevista para a atividade quando comparado ao que seria necessário para revitalização substancial do setor.

6.3.19. Dinamização do setor de transporte aéreo

Em todas as fases de desenvolvimento da atividade, será demandado o transporte de pessoal *de e para* a unidade de produção. Este será realizado por via aérea, através de helicópteros, utilizando-se a cidade de Macaé como base. Nesta cidade está centralizada grande parte dos helicópteros utilizados em atividades *offshore*, principalmente aquelas na Bacia de Campos. No hangar de Macaé, também são realizadas todas as atividades de manutenção das aeronaves.

De forma semelhante ao observado para o setor de transporte marítimo, a atividade de produção no campo de Albacora Leste 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, extra-regionais, temporários, reversíveis e simples. Tendo em vista a baixa frequência dos vôos e a oferta atualmente existente de transporte aéreo, o impacto foi avaliado como de baixa magnitude e pequena importância.

6.3.20. Pressão sobre a infra-estrutura de transporte rodoviário

Quanto à infra-estrutura de transporte rodoviário os serviços relacionados ao transporte de cargas e passageiros sofrerão ligeiro incremento na medida em que o transporte de empregados para embarque no aeroporto ou porto da base de apoio deverá ocorrer por meio das linhas de transportes de passageiros em operação na região, salvo algum transporte especial realizado diretamente em veículos do empreendedor. Ainda neste quesito, as transportadoras de cargas sediadas na região terão incremento na contratação de fretes induzidos pela necessidade de transporte de insumos e de resíduos decorrentes das atividades de instalação e produção do FPSO-50.

As atividades de manutenção e reparação dos veículos de transporte de passageiros e de carga serão estimuladas na região a cada aumento de demanda pelo transporte induzido pelas atividades *offshore*.

A manutenção e/ou ampliação das vias, impulsionadas pela pressão exercida no tráfego rodoviário local, podem ser consideradas potencializadoras de contratação de mão-de-obra pelas empresas prestadoras de serviços ao DNER, DER ou concessionárias da região.

A demanda por serviços de transporte local decorrente das atividades de remoção dos resíduos gerados pela P-50, será de pouca expressividade dada a periodicidade em que se realizarão as novas viagens para transporte terrestre dos resíduos até o destino final.

Os impactos ambientais resultantes podem ser considerados positivos, indiretos, regionais, temporários, reversíveis e simples. A magnitude dos impactos foi avaliada

como baixa, devido à reduzida pressão gerada sobre a infra-estrutura de transporte rodoviário local, e sua importância foi considerada pequena, em virtude do reduzido número de empregos possivelmente gerados.

6.3.21. Pressão sobre a infra-estrutura portuária

A presença da atividade exercerá uma pressão sobre a infra-estrutura portuária existente, devido à necessidade de utilização de uma base de apoio terrestre à unidade produtora, permitindo a ligação direta entre ambas, cuja principal função é a de proporcionar a logística para fornecimento, transporte e armazenagem de insumos e resíduos. Poderá ainda promover o deslocamento terra-mar-terra de pessoal alocado nas operações *offshore* do FPSO P-50, no caso de eventual impedimento de realização do transporte de pessoal por via aérea.

Conforme anteriormente mencionado, durante as atividades de produção, a PETROBRAS utilizará um terminal portuário localizado no município de Macaé como base de apoio terrestre. As operações serão concentradas no Terminal da PETROBRAS e estarão sob a responsabilidade da própria empresa.

A movimentação de cargas pelo Terminal da PETROBRAS 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 serão transportadas em contêineres.

O impacto ambiental resultante pode ser considerado positivo, indireto, local, temporário, reversível e simples. O impacto foi avaliado, ainda, como de baixa magnitude e pequena importância, devido à concentração das atividades apenas no terminal do porto de Macaé, já utilizado como apoio a outros empreendimentos da PETROBRAS.

A pequena importância também está relacionada ao fato de que, uma vez identificado que o porto não atende às necessidades de espaço requerido por este empreendimento, é possível se realizar uma intervenção no sentido de ampliar as instalações do mesmo.

6.3.22. Aumento da produção de hidrocarbonetos

O incremento da produção de hidrocarbonetos advindo da operação do FPSO P-50 no campo de Albacora Leste, notadamente no ano de 2006 quando a produção deverá alcançar seu patamar mais elevado (cerca de 25.214,2 m³/dia de óleo e 2.062.200 m³/dia de gás natural), possibilitará o atendimento de parte da demanda crescente por esses produtos no país.

O atendimento à demanda de grande parcela das atividades econômicas desenvolvidas no país dependentes desta fonte de energia deve proporcionar economia de divisas com a diminuição das importações, aproximando o país da auto-suficiência.

A partir de 2006 até a cessação das atividades de produção, prevista para 2025, a oferta será declinante, caindo para cerca de 3.300 m³/dia ao final do período de desenvolvimento, 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 desse campo.

De acordo com estimativas de projeto, a capacidade produtiva do FPSO P-50 é de cerca de 180.000 barris de petróleo por dia. Assim sendo, comparando-se a produção diária estimada para o FPSO P-50 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 poços contribuirão com cerca de 18,0% da produção regional.

Considerando esses fatores, avaliou-se o impacto referente ao desenvolvimento dessa atividade como positivo, direto, extra-regional, temporário, reversível, de alta magnitude e de grande importância, devido à quantidade estimada de produção para o campo de Albacora Leste quando comparado ao total produzido na Bacia de Campos.

6.3.23. Geração de royalties e dinamização da economia

Para estimar o impacto do empreendimento nas economias do Estado e dos municípios produtores, bem como dos municípios com instalações de apoio, foram feitos cálculos aproximados da arrecadação de *royalties* onde tomou-se por base:

- o preço do petróleo em Albacora Leste – a ANP editou Portaria informando o valor de referência para o mês de setembro de 2002;
- o preço do gás natural, válido para Albacora Leste, sem atributos, no período de agosto a outubro de 2002, de acordo com a ANP;
- a produção de petróleo e gás natural do campo, extraída do Plano de Desenvolvimento de Albacora Leste.

A estimativa da produção de petróleo e gás natural pelas atividades do FPSO P-50 no campo de Albacora Leste para o ano de 2006, quando a produção atingirá seu ponto mais elevado, encontra-se demonstrada no Quadro 6.3.23-a, a seguir.

Quadro 6.3.23-a. Estimativa da produção mensal em Albacora Leste para 2006.

PRODUTO		ALBACORA LESTE
Petróleo	Produção (m ³)	756.426
	Preço (R\$/m ³)	538,3997
	Valor da Produção (R\$)	407.259.531,47
Gás	Produção (mil m ³)	61.866
	Preço (R\$/m ³)	0,1981371
	Valor da Produção (R\$)	12.258.129,24

A Lei nº 7.453/85 estabelece que 5% sobre o valor da produção de petróleo e gás natural extraídos de qualquer campo marítimo devem ser pagos aos Estados e Municípios em

cujo território é realizada a exploração. O valor total da produção de petróleo e gás natural para o campo de Albacora Leste, para o ano de 2006, foi estimado em R\$ 5.034.211.928,52.

Sendo assim, o valor a ser arrecadado será de R\$ 251.710.596,42, dos quais 30% (R\$ 75.513.178,92) serão encaminhados para o Estado produtor; 30% (R\$ 75.513.178,92) para os municípios produtores; 20% (R\$ 50.342.119,28) para o Comando da Marinha; 10% (R\$ 25.171.059,64) para o Fundo Especial; e 10% (R\$ 25.171.059,64) para os municípios com instalações de apoio.

A Lei do Petróleo (Lei nº 9.478/97) 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 avaliados como pertinentes pela ANP. De acordo com a ANP, Albacora Leste deverá contribuir com mais 5% (R\$ 251.710.596,42).

A distribuição dos *royalties* referentes a estes 5% tem critério diferenciado, destinando 25% (R\$ 62.927.649,10) ao Ministério da Ciência e Tecnologia – MCT; 22,5% (R\$ 56.634.884,19) ao Estado confrontante com o campo produtor; 22,5% (R\$ 56.634.884,19) aos municípios confrontantes com o campo produtor; 15% (R\$ 37.756.589,46) ao Comando da Marinha; 7,5% (R\$ 18.878.294,73) aos municípios afetados por operações de embarque e desembarque; e 7,5% (R\$ 18.878.294,73) para o 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 com o Decreto nº 01/91, enquanto que a quantia acima desses 5% obedece à Lei nº 9.478/97 e ao Decreto nº 2.705/98.

O incremento na arrecadação de *royalties* 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* são distribuídos entre as três esferas do poder - federal, estadual e municipal, o que beneficia o conjunto da população nacional através do uso desses recursos como fontes de financiamento para atividades que visem criar condições de desenvolvimento na esfera econômico-social, além de contribuir para a redução do déficit orçamentário no estado do Rio de Janeiro.

O acréscimo na arrecadação dos municípios, decorrente da participação destes na distribuição dos *royalties* provenientes das atividades em Albacora Leste, será expressivo. Como exemplo pode-se destacar que nos meses acumulados entre janeiro e agosto de 2002, o total da Bacia de Campos arrecadado para o conjunto dos municípios fluminenses beneficiados foi de R\$ 550.739.530,77. Sendo assim, Albacora Leste tem o potencial de arrecadar, em 2006, cerca de 30,5% do total dos *royalties* destinados aos municípios fluminenses (em relação ao período acumulado acima).

Vale destacar que esta arrecadação representa mais do que o dobro de outros campos já considerados de grande arrecadação para a região tais como o campo de Caratinga que, sozinho, representará em 2005 mais de 15% do total da arrecadação para os municípios do Estado. Tal montante é elemento indutor do impacto sobre as atividades de comércio e serviços (item 6.3.14), devido ao incremento proporcionado às economias locais. Para

alguns municípios fluminenses, a arrecadação de *royalties* vem se tornando responsável pela parcela de arrecadação de recursos mais expressiva e dinamizadora de suas economias.

Para se avaliar a dimensão do impacto nas economias locais com o incremento dos *royalties* e participações especiais, tem-se que, em 1999, as receitas de *royalties* representavam 31,6% de todas as receitas arrecadadas pelo município de Campos dos Goytacazes no mesmo ano, de acordo com relatório do TCE (Tribunal de Contas do Estado), de setembro de 2000. Todavia, os valores obtidos apenas no 1º semestre de 2000, provenientes de *royalties* e participações especiais já representavam 61,9% de toda a arrecadação de Campos em relação ao ano anterior.

Nos municípios de Macaé e Rio das Ostras, em 1999 as receitas de *royalties* equivaliam a 38% e 50%, respectivamente de todas as receitas arrecadadas. Se considerados os direitos adquiridos por participações governamentais pela extração e produção de petróleo e gás natural, no 1º semestre de 2000, observa-se que em Macaé, por exemplo, os valores já superavam, em 57%, o total obtido no ano anterior e em Rio das Ostras estes valores ultrapassavam os 116,0% do total de 1999. Pode-se inferir, que os valores obtidos apenas no 1º semestre provenientes de *royalties* e participações especiais correspondiam à metade de toda a arrecadação de Macaé e superava toda a arrecadação de Rio das Ostras em 1999.

Dessa forma, este impacto foi avaliado como positivo, direto e extra-regional, porém temporário e reversível. Devido ao volume a ser distribuído em relação a outros campos e ao total atualmente arrecadado, este impacto foi considerado de alta magnitude e grande importância.

6.3.24. [Aumento do conhecimento técnico-científico e fortalecimento da indústria petrolífera](#)

No contexto específico deste Projeto, cabe destacar a discussão, em nível mundial, não apenas na comunidade científica, mas também nos fóruns sobre a indústria petrolífera, a respeito dos efeitos ambientais das atividades de produção de petróleo e gás natural e, especificamente, 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, particularmente metano, encontrado em grandes quantidades no sedimento oceânico de bacias petrolíferas (*hydrocarbon seeps*) (Roberts, 2000).

Conforme mencionado no item 2.3.4, a execução das atividades de controle ambiental previstas neste documento, a serem desenvolvidas através da implementação dos Projetos Ambientais para o FPSO P-50 propostos no Capítulo 7 deste EIA, proporcionará uma ampliação do conhecimento da região oceânica ao redor do campo de Albacora Leste, tanto em termos de fauna e flora quanto 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.

Sob o ponto de vista da engenharia, convém mencionar a ampliação do conhecimento associado ao projeto, instalação e operação do sistema de produção, a saber: projeto estrutural do casco (análise de fadiga) e sistema de ancoragem do FPSO, equipamentos submarinos, linhas flexíveis, processos de produção, operações de transferência etc., representando o fortalecimento da indústria do petróleo e das tecnologias de produção de petróleo em águas ultra-profundas.

Assim, o impacto da contribuição da atividade de produção para o aumento do conhecimento técnico-científico das áreas oceânicas brasileiras, tão carentes de informações básicas, foi considerado indireto, positivo, extra-regional, permanente, irreversível, de média magnitude, tendo em vista principalmente a longa duração do projeto, e de média importância, considerando o atual estado da arte dos temas referidos (conhecimento científico e tecnológico).

6.3.25. Geração de expectativas

As expectativas geradas pelo projeto estarão relacionadas basicamente a: empregos, diretos e indiretos para as populações da área de influência, influenciando movimentos migratórios da população à procura de emprego; recursos financeiros por parte das prefeituras, em razão de impostos recolhidos e *royalties* recebidos; incertezas por parte dos pescadores artesanais; dúvidas em relação a interferências ambientais nas áreas naturais (e mesmo no espaço construído) por parte de instituições e empresas ligadas ao turismo, organizações não-governamentais e a população em geral.

Este impacto é considerado direto, negativo, regional, temporário, reversível e de baixa magnitude, tendo em vista o curto período de sua incidência, uma vez que se restringe ao início da atividade de produção. Foi considerado, ainda, de pequena importância, tendo em vista o contexto atual referente às expectativas e impressões da comunidade em relação às atividades petrolíferas desenvolvidas na Bacia de Campos em geral.

Aspectos: Geração de resíduos sólidos e oleosos

6.3.26. Pressão sobre a infra-estrutura de disposição final de resíduos sólidos e oleosos

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, conforme avaliado nos itens 6.3.6 a 6.3.10. Entretanto, os resíduos sólidos comuns e os oleosos terão que ser transportados para a base de apoio terrestre, para daí serem encaminhados 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 ou hospitalares. Seu tratamento, desde a sua forma de coleta até sua disposição final, encontra-se especificado no Projeto de Controle da Poluição e tem como diretriz os regulamentos da Convenção MARPOL, que trata especificamente sobre lixo.

Os resíduos contaminados também serão armazenados e transportados para terra, onde deverão ser repassados a uma empresa licenciada para sua disposição final em local adequado e autorizado por lei.

Aqueles resíduos não contaminados sofrerão tratamento diferenciado por parte da PETROBRAS. O material de composição inorgânica (p. ex., metal, cartucho de impressoras e vidro) será recolhido em embalagens resistentes, de forma seletiva, e transportado para Macaé, com a finalidade de repasse a programas de reciclagem ou reaproveitamento. Está também previsto o envio de papel e plástico para reciclagem.

O material de composição orgânica (madeira, trapo) será encaminhado para terra. Ambas as medidas encontram-se adequadas às resoluções da MARPOL – Anexo V, que determinam a proibição total de descarte de plásticos ao mar e autorizam a trituração (até pedaços menores que 25 mm) de outros tipos de resíduos (alimentares, no caso específico deste empreendimento) em áreas distantes da costa, como é o caso do campo de Albacora Leste.

O terceiro tipo, referente aos resíduos hospitalares, será acondicionado em contêineres e enviado à terra para disposição adequada, também em local autorizado por lei. Tais resíduos são classificados como Classe I (NBR ABNT 10.004), havendo legislação federal específica sobre seu manuseio e destinação final.

Em todos os tipos descritos, o encaminhamento para destino final em terra torna este impacto indutor da pressão sobre o tráfego rodoviário, conforme descrito no item 6.3.17. Neste caso, os trechos entre a base em terra e as diferentes unidades receptoras dos resíduos gerados, seja para tratamento, reciclagem ou disposição final, sofrerão sensível intensificação do tráfego rodoviário.

Este impacto ambiental caracteriza-se como negativo, direto, regional, reversível e temporário. 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 vinte e dois 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 7.2). Ressalta-se, ainda, que este impacto foi avaliado como de média importância, considerando a atual demanda e as condições de atendimento da infra-estrutura de disposição final de resíduos sólidos da região.

6.4. SÍNTESE CONCLUSIVA DOS IMPACTOS

A síntese da avaliação dos impactos da operação normal do FPSO P-50, segundo os critérios definidos neste Capítulo 6, está consubstanciada na Matriz de Avaliação de Impactos Ambientais, apresentada no Quadro 6.4-a a seguir. Ao todo, foram identificados 26 impactos, decorrentes, basicamente, de 12 aspectos relacionados à atividade do FPSO P-50. Dentre os 26 impactos identificados e avaliados, 10 referem-se ao ambiente natural (meios físico e biótico) e 16 ao ambiente socioeconômico.

Observando-se a matriz, pode-se constatar que a grande maioria dos impactos (20 dos 26 identificados) foi considerada de magnitude baixa, e que 22 foram considerados de pequena importância. Este fator se torna extremamente relevante no que concerne a previsão da qualidade ambiental futura da região onde serão desenvolvidas as atividades de produção. Tendo em vista, além deste aspecto, o fato de que os impactos, em sua maioria, foram avaliados como temporários e reversíveis, pode-se supor que não deverá ocorrer comprometimento da qualidade ambiental da região em decorrência das atividades do FPSO P-50, havendo reais possibilidades de restabelecimento das condições originais.

Apenas dois impactos foram considerados de alta magnitude e grande importância, os quais fazem parte do meio socioeconômico - a produção de hidrocarbonetos e a geração de *royalties*, sendo que a produção de hidrocarbonetos diz respeito, justamente, ao principal objetivo da atividade.

Também foram identificados 11 impactos positivos, quase todos incidentes sobre o meio socioeconômico. Segundo os critérios e conceitos que nortearam a avaliação, o único impacto positivo sobre o meio biótico deverá ocorrer como consequência da desativação da atividade, quando se espera o restabelecimento, pelo menos em parte, das condições originais do ambiente.

Neste contexto, cabe ressaltar que, para esta avaliação, foi adotado um critério estritamente ecológico. Tal conceito parte do princípio de que qualquer alteração nas condições originais de um ecossistema decorrente da ação humana é negativa. Segundo este critério, o enriquecimento orgânico causado pelo lançamento ao mar de efluentes do FPSO, assim como, a presença física do sistema de produção, mesmo causando um conseqüente aumento da biodiversidade local, foram considerados alterações negativas.

Contudo, é importante salientar que a adoção de critérios estritamente ecológicos não se contrapõe, necessariamente, à idéia de desenvolvimento sustentável, nem é suficiente para justificar, na maioria dos casos, a não implantação de empreendimentos em geral.

Quadro 6.4-a. Matriz de Avaliação de Impactos

Como pode ser observado na Matriz de Avaliação de Impactos (Quadro 6.4-a), 10 dos 16 impactos incidentes sobre o meio socioeconômico foram avaliados como positivos. Destes, 7 estão relacionados à atividade de produção de óleo e gás natural.

A maioria dos impactos indiretos, ou seja, aqueles gerados ou induzidos por outros impactos, incide sobre o meio socioeconômico. Isto indica que os impactos incidentes sobre o meio antrópico, de modo geral, apresentam um potencial indutor de outros impactos, mais evidente e significativo do que aquele dos impactos incidentes sobre o meio físico-biótico.

Para facilitar a compreensão das inter-relações entre os impactos indiretos incidentes sobre o meio antrópico, foi elaborada uma esquematização gráfica buscando evidenciar o critério de cumulatividade, que pode ser observado nas Figuras 6.4-a e 6.4-b, a seguir.

Em termos de abrangência espacial, observa-se que, os impactos, incidentes sobre o meio físico-biótico foram considerados, em sua maioria, como locais, enquanto que grande parte daqueles incidentes sobre o meio socioeconômico foram classificados como regionais ou extra-regionais.

Destaca-se também que os impactos, tanto negativos quanto positivos, deverão ocorrer com maior intensidade entre os anos de 2005 e 2010, o período previsto como de maior produção no campo. Entretanto, ressalta-se a exceção relativa ao impacto decorrente do lançamento ao mar da água produzida, cuja intensidade aumenta à medida que diminui a produção de hidrocarbonetos.

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), avaliados, em sua maioria, 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 P-50 e coluna d' água), sendo estes, em grande parte, 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.

Com relação à biota local, as fases de instalação e desativação revestem-se de especial importância, tendo-se em vista as significativas alterações que esta deverá sofrer em decorrência da instalação e retirada do sistema de produção. Entretanto, conforme já mencionado, no que se refere ao descarte de água produzida, observa-se um aumento progressivo ao longo dos 22 anos de produção, atingindo seu máximo ao final da atividade.

Quanto aos aspectos socioeconômicos, a fase mais significativa corresponde ao período de produção, especialmente no que se refere às interferências com as economias dos municípios da área de influência indireta, que serão beneficiados com o pagamento dos *royalties* pelo período de 22 anos de vida útil previsto para o campo de Albacora Leste.

Figura 6.4-a. Esquema ilustrativo apresentando os impactos e suas inter-relações, sob o ponto de vista do critério de cumulatividade.

Figura 6.4-b. Esquema ilustrativo apresentando os impactos e suas inter-relações, sob o ponto de vista do critério de cumulatividade.

A avaliação dos impactos da fase de desativação foi dificultada pelas indefinições a respeito dos procedimentos a serem adotados, uma vez que estas atividades só serão desenvolvidas quando cessarem as atividades de produção do FPSO P-50 no campo de Albacora Leste (23 anos) e das constantes alterações nas tecnologias empregadas neste setor. Observa-se, porém, que esta atividade deverá interferir, de forma significativa, apenas na biota marinha.

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 PETROBRAS. Este é o caso dos impactos relativos à geração de efluentes e à disposição de resíduos, uma vez que o FPSO a ser utilizado dispõe prevê, em seu projeto, mecanismos de controle destes, conforme descrito no Capítulo 3 deste EIA, de maneira a atender a normas nacionais como a Resolução CONAMA 20/86, e internacionais rígidas como a MARPOL.

Em outros casos, é recomendável a implementação de medidas de gerenciamento ambiental, como os projetos de Monitoramento Ambiental, Comunicação Social, Educação Ambiental, Treinamento dos Trabalhadores, Controle da Poluição e Desativação da Atividade, apresentados no Capítulo 7 deste EIA.

Dentre estes, cabe mencionar o Programa de Monitoramento Ambiental, que se torna fundamental dado o restrito conhecimento atual sobre os parâmetros ambientais das águas oceânicas e sobre a natureza qualitativa e quantitativa dos processos impactantes gerados por empreendimentos *offshore*. Além disso, a evolução crescente de empreendimentos dessa natureza na Bacia de Campos requer 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.

Com base nesta análise, conclui-se que, de modo geral, as atividades de produção do FPSO P-50 não deverão comprometer a qualidade ambiental futura da região. Entretanto, cabe destacar a importância de uma gestão ambiental adequada e eficiente, que envolve a implementação dos projetos ambientais recomendados e o atendimento à legislação brasileira de proteção ambiental e às normas internacionais que regulam tais atividades, tendo em vista, principalmente, a longa duração da atividade (cerca de 23 anos).

6.5. MODELAGEM DO DERRAMAMENTO ACIDENTAL DE ÓLEO

A análise conclusiva dos impactos ambientais apresentada anteriormente demonstra que as principais interferências de atividades de produção de óleo e gás com o meio físico-biótico da região onde estas se inserem relacionam-se, principalmente, ao descarte de efluentes. Dentre estes, destaca-se o descarte de água produzida, tendo em vista não apenas os relativamente grandes volumes descartados em determinadas épocas, como 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

altamente significativo para a economia de alguns municípios e, até mesmo, para o Estado do Rio de Janeiro.

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, isto é, 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 virtude 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 própria indústria do petróleo e da sociedade organizada.

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

Todavia, questões relacionadas, principalmente, aos critérios e metodologias adequadas de análise das repercussões ambientais de eventos acidentais envolvendo derramamento de óleo indicam a necessidade de um tratamento diferenciado para estes eventos. Assim sendo, julgou-se mais coerente avaliá-los no contexto da Análise de Riscos da atividade (Capítulo 8 deste EIA). Tal discussão é apresentada de forma individualizada no item 8.8, onde 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, é apresentada.