

**CETESB**  
**Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental**

**E- Diretoria de Recursos Hídricos e Engenharia Ambiental**  
**EE – Departamento de Engenharia e Riscos Ambientais**  
**EER – Divisão de Tecnologia de Riscos Ambientais**  
**EERO – Setor de Operação de Emergência**

**OPERAÇÃO TEBAR VI – EMISSÁRIO SUBMARINO**  
**O. S. 79.5.06.E.00**  
**Abril de 1999**

## SUMÁRIO

1. Introdução	01
2. Objetivo	02
3. Histórico	02
4. Desencadeamento das Ações de Combate	04
4.1. Limpeza de Praias e Costões	08
5. Características do Óleo Vazado	10
5.1. Comportamento das Manchas de Óleo no Mar	11
5.2. Comportamento do Óleo na Areia das Praias Afetadas	12
5.3. Informações Ecotoxicológicas	13
6. Considerações Ambientais e Sócio-econômicas	13
6.1. Ecossistemas de Praia e Costão	13
6.2. Aspectos Sócio-econômicos	16
6.3. Abordagem do vazamento pela mídia	17
7. Avaliação da Ocorrência	17
8. Equipe Técnica	18
9. Bibliografia	19
10. Anexos	20
10. 1. Documentação fotográfica	
10. 2. Resultado das análises comparativas entre amostras de óleos	
10. 3. Ata da reunião entre CETESB e PETROBRAS	
10. 4. Resultado da análise do teor óleos e graxas de amostra de areia	
10. 5. Recortes de jornal	

## **1. INTRODUÇÃO**

Às 18h00, do dia 13 de abril de 1999 a CETESB, por intermédio da Agência Ambiental de Ubatuba (CDUB), foi acionada pela PETROBRAS, por intermédio do CEMPOL - Centro Modelo de Prevenção Controle e Combate à Poluição por Óleo no Mar, em São Sebastião, informando a ocorrência de um vazamento de óleo, causada por motivos até então desconhecidos.

O técnico de plantão da CETESB dirigiu-se ao local e, após ter uma melhor avaliação da situação, constatou que havia grande volume de óleo no Canal de São Sebastião, nas imediações do píer da PETROBRAS. Em seguida acionou o Centro de Controle de Desastres e Emergências Ambientais da própria CETESB, em São Paulo, às 23h00, relatando o fato e acrescentando que técnicos do CEMPOL estavam realizando a operação de contenção e recolhimento de óleo no mar. Às 6h00 do dia seguinte, a fonte do vazamento ainda não havia sido detectada e os trabalhos de mar haviam continuado durante toda a noite e madrugada, razão pela qual a CETESB reforçou sua equipe, enviando técnicos dos Setores de Operações de Emergência (EERO) e de Comunidades Aquáticas (DAHC), com a finalidade de acompanhar os trabalhos de contenção e remoção do produto vazado, bem como vistoriar as áreas possivelmente afetadas.

## **2.OBJETIVO**

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

A descrição detalhada da avaliação do impacto ambiental gerado por este vazamento será apresentada, posteriormente, em um relatório específico.

## **3. HISTÓRICO**

Como as primeiras manchas foram identificadas junto ao píer da PETROBRAS e os dois navios que estavam em operação N/T Maracá e N/T Tancredo Neves, descarregavam produto do tipo Marlim, suspeitou-se a princípio tratar de vazamento de um dos petroleiros. Os comandantes das embarcações foram notificados e as operações de bombeio foram paralisadas. Mergulhadores foram chamados ao local para verificar a existência de possível fissura no casco, mas não encontraram nenhum tipo de vazamento.

Percebeu-se porém, que o óleo parecia surgir do fundo do mar e por isso, levou-se em consideração que o vazamento poderia ser proveniente ou do oleoduto ou do emissário submarino. Para confirmar a verdadeira origem, foram coletadas amostras do produto por técnicos da PETROBRÁS, no mar, nos tanques dos dois navios, no interior da válvula da linha de interligação entre a linha 8 e do emissário submarino, por volta das 2h00, para análise comparativa nos laboratórios do CENPES - Centro de Pesquisa Leopoldo Miguez, da PETROBRÁS, Rio de Janeiro.

Ao amanhecer, os mergulhadores repetiram o trabalho realizado na noite anterior e nada puderam constatar. Sendo assim, os navios voltaram a operar normalmente e nenhum tipo de vazamento foi detectado em função desta atividade.

Técnicos da PETROBRÁS realizaram vistoria marítima ao longo do canal, relatando a presença de manchas de óleo concentradas nas imediações da Enseada de São Francisco, para onde se dirigiram as equipes de contenção e remoção. Até às 7h30, as praias da região ainda não haviam sido contaminadas porém, com alterações nas condições de vento e corrente marinha, durante o dia, quatro delas foram afetadas.

#### Procedimento Investigatório

Técnicos da Agência Ambiental de Ubatuba e da PETROBRÁS inspecionaram o emissário submarino (ETE), formado por duas tubulações de 8”, desde o interior do terminal (via aérea) até a saída para o mar no píer, passando pelas câmaras de compensação, situadas no próprio píer, a partir de onde seguem por via subterrânea até a ponte do píer antes da bifurcação do “y”, quando há a separação dos píeres norte e sul.

No interior da câmara de N° 03269A, foram observados vestígios de óleo, tanto impregnados nas paredes como flutuando, sendo que o mesmo fato não foi notado na outra câmara de N° 03269B. Próximo à ETE foi verificada a existência de uma tubulação de 6”, ligada à linha 8 de 30”, de petróleo, a qual é utilizada para recircular o efluente tratado na ETE, com um tanque de armazenamento, em casos de falha no tratamento. Nessa tubulação de interligação existe uma válvula de retenção e um flange que pode ser “raquetado” (fechado) ou não, para evitar o retorno do petróleo ou outro produto que estiver sendo bombeado, na linha 8, para o emissário, no caso de falha na válvula de retenção.

#### Causa do vazamento

Durante a inspeção do dia 13 de abril, foi observado que o flange não estava fechado, fato este que deve ter permitido o retorno do produto pela válvula de retenção, com a passagem pelo emissário das 17h15 até às 18h00, aproximadamente. A suspeita de que o vazamento teve origem no emissário pode ser comprovada quando chegaram os resultados das análises comparativas realizadas pelo CENPES (anexo II). Segundo a PETROBRAS, a causa mais provável é que tenha ocorrido a passagem do óleo pelas válvulas de bloqueio entre a linha 8 e o emissário.

#### Volume recolhido

Ao total, já considerando o processo de decantação e separação de água e óleo, foram recolhidos do mar, cerca de 3.075 litros do produto.

#### Áreas afetadas

Quatro praias foram impactadas: Arrastão, São Francisco, Pontal da Cruz e Olaria (ou Portal da Olaria), todas no município de São Sebastião.

### Coordenação

A coordenação das ações de contenção e remoção de óleo no mar, bem como das atividades de limpeza das praias e costões atingidos foi realizada, conjuntamente, por representantes da CETESB e PETROBRAS

Nos itens 4 a 6, a seguir, estão descritas as atividades desenvolvidas no combate ao vazamento de óleo para o controle desse acidente ambiental, bem como sobre a avaliação preliminar dos danos ambientais.

## **4. DESENCADEAMENTO DAS AÇÕES DE COMBATE**

Este item apresenta os trabalhos desenvolvidos pela CETESB durante o período desta operação, ou seja, de 13 a 17 de abril de 1999.

### **1º dia: 13 de abril**

A primeira mancha de óleo foi detectada por técnicos da PETROBRAS, que trabalhavam no píer, aproximadamente às 17h50. Imediatamente, a equipe do CEMPOL foi acionada, iniciando as atividades de contenção e recolhimento do produto vazado, por volta das 18h00, as quais prolongaram-se durante toda a madrugada, nas imediações do próprio píer do terminal.

A CETESB em Ubatuba também foi acionada, aproximadamente às 18h00 e o técnico de plantão dirigiu-se ao local. Após ter uma melhor avaliação do quadro de poluição que se apresentava, ele entrou em contato com o Centro de Controle de Desastres e Emergências Ambientais da CETESB, em São Paulo, às 23h00. O técnico acompanhou as atividades desenvolvidas até meia noite. Contatos telefônicos foram mantidos até às 0h20 com técnicos do Setor de Operações de Emergência (EERO).

### **2º dia: 14 de abril**

Às 6h50, foi realizada uma vistoria marítima ao longo do canal, pelos técnicos da PETROBRAS, sendo detectada a presença de várias manchas de óleo, de coloração escura, pouco degradado, na enseada de São Francisco a, aproximadamente, 1.500 m da praia.

As atividades de contenção e recolhimento de óleo no mar, iniciadas na tarde do dia anterior, prosseguiram até às 14h30. As frentes de trabalho ficaram distribuídas pelo Canal de São Sebastião, entre o Pontal da Cruz e São Francisco, havendo maior concentração nas proximidades do Pontal da Cruz, Arrastão e Olaria. Três lances de barreiras, de 150 m de extensão, foram trazidas por mar, pela equipe do CEMPOL, com apoio de embarcações da firma “Servemar” e, um quarto jogo foi lançado pela própria praia do Arrastão, a fim de evitar a recontaminação desta área.

Das 11h20 às 12h30, foi realizado um sobrevôo, com helicóptero fretado pela PETROBRAS, por todo o Canal de São Sebastião, pela Enseada de Caraguatatuba, até as imediações da praia de Massaguaçu; na face norte e leste da Ilha de São Sebastião, desde a Ponta das Canas até a Baía de Castelhanos, com técnicos da CETESB (EERO e CDUB)

e PETROBRAS. Este monitoramento foi utilizado para dimensionar a extensão das manchas de óleo, acompanhar o seu deslocamento pela região do Canal de São Sebastião, avaliar as áreas afetadas bem como para orientar as equipes de combate no mar.

No sobrevôo foi constatada a presença de um extenso filete de óleo degradado, no aspecto de espuma, coloração marrom, com aproximadamente 14 km de extensão por 2 m de largura, desde o norte do canal até as proximidades da Ilha do Tamanduá, situada em alto mar, distante assim da costeira. Além das manchas já descritas anteriormente, no interior do canal, nenhum vestígio foi observado nas imediações de Ilhabela. Aparentemente, seis praias estavam impactadas: Porto Grande, Deserta, Arrastão, Pontal da Cruz, Olaria e São Francisco.

Enquanto estes técnicos faziam o sobrevôo, outras equipes da CETESB (EERO, CDUB e DAHC) realizavam monitoramento terrestre, pelas praias de São Sebastião e Ilhabela. Segundo eles, nada foi observado na ilha, porém a presença do óleo só foi realmente constatada em Arrastão, Pontal da Cruz, Olaria e São Francisco. Nas demais, a coloração escura da praia, observada do helicóptero, refere-se basicamente à presença de algas e folhagens, trazidas pela maré.

Diante da contaminação das praias e costões, equipes de limpeza foram contratadas pela PETROBRAS para atuar na absorção e remoção do produto nas áreas afetadas, sob supervisão e orientação da CETESB.

No período da tarde foram realizados novos monitoramentos, aéreos e marítimos, por técnicos das duas empresas. Foram observadas várias manchas iridescentes, entre Pontal da Cruz e Olaria, sendo que o filete degradado, descrito na Enseada de Caraguatatuba, havia se dispersado naturalmente. Com a subida da maré, o córrego existente no Pontal da Cruz foi contaminado pelo óleo, sendo então solicitado à PETROBRAS que fosse desencadeada uma frente de trabalho para remoção do produto remanescente. Não houve contaminação de outras áreas.

Os trabalhos de acompanhamento, da contenção e remoção do produto vazado, prosseguiram até às 18h30, quando todos os técnicos da CETESB se reuniram para avaliar o serviço desenvolvido e para programar as atividades do dia seguinte.

### **3º dia: 15 de abril**

Às 6h20, técnicos da CETESB divididos em quatro equipes, deslocaram-se para realizar monitoramento terrestre, nas praias dos municípios de São Sebastião (da praia Grande à Enseada), Ilhabela (de Guarapocaiá até Portinho) e Caraguatatuba (Enseada até o Centro). Da mesma forma, foi realizada uma vistoria marítima ao longo de todo o Canal de São Sebastião e Enseada de Caraguatatuba. Duas horas e meia depois, os técnicos retornaram informando que somente as praias do Pontal da Cruz, Arrastão e Portal da Olaria, os trabalhos de remoção deveriam ter continuidade.

No mar foram observados apenas vestígios do produto no aspecto de filetes brilhantes, ao longo da região central e norte do canal, sem condições de recolhimento. Diante do quadro desta manhã, foi dada maior atenção ao acompanhamento dos trabalhos de

limpeza nas praias afetadas. Não foi possível realizar monitoramento aéreo porque as condições meteorológicas estavam desfavoráveis para a saída da aeronave de São Paulo.

Por volta das 13 horas foi constatado o aparecimento de uma nova mancha, de cor escura, com faixas iridescentes, muito semelhante ao aspecto observado na manhã do dia anterior, localizada entre o píer norte e o Pontal da Cruz, denunciada por um pescador. Segundo a PETROBRAS não poderia ter havido um novo vazamento do emissário, surgindo então a hipótese de que, pela sua posição, a mesma deveria ter ficado confinada entre o píer sul e o costado no navio Tancredo Neves, que havia desatracado pela manhã.

Uma embarcação de apoio (SOSE VII) foi então solicitada para realização de monitoramento marítimo. Enquanto isso, duas frentes de trabalho com barreiras e uma Egmopol foram mobilizadas para combater o óleo próximo ao terminal.

Depois de ter navegado pelo canal, os técnicos puderam constatar que tratava-se de um extenso filete, em condições de ser contido e recolhido, situado a 1 Km da costa, entre o Pontal da Cruz e a Ponta do Lavapés, tendendo a deslocar-se para São Sebastião, em direção às mesmas áreas atingidas anteriormente.

Diante da dimensão da mancha, o fato foi imediatamente comunicado ao encarregado do CEMPOL, via rádio marítimo, sendo requisitada a presença urgente, do maior número possível de trabalhadores desta equipe e, também de embarcações de apoio à Servemar, para a instalação de barreiras de contenção. Durante este intervalo de tempo, de aproximadamente duas horas, até que todas as frentes de trabalho estivessem posicionadas, ocorreram mudanças nas condições de vento, as quais agiram sobre a mancha, fragmentando-a. Mesmo assim, as frentes de trabalho continuaram a operar durante toda a tarde até às 20h00.

As equipes da CETESB que estavam trabalhando na praia também foram notificadas, via telefone móvel celular, assim que o fato foi constatado. Aproximadamente às 17h00, considerando a iminência de que a praia do Arrastão seria novamente contaminada, os técnicos sugeriram a aplicação de turfa sobre o filete de óleo, por barco, antes que encostasse. Por volta das 19h00, técnicos da CETESB e da PETROBRAS reuniram-se para avaliar os trabalhos realizados e programar as atividades do dia seguinte.

#### **4º dia: 16 de abril**

Às 6h30, técnicos da CETESB divididos em três equipes, deslocaram-se para realizar monitoramento nas praias de São Sebastião (de Guaecá até Enseada), incluindo o CEBIMar - Centro de Biologia Marinha da USP e Caraguatatuba (Enseada até Centro) e para a vistoria marítima, ao longo de todo Canal de São Sebastião e Enseada de Caraguatatuba. Duas horas depois, os técnicos retornaram as informações, mencionando que os trabalhos de remoção deveriam ter continuidade nas mesmas áreas de ontem.

Na vistoria marítima foi constatada a presença de uma mancha escura entre o pier dos rebocadores e o cais do porto comercial, para a qual foram designadas equipes de contenção e recolhimento. Havia outras manchas iridescentes e fragmentadas,

concentradas entre Pontal da Cruz e Arrastão; filetes brilhantes espalhados pelo canal, com folhagem agregada e uma faixa contínua, brilhante, saindo pelo norte.

Foi realizado um sobrevôo no final da manhã, sendo observada a presença de vários filetes iridescentes e intemperizados, perto da praia do Arrastão, do Iate Clube Ilhabela, entre a Ponta do Araçá e a Laje dos Moleques e também próxima à Ilha das Cabras. Algumas destas manchas foram dispersadas mecânicamente, com ajuda de uma lancha (SOSE VI).

No período da tarde, continuavam os trabalhos de acompanhamento de limpeza das praias. Uma outra equipe deslocou-se para Ilhabela para verificar se houve algum tipo de contaminação, mas nada foi constatado. No final da tarde foi realizada uma outra reunião entre CETESB e PETROBRAS, para avaliar as ações adotadas no combate e controle deste episódio e apresentar a estimativa do volume vazado. A ata da reunião encontra-se no Anexo III. Vistorias marítimas, aéreas e terrestres foram programadas para a manhã do dia seguinte.

#### Volume Recolhido

Em função do encerramento das atividades marítimas, pode ser feita a somatória do volume recolhido pelas duas barcas Egmopol, utilizadas nas ações de remoção do produto no mar. A emulsão óleo/água foi retirada pelo caminhão a vácuo e descarregado, no *sump* tanque do SAO I (Separador de Água e Óleo) e, posteriormente, foi enviada para os tanques do terminal. A tabela 1, apresenta as quantidades recolhidas da emulsão água/óleo.

Tabela 1: Volume de emulsão de água/óleo recolhida

<b>DATA</b>	<b>Volume (L)</b>
13 e 14/04	1420
15/04	1610
16/04	45
<b>Total</b>	<b>3075</b>

#### Volume Vazado

Para a estimativa do volume vazado, baseado em metodologia descrita em ITOPF (1987), sendo o cálculo realizado por técnicos da CETESB e da PETROBRAS, considerando a quantidade recolhida; a porcentagem de 5% de óleo presente na areia contaminada, a porcentagem evaporada de 10%; teor de óleo nas manchas observadas no mar variando de 100 a 300% no primeiro dia e de 100 a 200% no segundo.

O filete de óleo degradado, avistado pelo sobrevôo do dia 14/04, entre o norte do Canal de São Sebastião e a praia de Massaguaçu, foi estimado em 1.422 litros, com base nas suas características visuais, extensão de 14 Km e largura de 2 m. Reunindo as informações obtidas chegou-se aos números de 4.128 a 4.554 L, porém, considerando as perdas gerais isto é, a quantidade do produto que ficou agregado aos costões, estruturas, embarcações, cabos e poitas, concluiu-se pelo maior valor.

### **5º dia: 17 de abril**

Em função da ocorrência de fortes ventos e chuvas na região, durante toda a madrugada e manhã, só foi possível realizar a vistoria terrestre. Não foi observada a presença do produto vazado em outras praias.

Foi feita uma amostragem da areia contaminada pelo óleo, recolhida aleatoriamente, no pátio onde a mesma estava sendo disposta, ao lado do SAO III- Separador de Água e Óleo, para análise do teor de óleos e graxas nos laboratórios da CETESB e PETROBRAS, acondicionada em saco de plástico, transparente, e homogeneizada mecânicamente. O resultado apresentado indicou o valor de 1,57 mg/Kg (anexo IV)

Considerando que as atividades emergenciais haviam sido atendidas, os técnicos da CETESB entenderam que, neste dia, as equipes poderiam ser desmobilizadas, recomendando à PETROBRAS que realizasse os monitoramentos marítimo e aéreo, assim que as condições meteorológicas permitissem e que também dessem continuidade aos trabalhos de remoção de óleo que viesse a “aflorar” nas três praias mais afetadas.

### **4.1. Limpeza de Praias e Costões**

Os trabalhos de limpeza das praias teve início no final da manhã do dia 14, segundo dia de operação, estendendo-se até 18 de abril. O procedimento adotado foi o de recolher o máximo de óleo e o mínimo de areia preservando-se, tanto quanto possível, a região inferior da zona entre-marés a qual é ecologicamente mais vulnerável, uma vez que sustenta a maior parte da comunidade biológica.

O recolhimento do óleo foi feito manualmente, com o uso de rodos de madeira, pás e carrinhos de mão e com a aplicação de um produto absorvente, turfa vegetal, no total de vinte sacos de 20 kg cada. Os resíduos recolhidos nas praias foram transportados, por caminhão, para o pátio do SAO III, no terminal, para armazenamento provisório. A tabela 2 indica o volume de resíduos recolhidos.

Tabela 2: Volume de resíduos removidos das praias de São Sebastião

<b>DATA</b>	<b>Volume (m<sup>3</sup>)</b>
14/04*	1,0
15/04**	4,5
16/04**	0,5
17/04**	0,5
<b>Total</b>	<b>7,5</b>

\* Praias de São Francisco, Arrastão, Portal da Olaria e Pontal da Cruz

\*\*Praias do Arrastão, Portal da Olaria e Pontal da Cruz

A seguir são apresentadas as atividades de limpeza desenvolvidas, diariamente:

### **2º dia: 14 de abril**

A limpeza da área superior da praia foi feita até as 18h00. Durante a maré baixa, às 21h00, foi aplicada turfa vegetal em toda a extensão das praias atingidas, próximo à linha

d'água, para que com a subida da maré o óleo presente no sedimento fosse ressuspendido e se agregasse ao produto absorvente.

Os costões entre Olaria e Arrastão e entre Arrastão e Pontal da Cruz, estavam consideravelmente contaminados com óleo e, as águas ao seu redor apresentavam forte iridiscência, devido ao produto que desprendia das rochas. Foi realizada aplicação de absorvente vegetal nas rochas e águas circundantes, a fim de absorver e agregar o máximo possível do produto, uma vez que outro tipo de remoção era tecnicamente inviável. Foram mobilizados pela PETROBRAS, 40 homens de empreiteiras para limpeza das áreas afetadas.

### **3º dia: 15 abril**

O recolhimento da turfa aplicada na noite anterior iniciou-se às 6h30 da manhã, durante o período de maré vazante. Toda a turfa havia sido concentrada pela ação da maré, na faixa superior da praia, onde se concentraram as atividades de limpeza. Havia ainda considerável quantidade de óleo na areia da zona entre-marés e na linha d'água. Foi aplicada a turfa vegetal durante as duas baixa-mares do dia, na linha d'água, seguindo procedimento realizado no dia anterior, sendo que a limpeza se estendeu até as 19 horas. Neste dia foram mobilizados 50 homens, pela PETROBRAS, para estes trabalhos.

A areia das praias atingidas tem granulometria predominantemente média/grossa o que favoreceu a penetração do óleo nas camadas mais profundas do sedimento. Foram identificadas extensas áreas onde o produto se infiltrou, especialmente na parte superior. A orientação da CETESB foi a de não retirar esta areia contaminada, deixando o sedimento sob ação da limpeza natural (ação das marés). O recolhimento deste sedimento causaria grande prejuízo ecológico às praias além de gerar, desnecessariamente, enorme quantidade de resíduos.

Quanto aos costões, os mesmos ainda apresentavam considerável contaminação e continuavam liberando pequena quantidade de óleo na água, na forma de manchas iridescentes. Novas aplicações de absorvente vegetal foram realizadas na baixa-mar, nas rochas, na areia e na água circundante. Este procedimento foi efetivo na limpeza das rochas.

### **4º dia: 16 de abril**

Nas praias de Olaria, Arrastão e Pontal da Cruz, deu-se continuidade ao recolhimento de óleo e turfa contaminada, na parte superior da zona entre-marés. As três praias já apresentavam um aspecto bem mais limpo, com apenas alguns focos mais contaminados e alguma iridescência na água.

As rochas estavam mais limpas do que no dia anterior, pela própria ação da limpeza natural, mas ainda havia iridescência na água circundante, indicando que estava ocorrendo o desprendimento de óleo das pedras. Nova aplicação de turfa foi realizada apenas no costão entre Arrastão e Pontal da Cruz. O número de trabalhadores também foi de 50 pessoas.

No final da tarde, a equipe recebeu a informação do técnico da CETESB, que estava em vistoria marítima, de que nova mancha havia sido avistada ao largo da praia do Arrastão e estava se dirigindo para a costa. Foram aplicados três sacos de turfa sobre a mancha, por meio de uma embarcação da PETROBRAS, antes que encostasse na praia. Nessa noite, devido à iminência de nova contaminação das praias, não foi aplicada turfa vegetal, sendo que nova avaliação da situação seria feita na manhã do dia seguinte.

#### **5º dia: 17 de abril**

Durante a manhã, ficou definido que as aplicações de turfa vegetal deveriam ser suspensas em vista do bom estado em que as praias se encontravam. Ficou estabelecido também que o recolhimento manual deveria continuar até que não aparecessem mais resíduos de óleo nas praias. Os costões deveriam ficar sob ação da limpeza natural. Esta decisão foi tomada, mesmo com o conhecimento de que principalmente nas praias da Olaria e do Pontal da Cruz, ainda havia óleo no interior do sedimento, apesar de não haver sinal de óleo na superfície da areia. Optou-se pela não intervenção nesse sedimento e deixar a praia sob ação da limpeza natural.

Após reunião entre os técnicos da CETESB e as equipes da PETROBRÁS, quando os procedimentos dos dias subseqüentes ficaram estabelecidos, as atividades dos técnicos do Setor de Comunidades Aquáticas na limpeza de praias e costões foram suspensas. No dia 22 de abril, dois técnicos deste Setor retornaram para avaliar as condições de infiltração do óleo nas praias do Arrastão, Pontal da Cruz e Olaria e verificar se estariam apropriadas para balneabilidade.

Em vistoria realizada durante o período de maré vazante, foi observado que na praia da Olaria ainda havia a presença de óleo no interior do sedimento, na faixa superior da zona entre-marés, mas em menor quantidade, indicando que a ação da limpeza natural está sendo realmente efetiva. A maior contaminação estava concentrada no canto direito da praia. Nas outras duas praias, Arrastão e Pontal da Cruz, não foram encontradas áreas contaminadas por óleo, o que igualmente indicou a alta eficiência da ação da limpeza natural na zona entre-marés.

Os costões também foram vistoriados, sendo que tanto aquele situado entre Olaria e Arrastão quanto o localizado entre Arrastão e Pontal da Cruz, apresentavam sinais de presença de óleo, devido à iridescência da água circundante. No entanto, a situação não justificava a indicação de qualquer intervenção além da própria limpeza natural.

## **5. CARACTERÍSTICAS DO ÓLEO VAZADO**

Nesta ocorrência não houve o vazamento de um tipo único de óleo mas sim uma mistura oleosa em função de ter sido originado por um emissário submarino, diferentemente de uma outra fonte como o tanque de um petroleiro ou um oleoduto. Segundo informações do CENPES, as análises geoquímicas indicam características majoritárias de um óleo procedente da Bacia de Campos e minoritárias, do tipo Árabe. Isto resultou em um produto leve, volátil, com 0,8823 de densidade, o que corresponde aos óleos do Grupo

III, do ITOPF (1987), podendo absorver de 200 a 300% de água no primeiro dia e de 100 a 200% no segundo, intemperizando-se com facilidade nas primeiras 24 horas.

De acordo com a densidade e o grau API, os óleos e derivados mais comumente transportados pelo mar são classificados em quatro grupos principais, variando dos produtos mais leves (Grupo I) para os mais pesados (Grupo IV). Baseado em ITOPF (1987) e NEIVA (1986), a CETESB elaborou a tabela 3:

Tabela 3- Classificação dos Grupos de Óleo

Grupo	Densidade	°API	Composição	Meia Vida	Persistência
I	< 0,8	>45	Leve	~24h	1-2 dias
II	0,8 a 0,85	35 a 45	Leve	~48h	3-4 dias
III	0,85 a 0,95	17,5 a 35	Pesado	~72h	6-7 dias
IV	> 0,95	<17,5	Pesado	~168h	>7 dias

Um petróleo é considerado leve ou pesado se sua densidade for menor ou maior do que 0,88 g/L (Neiva, 1986). A persistência pode ser descrita em termos de meia vida, ou seja, tempo necessário para a degradação de 50% do óleo presente na superfície do mar, a qual indica como ela pode variar de acordo com as propriedades físicas do óleo, com as condições climáticas e oceanográficas.

O produto vazado, de acordo com sua densidade, é considerado como um óleo do grupo III, o qual começa a se degradar nas primeiras vinte e quatro horas mas persiste ainda em pequenas quantidades nas seguintes. Porém, ele não se apresentou como persistente, mas sim como se fosse algo intermediário entre os Grupos I e II, pois a meia vida observada foi entre 24 e 48 horas no mar.

### 5.1. Comportamento das Manchas de Óleo no Mar

Sabe-se que o comportamento das manchas de óleo no mar está sujeito, à uma série de fatores oceanográficos e meteorológicos, entre outros. Para compreender como se deu o deslocamento das manchas foram reunidas informações de ventos e temperatura gentilmente cedidos pelo Yatch Clube Ilhabela e pelo píer sul da PETROBRAS como também sobre correntes marinhas de superfície (somente por observação visual).

Quando o vazamento foi identificado, em um dia de outono, o vento estava de leste, com intensidade fraca e corrente marinha de sul, também fraca, favorecendo o recolhimento do produto durante toda a noite, nas imediações do píer do terminal. No entanto, durante a noite e madrugada, como houve aumento na intensidade de ambos, parte da mancha deslocou-se sentido norte-noroeste do canal. Ocorre que, segundo descrição da hidrodinâmica da região por Furtado (1978), há um giro antihorário presente no extremo norte do Canal de São Sebastião e na Enseada de Caraguatatuba, o qual influenciou certamente o retorno de parte do produto vazado para Enseada de São Francisco.

Outra mancha seguiu com a corrente de sudoeste, sentido norte-nordeste, saindo em direção ao norte de Caraguatatuba. Estes fatos já foram observados, anteriormente, em outras ocorrências, envolvendo derramamentos de óleo nesta região (Poffo *et alli*, 1996).

No dia seguinte (14/04) pela manhã, o tempo amanheceu ensolarado, passando a nublado no decorrer do período, com temperaturas variando de 24° a 29°. A correnteza estava fraca, de norte para sul até às 12h00, alterando o sentido para norte, das 14h00 até o anoitecer. Este fato pode ter influenciado a rápida intemperização do óleo que se apresentava com coloração escura por volta das 9h00 e, no final da tarde, estava bem degradado. As manchas ficaram concentradas entre Pontal da Cruz e São Francisco devido à calmaria. Entre 18h00 e 21h00, ocorreram fortes chuvas, com ventos e correnteza de sul de moderados a forte, ajudando a dispersão natural.

Em 15/04, o tempo permaneceu nublado praticamente durante todo o dia, com temperaturas entre 22 a 25°. A correnteza predominou de norte para sul, fraca. Os ventos variaram no quadrante noroeste para leste até as 16h00, de 0 a 6 nós. No entanto, por volta das 13h00, quando foi observada uma nova mancha, estava soprando de leste, também conhecido popularmente como “perequeano” – por vir da Praia do Perequê, Ilhabela, com intensidade de 3 nós, corrente de sul e a maré estava enchente. A somatória destes fatores incidiu sobre o deslocamento da mancha para a região do Pontal da Cruz, novamente.

Em 16/04, o tempo passou de nublado para ensolarado, com nuvens, com temperaturas de 22 a 25 °. As condições de vento variaram de nordeste a sul-sudoeste, até 8 nós e a correnteza praticamente predominou de norte para sul. Em função deste quadro, as manchas já degradadas espalharam-se pelo canal, chegando até as proximidades da Laje dos Moleques.

Em 17/04, desde a madrugada, sopraram ventos fortes de sudoeste, atingindo mais de 50 km/h, com chuvas, que foram diminuindo no decorrer da manhã. Estes fatores favoreceram a dispersão natural.

## **5.2. Comportamento do óleo na areia das praias afetadas**

As praias afetadas são basicamente constituídas de areias média a grossa. Quanto maior o tamanho dos grãos, maior é a capacidade de penetração do óleo no sedimento, uma vez que aumenta o espaço intersticial (entre os grãos). No caso presente houve uma penetração significativa do produto no sedimento das praias atingidas, especialmente na parte superior da zona entre-marés, onde naturalmente há o maior acúmulo de óleo, devido à ação de subida e descida das marés.

Com exceção do Arrastão, cuja granulometria do supralitoral caracteriza-se por areia fina, nas outras duas praias (Olaria e Pontal da Cruz), a areia é grossa, e foi exatamente nessas praias que houve maior acúmulo de óleo nas camadas internas do sedimento. Abaixo de uma camada limpa de areia de aproximadamente 2 a 3 cm, observou-se uma camada de areia contaminada por óleo intemperizado de cor marrom, com espessura de 5 a 6 cm. A

instabilidade desse tipo de areia faz com que haja transporte de sedimento durante os movimentos de subida e descida das marés, o que pode ter favorecido o recobrimento do óleo. Por outro lado, a lavagem da areia pelas ondas e marés é mais eficiente nas camadas superficiais do sedimento, o que pode explicar a existência da areia limpa sobre uma camada de areia contaminada, esta última estando menos sujeita a limpeza natural.

### 5.3 Informações Ecotoxicológicas

A CETESB realiza, em casos de derramamento de petróleo e derivados, o teste de toxicidade aguda com a espécie *Mysidopsis juniae* para estabelecer a concentração letal a 50% dos organismos (CL<sub>50</sub>). O procedimento usual é realizar o teste com a fração hidrossolúvel do produto bruto derramado, sendo o resultado utilizado para o estabelecimento de peso numérico que, posteriormente, é inserido na equação para cálculo do valor monetário a ser aplicado ao poluidor.

Devido à impossibilidade de coleta do óleo bruto em 14/04/99, tentou-se efetuar o teste de toxicidade com a amostra intemperizada enviada ao laboratório do Setor de Ictiologia e Ensaio com Organismos Aquáticos (DAHI), embora esse procedimento não seja o usualmente adotado. Veja o resultado na tabela 4.

Tabela 4: Problemas detectados na realização dos testes de toxicidade

Nº da Amostra	Descrição	Problema detectado
24985	Câmara de compensação no píer do terminal	Amostra exclusivamente líquida
24986	EGMOPOL	Insuficiência de óleo/ intemperizado
24987	Mar – Canal de São Sebastião	Insuficiência de óleo/ intemperizado

Portanto, não foi possível realizar os referidos testes, razão pela qual a variável “toxicidade do óleo” não estará disponível para o cálculo do valor monetário a ser aplicado ao poluidor.

## 6. CONSIDERAÇÕES AMBIENTAIS E SÓCIO-ECONÔMICAS

### 6.1 Praias e costões rochosos

Como discutido no item 4.2, verifica-se que as praias atingidas apresentam granulometria variável ao longo de sua extensão vertical (desde a linha d’água até a parte seca). A área das praias efetivamente contaminada, restringiu-se à sua porção entre-marés (mediolitoral) que apresenta granulometria grossa (tabela 5). Cabe ressaltar que a praia do Arrastão carece de dados porém, pela similaridade ambiental com as praias vizinhas, deve apresentar também granulometria grossa.

Tabela 5 - Características granulométricas da areia das praias atingidas pelo óleo \*

PRAIA	REGIÃO	GRANUL.MÉDIA	CLASSIFICAÇÃO
OLARIA	Supralitoral	1,81	areia média
	Mesolitoral	0,08	areia grossa
	Infralitoral	1,82	areia média
ARRASTÃO	Supralitoral	2,15	areia fina
	Mesolitoral		
	Infralitoral	-0,19	areia muito grossa
PONTAL DA CRUZ	Supralitoral	2,38	areia fina
	Mesolitoral	0,67	areia grossa
	Infralitoral	0,04	areia grossa

- Dados obtidos no banco de dados de Poffo *et al* (no prelo)

Em praias de areia grossa, como as praias em questão, o sedimento é caracteristicamente instável, o que previne o desenvolvimento de comunidade ricas em espécies. Nesses locais há o predomínio de espécies pertencentes ao grupo dos crustáceos, que têm uma carapaça resistente possibilitando que os mesmos se instalem entre os grãos (espaço intersticial) e que, devido à sua capacidade elevada de locomoção, se enterram rapidamente quando desalojados do substrato por alguma ação ambiental como ondas e correntes fortes. Dessa forma, em termos biológicos, praias de areia grossa são pouco vulneráveis ao óleo devido à baixa abundância e riqueza em espécies.

Por outro lado, a baixa compactação do sedimento favorece a penetração do óleo entre os espaços intersticiais, aumentando o tempo de residência do produto e dificultando as ações de limpeza dos ambientes. Foi o que ocorreu nas praias em questão, onde verificou-se a penetração do óleo à profundidade de até 8 cm como citado no item 5.2.

A extensão e declive das praias estão intimamente relacionados e repercutem em sua área entre-marés. Praias com mesma extensão e com declives mais suaves, exibirão uma área entre-marés proporcionalmente maior. Somando-se as áreas das praias atingidas (Tab. 6), verifica-se que 6.191m<sup>2</sup> entraram em contato com diferentes frações de óleo. Considerando-se que a faixa entre-marés constitui a parte habitável, constata-se que uma grande fração de “habitat” de comunidades biológicas de praias foram contaminadas.

Tabela 6 - Dados Ambientais das Praias Atingidas

	OLARIA	ARRASTÃO	PONTAL DA CRUZ
Declive médio (graus)	6,02	4,86	3,51
Largura da faixa entre-marés (m)	13,32	16,51	22,87
Extensão da praia (m)	100	500	900
Área entre-marés (m <sup>2</sup> )	602	2430	3159
Orientação Geográfica	70 <sup>o</sup> NE	110 <sup>o</sup> SE	90 <sup>o</sup> E
Hidrodinamismo	abrigado	abrigado	abrigado
Coordenadas geográficas (GPS)	S 23 <sup>o</sup> 46'05" W 45 <sup>o</sup> 24'09"	S 23 <sup>o</sup> 46'10" W 45 <sup>o</sup> 24'08"	ND

ND – Não Determinadas

Outro aspecto importante que repercute na maior ou menor permanência do óleo no ambiente e, conseqüentemente, no maior ou menor impacto esperado, é o hidrodinamismo local. Ondas e correntes promovem uma lavagem natural eficiente, removendo o produto em um período de tempo relativamente curto. Por outro lado em locais abrigados, o tempo de residência do poluente é proporcionalmente maior, e a comunidade biológica fica em contato com frações do óleo também por tempo maior, ainda que este óleo já esteja bastante intemperizado, com poder tóxico bastante atenuado.

Como estão localizadas no interior do canal, as praias contaminadas são abrigadas da ação das ondas, uma vez que a Ilha de São Sebastião promove um anteparo natural eficiente, restringindo as ondulações vindas de leste, tornando as águas relativamente calmas durante o ano. Este aspecto certamente ampliou o período de residência do óleo, interferindo nos processos de recuperação dos ambientes atingidos.

Em relação aos costões rochosos, três núcleos de matacões foram atingidos: um primeiro núcleo situado entre as praias da Olaria e Arrastão, um segundo, entre as praias do Arrastão e Pontal da Cruz, e um terceiro presente no canto sul do Pontal da Cruz. Como citado, apresentam-se formados por matacões de diferentes tamanhos e formatos, originando um ambiente heterogêneo o que favorece a deposição de óleo em poças, fendas, e fissuras das rochas.

Os costões contaminados exibiam contaminação leve, sendo observados filetes de óleo em suas margens, bem como impregnações iridescentes sobre suas superfícies. De fato, como constatado durante as vistorias, as iridescências no entorno das rochas eram provenientes da ação das ondas e da subida da maré que lavava a superfície dos substratos desalojando o óleo depositado para as águas adjacentes.

Não foi observado efeito físico de recobrimento do óleo sobre a comunidade biológica. Entretanto, como estavam em contato com o produto, frações tóxicas podem ter exercido potencial perturbação à biota. Foram constatadas várias espécies animais e vegetais contaminadas, como citado a seguir, conforme vistoria realizada no costão localizado entre Arrastão e Pontal da Cruz:

Macrofauna (animais):

- ❖ Porifera: *Tedania ignis*
- ❖ Cnidaria: *Bunodossoma caissarum*
- ❖ Mollusca: *Brachidontes* spp., *Crassostrea rhizophorae*, *Acmaea subrugosa*, *Siphonaria hispida*, *Littorina* spp.
- ❖ Polychaeta: *Phragmatopoma lapidosa*
- ❖ Crustacea: *Chthamalus* spp., *Pachigrapus transversus*, *Ligia exotica*

Macroalgas (vegetais):

- ❖ Rhodophyta: *Bostrychia* sp, *Gelidium* sp, *Ceramium* sp, *Centroceras* sp, *Gigartina* sp.
- ❖ Chlorophyta: *Chaetomorpha* sp., *Ulva* sp.
- ❖ Phaeophyta: Ectocarpaceae.

Como já mencionado, os locais atingidos são abrigados da ação das ondas. Nesse sentido, os costões atingidos sofreram ação natural de limpeza com magnitude baixa, expondo as comunidades biológicas por um período de tempo proporcionalmente mais longo ao produto, considerando uma melhor eficiência de limpeza natural em costões expostos às ondas. Os procedimentos de limpeza aplicados tanto às praias como aos costões tiveram como objetivo acelerar a descontaminação dos locais, minimizando os efeitos impactantes inerentes das próprias técnicas de limpeza.

A aplicação de turfa na linha de maré baixa propiciou a remoção de frações de óleo que se encontravam no interior do sedimento. Conforme a maré subia, a turfa era deslocada para a parte mais elevada da praia, agregando óleo que se desprendia do substrato. Quando da descida da maré, a turfa contaminada ficava depositada na linha de maré alta, a qual era removida manualmente nesta faixa da praia. Com esse procedimento, evitou-se realizar manipulação na parte mais baixa do entre-marés, área mais densamente povoada pela comunidade biológica.

Em relação aos costões, a opção foi deixar o ambiente à mercê da lavagem natural (recuperação natural), que constitui um procedimento eficiente e que não implica em estresse adicional a esse ecossistema.

## **6.2. Aspectos Sócio-econômicos**

### Balneabilidade

As praias do Pontal da Cruz e Arrastão, onde há monitoramento da CETESB, foram consideradas como impróprias, devido à contaminação da água e da areia pelo produto vazado. Como houve infiltração do óleo no interior do sedimento, a recomendação é de que continuem assim classificadas até a sexta feira, dia 23 de abril, quando então equipes da Agência Ambiental de Ubatuba realizariam nova vistoria, a fim de reavaliar a situação. Assim procedendo e, não havendo mais vestígios de contaminação, as praias foram liberadas.

O fato das praias estarem impróprias interfere, não somente no banho de mar, como também prejudica a imagem das praias e do turismo no município, pela divulgação que é veiculada na mídia (item 6.3).

### Comércio

Considerando que este vazamento ocorreu durante a semana, em período de baixa temporada, quando é menor o movimento de banhistas e turistas na região, os danos diretos ao comércio local foram menores do que em outras acidentes, que ocorreram em período de alta temporada. No entanto, nas praias do Pontal da Cruz e Arrastão há presença de hotéis, colônia de férias, bares e restaurantes cujo movimento poderia ter sido seriamente afetado se este vazamento tivesse ocorrido em véspera de feriado ou no verão (Poffo et al, no prelo).

### Marinas e embarcações

A região costeira entre o Pontal da Cruz e São Francisco, apresenta quatro estabelecimentos náuticos: Marina Igarecê, Blue Marlin Marina, Náutica Santana e

Náutica Pontal da Olaria (NPO). Como as condições geográficas desta região são apropriadas, há grande número de bóias e barcos fundeados, cujos proprietários podem ou não ser associados destas marinas (Poffo et al, no prelo). As manchas de óleo deste vazamento atingiram várias embarcações, bóias e cabos utilizados para as amarras. Até o encerramento deste relatório, quinze proprietários, pediram à PETROBRAS, que limpassem o casco de seus barcos.

As rampas que possibilitam o acesso dos barcos ao mar da Náutica Pontal da Olaria e da Marina Igarecê e demais estruturas artificiais também ficaram sujas. A recomendação da CETESB é de que esse procedimento não utilize a aplicação de dispersante químico.

Não foi possível precisar, até o presente momento, quantos pescadores foram prejudicados, seja por danos aos equipamentos de pesca ou pela impregnação do produto no casco de suas embarcações.

### **6.3. Abordagem do vazamento pela mídia**

Este evento teve grande repercussão nos meios de comunicação, particularmente em São Sebastião, Vale do Paraíba e São Paulo, com cobertura da imprensa (anexo 10.5), rádio e televisão. Os assuntos abordados destacaram a poluição das praias, estimativa do volume vazado e recolhido; a causa do acidente; instituições envolvidas; o valor das autuações impostas à PETROBRAS pela Prefeitura Municipal de São Sebastião e CETESB; as visitas do Secretário Estadual de Meio Ambiente de São Paulo e do Presidente da PETROBRAS e a “medida cautelar” ingressada pelo Promotor Regional do Meio Ambiente, no Litoral Norte.

## **7. AVALIAÇÃO DA OCORRÊNCIA**

O pronto atendimento das equipes de combate que trabalharam durante praticamente 18 horas seguidas, favorecidos pelas condições de ventos e mar calmos, minimizaram a quantidade de óleo que teria atingido as praias. No entanto, pode-se perceber pelo sobrevôo, a impossibilidade de conter e remover o grande número de manchas que se formou com o espalhamento do produto, depois que aumentou a intensidade dos ventos bem como a dificuldade de optar por aquelas manchas que deveriam ter maior prioridade de recolhimento. A ausência do coordenador de atividades de mar do CEMPOL, certamente comprometeu o andamento desses trabalhos.

A utilização de seis a sete lances de barreiras por mar e dois por praia, de 150m cada, e de oito embarcações para rebocá-las, não foi suficiente diante do quadro que se apresentava. Percebeu-se que uma das barcas recolhedoras apresentou problemas mecânicos durante a operação de mar, precisando interromper sua atividade enquanto aguardava a chegada de socorro mecânico.

Os condutores que pilotavam as embarcações de apoio, utilizadas para movimentar as barreiras, não estavam adequadamente treinados, razão pela qual não agiram com rapidez e entrosamento necessários quando requisitados.

Percebeu-se também a necessidade de reunir representantes das instituições atuantes no litoral norte, envolvidas direta e indiretamente com a prevenção e o controle da poluição por óleo no mar, a fim de reavaliar o Plano de Emergência da PETROBRAS, que deve estar integrado a um Plano Regional, em função das deficiências observadas.

A providência de lançar a barreira pela praia do Arrastão, no final da manhã do segundo dia foi positiva, evitando a recontaminação e apresentaria melhores resultados se este trabalho pudesse ter sido realizado preventivamente, antes da chegada do óleo na areia e/ou, se houvessem condições de ser substituída posteriormente, por outra do tipo oleofílica, que seria deixada fundeada durante o decorrer do período, absorvendo o produto que fosse sendo desprendido das estruturas e dos costões.

Durante toda a operação houveram dificuldades na disponibilização da turfa vegetal em quantidades necessárias para o atendimento, sendo necessário “economizar” o produto. Conseqüentemente, as aplicações foram realizadas em quantidades aquém do necessário.

Outro ponto a ser comentado diz respeito às informações sobre a quantidade de praias afetadas, fato este muito explorado pela imprensa. As observações feitas durante os monitoramentos aéreos, marítimos e terrestres devem ser reunidas e avaliadas pelos coordenadores da operação antes de serem passadas adiante, pois a presença de algas marinhas, de resíduos e pequenos córregos nas praias podem alterar a coloração da faixa de areia, possibilitando ser confundidos com vestígios de óleo..

É preciso também ter em mente que as manchas de óleo podem se apresentar, no mar e nas praias, de várias aspectos e em diferentes colorações: denso, emulsificado, iridescente, brilhante, espuma ou filme gorduroso e que, não só há atividades de remoção e limpeza apropriadas para cada caso, como também há situações em que deve-se ponderar a possibilidade de deixar que seja feita a limpeza natural.

## **8. EQUIPE TÉCNICA**

- **Coordenação Geral**  
**EERO- Setor de Operações de Emergência**  
Helvio Aventurato  
  
**CDUB – Agência Ambiental de Ubatuba**  
Sylvio do Prado Bohn Junior
  
- **Atividades de Campo**  
**EERO- Setor de Operações de Emergência**  
Íris Regina Fernandes Poffo  
Ronaldo Oliveira Silva  
Ednaldo do Prado

**CDUB – Agência Ambiental de Ubatuba**

Ronaldo A de Souza  
Adalberto Marcelino  
Ricardo Colucci

**DAHC- Setor de Comunidades Aquáticas**

Carlos Ferreira Lopes  
João Carlos Milanelli

**Atividades Laboratoriais de Apoio**

**DAHI – Setor de Ictiologia e Ensaaios com Organismos Aquáticos**

Eduardo Bertoletti  
Valéria Prosperi

**DAAI – Setor de Química Inorgânica e Radioatividade**

Neusa Akemi N. Bezerra  
Sérgio Rodrigues

**Elaboração do Relatório:**

Biól. Íris Regina Fernandes Poffo (coord.), Carlos Ferreira Lopes, João Carlos Milanelli e Hélivio Aventurato.

**9- BIBLIOGRAFIA**

FURTADO, V.V., 1978. Contribuição ao estudo de sedimentação atual do Canal de São Sebastião – Estado de São Paulo. São Paulo. IG USP.2v. tese (Doutorado em geologia).

ITOPF, 1987. Response Marine Oil Spill. Whiterby & The International Tanker Owners Pollution Federation (ITOPF). London, UK. 150p.

NEIVA, 1986. Conheça o Petróleo. Ao Livro Técnico. Rio de Janeiro.

POFFO, IRF; MIDAGLIA, C.L.; NAKASAKI, A.; CAETANO, N.; HEITZMAN, S.R.; CANTÃO, R.F.; POMPÉIA, S.L.; EYSINK, G.G.J..Dinâmica dos Vazamentos de Petróleo no Canal de São Sebastião – São Paulo, SP, (1974 a 1994). CETESB, SMA-Secretaria de Estado de Meio Ambiente do Estado de São Paulo. 2 vol.

POFFO, IRF; SERPA, R.R.; AVENTURATO, H.; TERRA, A.C.A; LOPES, C.F.; MILANELLI, J.C.; TEIXEIRA, M.; PRADO, E.; BEZERRA, AC. Estudo da Vulnerabilidade da Região do Canal de São Sebastião aos Vazamentos de Óleo. No prelo.

**Anexo 10. 2.- Resultado das análises comparativas entre amostras de óleos**

**Anexo 10.3 - Ata da reunião entre CETESB e PETROBRAS**

**Anexo 10. 4.- Resultado da análise do teor de óleos e graxas das amostras de areia**

## **Anexo 10. 5 - Recortes de Jornal**