

CETESB, São Paulo 2000. *Operação Mafra*. São Paulo, CETESB, 26p. + anexos

1. INTRODUÇÃO

Às 21h10, do dia 16 de março de 2000, a CETESB – Companhia de Tecnologia e Saneamento Ambiental, por intermédio da Agência Ambiental de Ubatuba (CDUB), foi acionada pelo supervisor de turno da PETROBRAS/Tebar, de São Sebastião, informando a ocorrência de um vazamento de óleo, causado pelo navio Mafra, durante a operação de descarga do produto para o Terminal. O técnico de plantão dirigiu-se ao local na mesma noite porém, apenas no dia seguinte pode avaliar melhor a situação, constatando grande volume de óleo no Canal de São Sebastião, que a região costeira entre praia Grande e Feiteiceira havia sido atingida e que equipes da PETROBRAS estavam trabalhando na operação de combate.

Estas informações foram comunicadas ao Eng. Sylvio do Prado Bohn Jr, Gerente da Agência Ambiental de Ubatuba, quem acionou o Centro de Controle de Desastres e Emergências Ambientais da CETESB, em São Paulo. Diante destes fatos, técnicos do Setor de Operações de Emergência (EERO) dirigiram-se todos para o local, a fim de acompanhar os trabalhos de contenção e remoção do produto vazado, vistoriar as áreas afetadas bem como para desencadear os procedimentos de limpeza mais adequados.

2.OBJETIVO

Este relatório de atendimento tem por finalidade descrever as ações emergenciais desencadeadas para o controle desta ocorrência, visando minimizar os impactos decorrentes do referido vazamento e relatar as observações realizadas durante o monitoramento ambiental.

3. SÍNTESE DOS FATOS

O N/T Mafra, da Transpetro (antiga FRONAPE), atracou no píer sul do terminal marítimo da PETROBRAS, em São Sebastião, às 15hs de 16 de março de 2000 e iniciou o descarregamento do petróleo tipo Marlim 32, proveniente da Bacia de Campos (RJ), às 16h30, paralizado às 20h10, quando foi detectado o vazamento pelo tanque de *slop* de popa, a bombordo, por um marinheiro que estava a bordo de um dos rebocadores que navegava nas imediações. As manchas de óleo deslocaram-se para o sul do Canal de São Sebastião durante a noite, em função da influência dos fortes ventos e da corrente marinha predominantes no período.

O plantão do CEMPOL - Centro Modelo de Prevenção Controle e Combate à Poluição por Óleo no Mar, da PETROBRAS de São Sebastião, locado no próprio terminal, foi acionado às 20h20, mobilizando recursos humanos e materiais para contenção e recolhimento das manchas de óleo que se encontravam nas imediações do píer sul, na popa

do próprio navio Mafra. Por volta das 21 horas, a Agência Ambiental de Ubatuba da CETESB (CDUB) foi acionada da ocorrência e o técnico de plantão chegou ao local antes da meia noite.

Segundo informações do Grupo de Inspeção de Navios da PETROBRAS de São Sebastião, presumiu-se que parte do produto havia sido desviado para o tanque de *slop* ao invés de estar indo para os tanques do terminal. Isto ocorreu por falha mecânica de uma válvula ou por erro de alinhamento. Estimou-se, inicialmente, que 400 L do produto foram lançados ao mar a partir da diferença de vazão detectada (450m³/h). Posteriormente verificou-se que houve erro neste cálculo e que o volume vazado era sensivelmente maior.

Na manhã do sábado de 17 de março, foram realizadas vistorias marítima e aérea pelo Canal de São Sebastião, por técnicos da CETESB e da PETROBRAS, sendo constatada a presença de várias manchas de óleo com aparência escura, deslocando-se sentido sul pelo meio do Canal e, entre as Praias Grande e do Curral em Ilhabela, atingindo a região costeira da Ponta do Ribeirão ou Bexiga. Em função destas vistorias pôde ser constatado que se tratava de um vazamento de maiores proporções do que o inicialmente estimado.

Em função das observações realizadas, foram desencadeadas as atividades de contenção e recolhimento do óleo situado na costeira de Ilhabela, por via marítima, pela equipe do CEMPOL e por via terrestre, por técnicos da PETROBRAS e operários de empreiteiras, sob orientação da CETESB.

No domingo dia 18 de março houve a inversão do sentido dos ventos e da corrente marinha, resultando na mudança do cenário da operação. As manchas de óleo adentraram no canal, de sul para norte, atingindo as praias de Ilhabela sob o aspecto de brilho iridescente, juntamente com folhagens e resíduos sólidos domésticos que chegavam na areia. As áreas afetadas foram: Armação, Pinto, Ponta Azeda, Sino ou Guarapocaia, Siriúba, Viana, Barreiros, Santa Tereza ou Indaiá, e ao norte; Pedras Miúdas, Brava, Portinho, Feiticeira, Julião, Grande, Ponta do Ribeirão ou costeira do Bexiga, Curral e Cambaraú, ao sul (anexo 1- croqui de deslocamento das manchas de óleo).

Em função da chegada do óleo degradado às praias, foram desencadeadas atividades de limpeza manual pela PETROBRAS, que prosseguiram até 13 de abril de 2000, considerando que a limpeza da costeira do Bexiga deveria incluir o hidrojateamento, tudo sob orientação dos técnicos da CETESB.

O volume vazado foi estimado, no final da operação, em 7.250 L. Foram recolhidos 2.505L, sendo 105 L próximo ao navio, nas primeiras horas após o vazamento e, mais 2.400 L na região costeira de Ilhabela. Quanto aos resíduos sólidos oleosos, foram recolhidos o total de 132 tambores de 200 L ou 26.400 L, constituído por areia contaminada, vegetação, barreiras absorventes, borras e pelotas.

A causa da ocorrência foi a falha mecânica de uma das válvulas, situadas no convés do navio a qual deu passagem do óleo, que estava sendo transferido para os tanques do terminal, para o *slop tank* de bombordo. O produto transbordou deste tanque para o convés derramando pelo costado ao mar.

A CETESB/Agência Ambiental de Ubatuba, aplicou multa no valor de 10.000 UFESP's (Unidade Fiscal do Estado) ou seja, R\$ 92.700,00 contra a PETROBRAS/Terminal de São Sebastião considerada co-responsável pelo vazamento (anexo 2 – auto de infração).

A Delegacia da Capitania dos Portos de São Sebastião autuou a PETROBRAS pela ocorrência com base na lei federal 5.357 de 1967, que estabelece penalidades para embarcações e terminais marítimos ou fluviais, de qualquer natureza, estrangeiros ou nacionais, que lancem detritos ou óleo nas águas brasileiras.

As 164 embarcações de lazer, fundeadas nas áreas abrigadas de Ilhabela, cujo casco ficaram sujos foram limpas por equipes contratadas pela PETROBRAS, encerrando este trabalho no dia 10 de abril. Cordas e tambores de uma balsa de cultura de mexilhões, situada no sul de Ilhabela, também contaminados foram substituídos pela mesma empresa.

As operações de limpeza e remediação foram encerradas no dia 13 de abril, após nova vistoria dos técnicos da CETESB nas áreas costeiras hidrojetadas de Ilhabela. As atividades desenvolvidas durante esta operação serão descritas no próximo capítulo.

4. AÇÕES DE COMBATE

As atividades de contenção, remoção, limpeza e remediação das áreas afetadas ocorreram de 16 de março a 13 de abril, no Canal de São Sebastião e nas praias de Ilhabela.

4.1. Contenção e recolhimento do óleo no mar

As atividades de contenção e remoção foram iniciadas no dia 16 de março, às 20h20, pela equipe do CEMPOL, nas imediações do píer sul, na popa do navio Mafra, com o lançamento de quatro lances de barreiras tipo *seafence*, seguidos de mais seis lances sendo o recolhimento suspenso às 2h45. Neste período, dois rebocadores saíram para fazer vistoria marítima e puderam observar a presença de manchas ao sul do Canal. O volume recolhido neste período foi de 105 L.

No dia 17 de março, foi realizada vistoria marítima entre 8h00 e 9h30, constatando a presença de manchas de óleo ao sul do canal, nas proximidades da Ponta do Ribeirão ou Costeira do bexiga, para onde foram deslocadas as frentes de trabalho posteriormente, para recolhimento do produto por mar e por terra.

Nas três vistorias aéreas realizadas neste dia, pôde ser registrado que várias manchas escuras e iridescentes haviam se formado no interior do canal e na barra sul, passíveis de serem recolhidas mecanicamente pois as condições marítimas eram favoráveis. No entanto, o que foi observado pela manhã é que dois rebocadores movimentavam-se sobre as mesmas, afora da Ponta da Sela, realizando o processo de dispersão mecânica, o qual foi criticado pela CETESB.

No final de semana (17 e 18) a operação de combate ao óleo no mar ficou portanto restrita às imediações da costeira do Bexiga ou Ponta do Ribeirão. Paralelamente ao trabalho de mar, também foi realizada a remoção mecânica e manual nesta região costeira, a partir do período da tarde de 17 a 20 de março, com caminhão a vácuo, baldes e canecas, somando o volume parcial de 2.400L (tab. 1).

Tabela 1: Volume total de óleo recolhido na zona costeira na Operação Mafra IV

Data	Vol. (L)
17 e 18/03	1.000
19/03	800
20/03	400
21/03	200
Total	2.400

Observa-se portanto, que as ações de contenção e remoção de óleo no mar foram pouco eficientes pois apenas 1,44% da estimativa total vazada foi recolhido. A maior parte do produto permaneceu no ambiente marinho sujeito ao processo de degradação natural sendo que os compostos mais voláteis foram liberados à atmosfera e o restante atingiu os ecossistemas costeiros, contaminando praias e costões rochosos vulneráveis.

4.2. Limpeza das áreas afetadas

Após degradados por um tensor, seja ele natural ou antrópico, se as condições forem favoráveis ou propícias, os ambientes iniciam um processo de recuperação que culmina em uma situação de equilíbrio similar àquela verificada anteriormente ao impacto. As comunidades biológicas podem também retornar a uma situação de equilíbrio diferente daquela então verificada inicialmente, principalmente se as novas condições ambientais forem distintas.

De qualquer forma, para que a recuperação se inicie e ocorra, o ambiente necessita estar com baixos níveis de poluente ou mesmo livre do tensor. Um ambiente contaminado impede ou retarda os processos de restauração natural das comunidades. Em certos casos há a possibilidade de se manipular o ambiente a fim de acelerar o seu processo de recuperação. O plantio cientificamente embasado e controlado de plântulas de mangue em bosques impactados é um claro exemplo da intervenção direta visando a recuperação da estrutura do ecossistema.

Entretanto para alguns ambientes não é possível tal tipo de intervenção. Porém, o fato de se poder remover o contaminante ou parte dele, também constitui uma ação que pode acelerar a recuperação ambiental.

Uma série de técnicas de limpeza estão disponíveis para serem utilizadas em ambientes costeiros atingidos por óleo. Algumas delas porém, são muito impactantes às

comunidades biológicas, por vezes trazendo maior prejuízo do que a própria ação do óleo (API, 1985). Dentre elas pode-se citar:

Técnicas de limpeza para praias arenosas:

- . Absorção (recomendado);
- . remoção manual (recomendado);
- . bombeamento a vácuo (recomendado);
- . remoção mecânica (não recomendado);
- . dispersantes (não recomendado);
- . queima (não recomendado);
- . jateamento (não recomendado);
- . limpeza natural (recomendado)

Técnicas de limpeza para costões rochosos:

- . bombeamento a vácuo (recomendado);
- . remoção manual (recomendado);
- . remoção da vegetação (não recomendado);
- . jateamento (não recomendado);
- . lavagem com água corrente (não recomendado);
- . absorção (recomendado);
- . queima (não recomendado);
- . dispersantes (não recomendado);
- . limpeza natural (recomendado).

A escolha do método de limpeza durante o atendimento à emergência é crucial. Para tanto deve-se considerar o tipo de óleo envolvido e o grau de contaminação do ambiente, a época em que ocorreu o derrame e, principalmente considerar as características abióticas e bióticas do ambiente. A escolha ou utilização de técnicas de limpeza inapropriadas poderão ampliar o estresse ocasionado pela ação do óleo.

No presente atendimento utilizou-se de procedimentos de limpeza com vistas a remover tanto quanto possível o poluente dos ambientes a fim de favorecer a sua recuperação e que não gerassem maiores ônus às comunidades biológicas atingidas.

4.2.1. Procedimentos de limpeza aplicados nas praias arenosas

Durante a fase de atendimento emergencial foram monitorados, diariamente por via terrestre, de 17 de Março a 05 de Abril, os ambientes costeiros de Ilhabela, desde a Praia de Pacuiba ao norte, até a Praia do Veloso ao sul, com o intuito de identificar quais haviam sido contaminados e em que grau. Na data de 19 de Março, a linha costeira de São Sebastião foi também vistoriada desde a Praia de Barequeçaba ao sul, até Cigarras ao Norte. Com estas informações, pôde-se aplicar os procedimentos de limpeza mais adequados segundo as particularidades dos ambientes atingidos.

De acordo com as vistorias realizadas apenas as praias de Ilhabela foram atingidas, num total de 15, a saber: Armação, Pinto, Azeda, Sino ou Guarapocaia, Siriúba, Viana,

Barreiros e Santa Tereza ou Indaiá, ao norte; Pedras Miúdas, Brava, Portinho, Feiticeira, Julião, Grande e Curral ao sul (anexo 1 - croqui de deslocamento das manchas de óleo).

Embora a extensão da contaminação tenha sido ampla, ou seja, grande parte da linha costeira de Ilhabela voltada para o Canal recebeu óleo, cabe ressaltar que o grau de contaminação de todas essas praias foi de pequena escala. Foi verificado que as praias do norte da Ilha, principalmente, encontravam-se com resíduos oleosos formados por vegetação (gravetos e algas arribadas) com óleo agregado, sempre em pequena quantidade. Eventualmente, pelotas de óleo já intemperizado eram também encontradas sendo maior a sua freqüência no sul.

Esses resíduos oleosos eram trazidos diariamente às praias pelas correntes de maré, sendo depositados na porção mais alta, no limite superior da zona entre-marés, sobre o substrato arenoso, não tendo sido registrado areia ou outro resíduo oleoso em camadas interiores do sedimento, isto é devido ao próprio aspecto deste material.

Com isso, foi estabelecida uma frente de trabalho de limpeza das praias atingidas, onde, diariamente, equipes de trabalhadores dirigiam-se aos locais realizando a remoção manual e criteriosa dos resíduos oleosos encontrados. Tal procedimento consistia na remoção, através de rastelos, enchadas e pás, do resíduo presente na área mais elevada das praias, evitando a retirada de areia não contaminada o que poderia agravar um possível impacto do óleo já existente. Os resíduos gerados eram temporariamente entamborados e reunidos em uma área comum para posterior transporte às dependências da PETROBRAS, de São Sebastião.

Tais procedimentos foram adequados do ponto de vista ecológico, os quais visaram remover o óleo das praias sem no entanto provocar um dano adicional das próprias técnicas de limpeza empregadas. Esses trabalhos foram uma rotina desde o início da fase emergencial, só tendo sido desmobilizados quando não mais se observou a chegada de novos resíduos oleosos às praias.

Durante o atendimento foi noticiado pela imprensa, que as praias do Bonete, Enchovas e Indaiatuba haviam sido contaminadas. Destas, de acordo com vistoria realizada pela PETROBRAS na ocasião, apenas Bonete tinha vestígios de resíduos oleosos, a qual foi limpa segundo procedimentos acima descritos. Em uma vistoria posterior realizada pela CETESB em 31 de Março, não mais foi observado qualquer resíduo oleoso nesta praia.

Um aspecto importante refere-se à veiculação, por parte da imprensa, sobre o número de praias atingidas neste evento. Boletins fornecidos pela PETROBRÁS, CETESB e pela Prefeitura de Ilhabela, forneciam dados discrepantes. Essa diferença teve como razão, a distinta denominação dada às praias pelos diferentes órgãos. Da mesma forma, uma única praia para determinada instituição, era tida como duas praias por outro órgão, o que alterava o número final de praias atingidas. Sustenta-se que uma uniformização na denominação das praias deva ser realizado, para que as diferentes instituições afetas à veiculação desse tipo de informação possam trabalhar sob uma mesma base, o que gerará boletins menos conflitantes.

4.2.2. Procedimentos de limpeza aplicados aos costões rochosos

Os costões rochosos atingidos restringiram-se a região sul de Ilhabela, especificamente aqueles localizados na Ponta do Ribeirão ou Costão do Bexiga, entre as Praias Grande e Curral, e no Costão do Cambarau, situado a aproximadamente 1 Km ao sul da Praia do Veloso (anexo 1 - croqui de deslocamento das manchas de óleo).

No costão do Bexiga, o cenário foi mais adverso. O óleo atingiu centenas de metros de sua extensão total, sendo que praticamente toda área entre-marés também foi contaminada. Por se tratar de um ambiente formado por rochas isoladas de diferentes tamanhos, o óleo ficou empoçado em seus entremeios, ampliando seu tempo de residência. Além disso, devido ao fato do ambiente exibir moderado embate de ondas, conforme a mancha se aproximava, o óleo era movimentado para níveis elevados das rochas, contaminando uma extensão vertical ainda maior.

O óleo Marlim, envolvido no acidente, por ser denso e viscoso, aderiu às superfícies rochosas assim como empoçou em seus meandros, vindo a atingir uma fração significativa da comunidade biológica local (ver item 6.1).

No costão do Cambarau, que apresenta uma tipologia similar à do Bexiga, com rochas isoladas de diferentes tamanhos, o óleo atingiu apenas a parte superior da zona entre-marés, promovida pela ação das ondas, área essa praticamente não habitada por organismos por estar acima do limite de maré alta.

Ambos os locais apresentam hidrodinamismo moderado com razoável agitação da água do mar, capaz de favorecer a limpeza natural (recuperação natural).

Dentro desse contexto, optou-se por algumas técnicas de limpeza já utilizadas em outros eventos similares e que tiveram resposta eficiente em remover o produto empoçado sem trazer maiores prejuízos às comunidades biológicas. Em locais mais remotos ou de difícil acesso foi realizada a remoção manual das poças, com a utilização de recipientes plásticos. Nos demais foram utilizadas bombas pneumáticas que bombeavam o óleo desses locais para tambores, sendo depois transferido para caminhões-vácuo e transportado para os tanques da PETROBRAS de São Sebastião.

Conforme a maré subia, uma série de resíduos impregnados com óleo (material de origem vegetal e plástica), era trazida e se depositava entre as rochas, sendo então removidos manualmente e entamborados com os demais resíduos oleosos normais.

As técnicas acima foram eficientes em remover grandes quantidades de óleo presentes no ambiente, nas poças, fendas e ranhuras das rochas. Entretanto, o que ficou aderido à superfície das rochas não foi removido por estas técnicas.

Uma técnica eficiente na remoção de óleo de superfícies rochosas consiste no jateamento com água a alta pressão (API, 1985). Contudo, a mesma promove um dano severo aos organismos uma vez que a pressão do jato desaloja/destrói praticamente todos os animais e plantas existentes.

Uma vez que grande parte do óleo aderido encontrava-se nos níveis mais elevados das rochas, considerou-se que a técnica de jateamento, criteriosamente empregada, seria eficiente naquele cenário, ou seja, realizada em locais definidos, em superfícies destituídas de organismos vivos, dirigindo o jato apenas às partes impregnadas pelo produto a fim de removê-lo.

Embora a mobilização de recursos específicos para proceder ao jateamento tenha sido morosa, uma vez iniciado, mostrou-se bastante eficiente. As superfícies rochosas, após a aplicação da técnica, mostravam-se significativamente mais limpas.

Para estes trabalhos, foram utilizados equipamentos de diferentes especificações, como mostrado a seguir:

- Onze bombas alimentadas com água salgada, posicionadas em embarcações, sendo seis delas da marca *Interpump*, com motor de 14 HP, três da marca *Inca* de 20 HP e duas *Kartcher* de 7,5 HP. A vazão das bombas variava de 15 a 40 L/min.
- Três bombas alimentadas com água doce, posicionadas em terra, sendo das marcas *Hirosab*, *Cinomatic* e *Kartcher*, com motor de 4 HP e vazão de 10 L/min.
- Duas bombas portáteis alimentadas com água doce, posicionadas em terra, ambas da marca *Wap* com motor de 2 HP e vazão de 5 L/min.

O jateamento foi realizado por volta de duas horas antes do alcance do período de maré alta a fim de evitar que resíduos líquidos de óleo, que se desprendiam, recontaminassem os níveis mais baixos das rochas, onde há maior atividade biológica. Associada à esta técnica, era também utilizado material absorvente, tanto durante a aplicação do jateamento quanto em outros períodos.

O material absorvente utilizado, turfa vegetal, que apresenta um alto poder oleofílico, foi muito eficiente na remoção do produto presente nas poças e águas próximas, principalmente em manchas com pouca espessura, com aspecto iridescente. Nestes tipos de manchas, as barreiras de contenção exibem baixa eficiência, embora as mesmas tenham sido utilizadas para cercar e restringir as manchas neste costão, evitando que outras localidades fossem atingidas.

Algumas áreas da residência situada na Ilha das Cabras, Ilhabela, que ficaram sujas de óleo foram limpas com hidrojateamento com água doce, por bombas portáteis, a pedido do responsável, não incluindo a mureta localizada na face interna, ou seja de frente para a praia das Pedras Miúdas.

A contaminação do Costão do Cambarau só foi identificada em 22 de Março, ou seja, seis dias após o vazamento. Esta informação partiu de residentes da localidade, o que motivou a vistoria dos técnicos da CETESB ao local.

Nesta ocasião, os moradores informaram que durante as atividades de combate ao óleo no mar, a PETROBRAS teria promovido a dispersão mecânica de uma mancha próxima à

linha da costeira, movimentando o produto diretamente para este costão. Embora essa informação não tenha sido comprovada, ressalta-se que esse tipo de procedimento, caso tenha sido realizado, deve ser evitado, pois o óleo em mar exibe um efeito menos adverso em termos biológicos do que quando presente em ecossistemas costeiros. Além disso, a contenção e recolhimento na superfície da água devem ser os procedimentos prioritários.

Uma vez identificada a contaminação desta área, uma nova frente de trabalho foi então iniciada, restringindo-se à remoção do produto das poças de maré e dos resíduos impregnados que chegavam pela ação das marés (principalmente restos vegetais). Como o óleo chegou às rochas em seus níveis mais elevados, não foi registrada contaminação dos organismos de costão. Caso se aplicasse a técnica de jateamento, a comunidade que praticamente não havia recebido óleo, poderia ser contaminada com resíduos líquidos gerados pela própria ação do jateamento. Com isso, optou-se por deixar o ambiente à mercê da recuperação natural, tendo em vista que o local exibia relativo embate de ondas, o que auxiliaria na remoção natural.

4.3. Destinação dos resíduos oleosos

Os resíduos sólidos oleosos, mencionados no item anterior, foram recolhidos das praias e costeiras e acondicionados separadamente em tambores de 200 L, previamente embalados em sacos plásticos brancos, tampados e transportados para armazenamento temporário em um pátio na área interna do terminal da PETROBRAS de São Sebastião (fotos). O volume total recolhido foi de 26.400 L (tab.2).

A vegetação e o lixo contaminados deverão ser destinados para o vazadouro municipal enquanto que a areia, pelotas, borras e material absorvente possivelmente deverão ser encaminhados para incineração fora do Estado de São Paulo.

Tabela 2 - Resíduos oleosos recolhidos na Operação Mafra IV

Tipo de Resíduo	Nº de tambores	Volume (L)
Vegetação impregnada	72	14.400
Lixo	20	4.000
Areia contaminada	06	1.200
Barreiras absorventes	30	6.000
Borras e pelotas	04	800
Total	132	26.400

5. CARACTERIZAÇÃO DO ÓLEO VAZADO

Segundo informações obtidas por técnicos da TRANSPETRO, o produto vazado era Marlim, proveniente da Bacia de Campos (RJ) porém, como boa parte do produto foi desviada para o tanque de *slop*, um reservatório de aproximadamente 2 m³ houve mistura deste óleo com os resíduos oleosos lá existentes, em proporção desconhecida, fato este que pode ter contribuído para alterar as características originais do Marlim.

5.1. Características Físicas, Químicas e Toxicológicas

O óleo tipo Marlim tem densidade de 0,9488 Kg/L e viscosidade 346,80 mm²/s, sendo portanto classificado como um produto do grupo IV com base em ITOPF (1987). Óleos deste grupo são pesados, apresentam alta densidade e elevada persistência no meio marinho pois sua taxa de remoção natural da superfície do mar normalmente tem uma duração aproximada de 7 dias, mais prolongada do que os de menor densidade.

Pelas suas propriedades físico- químicas podem ocasionar efeitos adversos à biota marinha, sobretudo aqueles associados ao recobrimento físico dos organismos animais e vegetais, ocasionando morte por asfixia ou comprometimento de outras atividades fisiológicas essenciais como tomada de alimento, eliminação de excretas, realização de fotossíntese, entre outras.

Em termos toxicológicos, segundo análise ecotoxicológica realizada com o organismo *Mysidopsis juniae*, foi obtido o resultado de 23,8%, ou seja, uma concentração de 23,8% da fração hidrossolúvel do óleo Marlim, causou mortalidade a 50% dos organismos-teste ao longo do tempo de duração do teste (96hs). Este dado mostra uma relativa toxicidade do produto, de forma que deve ter havido efeito tóxico aos organismos em contato com o mesmo, principalmente nos primeiros momentos após o derramamento (ver item 6.1).

Determinados processos como espalhamento, evaporação, dissolução, dispersão, sedimentação, oxidação e biodegradação governam o destino dos hidrocarbonetos lançados ao mar. A remoção final do óleo do ambiente marinho é promovida pela ação de microorganismos que o utilizam como fonte de carbono. Tal processo ocorre apenas na interface água/óleo e sob condições favoráveis de temperatura e concentração de oxigênio e nutrientes como nitrogênio e fósforo presentes na água do mar. Uma vez alcançada a zona costeira, o processo de biodegradação torna-se significativamente mais lento pois as condições elencadas acima não se encontram presentes de maneira satisfatória.

O óleo que atingiu principalmente a Ponta do Ribeirão ou o costão do Bexiga, e que grande parte percolou pelo sedimento arenoso presente sob as rochas, deve apresentar uma permanência elevada no ambiente, considerando a baixa taxa de degradação por microorganismos nesse ambiente.

5.2. Comportamento das Manchas de Óleo no Mar

O deslocamento horizontal das manchas de óleo na superfície do mar é resultado de um efeito combinado do vento e das correntes marinhas. Pode ser influenciado por fatores como variações no fluxo da maré, predominância do sentido e das variações na velocidade dos ventos e das correntes marinhas na região bem como as mudanças climáticas em função da entrada de frentes frias.

Com base em estudos cronológicos desenvolvidos na região do Canal de São Sebastião sobre este tema, foi observado que a partir de 14 km/h ou 3,6 m/s, o vento é o agente predominante no deslocamento das manchas e que, em intensidade inferior, a tendência é a de seguir o sentido da correnteza de superfície (Poffo *et ali*, 1986).

As manchas formadas no mar nesta ocorrência, imediatamente após o vazamento, seguiram rumo ao sul do Canal de São Sebastião, sendo que uma parte encostou na região costeira da Ponta do Ribeirão ou do Bexiga, sul de Ilhabela e, o restante permaneceu entre a Ponta da Sela (Ilhabela) e a Ilha de Toque Toque, barra sul, a partir de quinta-feira a noite, passando pelos processos de dispersão natural e mecânica, sendo esta promovida pela movimentação de rebocadores. Fragmentos desta mancha deslocaram-se sentido Enseada das Enchovas (proximidades do Bonete, Ilhabela) e as manchas restantes, já intemperizadas, retornaram para o interior do canal a partir do domingo pela manhã, costeando Ilhabela, atingindo várias praias do sul ao norte, na forma de pelotas e filmes, juntamente com vegetação e detritos flutuantes impregnados pelo produto.

Junto à Gerência da PETROBRAS de São Sebastião, foram obtidos registros da Estação Meteorológica do Terminal, situada no próprio píer (anexo 2), os quais estão resumidamente descritos a seguir:

- dia 16 de março

No período anterior ao vazamento, das 15 às 20 horas, a intensidade dos ventos variou entre 50,5 a 66 km/h, de Oeste-Noroeste. No momento da ocorrência, estava no mesmo sentido, a 50 km/h ou 28 nós, o que equivale na Escala Beaufort, à Força 7 – Forte. No decorrer da noite permaneceu no quadrante Noroeste, oscilando de 52,5 km/h para 25 km/h, atingindo o índice de 60 km/h às 23h30, de Oeste. A temperatura do ar permaneceu a 25°C, das 15 às 23h30 e a umidade relativa do ar estava entre 72 a 76% até o momento do acidente, elevando para 81,6 % às 23 horas.

- dia 17 de março

Na madrugada, até às 02h30, quando a operação de recolhimento foi suspensa, a velocidade aumentou de 46 km/h para 58 km/h, no quadrante Oeste. Depois das 03h00, permaneceram no mesmo quadrante, havendo um declínio na intensidade até às 08h00 quando estavam a 21,5 km/h. Pela manhã voltaram a soprar mais forte, de 21,5 a 55 km/h e, a tarde chegaram a 63 km/h, diminuindo a velocidade até 18 km/h a partir das 17h00 sempre no mesmo quadrante. A temperatura do ar permaneceu entre 24 e 26 °C e a umidade relativa do ar variou pouco, entre 82 e 85% na madrugada, de 85 a 89% pela manhã, de 80 a 86% à tarde e de 86 a 91,88 à noite.

- dia 18 de março

Os ventos oscilaram muito nos quadrantes Norte, Nordeste, Noroeste e Sudoeste, diminuindo de intensidade de 15 km/h para 1km/h até às 2h45. A partir das 4h30, passaram a predominar os de Leste–Sudeste até às 13h00, aumentando a intensidade de 20 km/h a 45km/h. Pelo período da tarde houve uma inversão com a predominância dos ventos de sul, de 27 a 66 km/h. A temperatura do ar ficou entre 20 e 24 °C durante o dia e a umidade relativa esteve entre 88 e 96% na madrugada, 80 a 89% pela manhã e tarde.

Variação da maré

De acordo a Tábua de Marés para o Porto de São Sebastião (anexo 3), no momento em que ocorreu o vazamento e que as manchas de óleo se espalharam pelo canal a maré estava enchendo. No período noturno de 17 de março a vazante chegou ao valor negativo de 0,2 m.

Considerações

A corrente marinha de norte para sul e os fortes ventos que sopraram do quadrante Oeste nas horas seguintes ao vazamento agiram diretamente sobre as manchas de óleo que se formaram nas imediações do píer sul, deslocando o produto diretamente para a Ponta do Ribeirão ou costeira do Bexiga e, posteriormente, para o sul do Canal de São Sebastião sentido mar aberto.

O fato da maré estar na preamar neste período, possibilitou a chegada do produto viscoso, na faixa do supra-litoral, ou seja na parte mais alta da costeira. No entanto, com a vazante, outras faixas do médio e do infra-litoral também foram seriamente contaminadas, principalmente na região do Bexiga.

Como houve predominância do sentido da correnteza e dos ventos na mesma direção, por mais de quarenta horas, entende-se que as manchas de óleo puderam ser mantidas fora do canal, expondo assim o produto aos processos de intemperização distante das áreas costeiras mais freqüentadas.

Fatores como a umidade relativa do ar que esteve alta nestes dias, entre 72 e 96%, a temperatura média do ar entre 21 e 24°C, bem como a predominância dos fortes ventos (21 a 66 km/h), contribuíram para que a taxa de evaporação do óleo vazado fosse baixa, estimada em 15%.

Quando da inversão do sentido do vento e da correnteza de sul para norte, no sábado a tarde e no domingo pela manhã, as manchas de óleo retornaram ao interior do canal atingindo grande quantidade das praias de Ilhabela mas na forma de filmes, filetes e também agregado à vegetação e aos resíduos flutuantes. As pelotas que também chegaram às praias são, possivelmente, consequência da dispersão mecânica realizada por rebocadores nas primeiras quarenta e oito horas após o vazamento.

6. CONSIDERAÇÕES AMBIENTAIS E SÓCIO-ECONÔMICAS

6.1. Ecossistemas costeiros atingidos: praias e costões rochosos

Os impactos do óleo nas comunidades biológicas marinhas são diversos. Os mais imediatos estão associados ao recobrimento físico, causando mortalidade por asfixia, prejuízo na locomoção e alteração da temperatura do corpo, também podendo levar os organismos à morte. Os efeitos tóxicos do óleo, associados às concentrações dos compostos aromáticos, como o benzeno e seus derivados, também são responsáveis pela mortalidade aguda, especialmente nos primeiros dias após o derrame.

Além destes impactos diretos, muitos efeitos indiretos e sub-letais podem ocorrer a médio/longo prazo, em diferentes intensidades, causando a redução das populações das espécies atingidas. Alterações comportamentais, entorpecimento (efeito anestésico) e perda de reflexos, modificações nas taxas metabólicas (respiração, fotossíntese), perturbações reprodutivas (redução nas taxas de fecundidade e abortos, entre outros) e desenvolvimento de carcinomas são alguns destes efeitos.

A bioacumulação é outra consequência do contato do óleo com a comunidade biológica. Frações do produto são absorvidas ou ingeridas pelos organismos, transferidas pela teia trófica e acumuladas nos níveis mais elevados das cadeias alimentares. A bioacumulação pode elevar as concentrações de hidrocarbonetos nos tecidos dos animais de topo de cadeia a níveis fatais.

Considerando a estrutura das comunidades costeiras, efeitos esperados são a redução na riqueza (número de espécies) e alteração na composição das espécies com aumento nas densidades populacionais das mais resistentes (oportunistas). Consequentemente, com o desaparecimento das mais sensíveis, a teia trófica é desestruturada e freqüentemente simplificada, uma vez que as espécies raras e menos abundantes são normalmente a maioria nestes ambientes.

As dimensões dos efeitos do óleo no ambiente dependem de diversos fatores, relacionados aos ecossistemas e ao tipo de produto derramado propriamente dito. Os principais são as características do ambiente atingido (hidrodinamismo, tipo de sedimento, declive, dimensões da área atingida), época do ano, atributos da comunidade atingida (riqueza, composição de espécies, quantidade de espécies sensíveis, estado de degradação da comunidade pela presença de outros tensores, complexidade trófica, base da cadeia alimentar autotrófica ou heterotrófica), características do óleo (volume, densidade e viscosidade, toxicidade) e formas de limpeza adotadas. A combinação de todos estes fatores faz de cada ocorrência um evento único, com características e consequências específicas.

6.1.1. Praias

Os efeitos do óleo nas praias estão associados a vários fatores podendo-se destacar:

- Tipo de areia

As características da areia representam um aspecto essencial na ecologia de praias. O tamanho dos grãos pode variar bastante, desde partículas extremamente finas, como os

lodos (silte, argila) até areias grossas e cascalhos. Dependendo do tipo de areia, estabelece-se um grupo característico de fauna.

Praias de areia grossa são fisicamente instáveis, devido aos grandes espaços existente entre os grãos, denominados “espaço intersticial”. A existência de muito espaço intersticial, resulta na instabilidade mecânica do solo, o qual fica pouco compactado (frouxo). Por outro lado, esta característica viabiliza a eficiente circulação de água entre os grãos, até camadas relativamente mais profundas, oxigenando o sedimento. A eficiente circulação de água no interior do sedimento, torna-o pouco favorável à deposição de matéria orgânica fina, sendo que areias grossas normalmente são pobres em nutrientes. Portanto, considerando os aspectos acima, observa-se que biologicamente as praias de areia grossa são instáveis e oligotróficas, sustentando comunidades biológicas relativamente pobres, representadas por poucas espécies animais, predominantemente filtradoras (que retiram alimento filtrando a água circundante). Nessas praias os crustáceos são o grupo dominante, seguido de algumas espécies de Moluscos e de outros grupos mais raros.

Praias de areia média a fina, possuem menos espaço intersticial, o que dificulta a oxigenação do sedimento, o qual é mais compacto. Portanto, estas praias são mais estáveis mecanicamente e, normalmente, mais ricas em matéria orgânica. Nestes ambientes a riqueza de espécies é bem superior à das praias de areia grossa, com predominância de espécies de Moluscos e vermes Poliquetas. As comunidades são bem representadas por espécies comedoras de sedimento (depositívoras).

Praias lodosas são ambientes de deposição onde há o acúmulo de grande quantidade de silte e argila no sedimento. São portanto praias com substrato rico em matéria orgânica a qual sustenta uma relevante e densa comunidade biológica dominada por organismos depositívoros. Por outro lado, a grande quantidade de matéria orgânica favorece a decomposição bacteriana, reduzindo a disponibilidade de oxigênio. As baixas concentrações de oxigênio dissolvido (OD) no sedimento lodoso são ainda agravadas pela limitada circulação de água intersticial. Conseqüentemente, os organismos precisam ter adaptações para enfrentar as condições anóxicas como por exemplo, construindo tubos e galerias.

Da mesma forma que ocorre com a água, a profundidade de penetração do óleo no sedimento depende do tamanho dos grãos e da quantidade de espaço intersticial existente. Espera-se portanto que o óleo penetre mais profundamente nos sedimentos de praias de areia grossa e que o inverso ocorra em praias lodosas e de areia fina permanecendo na superfície. Deve-se lembrar que os tubos e galerias criados e mantidos por vários animais representam uma porta de entrada do óleo para o interior do sedimento. Considerando estes aspectos, conclui-se que há um gradiente de sensibilidade das praias ao óleo, decorrente do tipo de areia predominante nas mesmas. Praias lodosas e de areia fina são muito sensíveis, as de areia média tem sensibilidade intermediária e as de areia grossa são pouco sensíveis aos derrames de óleo.

- Declividade

Praias com elevada inclinação, comumente denominadas praias de tombo são *via de regra* constituídas por areias mais grossas, enquanto que as de baixa declividade são

tipicamente de areias finas. A largura da faixa entre-marés está diretamente relacionada com o declive das praias. Esta faixa representa o substrato disponível para colonização das comunidades biológicas marinhas portanto, praias de declive alto têm uma faixa entre-marés muito menor do que as com declive baixo.

Como exemplo podemos comparar a praia de Siriúba com a de Santa Tereza, ambas atingidas pelo presente derramamento, em Ilhabela. A primeira apresenta declive de pouco mais de 1 grau, o que significa uma faixa de 72 metros entre marés para uma amplitude de maré de 1,4 m, enquanto que a de Santa Tereza, com um declive muito mais acentuado (6,28 graus), possui apenas 12,7 metros de faixa entre-marés. Portanto, quanto menor o declive da praia, maior a área disponível para colonização e maior a abundância biológica do ambiente, refletida em um maior número de espécies e maior biomassa total (quantidade de organismos). Consequentemente, os impactos biológicos do óleo tendem a ser maiores nas praias de baixo declive do que nas de tombo.

- Hidrodinamismo

Esta variável representa a quantidade, intensidade e frequência de ondas que atingem a costa. Os efeitos das ondas nos ambientes costeiros estão associados principalmente a melhor oxigenação do ambiente e também ao estresse mecânico. O impacto das ondas bem como o efeito de arraste na zona de arrebenção causam a movimentação do sedimento arenoso, tornando-o instável para os organismos que nele habitam (endofauna e infauna). Além disso, a agitação da massa d'água ressuspende as partículas mais finas como argilas e siltes e, reduzem o estoque de matéria orgânica do sedimento. Assumindo duas praias de mesma idade geológica, mas com hidrodinamismo diferente, espera-se que a mais batida tenha sedimentos mais grossos, uma vez que os sedimentos finos são removidos pela ação das ondas. Na praia mais abrigada, as condições são mais favoráveis à sedimentação das partículas finas e da matéria orgânica.

A limpeza natural é uma das mais eficientes formas de tratamento das praias atingidas por óleo, especialmente graças ao efeito das ondas sobre o ambiente. As ondas oxigenam o meio, favorecem a degradação e dispersão do óleo, preservam os organismos do recobrimento físico e incrementam a diluição das frações hidrossolúveis, reduzindo o impacto tóxico sobre a comunidade. Portanto, praias com ondas sofrem impactos menores do que as abrigadas, quando atingidas pelo óleo.

- Aspectos biológicos

O efeito conjunto ou sinergismo de todos os fatores abióticos, incluindo os acima apresentados viabilizam o estabelecimento de comunidades diferenciadas em cada tipo de praia, sendo que as diferenças na riqueza, composição de espécies e complexidade trófica são intensas. Considerando o presente acidente, as 14 praias atingidas estão localizadas na face interna da Ilha de São Sebastião (Ilhabela). Os dados físicos e geomorfológicos das mesmas foram obtidos através do banco de dados do projeto Estudo da Vulnerabilidade dos Ecossistemas Costeiros do Estado de São Paulo aos Vazamentos de Óleo, em desenvolvimento pela CETESB, e são apresentados na tabela 3 abaixo:

Tabela 3 –Dados físicos e geomorfológicos das praias atingidas na operação Mafra IV

PRAIA VARIÁVEIS	DECLIV E (GRAUS) *	LARG . (m) *	COM P. (m)	ÁREA ENTRE-MARÉS*	GRANUL. *#	HIDROD . *	ORIEN T.
Armação	5,46	14,68	335	4917,8	areia fina	4	340 NW
Pinto	3,59	22,33	370	8262,1	areia grossa	4	330 NW
Azeda	4,64	17,27	220	3799,4	areia média	4	265 SW
Guarapoca ia	3,62	22,18	340	7541,2	areia média	4/5	285 NW
Siriúba	1,11	72,19	620	44757,8	areia fina	4/5	305 NW
Viana	4,34	18,5	160	2960	areia fina	4/5	280 NW
Santa Tereza	6,28	12,78	400	5112	areia média	5	312 NW
Barreiros	4,91	16,33	450	7348,5	areia média	5	295 NW
Pedra Miúda	3,69	21,75	96	2088	areia média	4/5	330 NW
Portinho	6,84	11,73	100	1173	areia média	4	345 NW
Brava	6,61	12,13	63	764,19	areia grossa	3/4	328 NW
Grande	7,85	10,22	460	4701,2	areia grossa	4	330 NW
Julião	7,85	10,21	230	2348,3	areia média	3/4	305 NW
Feiticeira	7,27	11,03	218	2404,54	areia grossa	3/4	318 NW

* Dados característicos de verão

Classificação da granulometria (diâmetro médio dos grãos) segundo Folk & Ward (1957) na faixa entre-marés da praia.

A declividade das catorze praias atingidas variou entre 1,11° e 7,85°, podendo-se classificar a maioria delas como ambientes de declive intermediário a acentuado, com exceção da praia de Siriúba. Quanto à granulometria, três praias são de areia fina, sete são de areia média, e, quatro de areia grossa.

Quanto ao hidrodinamismo, todas as praias podem ser classificadas como abrigadas da ação direta das ondas, uma vez que estão localizadas no interior do Canal de São Sebastião. No entanto, pode-se identificar um gradiente de agitação das águas nas mesmas, o que é refletido no índice de hidrodinamismo apresentado na tabela 3. O índice varia entre 1 e 5, inversamente proporcional à quantidade de ondas. Com isso, pode-se classificar as praias de Santa Tereza, Barreiros, Guarapocaia, Siriúba, Viana e Pedra Miúda, como as mais abrigadas. Armação, Pinto, Azeda, Portinho e Grande, podem ser consideradas um pouco mais agitadas. As praias com maior hidrodinamismo são Brava, Julião e Feiticeira,

não apenas devido à quantidade de ondas, mas também ao elevado declive que apresentam, o que resulta indiretamente em uma maior ação hidrodinâmica da massa d'água.

Considerando o declive e a extensão/largura da faixa entre-marés, observamos que as praias com baixos declives e mais extensas têm as maiores áreas entre-marés e, portanto, maiores áreas colonizadas pela comunidade biológica. Siriúba, apresenta a maior área entre-marés (44.757,8 m²), seguida por Praia do Pinto (8262,1 m²), Barreiros (7348,5 m²) e Guarapocaia (7541,2 m²). Áreas intermediárias ocorrem em Azeda (3.799,4 m²), Viana (2.960 m²), Santa Tereza (5.112 m²), Pedras Miúdas (2.088 m²), Portinho (1.173 m²) e Julião (2.348,3 m²), sendo que a praia com a menor área é a Brava (764,19 m²).

Considerando a caracterização geral das praias atingidas, as mais sensíveis são as compostas por sedimentos mais finos, com menor declive e com as águas mais abrigadas. Pode-se então classificar a sensibilidade biológica das praias ao derrame, em 3 categorias:

Alta sensibilidade (areia fina / lodo)

- Siriúba
- Viana
- Armação

Sensibilidade intermediária (areia média)

- Guarapocaia
- Azeda
- Santa Tereza
- Barreiros
- Pedra miúda
- Portinho
- Julião

Baixa sensibilidade (areia grossa)

- Pinto
- Brava
- Grande
- Feiticeira

A contaminação das praias, decorrente deste vazamento do navio Mafra, não foi considerada grave uma vez que a quantidade de óleo que chegou ao ambiente foi pequena, não sendo suficiente para recobrir áreas significativas da zona entre-marés.

O óleo que atingiu as praias era eficientemente transportado pelas marés enchentes à faixa superior da praia (franja do supralitoral), sendo lá acumulado sob a forma de placas e pelotas de óleo intemperizado (ver fotos anexas). Mesmo nos primeiros dias após o acidente, o óleo chegava às praias desta forma, fato este relevante, uma vez que com esta condição não se observou a penetração do produto nos sedimentos, mesmo nas praias de areia grossa como a Feiticeira.

Portanto, considerando as características do óleo que atingiu as praias (quantidade, densidade), bem como o eficiente procedimento de limpeza adotado, minimizando os impactos adicionais, pode-se inferir que os danos biológicos desta ocorrência nos ambientes de praia devem ter sido pequenos, o que foi corroborado pela inexistência de organismos mortos ou moribundos observados durante as vistorias diárias. Logicamente, a quantificação dos efeitos só poderá ser feita através de amostragens orientadas, comparando-se dados antes e depois do derrame, em um programa de monitoramento ambiental, o que não foi realizado no presente caso.

6.1.2. Costões Rochosos

Os efeitos do óleo nos costões rochosos são influenciados por diversos fatores, destacando-se entre eles:

- tipo de costão
- hidrodinamismo
- declividade da rocha
- características da comunidade

- **Tipo de costão**

Costões rochosos podem ocorrer sob uma grande variedade de formações estruturais. Há os verdadeiros que são amplos e homogêneos, paredões relativamente extensos, normalmente associados às escarpas de morros e serras junto à costa. Podem haver costões formados por grandes rochas agrupadas ou isoladas ou ainda campos de rochas de diferentes tamanhos, denominados campos de matações. Não raramente, ocorrem costões mistos, compostos por mais de um tipo fisiográfico, como por exemplo, costões verdadeiros ladeados por matações isolados.

As variações geomorfológicas dos costões refletem-se diretamente na heterogeneidade e complexidade do habitat, interferindo por sua vez na estrutura da comunidade biológica presente. Os verdadeiros são os mais homogêneos fisiograficamente, carecendo de microhabitats protegidos do estresse ambiental (ondas, insolação, predadores, etc) e isto faz com que a biodiversidade seja relativamente menor, especialmente quando o estresse das ondas é significativo.

Por outro lado, costões fisiograficamente heterogêneos são ricos em refúgios como fendas, depressões e fissuras, os quais representam habitats protegidos para muitas espécies. Da mesma forma, as faces inferiores dos matações e rochas isoladas são normalmente colonizadas por muitas espécies frágeis de invertebrados, elevando sensivelmente a biodiversidade destes ambientes. A título de exemplo, podemos citar o campo de matações da Ponta das Canas, em Ilhabela, onde já foram identificadas mais de 200 espécies no programa de monitoramento de costões da CETESB.

Considerando os argumentos acima, conclui-se que costões heterogêneos são mais ricos e complexos biologicamente e, portanto mais sensíveis aos derramamentos de óleo do que os homogêneos (costões verdadeiros).

- **Hidrodinamismo**

Da mesma forma que em praias, a quantidade, frequência e intensidade de ondas também é um importante fator na determinação da estrutura das comunidades de costões, bem como do grau de impacto do óleo. A limpeza natural de costões batidos atingidos por óleo é muito eficiente, normalmente protegendo a comunidade do impacto direto de recobrimento físico. Por outro lado, nos abrigados o contaminante tende a permanecer no ambiente por muito mais tempo, inclusive em condições suficientes para causar impacto físico de recobrimento e asfixia dos organismos, sendo portanto muito mais sensíveis ao impacto por óleo do que os batidos pelas ondas, pois necessitam de mais tempo para se recuperar.

- **Declividade da rocha**

O raciocínio apresentado para declive das praias é o mesmo para os costões, ou seja, quanto maior o declive, menor a faixa vertical entre marés, que é a área disponível para colonização da comunidade biológica. Apesar de ser possível reconhecer o declive médio dos costões, frequentemente observa-se que estes ambientes são muito mais heterogêneos do que as praias, podendo-se encontrar rochas com vários declives diferentes em um mesmo trecho de costão. No entanto, de modo geral, pode-se postular que costões com elevados declives são menos sensíveis do que aqueles pouco inclinados, estes últimos com uma área habitada e biodiversidade proporcionalmente maior. Deve-se considerar também que o óleo tende a ser mais dificilmente removido em superfícies pouco inclinadas. Em paredes rochosas verticais, o impacto das ondas é mais efetivo do que em costões com baixos declives, facilitando a remoção natural do óleo.

- **Características da comunidade**

Os aspectos discutidos para praias valem também para todos os ambientes costeiros, inclusive para os costões rochosos. Portanto, características como riqueza, composição de espécies, períodos reprodutivos, sazonalidade, densidades populacionais existentes, estratégias alimentares das espécies, são alguns dos fatores que interferem no impacto esperado na comunidade. Quando os derrames ocorrem em períodos associados com a reprodução de espécies estruturadoras, como por exemplo mexilhões e cracas, pode-se esperar perturbações mais significativas na estrutura geral das comunidades, uma vez que muitas espécies acompanhantes vivem associadas às mesmas. Como regra geral, pode-se assumir que costões colonizados por comunidades ricas e complexas são mais sensíveis do que costões com comunidades pobres e teias tróficas simples.

Na presente ocorrência as áreas atingidas foram especialmente a Ponta do Ribeirão, ou costeira do Bexiga, localizada entre as praias Grande e Curral e o Costão do Cambarau, cerca de 1Km ao sul da Praia do Veloso, na Ilha de São Sebastião. Estas costeiras são caracterizadas por extensos campos de matações, caracterizando ambientes extremamente heterogêneos fisiograficamente.

As dimensões do Costão do Bexiga, segundo avaliação no local e de acordo com o mapeamento dos ecossistemas costeiros da CETESB (Lamparelli et al, 1999), são de aproximadamente 1.800 metros de extensão e largura variando entre 15 e 20 metros (entre a franja do infralitoral e o supralitoral). A largura da faixa entre-marés varia em torno de 7-10 metros. Considerando estes dados, a área linear atingida foi estimada com tendo 1.200 metros de extensão por 7 metros de largura, o que representa 8.400 m² de costões.

A área atingida no costão do Cambarau foi de aproximadamente 200 metros de extensão, numa largura de aproximadamente 5 metros, resultando em 1000 m², uma vez que o óleo chegou neste local durante a maré alta, afetando principalmente a zona do supralitoral.

É muito importante registrar que nestes cálculos não se está considerando o relevo das rochas e matacões, o que eleva significativamente as dimensões das áreas atingidas devido a intensa rugosidade do ambiente.

Estes costões são classificados como campos de matacão parcialmente abrigados da ação das ondas, estando sujeitos a ondulações que atingem o canal, vindas de leste/ leste-nordeste. Ventos intensos podem intensificar o hidrodinamismo local, como observado na ocasião do atendimento à presente ocorrência.

A biodiversidade esperada para este tipo de costão é bastante elevada, similarmente à encontrada por exemplo na Ponta das Canas mas, no entanto, não haviam dados de base sobre a caracterização biológica deste local. O hidrodinamismo apresentado varia de médio a intenso em algumas situações. Considerando estes aspectos, conclui-se que os costões do Bexiga e Cambarau são classificados como medianamente sensíveis aos derrames de óleo.

Durante o atendimento à esta ocorrência, vistorias diárias foram realizadas na Ponta do Ribeirão ou Costão do Bexiga, sendo que nos primeiros dias foram reconhecidas diversas espécies animais e vegetais efetivamente atingidas pelo óleo. As principais espécies encontradas são apresentadas na tabela 4:

O óleo aderiu em quantidade significativa às rochas, no trecho de 1.200 metros de extensão. Na ocasião a maré estava de sizígia (ver tábua de maré, anexo 3), sendo que o produto era freqüente e eficientemente conduzido pela maré enchente para a faixa superior das rochas (franja do supralitoral). A parte de baixo das pedras, a qual é a mais sensível biologicamente, permanecia relativamente protegida por este intenso movimento de maré e também pelo hidrodinamismo relativamente forte nos dias subsequentes ao acidente.

Consequentemente, observou-se que as condições ambientais preservaram a comunidade de modo geral, minimizando os impactos do óleo. No entanto, observou-se que algumas populações foram mais intensamente impactadas, especialmente os crustáceos *Ligia exotica* e *Pachigrapsus transversus*, tendo sido registrada mortalidade direta, possivelmente por recobrimento/asfixia e intoxicação. A mesma situação é válida para o gastropode *Tegula viridula* que, apesar de possuir uma concha externa, aparecia em estado

moribundo, não reagindo ao toque, ou morto. Alguns não possuíam sinais de óleo no corpo, o que pode ser interpretado como indício de estresse químico e não físico.

Em relação ao Cambarau, não foram realizadas vistorias na ocasião do vazamento sendo constatada sua contaminação seis dias após o evento. Com isso, não foi possível detectar a presença de organismos mortos pelo produto como realizado no Bexiga. Embora os dois costões sejam similares, como citado anteriormente, não se pode extrapolar para esta área o ocorrido no Bexiga, no que se refere ao impacto do óleo sobre a biota. O grau de contaminação nesse ambiente foi significativamente menor pois apenas os níveis mais elevados das rochas (médio-litoral superior e supra-litoral) foram atingidos.

Tabela 4 – Principais espécies observadas na Ponta do Ribeirão ou Costão do Bexiga

ESPÉCIE	REGISTRO
Caranguejo de costão (<i>Pachigrapsus transversus</i>)	V M O
Baratinha da praia (<i>Ligia exotica</i>)	V M
Craca (<i>Chthamalus</i> sp)	V O
Craca (<i>Tetraclita stalactifera</i>)	V O
Gastropode (<i>Siphonaria hispida</i>)	V O
Gastropode (<i>Fissurella</i> sp)	V O S
Gastropode (<i>Thais haemastoma</i>)	V O S
Coral mole (<i>Palithoa</i> sp.)	V O
Gastropoda (<i>Tegula viridula</i>)	V M O S
Pepino do mar (<i>Holothuria</i> sp)	V
Gastropode (<i>Morula nodulosa</i>)	V O S
Ouriço (<i>Echinometra lucunter</i>)	V O
Caranguejo (<i>Eriphia gonagra</i>)	V
Mexilhão (<i>Brachidontes</i> sp)	V O
Alga (<i>Bostrychia</i> sp)	V O
Alga (<i>Acanthophora spicifera</i>)	V O
Alga (<i>Caulerpa racemosa</i>)	V O
Alga (Gelidiaceae – <i>Gelidium</i> ?)	V O
Alga (<i>Enteromorpha</i> sp.)	V O
Alga (Ectocarpaceae – <i>Sphacellaria</i> ?)	V
Alga (<i>Ulva</i> sp.)	V O

Legenda:

V – organismo vivo, aparentemente em boas condições

O – organismo com presença de óleo no corpo, fronde, concha ou carapaça

M – organismo morto ou moribundo

S – organismo com distúrbio comportamental, perda de reflexos, relaxamento muscular e visivelmente estressado

Uma vez que esta área é a que menor umidade recebe, proveniente tanto da elevação da maré quanto dos borrifos das ondas, é ocupada por poucas espécies. Apenas aquelas adaptadas às condições de estresse por dessecação estão aptas a se instalar e colonizar estes níveis das rochas. Foram estes então os organismos contaminados pelo óleo nesse local. Cabe ressaltar que o produto atingiu principalmente as áreas mais elevadas, acima do limite máximo de ocupação dos animais.

Conclui-se portanto, com base nas informações disponíveis que o impacto do óleo foi severo para algumas espécies do costão do Bexiga. No Cambarau, a comunidade biológica foi muito pouco atingida. No entanto, devido ao intenso hidrodinamismo e às ações de limpeza corretamente adotadas, o impacto na comunidade como um todo foi minimizado, não sendo possível quantificar este impacto devido a ausência de dados básicos deste ponto anteriores ao derrame.

6.2. Aspectos Sócio-econômicos

Segundo informações da Gerência da PETROBRAS de São Sebastião, foram limpas 164 embarcações e 165 bóias de amarração que ficaram sujas de óleo localizadas nos Sacos de Santa Tereza, da Capela e outras áreas utilizadas para fundeio entre as Pontas da Sela e das Canas. Os cabos e os tambores flutuantes de uma balsa de mexilhões situada nas proximidades de Cambarau, que também ficaram impregnadas foram substituídos.

Esta operação de limpeza foi efetuada mediante reclamação dos proprietários ou responsáveis por estas embarcações, junto à Assessoria de Comunicação Social da mesma empresa. Foi concluída no dia 10 de abril.

Uma das áreas mais sensíveis afetada foi o Santuário Ecológico Municipal Marinho de Ilhabela situado entre a Ilha das Cabras e as praias da Pedras Miúdas e do Portinho (Decreto Municipal No. 963/92), muito utilizada para a prática de atividades subaquáticas.

Toda a região costeira de Ilhabela é bastante procurada por pescadores (artesanais, de lazer e de subsistência) os quais utilizam-se da pesca do costão ou de barcos. Os peixes normalmente encontrados nestes meses do ano são: parati, espada, canguá ou cabeça de ferro, carapau/xarelete, pescada e pescadinha, porquinho, vermelho sioba, sardinha e porquinho (CETESB, no prelo). Segundo depoimento de alguns pescadores e moradores da região sul deste município aos técnicos da CETESB, diminuiu a quantidade de pescado no final de semana em que houve o vazamento.

Os impactos sócio-econômicos teriam sido maiores se o acidente tivesse ocorrido em período de temporada ou de finais de semana prolongados, quando Ilhabela é mais procurada para o turismo e lazer.

7. AVALIAÇÃO DA OCORRÊNCIA

Durante o atendimento à esta ocorrência foram observados alguns aspectos falhos nas atividades desenvolvidas os quais merecem ser comentados, objetivando-se evitar que tais procedimentos sejam repetidos em futuras operações de combate.

- Quanto ao início do vazamento

Segundo informações obtidas, o vazamento foi detectado por um marinheiro que estava a bordo de um rebocador, ou seja, nem a tripulação do navio nem os operadores do píer haviam notado o fato. Assim sendo não se sabe por quanto tempo o produto ficou vazando até que o bombeamento fosse efetivamente paralisado.

- Quanto à operação de combate

Foi observado pelo técnico da Agência Ambiental de Ubatuba, quando da sua chegada ao píer do terminal, na quinta feira a noite, que o recolhimento do produto estava sendo feito com equipamentos de baixa capacidade (como *skimpack* e *lory*) operando a bordo da Egmpol e não com a esteira recolhadora, própria desta embarcação.

Esta operação de recolhimento marítimo foi suspensa às 2h30, quando a velocidade dos ventos estava a 60 km/h e não foi retomada ao longo de toda sexta feira, mas apenas no terceiro dia. A operação de combate no mar ficou restrita à dispersão mecânica por rebocadores e lanchas turbinadas, procedimento este criticado pela CETESB pois o produto ainda estava em condições de ser recolhido mecanicamente.

O monitoramento marítimo, realizado na manhã da sexta feira, subestimou a quantidade de óleo presente no canal o que só poderia ser melhor avaliado no sobrevôo. Em seqüência, foi demorado o tempo de mobilização das frentes de trabalho, havendo morosidade no reboque das barreiras de contenção do píer do Tebar até a Ponta do Ribeirão ou costeira do Bexiga, em Ilhabela. A nova embarcação recém adquirida pela PETROBRAS para agilizar este tipo de atividade, o *workboat*, foi lançado ao mar somente no domingo.

Em operações anteriores, técnicos da CETESB já haviam criticado a demora que ocorria entre o período da chamada de solicitação das embarcações de apoio da empresa Servemar, via rádio marítimo e a chegada das mesmas no píer do terminal seja para as vistorias seja para o reboque das barreiras.

A recomendação da CETESB para instalação de barreiras de contenção para proteção das praias Grande e do Curral, em Ilhabela, em 17 de março (sexta feira) e reiterada no dia seguinte não foram atendidos pela PETROBRAS.

A chegada do óleo à costa sul de Ilhabela, horas depois da ocorrência era previsível, considerando-se a influência dos fortes ventos de Noroeste e Oeste sobre o deslocamento da mancha, bem como era esperado o retorno das manchas que estavam fora do canal, ao sul, de acordo com as características hidrodinâmicas da região como também devido às previsões meteorológicas da chegada de uma frente fria.

- Quanto ao número de ocorrências registradas

Em 1999 foram registrados seis vazamentos de óleo ao mar, em São Sebastião pela CETESB e, neste ano, apenas em quatro meses, de janeiro a abril, já ocorreram cinco

eventos, sendo dois envolvendo falhas no píer e três em navios. Este é um fator preocupante evidenciando que os investimentos por parte da PETROBRAS e da Transpetro na prevenção dos acidentes está diminuindo.

9. EQUIPE TÉCNICA

- Coordenação Geral

EERO - Setor de Operações de Emergência

Edson Haddad

CDUB – Agência Ambiental de Ubatuba

Sylvio do Prado Bohn Junior

- Atividades de Campo

EERO - Setor de Operações de Emergência

Carlos Ferreira Lopes

Ednaldo do Prado

João Carlos Milanelli

Íris Regina Fernandes Poffo

Marco Antônio José Lainha

CDUB – Agência Ambiental de Ubatuba

Adalberto Marcelino

- Atividades Laboratoriais de Apoio

DAHI – Setor de Ictiologia e Ensaio com Organismos Aquáticos

Ger. Eduardo Bertolotti

Valéria Prospero

DAAI – Setor de Química Inorgânica e Radioatividade

- Elaboração da Representação Cartográfica

EQSE – Setor de Ecossistemas Terrestres

Ger. Rodrigo Fialho

Geógrafa Marise Carrari Chamani