



## DOCUMENTO DE INFORMAÇÃO TÉCNICA

# OBSERVAÇÃO AÉREA DO ÓLEO

## Introdução

O reconhecimento aéreo é um elemento importante para a efetiva resposta a derramamentos de óleo no mar. É utilizado na avaliação da localização e extensão da contaminação por óleo e para verificar as previsões de movimentação e destino das manchas de óleo no mar. A inspeção aérea fornece informações que facilitam a disposição e o controle das operações no mar, a proteção oportuna dos locais ao longo das linhas costeiras ameaçadas e a preparação dos recursos para a limpeza do litoral. O objetivo deste Documento de Informação Técnica é fornecer aconselhamento e orientação na condução eficaz do reconhecimento aéreo no mar.

## Estratégia para o Reconhecimento Aéreo

No princípio de um incidente, os relatórios a partir dos vôos de reconhecimento são freqüentemente vitais para o estabelecimento da natureza e escala de um problema de poluição. Vôos subsequentes devem ser feitos regularmente, geralmente no início e no fim de cada dia, para que os resultados possam ser usados no planejamento das operações de resposta. Os vôos, incluindo seus horários e trajetórias de vôo, devem ser coordenados de maneira a se evitar duplicidade desnecessária. Na medida em que a situação de poluição é controlada, a necessidade de vôos irá diminuir e desaparecer.

As considerações de segurança são sempre primordiais e o piloto da aeronave deverá ser consultado sobre todos os aspectos da operação de reconhecimento. Todos aqueles que fazem parte de um vôo devem ser regularmente informados e amplamente instruídos antecipadamente sobre as características de segurança da aeronave e os procedimentos a serem seguidos no caso de uma emergência. Equipamentos pessoais de proteção adequados, tais como coletes salva-vidas, devem estar disponíveis e serem usados.

Durante a seleção das aeronaves mais apropriadas, deve-

se levar em consideração a localização do derramamento, o campo de pouso e a estação de reabastecimento mais próximos, e a possível extensão de mar ou linha costeira a ser incluída em um vôo de reconhecimento. Qualquer aeronave usada para observação aérea deve possuir boa



visibilidade total e estar equipada com recursos navegacionais adequados. Por exemplo, se há opções de tipos de aeronaves, aquelas com asas montadas em posição elevada fornecem maior visibilidade. Sobre as águas próximas à costa, a flexibilidade dos helicópteros é uma vantagem, por exemplo, na inspeção de uma linha costeira complicada com penhascos íngremes, enseadas e ilhas. Porém, sobre o mar aberto, existe pouca necessidade de mudanças rápidas na velocidade, direção e altitude de vôo e a velocidade e autonomia das aeronaves de asa fixa oferecem mais vantagens. A seleção das aeronaves deve levar em consideração a velocidade operacional, por que se a mesma for muito rápida, a habilidade de observação e registro do óleo será reduzida, e se for muito lenta, a distância do vôo será limitada. Para inspeções sobre o mar aberto, a margem extra de segurança fornecida pelas aeronaves bimotores ou multimotores é essencial – e poderá, em todo caso, ser requerida pelas regulamentações governamentais.

O tipo e o tamanho das aeronaves irão limitar o número de

**No. 1**

**2001**

peças capazes de participar de um vôo. Para as pequenas aeronaves, especialmente os helicópteros, o número de passageiros pode afetar substancialmente o consumo de combustível e, desta forma, a autonomia de vôo da aeronave. Caso existam dois ou mais observadores em um vôo de inspeção, eles devem trabalhar em conjunto para comparar e confirmar as observações. O observador líder, que direciona o piloto, deve ser experiente em inspeção aérea e ser capaz de seguramente detectar, reconhecer e registrar a poluição por óleo no mar. Deverá haver coerência de participação de pelo menos um observador em uma série de vôos, para que as variações nos relatórios reflitam as mudanças na condição da poluição por óleo e não as diferenças entre as percepções dos observadores.

## Preparações para o Reconhecimento Aéreo

Um plano de vôo deve ser preparado com antecedência, levando em consideração qualquer informação disponível que possa reduzir, o tanto quanto possível, a área de busca. Deverá também levar em conta quaisquer restrições de vôo, algumas das quais podem ser impostas especificamente como resultado do derramamento de óleo. Por exemplo, pode ser proibido sobrevoar a embarcação acidentada, espaços aéreos estrangeiros ou militares ou certas áreas de sensibilidade ambiental onde os animais selvagens (por exemplo, colônias de reprodução de aves ou focas) podem ser perturbados. Um plano de trabalho deve ser preparado, usando partes ou cópias de mapas e gráficos em escala apropriada que permita que sejam feitas anotações. Alguns dados básicos podem também ser incluídos, tais como longitude e latitude, a localização da fonte do derramamento e características pertinentes da costa. Pode ser útil desenhar uma grade sobre a cópia de trabalho para que qualquer posição seja facilmente identificada pela referência na grade ou, alternativamente, pela referência à distância e direção de um radiofarol.

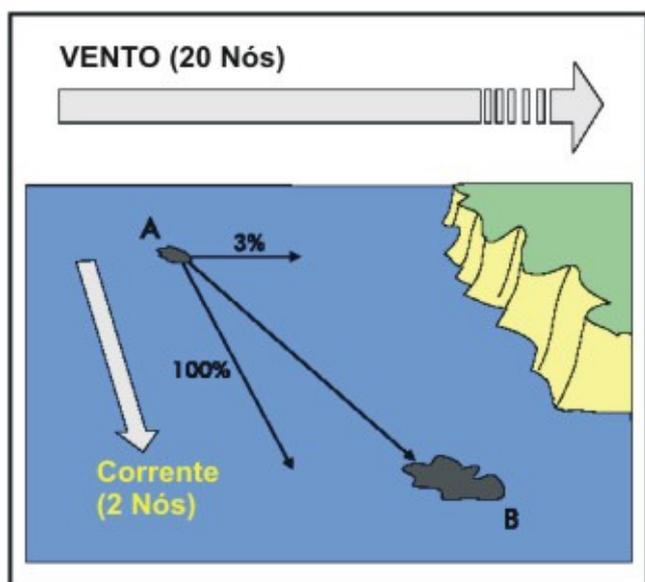


Figura 1: Movimento do óleo no mar

A tarefa de prever a posição do óleo é simplificada caso estejam disponíveis dados sobre os ventos e correntes, já que ambos contribuem para o movimento do óleo flutuante. Foi descoberto empiricamente que o óleo flutuante irá se mover a favor do vento aproximadamente a 3% da velocidade do vento. Na presença de correntes nas águas de superfície, um movimento adicional do óleo de 100% da força da corrente será sobreposto a qualquer movimento impulsionado pelo vento. Perto da costa, a força e direção de quaisquer correntes de maré devem ser consideradas na previsão do movimento do óleo, ao passo em que mais distante da costa, as contribuições de outras correntes oceânicas predominam sobre a natureza cíclica das correntes de maré. Desta forma, com conhecimento dos ventos e correntes predominantes, é possível prever a velocidade e a direção do movimento do óleo flutuante a partir de uma posição conhecida, conforme ilustrado na Figura 1 acima. Existem modelos para computadores que podem traçar mapas das trajetórias dos derramamentos de óleo. A precisão tanto dos modelos para computadores quanto dos simples cálculos manuais, dependem da precisão dos dados hidrográficos usados e a confiabilidade das previsões de velocidade e direção do vento.

Por causa dos erros inerentes das previsões do movimento de óleo, é geralmente necessário planejar uma busca aérea sistemática para verificar a presença ou não de óleo sobre uma grande área de mar. A "busca em escada" é freqüentemente o método mais econômico para inspecionar uma área (Figura 2). Durante o planejamento de uma busca, devida atenção deve ser dada à visibilidade e altitude, a duração provável do vôo e a disponibilidade de combustível, juntamente com qualquer orientação dada pelo piloto. O óleo flutuante tende a se tornar alongado e se alinhar paralelamente na direção do vento em "fileiras" longas e estreitas, geralmente separadas umas das outras em 30 – 50 metros. É aconselhável esquematizar uma busca em escada transversalmente à direção do vento prevalescente para aumentar as possibilidades de detecção de óleo.

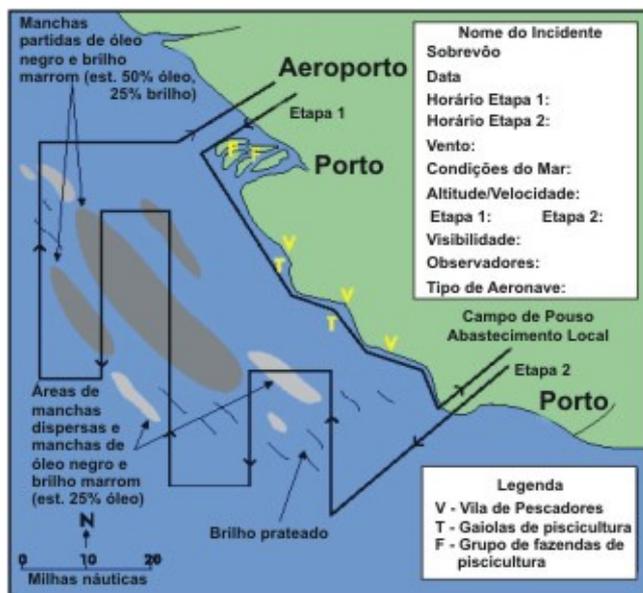
Outros aspectos a considerar são a névoa e os reflexos da luz no mar, os quais sempre afetam a visibilidade do óleo. A localização do óleo é sempre mais fácil se o sol estiver atrás do observador e poderá ser mais proveitoso voar de maneira diferente da que foi originariamente planejada. Óculos de sol com lentes polarizadoras podem ajudar a detectar o óleo no mar sob certas condições de iluminação.

Apesar de se fazer previsões cuidadosas e planejar uma busca em escada sistemática, a poluição real observada durante o vôo pode ainda assim ser diferente da situação prevista. Portanto é importante que se tenha um planejamento de contingências e que ajustes sejam feitos durante o vôo, para maximizar as chances de encontrar o óleo e traçá-lo por completo, e ao mesmo tempo tentar manter um plano de vôo lógico e eficiente.

A altitude de busca é geralmente determinada pela visibilidade prevalescente. Sobre áreas de mar aberto, com tempo bom, uma altitude de 1000-1500 pés (300-450 metros) é freqüentemente ideal para maximizar a área coberta sem perda de clareza visual. Porém, é necessário baixar para metade desta altitude ou menos para confirmar

quaisquer observações de óleo flutuante ou para analisar sua aparência. Para os helicópteros, quando usados mais próximos ao litoral, e na ausência de quaisquer restrições impostas pelo piloto ou pela natureza da linha costeira a ser inspecionada, uma velocidade de vôo de 80-90 nós e uma altitude de 400-500 pés (120-150 metros) são sempre úteis como ponto de partida. Ajustes adicionais podem ser realizados posteriormente conforme apropriados, durante o curso do vôo.

É essencial que os observadores possam acompanhar a posição da aeronave, para que o progresso seja monitorado juntamente com as mudanças que venham a ser necessárias de acordo com as circunstâncias observadas durante o vôo. Características e marcos terrestres ao longo da costa podem ser comparados com os mapas durante a inspeção de uma linha costeira, porém, sobre o mar aberto, longe de quaisquer pontos de referência óbvios, a desorientação se torna fácil. De preferência, um observador terá a oportunidade de consultar a instrumentação da aeronave para se certificar da velocidade, direção e posição, porém neste caso, vale a pena se assegurar de que a leitura destes instrumentos não apresentará nenhuma dificuldade. Muitas aeronaves comerciais estão também equipadas com Sistema de Posicionamento Global (GPS – Global Positioning System), o qual permite que o piloto localize precisamente a posição da aeronave. Também estão disponíveis equipamentos de GPS portáteis/de mão.



*Figura 2: Além da poluição pelo óleo, um série de outros aspectos podem também ser observados durante um vôo de reconhecimento. Estes podem incluir atividades de resposta e limpeza no mar e no litoral, a localização de recursos ambientais sensíveis, tais como animais selvagens e habitats especiais, juntamente com interesses comerciais tais como áreas de lazer, áreas industriais e instalações de maricultura. Estes podem também ser anotados no plano final, ou registrados separadamente, para ajudar no processo de tomada de decisão da estratégia de resposta. O desenho da trajetória de vôo em um mapa mostra quais as áreas devem*

*ser inspecionadas. O formato da busca em escada mostrado acima foi adaptado para atender a distribuição esperada do óleo e condições de luz, sem previsão de vento.*

Durante todo o vôo, a comunicação com os outros observadores e com o piloto é importante para monitorar o progresso, confirmar as observações e discutir e concordar com quaisquer ajustes desejados e apropriados a serem feitos no vôo. Para isso, devem estar disponíveis jogos de fones de ouvidos e, antes da decolagem, deve-se obter instruções do piloto sobre o seu uso para evitar romper as comunicações com outras aeronaves ou com as autoridades de controle de tráfego aéreo.

## Aparência do Óleo no Mar e Próximo à Costa

Os óleos brutos e os óleos combustíveis derramados no mar sofrem mudanças na aparência com o passar do tempo como resultado dos processos de “desgaste por ação do tempo”. É importante que os observadores estejam familiarizados com estes processos, de forma que a presença de óleo derramado possa ser detectada com confiança e sua natureza seja reportada com precisão.

Os óleos, em sua maioria, espalham-se rapidamente sobre grandes áreas da superfície do mar. Apesar de que o óleo pode inicialmente formar uma mancha contínua, esta geralmente se parte em fragmentos e fileiras, devido à circulação das correntes e às turbulências. Na medida em que este óleo se espalha e sua espessura reduz, sua aparência muda, de uma coloração negra ou marrom escura das manchas de óleo espessas, até ao brilho iridescente ou prateado nas bordas da mancha. Os brilhos consistem de películas muito finas de óleo (Figura 9), e ao passo em que estas áreas podem se espalhar, elas representam uma quantidade insignificante de óleo (Figura 17). Por outro lado, alguns óleos brutos e óleos combustíveis pesados são excepcionalmente viscosos e tendem a não se espalhar muito e se mantêm em manchas arredondadas, circundadas por pouco ou nenhum brilho. Uma característica comum dos derramamentos de óleo bruto e de alguns óleos combustíveis pesados é a rápida formação de emulsões de água-em-óleo (“mousse”) as quais sempre se caracterizam pela coloração marrom/laranja e aparência coesa.

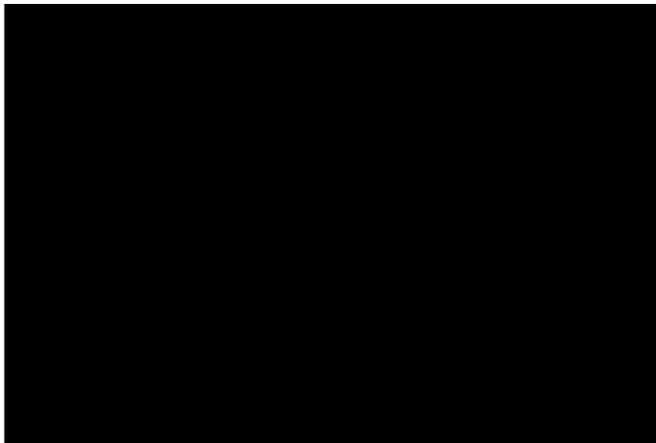
A partir do ar é notoriamente difícil distinguir entre óleo e uma variedade de outros fenômenos não relacionados. Portanto, é necessário verificar, o que foi observado inicialmente como suspeita de óleo, através do sobrevôo da área a uma altitude suficientemente baixa que permita uma identificação positiva. Observações aéreas de uma linha costeira coberta por óleo devem ser confirmadas por inspeção mais próxima a partir de um barco ou a pé. Os fenômenos que mais frequentemente levam a relatórios equivocados sobre o óleo incluem: sombras das nuvens, ondulações na superfície do mar, diferença nas cores de duas massas d'água adjacentes, sedimentos em suspenso, matéria orgânica suspensa ou flutuante, algas marinhas flutuantes, florescências de algas/plâncton, áreas de algas e corais em águas rasas, e esgoto e dejetos industriais. Uma tarefa particularmente difícil é a de distinguir entre as

lavagens operacionais dos tanques das embarcações que estão de passagem e o óleo originário de um derramamento acidental. A menor quantidade e menor cobertura das lavagens de tanques e sua distribuição linear são geralmente um indicativo das mesmas.

*emergência devem ser discutidos com o piloto antes da decolagem. Os observadores devem trabalhar em conjunto para confirmar as observações e checar com a instrumentação da aeronave.*

## Registro e Relatório

Durante o voo, é importante tomar nota da hora e da localização de todas as características potencialmente relevantes que forem observadas, de maneira a criar um registro confiável a partir do qual um relatório informativo sobre o voo pode ser preparado. O relatório deve ser feito imediatamente depois do voo e fornecer uma clara descrição da natureza e da extensão da poluição do mar e das proximidades da costa pelo óleo. Através da comparação com os registros de voo anteriores, pode-se conseguir o entendimento de como a situação se desenvolveu através do tempo. A natureza da informação coletada e a maneira pela qual ela necessita ser registrada e apresentada irá variar, dependendo da escala do problema de poluição e do nível de detalhamento



*Figura 3: A trajetória do voo e os procedimentos de*



*Figura 4: Manchas espalhadas de combustível pesado se dividindo em brilho marrom e prateado em condições ambientes quentes (temp. ar ~30 °C, temp. água ~25 °C). Observado de 1000 pés.*



*Figura 5 (esquerda): Grandes manchas partidas de óleo combustível pesado – observe a ausência de brilho. Observado de 1000 pés.*

*Figura 6 (direita): Fileiras de óleo negro e brilho, observadas de 900 pés (~250m).*



Figura 7: Área muito extensa de emulsão laranja/marrom, parcialmente retida no porto por uma seção de barreiras de contenção flutuantes.

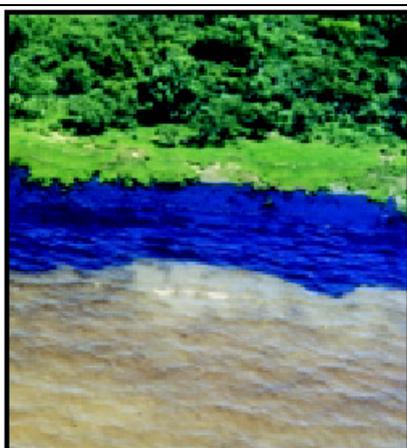


Figura 8 (esquerda): Óleo negro retido em um pântano costeiro pelos ventos do continente.

Figura 9 (direita): Grande área de brilho.

Figura 10: Manchas de óleo combustível e brilho sendo retirados da costa rochosa pela maré alta e escorrendo por entre os barcos amarrados, cinco dias após o derramamento. Observado de 600 pés (~200 metros).



*Figura 11 (esquerda): Sombras proeminentes de nuvens escuras que lembram óleo flutuante. Observado de ~500 pés (~150 metros).*



*Figura 12 (direita): Leitões submarinos de algas podem também ser confundidos com óleo – observe os detritos orgânicos levados para a terra, aumentando ainda mais a falsa impressão da presença de óleo. Observado de 1000 pés (~300m).*

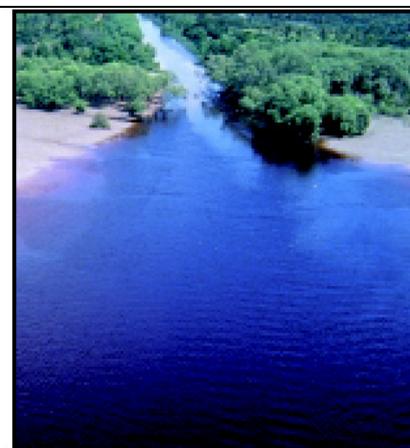
*Figura 13: Plumagens de sedimentos perturbadas pelas correntes em águas rasas, parecendo-se com manchas de óleo bruto leve emulsificado. Observadas de aproximadamente 500 pés (~150m).*



*Figuras 14 (esquerda): Colônias de corais em águas rasas, lembrando manchas de óleo.*



*Figura 15 (direita): Águas próximas à costa afetadas pela descarga de óleo de palmeira a partir de uma plantação costeira.*



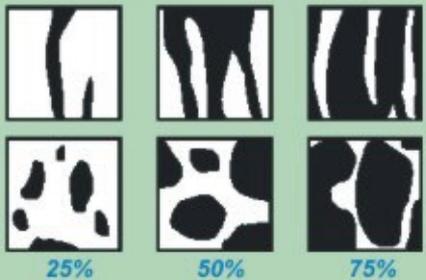
Característica	Dados	Comentários
<b>Localização e extensão</b>	<p>Latitude e longitude (preferivelmente por um GPS) para a localização das manchas</p> <p>Leituras do GPS para o centro ou bordas de grandes manchas</p> <p>Estimativas visuais das dimensões das manchas menores</p>	<p>É importante manter um senso de escala, de maneira que o que é observado na água não seja exagerado ao ser registrado. Vale a pena estabelecer uma visualização mental da distância durante o voo observando e anotando características terrestres reconhecíveis. Durante a observação de grandes áreas afetadas pelo óleo, a presença de navios é útil para medir a escala das manchas. Consultas regulares das leituras do GPS são úteis para confirmar as estimativas feitas visualmente.</p>
<b>Cor</b>	<p>Para manchas de óleo: Negro, Marrom, Laranja</p> <p>Para o brilho: Prateado, Iridescente (arco-íris), Marrom</p>	<p>As cores oferecem uma importante indicação da espessura do óleo. Para as manchas de óleo, uma cor marrom ou laranja indica a possível presença de emulsão de água-em-óleo. Em termos de resposta a um derramamento de óleo, o brilho pode ser descartado já que ele representa uma porção insignificante de óleo, não pode ser recuperado ou de outra forma tratado em nenhum nível significativo pelas técnicas de resposta existentes, e tem probabilidade de se dissipar pronta e naturalmente. Dependendo das circunstâncias, o brilho pode frequentemente ser omitido dos relatórios finais preparados depois do voo.</p>
<b>Caráter</b>	Fileira, Mancha, Mancha Pequena, Lista	Os observadores devem evitar o excesso de frases descritivas e devem aplicar seus termos selecionados de forma consistente do início ao fim.
<b>Características</b>	Borda de Liderança	Se o óleo espesso que caracteriza a borda de liderança de uma mancha puder ser identificado, deverá ser indicado por uma linha mais grossa no mapa e deve ser feita uma referência.
<b>Cobertura</b>	 <p>25%      50%      75%</p>	<p>Para os esforços de resposta se concentrarem nas áreas mais significativas da poluição por óleo, é importante que se tenha informação sobre as concentrações relativas e as mais pesadas. Para evitar visualizações distorcidas é necessário que se olhe verticalmente para baixo, para o óleo durante a estimativa da distribuição. É muito difícil fazer uma estimativa precisa da cobertura % e aconselha-se não tentar ser por demais preciso nesta estimativa. Os diagramas podem ser usados como guias de referência. Os observadores mais experientes poderão ser capazes de intercalar coberturas intermediárias.</p>
<p>A adoção de termos comuns pode também fornecer uma indicação da quantidade de óleo presente em uma determinada área. Em uma combinação, a porcentagem estimada da cobertura juntamente com os termos selecionados, fornece um método flexível e consistente para a descrição da quantidade de óleo em uma área a um nível de precisão suficiente para que as decisões de resposta sejam tomadas.</p>		
<b>Traços</b> 10<%	<b>Espalhada</b> 25%	<b>Em pequenas marchas</b> 50%
		<b>Partida</b> 75%
		<b>Contínua</b> >90%

Figura 16: Características principais que deverão ser registradas durante um voo de inspeção.

necessário para atingir o propósito estabelecido para o voo de inspeção. As características principais a serem registradas são fornecidas na Figura 16. Serão necessários os rascunhos e anotações de trabalho que serão feitos à mão ou com a ajuda de um computador, para produzir um mapa final para apresentação (Figura 2). É sempre uma boa prática guardar os rascunhos e anotações originais no caso de serem necessários para referência posterior.

Fotografias podem também fornecer um bom registro da

poluição por óleo. Sempre que possível, deve-se incluir algumas características como navios ou o litoral, para dar uma idéia da escala. Filmes relativamente muito sensíveis e velocidades rápidas de obturador (1/500 seg.) são recomendados para evitar borrões por causa do movimento e vibração da aeronave. Filtros UV e polarizadores são frequentemente úteis para reduzir reflexos e podem, algumas vezes, ajudar a aguçar a definição visual do óleo na água, apesar de que alguns filtros polarizadores produzem distorções de cores através das janelas dos aviões feitas de plástico. Um registro das fotografias tiradas

deve ser mantido para os propósitos de referência. O uso de uma câmera digital pode acelerar o processo de disseminação das imagens para uma audiência maior. Aeronaves com detecção remota dedicada possuem freqüentemente, câmeras embutidas na posição inferior direcionadas para baixo e conectadas a um Sistema de Posicionamento Global (GPS – Global Positioning System) para designar coordenadas geográficas precisas.

Câmeras de vídeo podem fornecer uma ferramenta adicional para o registro das observações, porém a filmagem pode ser difícil com turbulências e durante as manobras da aeronave. O uso de câmeras portáteis é também restringido pelo campo limitado de visão através do visor da câmera, o que reduz a habilidade que o observador possui de rapidamente examinar a superfície do mar. Portanto, é preferível que exista um observador adicional para as gravações em vídeo. Conexões de satélite com a terra (downlinks) podem permitir que a informação seja transmitida automaticamente para a terra e permite reprises. Câmeras de vídeo portáteis permitem a adição de comentários, os quais, se não forem adicionados com detalhes suficientes e com referências adequadas de localização, podem tornar difícil a coordenação posterior do vídeo com outras observações – especialmente se a filmagem produzida for extensa. A filmagem em vídeo é aproveitada de melhor forma em complemento às informações resumidas pelos observadores experientes ao invés de substituí-las.

É difícil avaliar precisamente a quantidade de óleo observado no mar, devido às dificuldades de estimar a espessura e a cobertura. Porém, considerando certos fatores, pode ser possível avaliar a ordem de grandeza correta do derramamento, o que pode ajudar no planejamento da escala de resposta de limpeza requerida. Por causa das incertezas envolvidas, todas estas estimativas deverão ser consideradas com muita cautela.

Óleos com baixa viscosidade se espalham rapidamente e então as camadas de óleo atingem uma espessura média de aproximadamente 0,1mm rapidamente. Porém, a espessura da camada de óleo pode variar consideravelmente dentro de grandes ou pequenas manchas de óleo de menos que 0,001mm a mais que 1mm. Para óleos mais viscosos a espessura do óleo pode ser de mais do que 0,1mm. A aparência do óleo pode dar alguma indicação da sua espessura (Figura 17). Alguns óleos formam uma emulsão, ou mousse, através da inclusão de gotículas d'água, as quais aumentam seu volume. Uma estimativa confiável do conteúdo da água não é possível sem análises de laboratório, mas valores de 50-70% são comuns. A espessura da mousse pode variar consideravelmente dependendo do tipo de óleo, das condições do mar ou se a mousse flutua livremente ou é retida por um obstáculo tal como uma barreira de contenção ou pela linha costeira. Um valor de 1mm pode ser usado como uma guia, mas as espessuras de mais de 1cm podem, às vezes, ser encontradas e deve ser enfatizado que a espessura da 'mousse' e também de outros óleos viscosos, é muito difícil de medir, devido ao seu espalhamento limitado. Quando a superfície do mar está agitada, pode ser também muito difícil ou impossível de observar os tipos de óleos menos flutuantes, pois eles podem ser encobertos pelas ondas, e ficam apenas um pouco abaixo da superfície. Em água fria alguns óleos com pontos de fluidez altos

irão se solidificar em formas imprevisíveis e a aparência das porções flutuantes pode disfarçar o volume total presente. A presença de massas de gelo flutuante e neve em tais condições irá confundir ainda mais a situação.

Para estimar o volume de óleo flutuante é necessário não somente medir a espessura, mas também determinar a área de superfície dos vários tipos de poluição por óleo observados (Figura 16). É necessário levar em conta as incidências de pequenas manchas de óleo flutuante para que uma estimativa possa ser feita da área real de cobertura, em relação à área total de mar afetada. A extensão das áreas de mar afetadas precisa ser determinada durante o voo. Se a aeronave tem o equipamento de GPS, este permitirá que os limites das áreas principais sejam registrados relativamente com facilidade e precisão. Se o equipamento GPS não estiver disponível, a extensão do óleo deve ser estabelecida através de um sobrevôo com tempo marcado, em velocidade constante.

O exemplo abaixo ilustra o processo de estimativa de quantidades de óleo.

Durante um reconhecimento aéreo com voo em velocidade constante de 150 nós, a 'mousse' de óleo bruto e o brilho prateado foram observados flutuando dentro de uma área do mar, da qual o comprimento e a largura necessitaram de 65 segundos e 35 segundos respectivamente para fazer o sobrevôo. A porcentagem coberta por pequenas manchas de mousse foi calculada como 10% e a porcentagem coberta por brilho de 90%. A partir destas informações, o comprimento da área do mar contaminada pode ser calculado como:

$$\frac{65 \text{ (segundos)} \times 150 \text{ (nós)}}{3600 \text{ (segundos em uma hora)}} = 2,7 \text{ milhas náuticas}$$

Da mesma forma, a largura da área do mar medida é de:

$$\frac{65 \times 150}{3600} = 1,5 \text{ milhas náuticas}$$

Isto significa uma área total de aproximadamente 4 milhas náuticas quadradas, ou 14 quilômetros quadrados.

Para o exemplo mostrado: o volume de 'mousse' pode ser calculado como 10% (cobertura) de 14 (km<sup>2</sup>) x 1000 (volume aproximado em m<sup>3</sup> por km<sup>2</sup> - Figura 17). Já que 50-75% deste mousse deve ser de água, o volume de óleo presente será de aproximadamente 400-700 m<sup>3</sup>. Um cálculo semelhante para o volume de brilho resulta em 90% de 14 x 0,1, que é o equivalente a aproximadamente 1,3 m<sup>3</sup> de óleo. Este exemplo também serve para demonstrar que, embora o brilho possa cobrir uma área relativamente grande da superfície do mar, a sua contribuição ao volume de óleo presente é insignificante. Portanto, é crucial que, durante o sobrevôo, o observador seja capaz de distinguir entre o brilho e manchas mais espessas de óleo.

## Sensoriamento Remoto

Equipamentos de sensoriamento remoto montados dentro das

aeronaves são usados cada vez mais para monitorar, detectar e identificar fontes de descargas marítimas ilegais, incluindo o monitoramento dos derramamentos acidentais de óleo. Os sensores remotos funcionam através da detecção de três propriedades da superfície do mar: a cor, a reflexibilidade, a temperatura ou a agitação. O óleo pode ser detectado na superfície de água quando ele modifica uma ou mais destas propriedades. Câmeras que contam com a luz visível são largamente usadas, e pode ser suplementadas por sensores aéreos, os quais detectam óleo fora do espectro visível e então podem fornecer informações adicionais sobre o óleo. As combinações mais comuns de sensores usadas incluem Radar Aéreo de Visão Lateral (SLAR - Side-Looking Airborne Radar) e detectores térmicos infravermelhos (IR - infra-red) e ultravioletas (UV - ultraviolet) de visão para baixo ou sistemas de imagens. Outros sistemas como Infravermelho de Visão Frontal (FLIR - Forward Looking Infra-Red), Radiômetros de Microondas (MWR - Microwave Radiometers), Sensores de Fluorescência a Laser (LF - Laser Fluorosensors) e Imageadores Espectrográficos Compactos Aeroportáveis (CASI - Compact Airborne Spectrographic Imagers) têm potencial para fornecer informações adicionais. Todos os sensores devem ser calibrados e requerem pessoal altamente treinado para operá-los e interpretar os resultados. A maioria dos sistemas de sensoriamento remoto é volumosa e podem ser usados somente a partir das aeronaves dedicadas dentro das quais estão instalados. Porém, pequenas câmeras portáteis de IR e UV estão disponíveis, que podem fornecer um sistema de sensoriamento remoto portátil, que não é limitado às aeronaves dedicadas.

UV, IR térmico, FLIR, MWR, e CASI são sensores passivos que medem radiação emitida ou refletida. Com a possível exceção dos MWR, eles não podem penetrar a cobertura

das nuvens, a névoa, a neblina ou a chuva. Seu uso é, conseqüentemente, limitado aos períodos de tempo bom. O SLAR e o LF incorporam uma fonte ativa de radiação e podem ser usados à noite, como também podem ser usados alguns sistemas de IR em circunstâncias corretas onde as temperaturas sejam suficientemente altas. Os sistemas baseados em radar também podem penetrar as nuvens e névoa e, portanto, são capazes de operar sob a maioria das condições.

Uma combinação de dispositivos diferentes é muitas vezes usada para superar as limitações de sensores individuais e fornecer melhores informações sobre a extensão e natureza do óleo. Os sistemas combinados de SLAR e IR/UV têm sido largamente usados durante derramamentos de óleo. O SLAR pode ser usado a uma altitude suficiente para fornecer uma visão rápida de uma grande área, de até 20 milhas náuticas de cada lado da aeronave. O SLAR tem a vantagem de poder ser usado à noite e em más condições de tempo, e pode dar assistência nas primeiras etapas de uma resposta, com a localização da mancha e a definição da sua extensão. Porém, o SLAR não pode distinguir entre camadas bem finas de brilho e pequenas manchas mais espessas de óleo e, então, as imagens necessitam ser interpretadas com cautela. Um sistema combinado de IR/UV pode definir a extensão total do óleo, bem como fornecer informação qualitativa sobre a espessura da mancha e as áreas de poluição mais pesada. O sensor UV detecta toda a área coberta pelo óleo, independentemente da espessura, ao passo em que o sensor de IR térmico é capaz, em as condições apropriadas, de delinear as camadas relativamente grossas.

Tipo de Óleo	Aparência	Espessura Aproximada	Volume Aproximado (m <sup>3</sup> /km <sup>2</sup> )
Brilho do Óleo	Prateado	>0.0001 mm	0.1
Brilho do Óleo	Iridescente (arco-íris)	>0.0003 mm	0.3
Óleo Bruto e Combustível	Marrom a Negro	>0.1 mm	100
Emulsões de água-em-óleo	Marrom/Laranja	>1 mm	1000

Figura 17: Um guia para a relação entre a aparência, espessura e volume do óleo flutuante.

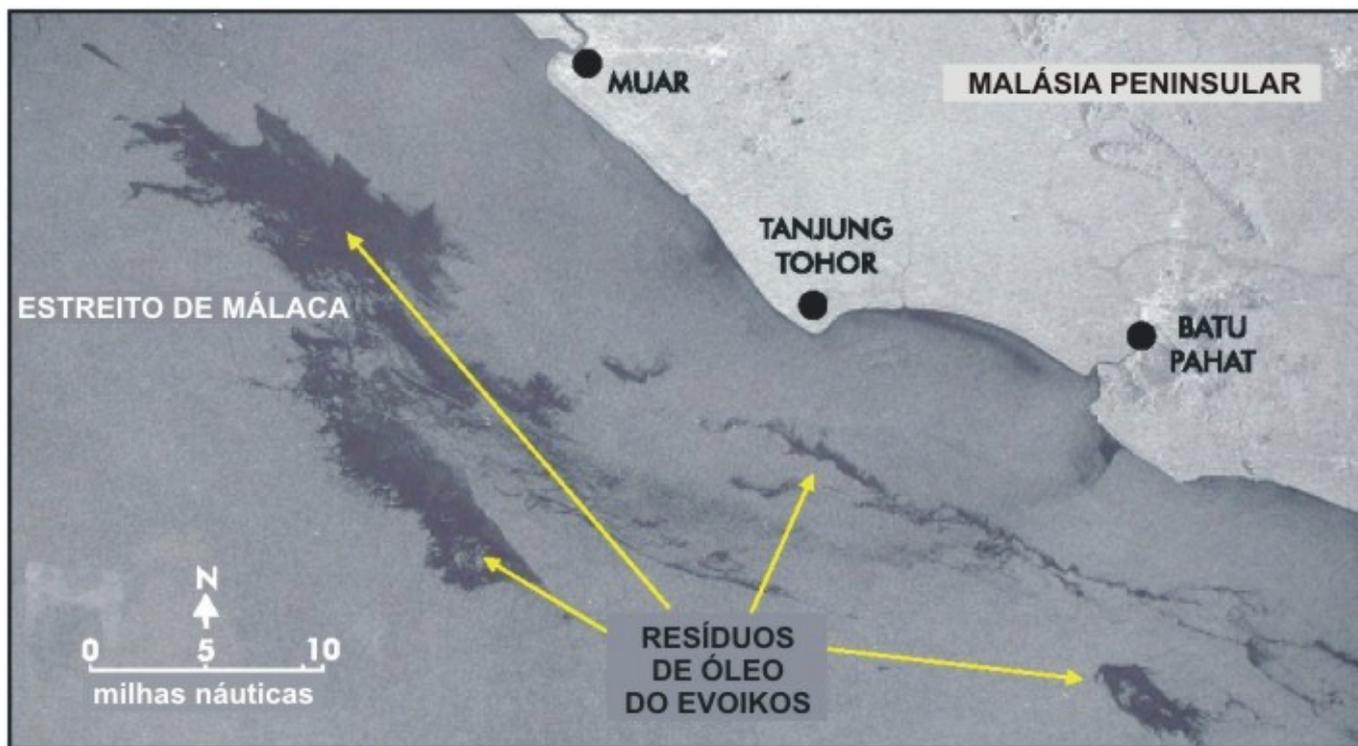


Figura 18: Uma imagem de radar por satélite de abertura sintética de Estreito do Sul de Málaca tirada depois de derramamento de óleo do EVOIKOS em Cingapura, mostrando os resíduos de óleo durante seu movimento a noroeste com a corrente. Imagem gentilmente fornecida pela RADARSAT International © Canadian Space Agency (Agência Espacial do Canadá) 1997. Recebido e processado pelo CRISP (Centro de Imageador Remoto, Sensoriamento e Processo) da Universidade Nacional da Cingapura e distribuído sob licença pela RADARSAT International.

Os sinais de todos os tipos de sensores são normalmente exibidos e registrados nos equipamentos a bordo da aeronave. As imagens resultantes precisarão ser retransmitidas ao centro de comando, corretamente interpretadas e então apresentadas em formato conciso e compreensível, para que sejam úteis na gerenciamento das operações de resposta. Os resultados de qualquer operação de sensoriamento remoto devem ser sempre coordenados com, e confirmados pelas descobertas das observações visuais, para prevenir interpretação incorreta e para assegurar que seus valores são completamente utilizados.

Os sensores remotos com base em satélites também podem detectar óleo na água. Os sensores a bordo podem ser do tipo ótico, detectando dentro das regiões visíveis e quase infravermelhas do espectro, ou usam radar. As

observações óticas do óleo derramado por satélite requerem céu claro, desta forma limitando severamente a utilidade de tais sistemas. O Radar de Abertura Sintética (SAR - Synthetic Aperture Radar) não é limitado pela presença de nuvens e é uma ferramenta mais útil. Porém, com imagens de radar, é muitas vezes difícil de saber com certeza se uma característica anômala, na imagem de satélite ou SLAR, é causada pela presença de óleo. Conseqüentemente, as imagens de radar do SLAR ou do SAR requerem interpretação especializada por pessoal apropriadamente treinado, para evitar que outras características sejam confundidas com derramamentos de óleo. Entretanto, com estes conhecimentos, tais imagens podem ser usadas para complementar as observações aéreas e fornecer uma visão global da extensão da poluição.

---

*A Federação Internacional dos Proprietários de Petroleiros para Controle da Poluição (ITOPF - International Tanker Owners Pollution Federation Limited) é uma organização sem fins lucrativos, envolvida em todos os aspectos do combate aos derramamentos de óleo no ambiente marítimo. Seu pessoal técnico altamente experiente já respondeu a mais de 430 derramamentos originários de embarcações em mais de 80 países, dando orientação sobre medidas de limpeza, efeitos ambientais e econômicos, e compensação. Eles regularmente também realizam tarefas de planejamento de contingências e treinamento. A ITOPF é uma fonte de informações compreensivas sobre a poluição marítima por óleo através de sua biblioteca, grande série de publicações técnicas, vídeos e seu site na web. Para maiores informações entre em contato com:*



**The International Tanker Owners Pollution Federation Limited (ITOPF)**  
Staple Hall, Stonehouse Court, 87-90 Houndsditch, London EC3A 7AX, Reino Unido  
Tel: +44 20 7621 1255 Fax: +44 20 7621 1783 Email: [central@itopf.com](mailto:central@itopf.com)  
Web site: [www.itopf.com](http://www.itopf.com)



**PLANO DE EMERGÊNCIA INDIVIDUAL – PEI**  
**Ocean Ambassador**

**Anexo 10**  
**Pág. 12/12**

---

© The International Tanker Owners Pollution Federation Limited.



**Rev.**  
**0/2009**