



**PLANO DE EMERGÊNCIA A
DERRAMES DE HIDROCARBONETOS
E OUTRAS SUBSTÂNCIAS NOCIVAS
DO PORTO DO FORNO**

**ANEXO 17
OPERAÇÕES DE LIMPEZA NO
LITORAL NA SEQUÊNCIA DE UM
DERRAME ACIDENTAL DE
HIDROCARBONETOS**

ÍNDICE

| | | |
|-----------|--|-----------|
| 1. | CONSIDERAÇÕES GERAIS..... | 4 |
| 2. | ORGANIZAÇÃO | 5 |
| 3. | TÉCNICAS DE LIMPEZA | 6 |
| 3.1. | PRAIAS DE AREIA | 6 |
| 3.2. | FALÉSIAS, PENHASCOS, ROCHEDOS, ROCHAS E ESTRUTURAS ARTIFICIAS | 9 |
| 3.3. | CALHAUS, SEIXOS E CASCALHO..... | 10 |
| 3.4. | ZONAS DE LODO E PÂNTANOS | 11 |
| 3.5. | MANGUES | 12 |
| 4. | RECOMENDAÇÕES | 13 |
| 4.1. | PRAIAS DE AREIA | 13 |
| 4.2. | PRAIAS DE CALHAU, SEIXO E CASCALHO | 14 |
| 4.3. | PEDRAS E CALHAUS ROLADOS | 15 |
| 4.4. | ROCHAS DISPERSAS E CHARCOS DE MARÉ | 15 |
| 4.5. | FALÉSIAS, ROCHEDOS | 15 |
| 4.6. | MARISMAS | 15 |
| 4.7. | COSTAS LODOSAS | 15 |
| 4.8. | MANGUES | 15 |
| 4.9. | ESTUÁRIOS | 15 |
| 4.10. | PRAIAS DE LAZER COM INSTALAÇÕES..... | 15 |
| 4.11. | MARINAS..... | 15 |
| 4.12. | PORTOS DE PESCA..... | 15 |
| 4.13. | PORTOS COMERCIAIS / TERMINAIS..... | 15 |
| 4.14. | INSTALAÇÕES COSTEIRAS INDUSTRIAIS | 15 |
| 5. | BREVE DESCRIÇÃO DE MÉTODOS DE LIMPEZA DO LITORAL COSTEIRO | 15 |
| 5.1. | INTRODUÇÃO | 15 |
| 5.2. | RECOLHA NATURAL | 15 |
| 5.3. | BARREIRAS | 15 |
| 5.4. | LAVAGEM FÍSICA | 15 |
| 5.5. | RECOLHA / LIMPEZA MANUAL DE HIDROCARBONETOS..... | 15 |
| 5.6. | REMOÇÃO MECÂNICA DOS HIDROCARBONETOS | 15 |
| 5.7. | ABSORVENTES | 15 |
| 5.8. | VÁCUO | 15 |
| 5.9. | REMOÇÃO DE DETRITOS | 15 |
| 5.10. | REINCORPORAÇÃO / LAVRA DE SEDIMENTOS | 15 |
| 5.11. | CORTE / REMOÇÃO DE VEGETAÇÃO..... | 15 |
| 5.12. | INUNDAÇÃO..... | 15 |
| 5.13. | LAVAGEM COM ÁGUA DE BAIXA PRESSÃO AMBIENTAL..... | 15 |
| 5.14. | LAVAGEM COM ÁGUA DE ALTA PRESSÃO AMBIENTAL..... | 15 |
| 5.15. | LAVAGEM COM ÁGUA QUENTE DE BAIXA PRESSÃO | 15 |
| 5.16. | LAVAGEM COM ÁGUA QUENTE DE ALTA PRESSÃO | 15 |
| 5.17. | LIMPEZA A VAPOR..... | 15 |
| 5.18. | DECAPAGEM COM AREIA | 15 |
| 5.19. | DISPERSANTES | 15 |
| 5.20. | AGENTES DE TRATAMENTO DE EMULSÕES | 15 |
| 5.21. | MODIFICADORES DE ELASTICIDADE | 15 |
| 5.22. | AGENTES AGLUTINADORES | 15 |

| | | |
|-----------|--|-----------|
| 5.23. | SOLIDIFICANTES..... | 15 |
| 5.24. | AGENTES DE LIMPEZA DO LITORAL (AGENTES DE LAVAGEM DE SUPERFÍCIE) | 15 |
| 5.25. | ENRIQUECIMENTO POR NUTRIENTES (BIOESTIMULAÇÃO)..... | 15 |
| 5.26. | SEMENTEIRA DE MICRÓBIOS NATURAIS (BIOAUMENTAÇÃO)..... | 15 |
| 5.27. | QUEIMA NO LOCAL..... | 15 |
| 6. | ESTIMATIVA DA QUANTIDADE DE HIDROCARBONETOS PRESENTES NA LINHA DE COSTA E SUA DISTRIBUIÇÃO..... | 15 |
| 6.1. | TIPOS DE DADOS E SUA UTILIZAÇÃO..... | 15 |
| 6.2. | DESCRIÇÃO E CLASSIFICAÇÃO DAS CONDIÇÕES DAS CAMADAS DE HIDROCARBONETOS NA SUPERFÍCIE..... | 15 |
| 6.3. | DESCRIÇÃO E CLASSIFICAÇÃO DAS CONDIÇÕES DAS CAMADAS DE HIDROCARBONETOS NO SUBSTRATO | 15 |
| 7. | BIBLIOGRAFIA | 15 |

1. CONSIDERAÇÕES GERAIS

Muitos derrames acidentais de hidrocarbonetos atingem a linha de costa, em especial quando eles ocorrem próximo do litoral e em condições de vento e corrente tais que influenciam a deriva do produto derramado no sentido da costa.

Apesar das operações de limpeza da costa normalmente não exigirem equipamento especializado, tal não invalida a necessidade da utilização de técnicas apropriadas, enquadradas por uma organização adequada de forma a não agravar os danos inerentes aos próprios hidrocarbonetos.

Antes de se proceder a uma operação de limpeza torna-se necessário identificar qual o tipo e quantidade de hidrocarbonetos, avaliar a extensão da poluição e determinar a área e natureza da costa atingida.

Regra geral as operações de limpeza do litoral compreendem três fases.

Na 1ª fase procede-se à remoção dos hidrocarbonetos que constituem a contaminação maciça bem como daqueles que se encontram na superfície das águas.

Com vista a impedir a deriva dos hidrocarbonetos para zonas de costa não contaminadas deve-se iniciar o mais rapidamente possível a recolha do produto flutuante ou de elevadas concentrações, depositadas em zonas de maré. Enquanto decorrem as operações de limpeza podem ser usadas barreiras flutuantes para conter os hidrocarbonetos junto à terra. Este procedimento pode, contudo, ser inadequado em áreas sensíveis em que será preferível deixar os hidrocarbonetos se deslocarem para áreas menos sensíveis.

Na 2ª fase é efetuada a limpeza dos locais ou zonas que apresentam uma contaminação moderada, bem como a recolha dos hidrocarbonetos retidos e materiais contaminados. Caso não exista o risco de deriva dos hidrocarbonetos, geralmente é preferível esperar que a totalidade do produto proveniente de um derrame nas proximidades atinja a costa antes de se iniciar a limpeza, evitando assim, que uma mesma área seja limpa mais do que uma vez. A única desvantagem será a possibilidade da contaminação do substrato tanto por mistura como por penetração dos hidrocarbonetos.

Deve haver todo o cuidado para remover a mínima quantidade de material possível, de forma a minimizar o risco de erosão e a reduzir as quantidades de detritos que deverão ser eliminados.

Na 3ª fase procede-se à limpeza das áreas levemente contaminadas e à recolha de pequenas manchas de hidrocarbonetos. Muitas vezes torna-se difícil decidir em que altura as operações de limpeza devem ser dadas por concluídas. Normalmente esta decisão é em função da importância da área, da época do ano e do grau de limpeza natural previsível. Os custos assumem também papel preponderante na decisão. Há casos em que é preferível deixar o produto se degradar naturalmente por ação do tempo. Nestas situações, eventuais conflitos de interesses, poderão ser verificados, em particular de caráter ambiental, que poderão condicionar a utilização das técnicas mais adequadas.

2. ORGANIZAÇÃO

Regra geral a zona afetada é dividida em pequenas áreas, cada uma delas entregue a um grupo de homens, dividido em equipes, coordenadas por um supervisor.

Cada equipe não deve comportar mais de 10 homens e cada supervisor não deve ser responsável por mais de 100 homens.



A utilização dos veículos nas operações deve ser limitada às áreas de trabalho para evitar tanto a penetração dos hidrocarbonetos na areia, como a transferência do poluente para fora da área contaminada. O acesso aos locais de trabalho deve ser restringido ao máximo para minimizar os prejuízos para as dunas de areia e para outras defesas naturais do mar.

Nas zonas sujeitas à ação da maré o trabalho deverá coincidir com os ciclos de maré e ser programado de modo a permitir períodos para descanso e de refeições do pessoal. O trabalho durante a noite é normalmente ineficaz, mesmo quando se dispõe de boa iluminação.

Devem ser efetuados registros diários de pessoal e equipamento envolvidos nas operações, a fim de serem apresentados os pedidos de indenização, bem como registros dos produtos recolhidos para avaliar o andamento das operações.

Durante as operações de limpeza do litoral pode-se tornar necessário dispor de imediato de locais de armazenagem provisória para os produtos recolhidos, como, por exemplo, abertura de valas no terreno revestidas com plástico para impedir contaminações do subsolo.

3. TÉCNICAS DE LIMPEZA

3.1. PRAIAS DE AREIA

Estas praias são consideradas áreas sensíveis valiosas, sob o ponto de vista de recreio e lazer, sendo por esse fato atribuída prioridade elevada para a sua limpeza.



Por outro lado, os bancos de areia intermarés são biologicamente produtivos e importantes sob o ponto de vista piscatório. Estas considerações podem levar à escolha dos métodos que causem menores danos suplementares.

Geralmente, as praias de lazer têm bons acessos, mas em certos casos, terão que ser construídas vias para possibilitar a chegada na praia de maquinaria pesada.

Apesar dos hidrocarbonetos mais compactos poderem ser removidos das praias com relativa facilidade, o desejo de limpá-las com rapidez traduz-se muitas vezes em dificuldades. Num derrame de grandes proporções deve ser estabelecido um equilíbrio entre o ritmo de recolha dos hidrocarbonetos com maquinaria pesada e o aumento da contaminação no substrato da praia.

Nas praias de areia grossa geralmente as rodas dos veículos afundam, fazendo com que o produto se misture ainda mais com a areia. Muitas vezes os veículos atolam na praia, devido à sua carga, originando situações de difícil resolução.

As técnicas de recolha manual devem ser utilizadas sempre que não exista acesso para veículos e sempre que o substrato não seja firme.

Os hidrocarbonetos, os absorventes utilizados e os detritos contaminados podem ser armazenados em sacos de plástico resistentes e posteriormente transportados para a parte superior da praia, onde não se faça sentir a ação das águas, levando em conta eventuais marés sazonais. Os sacos expostos ao sol

por mais de 10 dias tendem a se deteriorar, pelo que a sua eliminação deve ser feita com toda a rapidez.

Nas praias planas e de substrato compacto poderão ser utilizados veículos pesados, tais como pás mecânicas, tratores e escavadeiras. O único inconveniente da utilização destes meios é a eventual introdução dos produtos na areia bem como o apreciável aumento das quantidades de areia removida.

Em praias arenosas, a areia e alguns resíduos moderadamente contaminados são mais facilmente recolhidos por equipas de homens com a utilização de alguma maquinaria, exclusivamente para transporte do material recolhido.

Em média um homem recolhe entre 1 e 2 m³ por dia utilizando este método. Uma máquina pode recolher entre 100 a 200 m³/dia de areia contaminada. Regra geral, na areia recolhida por máquinas apenas se encontra 1 a 2% de hidrocarbonetos, enquanto através da recolha manual aquela percentagem situa-se entre os 5 e os 10%.



Nestas praias, a utilização de barreiras com saia constituída por câmaras de água e que servem de lastro revela-se extremamente eficaz para contenção de hidrocarbonetos na zona intermarés.



Outro processo consiste na utilização de máquinas de limpeza de praias que recolhem nódulos de areia contaminada ou bolas de alcatrão pela passagem de areia através de uma série de grelhas de rede de diferentes calibres que vibram ou rodam. Os grumos contaminados são retidos no veículo enquanto a areia limpa é devolvida à praia. Estas máquinas também recolhem lixo e outros resíduos.



Durante o Inverno e até o verão, muitas praias da nossa faixa costeira são atingidas por bolas de alcatrão resultantes de hidrocarbonetos contidos na água de lavagem de tanques de carga e de resíduos de navios petroleiros, descarregadas à uma certa distância e que, por ação do sol e vento, sofreram evaporação das frações mais voláteis, aumentando assim a sua viscosidade e tendendo à incorporar alguns sedimentos, plantas marinhas, etc., após percursos no mar bastante extensos e por períodos de tempo apreciáveis. Neste caso a técnica é a de privilegiar a recolha manual, evitando a todo o custo que eventuais reconstituições das praias com areia, por ação das marés, venha a esconder em profundidade os produtos, ficando mais tarde a descoberto.



Em algumas praias, considerando a pouca quantidade de areia existente e também o baixo ou nulo grau de reconstituição, é recomendável não efetuar uma limpeza com grande rigor de execução, sob pena de ficarem irremediavelmente condenadas no seu aspecto e na sua capacidade de utilização.

Outro fator a ser levado em conta na limpeza das praias, é o que acontece, com algum produto vindo do mar e que afunda na faixa adjacente à praia devido à agregação de sedimentos, provocando o aumento da sua densidade para valores superiores à da água, e com produtos que, não sendo prontamente removidos da areia, são de novo devolvidos ao mar por ação das marés após agregação de areia e outros materiais. Em certas circunstâncias favoráveis os produtos afundados, por ação de marés, correntes e energia do mar, podem ser lançados de novo à praia, devendo ser recolhidos de imediato.

3.2. FALÉSIAS, PENHASCOS, ROCHEDOS, ROCHAS E ESTRUTURAS ARTIFICIAS

Freqüentemente os hidrocarbonetos derramados ficam aderentes às rochas e penetram nos intervalos existentes entre elas. Neste caso, em locais onde a energia do mar for acentuada, a limpeza poderá ser obtida por ação das ondas. As muralhas, rampas, esporões e outras estruturas de pedra, mais ou menos porosas, também podem ser contaminadas.



O movimento dos produtos, devido às variações de maré, faz com que as áreas atingidas pelos hidrocarbonetos sejam aumentadas agravando assim os problemas colocados para as operações de limpeza.

A recolha dos hidrocarbonetos poderá ser feita, utilizando recuperadores, bombas ou cisternas de vácuo sempre que os veículos ou embarcações possam se aproximar da orla marítima. Se não for possível, a recolha do produto deverá ser feita pelo método manual, utilizando baldes, pás e outros recipientes. Os tambores abertos de 200 litros não são muito práticos, dada a dificuldade em movimenta-los quando cheios. Contudo, se puderem ser transportados em pequenas embarcações que possam se deslocar entre as rochas ou em certas situações, tais como em praias com elevados rochedos, revelam-se de extrema utilidade, constituindo muitas vezes o único meio de evacuação dos produtos.

Se os produtos estiverem relativamente fluídos, a utilização de absorventes facilita a recolha.

Após a maior parte do produto ter sido removida das rochas e estruturas, a película remanescente poderá ser abandonada à ação do tempo e do mar ou então desagregada por meio de jatos de água ou de vapor.

Levando em conta a recontaminação posterior, resultante destas ações de lavagem, deverão ser utilizadas pequenas barreiras flutuantes para contenção dos produtos libertados, os quais serão recolhidos mediante a aplicação de recuperadores ou de absorventes.

Em determinadas rochas porosas a persistência dos hidrocarbonetos a elas agregados é superior à que se verifica quando as estruturas atingidas não se deixam penetrar pelos hidrocarbonetos.

Existe uma outra técnica, que poderá resultar em certas situações, e que consiste em lançar areia seca sobre a superfície das rochas moderadamente contaminadas. A areia funcionará um pouco como absorvente tendo também um certo efeito abrasivo por ação do mar.

Nos casos em que os hidrocarbonetos perderam os seus componentes mais voláteis, aumentando por conseqüência a sua viscosidade e aderência às superfícies rochosas, a única técnica eficaz, caso seja aceita, será a utilização de uma pequena percentagem de dispersante misturado nos jatos de água de lavagem ou pulverizado diretamente sobre a área atingida. Deve-se esperar de 20 a 30 minutos e a seguir lavar com água em forma de jato.

Em zonas de climas temperados e tropicais, por ação do sol, os produtos têm tendência a ficar mais agarrados às rochas. Nestas condições, a limpeza deverá ser iniciada pela raspagem do produto recorrendo à utilização de ferramentas metálicas para remoção da maior parte.

A escolha da melhor técnica é em função da sensibilidade e resistência das plantas e animais marinhos presentes, já que a perfeição do processo de limpeza pode vir a afetá-los drasticamente.

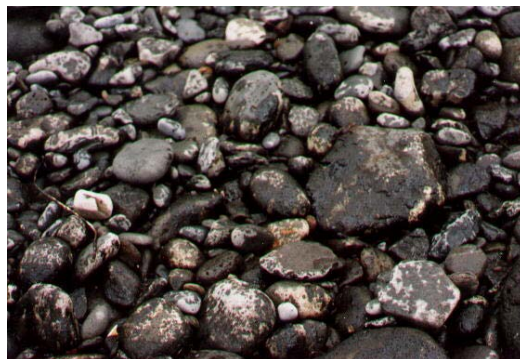
3.3. CALHAUS, SEIXOS E CASCALHO

Este tipo de linha de costa é indubitavelmente o mais difícil de limpar, uma vez que os hidrocarbonetos penetram profundamente no substrato através dos espaços entre as pedras.

Além disso, a estrutura do terreno dificulta o movimento de viaturas e de pessoal.

A primeira fase de limpeza compreende o bombeamento do produto líquido, onde for viável e a limpeza manual.

Posteriormente pode-se usar água sob a forma de jato a alta pressão para lavagem dos hidrocarbonetos até à orla do mar, tendo como certo que alguma percentagem será incorporada na praia. A utilização, em certas condições, de dispersantes aprovados pode ser eficaz. Esta técnica apresenta como desvantagem o aumento da tendência de penetração do produto removido das pedras da superfície para a camada inferior.



Também se pode utilizar pás mecânicas para a remoção de pedras contaminadas com películas espessas e para as transferi-las de uma área superior, para junto da água aonde o mar, por ação abrasiva, irá lavando-as. Este método só deverá ser utilizado, desde que não conduza a uma erosão sensível da praia e que seja possível recolocá-las no seu antigo posicionamento logo que fiquem suficientemente limpas.

Outra técnica, de lenta execução, mas de razoável eficácia, é a lavagem das pedras com água quente sob pressão em tanques apropriados ou mesmo tambores vazios, recolocando posteriormente as pedras limpas na praia, e enviar os produtos oleosos para eliminação adequada após drenagem da água no fundo dos recipientes.

3.4. ZONAS DE LODO E PÂNTANOS

As grandes áreas pantanosas são características de ambientes de baixa energia. Verifica-se uma fraca penetração dos hidrocarbonetos no substrato devido ao sedimento estar saturado de água, podendo o produto permanecer à superfície por longos períodos de tempo. Nestas circunstâncias é preferível deixar que se processe a degradação natural do produto, em especial se houver contaminação da vegetação.

Tem-se constatado que as operações de limpeza, mais que os próprios hidrocarbonetos, causam um mal maior para o meio e que a vegetação normalmente sobrevive perante uma única contaminação. Contudo é importante fazer a remoção dos hidrocarbonetos para evitar que se desloquem para zonas limpas. Para tal poderão ser utilizados jatos de água de baixa pressão para conduzi-los até águas abertas para serem contidos por barreiras e depois recolhidos.



Também se pode recorrer ao corte da vegetação afetada, em especial no caso da poluição constituir ameaça para as aves marinhas, havendo, no entanto, que ponderar os danos que poderão ser causados a longo prazo pelo pisotear do terreno.

3.5. MANGUES

O substrato dos mangues pode ser constituído por areia, lamas, folhas ou turfa, muitas vezes parecendo um folheado de madeira sobre um leito de rochas, em que as acumulações de plantas marinhas podem ser muito pesadas. São altamente produtivos, funcionando como viveiro e suportam uma grande diversidade e abundância de espécies animais e vegetais.



As plantas marinhas, que oferecem proteção à vegetação arbórea contra a contaminação, poderão ser removidas logo que o risco de poluição tenha passado. Poderão ser colocadas barreiras absorventes na parte frontal dos mangues para possibilitar a recolha de hidrocarbonetos libertados naturalmente. Na maioria dos casos não são recomendadas quaisquer outras técnicas de limpeza.

Nos locais onde as acumulações de hidrocarbonetos não tenham sido naturalmente removidas, poderá ser utilizada lavagem com jato de água a baixa pressão ou utilizados equipamentos de vácuo na orla exterior. Não deverá ser tentada qualquer operação de limpeza no interior dos mangues, exceto nos locais onde o acesso aos hidrocarbonetos for possível por terra.

É extremamente importante evitar qualquer distúrbio do substrato por ação de pegadas pelo que a maior parte das atividades devem ser conduzidas a partir de embarcações.

4. RECOMENDAÇÕES

A seguir são descritas, de forma sintética, quais as principais ações recomendadas para a limpeza dos vários tipos de litoral e os critérios restritivos a se observar.

4.1. PRAIAS DE AREIA

O que fazer:

- Considerar a utilização da praia afetada como área de lazer, a influência da estação do ano e pareceres de caráter ecológico para determinação do grau de limpeza.
- Considerar a possibilidade de, em condições desfavoráveis, ser necessária uma segunda fase de limpeza.
- Se for adequada e autorizada a utilização de dispersantes ou de outros produtos químicos, estes devem ser aplicados com a maré enchente.
- Utilizar maquinaria para remoção dos hidrocarbonetos e areias contaminadas ou, se tal for impossível, fazer a recolha manual.
- Evitar, se possível, a aderência de hidrocarbonetos na área através da aplicação de produtos aglutinantes.
- Decidir sobre a incineração no local se possível; senão, fazer a armazenagem provisória dos detritos recolhidos com vista ao seu posterior tratamento/eliminação.
- Transferir se necessário, a areia limpa para as zonas das quais tenham sido removidas grandes quantidades de areia contaminadas.

O que evitar:

- Não limpar em excesso.
- Não remover quantidades de areia além do estritamente necessário.
- Não permitir a circulação de pessoas e veículos nas praias contaminadas antes das operações de limpeza.
- Não utilizar dispersantes concentrados.
- Não amontoar a areia contaminada a uma altura superior a 60 centímetros.

- Não enterrar a areia contaminada ou detritos de hidrocarbonetos nem conduzir os hidrocarbonetos para áreas inacessíveis ou zonas intermarés.
- Não destruir a vegetação envolvente além do estritamente necessário.
- Evitar deslocar rochas ou pedras incrustadas na praia.

4.2. PRAIAS DE CALHAU, SEIXO E CASCALHO

O que fazer:

- Obter conselhos ecológicos sobre o grau e a melhor técnica de limpeza, levando em consideração o uso da praia como local de lazer.
- Usar maquinaria de remoção de terra para recolher o cascalho poluído. Se possível, cavar até à camada inferior afetada.
- Em praias levemente poluídas e para limpeza final poderão ser usados dispersantes, se o procedimento for autorizado.
- O material levemente poluído poderá ser deslocado para a zona intermarés, onde a ação das ondas acelerará a biodegradação dos hidrocarbonetos.
- Para limpeza de poças na zona atingida pela maré poderão ser usados absorventes.
- A incineração no local poderá ser utilizada como método de eliminação preferido, o que minimizará o transporte do material.
- Se necessário, restituir areia limpa à praia para voltar à situação inicial.
- Quando os hidrocarbonetos escorrem das rochas na maré-cheia devem ser usadas barreiras para contenção do produto e bombas ou recuperadores para a sua recolha.
- Proteger a vegetação, especialmente nos caminhos de acesso.

O que evitar:

- Evitar que os hidrocarbonetos derivem para áreas sensíveis costeiras adjacentes ou que já tenham sido limpas.
- Evitar a escavação de materiais não afetados.
- Não amontoar material poluído a uma altura superior a um metro.
- Não usar dispersantes concentrados.

- Evitar a perturbação da flora abaixo da zona de maré.
- Não movimentar detritos oleosos para o mar com o fim de os afundar.
- Evitar enterrar os detritos oleosos.

4.3. PEDRAS E CALHAUS ROLADOS

O que fazer:

- Ainda que extremamente difícil e ineficaz é sempre possível a limpeza manual.
- Caso seja autorizado, poderão ser usados dispersantes, levando em consideração que estes produtos só se revelam eficazes em superfícies expostas.
- Se necessário, poderá ser usado equipamento pesado, observando que a remoção das pedras alterará as características da praia.

O que evitar:

- Não usar água doce para pulverização das rochas.

4.4. ROCHAS DISPERSAS E CHARCOS DE MARÉ

O que fazer:

- Tentar a limpeza com jato de água sob pressão, utilizando, se necessário e autorizado, dispersantes diluídos em conjunto com a recolha mecânica dos hidrocarbonetos.
- Na baixa-mar poderão ser usados absorventes nos charcos.
- Na preamar poderão ser usados recuperadores de hidrocarbonetos para a sua recolha na superfície da água.
- Se as áreas adjacentes forem ecologicamente sensíveis ou já se encontrarem limpas, considerar a hipótese de utilizar barreiras, recuperadores, absorventes, etc., para contenção e recolha dos hidrocarbonetos.
- Ter em atenção a segurança do pessoal de modo a não ser afetado pelas marés.

O que evitar:

- Não usar água doce para pulverização das rochas.
- Evitar a remoção de rochas.

NOTA: Estas áreas são difíceis de limpar e mesmo após uma demorada operação de limpeza podem continuar deixando escapar alguns hidrocarbonetos.

4.5. FALÉSIAS, ROCHEDOS

O que fazer:

- Obter conselhos ecológicos no local para determinar se a limpeza é estritamente indispensável e quais as desvantagens no caso de ser tomada a decisão de "nada fazer".
- Se a limpeza for considerada necessária, lavar as áreas afetadas com água sob pressão em forma de jato, de preferência quente, e com a ajuda de dispersante diluído em intervalos adequados (se autorizado).
- Em casos extremos usar ferramentas para raspagem das superfícies. Neste caso recolher os detritos de hidrocarbonetos.

O que evitar:

- Evitar a erosão da superfície rochosa.
- Dar atenção especial aos ninhos de aves localizados nas paredes das falésias de modo a evitar perturbações ou a sua destruição.

NOTA: A limpeza de falésias verticais constitui uma operação perigosa pelo que deverá ser limitada a zonas de mar calmo. Em áreas de grande movimentação de marés, como é previsível complicações ou dificuldades, as operações deverão ser apoiadas por uma ou mais embarcações monitoradas a partir da terra.

Em zonas de grande agitação do mar uma das opções poderá ser "nada fazer".

4.6. MARISMAS

O que fazer:

- Efetuar, prioritariamente, a proteção com barreiras face a uma ameaça de contaminação.

- Afastar as aves se a contaminação for inevitável, usando uma espingarda de gás propano ou dispositivo similar.
- Consultar peritos conhecedores da ecologia, da vida animal e ciclo sazonal da área, a fim de ser determinada qual a melhor técnica de limpeza à adotar.
- Minimizar as interferências na zona, recorrendo a processos naturais de limpeza.
- Eliminar os acessos temporariamente abertos para as operações de limpeza.
- Lavar a vegetação com jato de água de baixa pressão para remover os hidrocarbonetos. No caso de produtos leves (gasóleo, gasolina) deixá-los à ação do tempo.
- Utilizar barreiras para a contenção dos hidrocarbonetos na superfície das águas e absorventes a granel para facilitar a sua recolha.
- Se necessário ceifar a vegetação contaminada.

O que evitar:

- Evitar operações de limpeza com fins estéticos.
- Não utilizar maquinaria pesada para remoção das camadas superficiais contaminadas.
- Limitar a circulação do pessoal ao mínimo indispensável.

NOTA: Estas zonas constituem uma das formações costeiras mais sensíveis sob o ponto de vista ecológico.

4.7. COSTAS LODOSAS

O que fazer:

- Consultar peritos familiarizados com a ecologia da linha de costa para que sejam determinadas quais as áreas que devem ser tratadas.
- Em muitos casos, sob o ponto de vista ecológico, "nada fazer" poderá constituir a decisão mais adequada.
- Se possível, proceder à recolha de pequenas quantidades de hidrocarbonetos na superfície através de recuperadores adequados.
- Em circunstâncias favoráveis poderão ser utilizados absorventes, ou mesmo dispersantes (se autorizado), principalmente se forem verificadas concentrações isoladas de hidrocarbonetos.

- Se for adequado, usar ferramentas leves (pás, rodos, etc.) para limpeza manual.
- Remover todos os revestimentos do solo que eventualmente tenham sido usados.
- Eliminar os acessos temporariamente abertos para as operações de limpeza.

O que evitar:

- Não usar maquinaria pesada e impedir que as pessoas circulem sobre as áreas poluídas.
- Evitar a incorporação dos hidrocarbonetos no terreno, o que retardaria a sua biodegradação.
- Se adequado e autorizado tratamento químico, não aplicar quantidades superiores às estritamente prescritas.

4.8. MANGUES

O que fazer:

- Logo que o risco de poluição tenha passado remover as plantas marinhas.
- Colocar barreiras absorventes na parte frontal do mangue.
- Lavagem com jato de água de baixa pressão nos locais onde as acumulações de hidrocarbonetos não tenham sido naturalmente removidas.
- Utilizar equipamento de vácuo na orla exterior do mangue.

O que evitar:

- Operações de limpeza no interior do mangue, exceto nos locais onde o acesso aos hidrocarbonetos for possível por terra.
- Qualquer distúrbio do substrato por ação de pegadas.

4.9. ESTUÁRIOS

O que fazer:

- Reduzir o fluxo de hidrocarbonetos por todos os meios disponíveis (barreiras, fecho de eclusas de maré, etc.) e utilizar os períodos de vazante para facilitar as ações de limpeza.
- Conter, desviar e recolher os hidrocarbonetos na superfície da água, através da utilização de barreiras, recuperadores, absorventes, etc. (Se autorizado e adequado, pontualmente poderão ser utilizados dispersantes).
- Usar as técnicas de limpeza descritas nas outras situações, de acordo com as condições específicas locais.
- Verificar as condições de correntes e de zonas de águas paradas, tendo em vista uma poluição secundária.

O que evitar:

- Evitar a colocação de barreiras de forma ambiciosa.
- Evitar danos nos molhes, cais, etc., levando em conta que os movimentos das marés nos estuários podem ser significativos.
- Não obstruir o tráfego fluvial além do estritamente necessário.

NOTA: Os prejuízos causados por derrames em zonas de estuários e as operações de contenção e recolha dos hidrocarbonetos, bem como as ações de limpeza das áreas afetadas, são diferentes em relação ao que se passa com o litoral costeiro. Deve-se considerar a multiplicidade de fatores comerciais e econômicos, concomitantemente com os aspectos ecológicos e de lazer.

4.10. PRAIAS DE LAZER COM INSTALAÇÕES

O que fazer:

- Decidir sobre a prioridade e extensão da limpeza, considerando a estação do ano, as condições de tempo, etc.
- Proceder como indicado no Parágrafo 4.1.
- Restringir o acesso às praias antes e durante as operações de limpeza.
- Lavar as infra-estruturas e instalações com água quente e/ou dispersantes (se autorizado) e eventualmente raspar os hidrocarbonetos aderidos.

- Estabelecer locais para deposição temporária dos detritos recolhidos e vias para o seu transporte.

O que evitar:

- Não cobrir a areia poluída com areia limpa.
- Evitar, se possível, a deposição temporária dos detritos recolhidos em locais de passagem dos usuários das praias.

4.11. MARINAS

O que fazer:

- Minimizar a propagação da poluição especialmente no interior de eclusas ou docas, mediante a utilização de barreiras.
- Proceder à recolha dos hidrocarbonetos por meio de recuperadores e/ou produtos absorventes.
- Se aconselhável e autorizado, poderão ser usados dispersantes para o tratamento do derrame na superfície das águas.
- Em áreas restritas onde exista o risco de explosão ou incêndio, cobrir o derrame com uma camada de espuma contra incêndios ou utilizar dispersantes, conforme adequado.
- Acordar com os proprietários ou seus representantes sobre as técnicas de limpeza para utilizar nas embarcações e instalações afetadas, bem como as indenizações aceitáveis.
- Lavar as rampas e os cais de amarração com água quente e/ou dispersante (se autorizado).
- Estabelecer locais para recolha e para deposição temporária dos detritos de hidrocarbonetos.

O que evitar:

- Evitar a transferência de hidrocarbonetos pastosos das áreas poluídas para terra, interior das casas, etc.

NOTA: Os prejuízos por derrames ocorridos nas marinas são normalmente mais de natureza econômica do que ecológica.

4.12. PORTOS DE PESCA

O que fazer:

- Se possível, avisar antecipadamente os responsáveis portuários quanto à ameaça de derrames, a fim de que o material ou equipamentos sensíveis sejam retirados da água ou deslocados para áreas protegidas.
- Minimizar a propagação do derrame, mediante a utilização de barreiras, e proceder à sua recolha por meio de recuperadores e/ou produtos absorventes.
- Se adequado e autorizado, poderão ser usados dispersantes para o tratamento do derrame.
- Acordar com os proprietários das embarcações de pesca afetadas qual o tipo de limpeza e indenizações aceitáveis.

O que evitar:

- Evitar quaisquer prejuízos para viveiros e locais de reprodução de espécies.

4.13. PORTOS COMERCIAIS / TERMINAIS

O que fazer:

- Impedir a propagação da poluição mediante a utilização de barreiras e fazer à sua recolha por meio de recuperadores e/ou produtos absorventes.
- Se aconselhável e autorizado, poderão ser usados dispersantes para o tratamento do derrame na superfície das águas.
- Em áreas restritas, onde existir o risco de explosão ou incêndio, cobrir o derrame com uma camada de espuma contra incêndios ou utilizar dispersante, conforme adequado.
- Lavar com jatos de água quente e/ou dispersantes (se autorizado), cais, molhes, terminais, etc.

O que evitar:

- Não utilizar jatos de água sobre muralhas ou paredes de fraca consistência.

NOTA: O prejuízo direto resultante de um grande derrame será principalmente de natureza econômica. A contenção e recolha ou dispersão de pequenos derrames poderá se constituir numa rotina planejada.

4.14. INSTALAÇÕES COSTEIRAS INDUSTRIAIS

Regra geral para estes casos não se podem estabelecer regras. A necessidade e a extensão das operações de limpeza serão definidas em função da natureza das instalações envolvidas. Toda a atenção deve ser dada às tomadas de água para circuitos de refrigeração ou para o processamento da água para abastecimento público.

Estes locais sensíveis devem ser protegidos por barreiras, de modo a evitar que sejam atingidos por qualquer derrame de hidrocarbonetos. A colocação prévia de pontos para fundear e colocar barreiras com caráter permanente melhorará gradualmente a eficácia da ação de resposta.

Se a utilização de barreiras não for possível ou não tenha sido bem sucedida, a interrupção da aspiração da água e a consequente parada da instalação pode constituir em uma solução mais econômica em comparação com uma limpeza exaustiva de toda a instalação afetada.

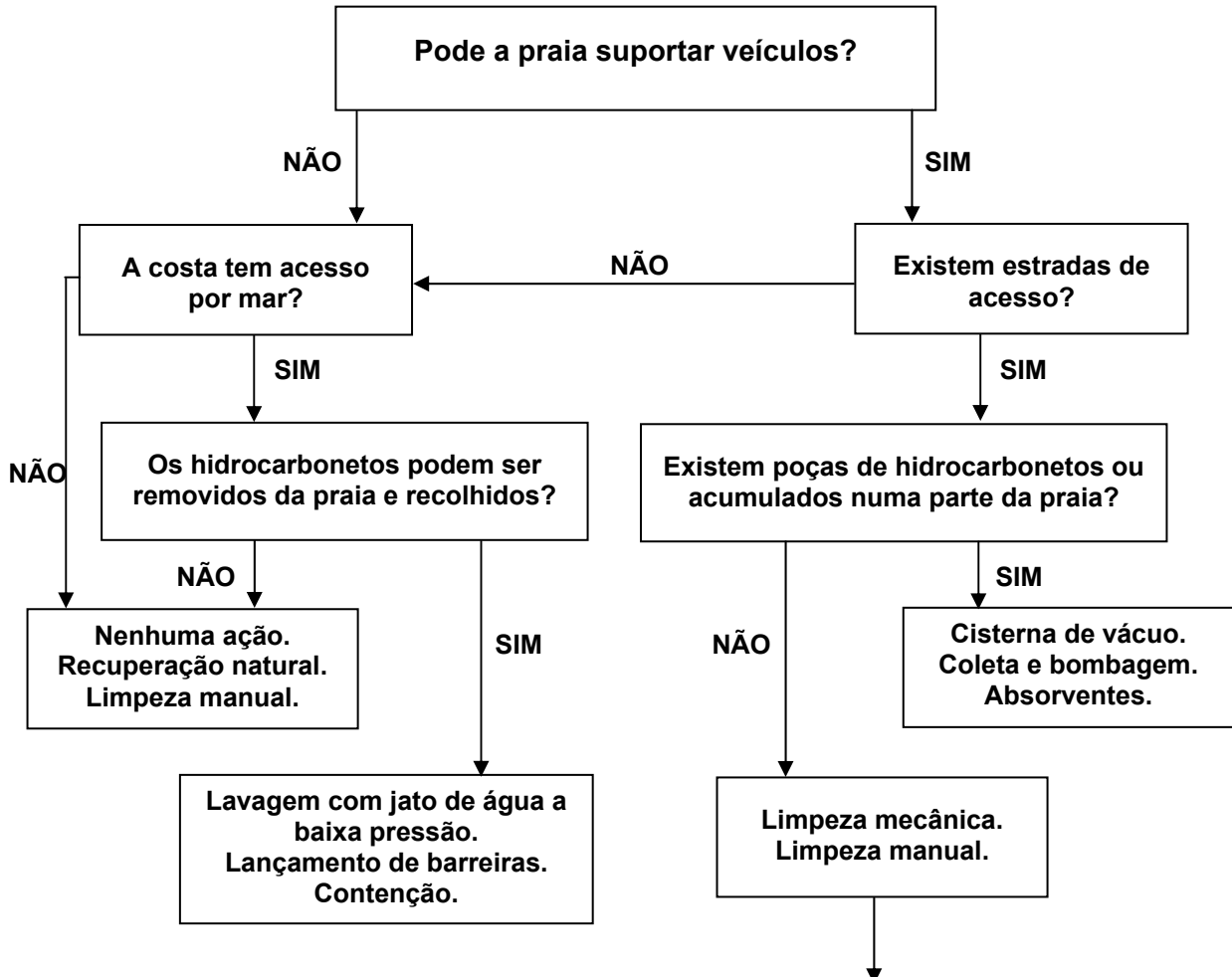
Qualquer operação de limpeza destas tomadas de água ou instalações similares só deverá ser feita após completo e detalhado exame da situação em colaboração com os responsáveis da instalação envolvida.

O uso de dispersantes poderá ser plenamente justificado. Contudo a decisão quanto à utilização deste método deverá ser devidamente ponderada.

Em anexo, TABELA que sintetiza quais as Técnicas e Opções de Limpeza em função do Tipo de Litoral e TABELAS DE DECISÃO para Limpeza de Linhas de Costa de Sedimentos Finos e Rochosas.

| TÉCNICAS E OPÇÕES DE LIMPEZA EM FUNÇÃO DO TIPO DE LITORAL | | | |
|--|--|--|---|
| TIPO DE LITORAL | TÉCNICA PREFERIDA | OPÇÕES | NÃO UTILIZAR |
| Falésias / Penhascos | - Nenhuma limpeza. - Recuperação natural. | - Lavagem com jato de água a alta pressão. | - Produtos de limpeza. |
| Plataformas | - Nenhuma limpeza. - Recuperação natural. | - Lavagem com jato de água a alta pressão. | - Produtos de limpeza. |
| Rochedos | - Lavagem com jato de água a baixa ou alta pressão. - Remoção normal dos detritos contaminados. | - Manipulação mecânica dos sedimentos para facilitar a limpeza natural. | - |
| Calhaus | - Manipulação mecânica dos sedimentos e remoção natural. - Limpeza/remoção manual dos detritos contaminados. - Lavagem com jato de água a baixa pressão. | - Lavagem com jato de água a alta pressão. - Deslocamento dos sedimentos contaminados para a zona de arrebenção. | - Remoção excessiva de sedimentos contaminados. |
| Seixos / Cascalho | - Remoção mecânica de sedimentos deslocando-os para a zona de arrebenção. - Remoção manual dos detritos. | - Lavagem com jato de água a baixa pressão. - Manipulação periódica dos sedimentos e limpeza natural. | - Dispersantes. - Remoção excessiva de sedimentos contaminados. |
| Marismas / Mangues | - Nenhuma limpeza; recuperação natural. - Proteção da área contra impactos. | - Lavagem com jato de água a baixa pressão. | - Dispersantes. - Remoção de sedimentos. - Entrada das equipes de limpeza nos charcos. |
| Vegetação em zonas inter-marés | - Nenhuma limpeza; recuperação natural. - Remoção dos detritos por embarcação na preamar, se possível. | - Tentar a lavagem com jato de água a muito baixa pressão. | - Entrada de pessoal nestas áreas. - Utilização de dispersantes nestas comunidades. |
| Vegetação em zonas pouco profundas na maré baixa | - Nenhuma limpeza. - Recuperação natural. | - Absorventes. - Lavagem com jato de água a baixa pressão. | - Dispersantes. - Passagem de embarcações através da superfície de hidrocarbonetos. |
| Algas em zonas pouco profundas na maré baixa | - Nenhuma limpeza. - Recuperação natural. | - Barreiras e recuperadores de preferência na maré cheia. - Absorventes. - Corte das partes aéreas das algas contaminadas. | - Dispersantes. - Passagem de embarcações através da superfície de hidrocarbonetos na baixa-mar ou em águas pouco profundas. |
| Comunidades delicadas de fundo nas zonas de maré baixa | - Nenhuma limpeza. - Recuperação natural. | | - Dispersantes sobre as comunidades. |

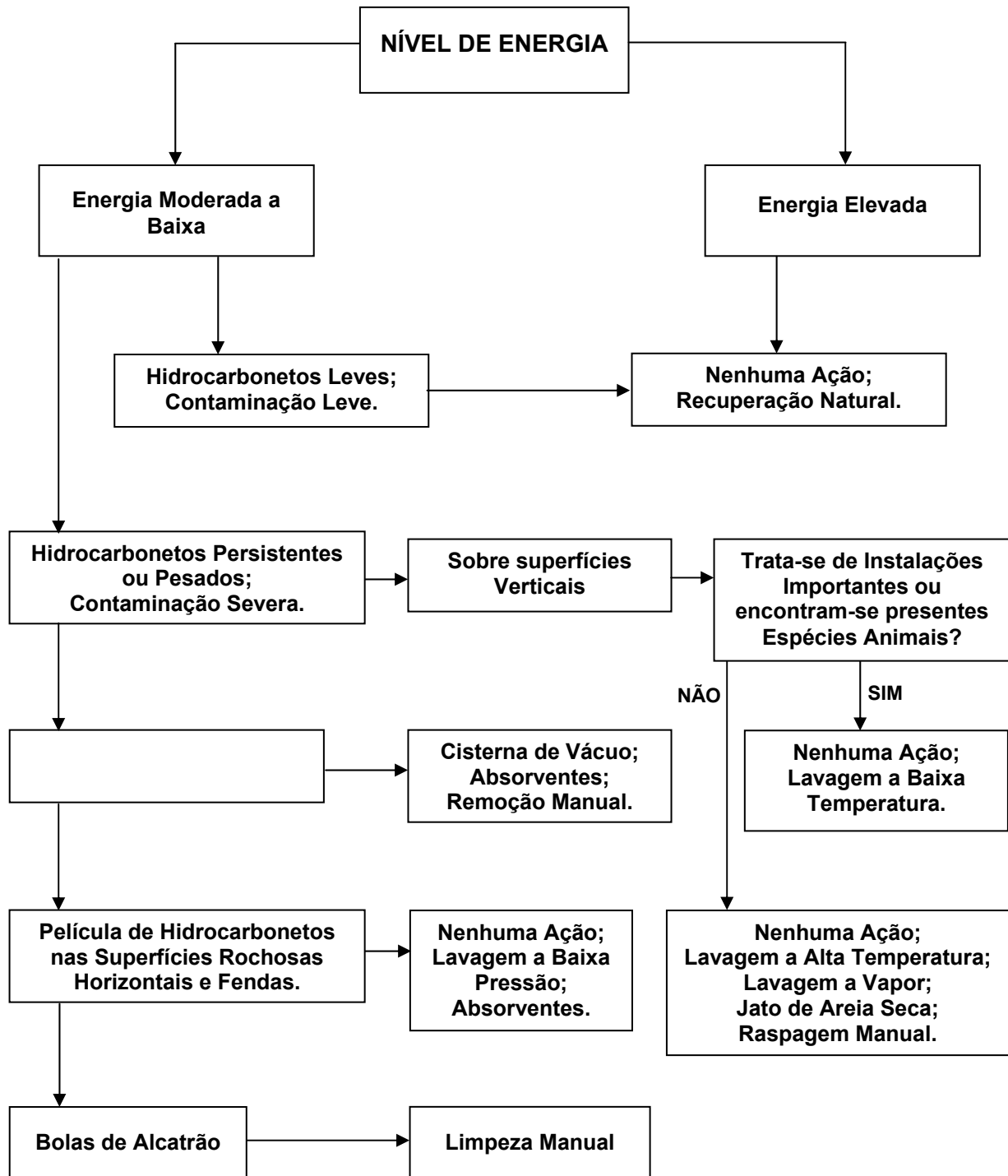
TABELA DE DECISÃO PARA LIMPEZA DE LINHAS DE COSTA DE SEDIMENTOS FINOS



| Preferências Mecânicas | | |
|--|----------------------------------|--------------------------------------|
| Sedimentos | Profundidade dos Hidrocarbonetos | Preferências * |
| Areia / Cascalho / Seixos / Lamas | < 3 cm | 1 – NM e ME 2 – ME 3 – NM e PC |
| | < 3 cm | 1 – ME 2 – PC 3 – MT e PC |
| Calhaus | < 25 cm | 1 – PC 2 – PC com lagartas |
| | > 25 cm | 1 – MT e PC 2 – PC com lagartas |
| Lamas | - | 1 – Retroescavadeira 2 – PC |

| * Preferências |
|------------------------------|
| NM: Niveladora Mecânica |
| ME: Máquina Escavadeira |
| PC: Pá Carregadora |
| MT: Máquina de Terraplanagem |

TABELA DE DECISÃO PARA LIMPEZA DE LINHAS DE COSTA ROCHOSAS



5. BREVE DESCRIÇÃO DE MÉTODOS DE LIMPEZA DO LITORAL COSTEIRO

5.1. INTRODUÇÃO

Este parágrafo descreve os métodos correntemente usados durante as operações de limpeza de derrames de hidrocarbonetos ocorridos em ambientes marinhos e seus *habitats*. Para cada método observar-se o seguinte: um sumário do objetivo na aplicação do método, uma descrição geral do método, tipos de *habitat* aplicáveis, condições nas quais os métodos devem ser usados (restrições normalmente aplicadas ao uso dos métodos com vista à proteção de recursos biológicos sensíveis), e os efeitos ambientais esperados em resultado da aplicação do método. Alguns dos métodos enunciados exigem uma autorização especial para o seu uso durante um derrame; entidades adequadas devem ser contactadas acerca da necessidade destas aprovações especiais.

Após todos os grandes derrames de hidrocarbonetos, ocorre um problema que é a existência de grandes quantidades de resíduos oleosos e detritos gerados e que devem ser tratados como parte da ação de resposta. Uma estratégia de limpeza ótima é a que torna mínimos os impactos sobre todos os aspectos sensíveis do ambiente e as quantidades de resíduos oleosos gerados. A história tem revelado que os resíduos oleosos ou os detritos imprópriamente enterrados podem resultar na formação de líquidos infiltrativos que contaminam a superfície e níveis freáticos em profundidade. Cada operação de limpeza deve ser prevista tendo em mente o problema da geração de resíduos e sua conseqüente eliminação.

Informações adicionais adequadas podem ser encontradas em múltiplas publicações, incluindo o “Manual Marinho” e o “Manual de Água-doce”, publicados pela NOAA, o Instituto Americano do Petróleo e outros.

5.2. RECOLHA NATURAL

Objetivo

Não deverá ser feita qualquer tentativa para a remoção de quaisquer hidrocarbonetos espalhados quando não exista qualquer método efetivo de limpeza ou capacidade de minimizar o impacto ambiental. Os hidrocarbonetos serão deixados à degradação natural.

Descrição

Não deverá ser desencadeada qualquer ação, ainda que seja recomendável a monitorização das áreas contaminadas.

Tipos de *Habitat* Aplicáveis

Todos os tipos.

Quando Usar

Quando os graus de remoção/dissipação natural são rápidos (isto é, evaporação de gasolina, quando não existir qualquer método eficaz para limpeza e

minimização do impacto ambiental). Os hidrocarbonetos serão abandonados à sua degradação natural.

Restrições Biológicas

Este método deve ser considerado inadequado para áreas usadas por grande número de animais móveis (aves, mamíferos marinhos) ou espécies em perigo.

Efeitos Ambientais

Idênticos aos dos hidrocarbonetos isoladamente.

Geração de Resíduos

Nenhuma.

5.3. BARREIRAS

Objetivo

Impedir a entrada dos hidrocarbonetos numa área sensível ou desviá-los para uma área de recolha.

Descrição

Uma barreira física é colocada ao longo de uma área para impedir a passagem dos hidrocarbonetos.

Tipos de *Habitat* Aplicáveis

Nas bocas de enseadas ou de riachos para impedir a entrada de óleo proveniente do alto mar ou para impedir os fluxos contrários na direção do mar. Também, em praias onde pode ser montada uma defesa acima da linha de preamar, de forma a impedir a sobrecontaminação superior da praia e a eventual entrada em *habitats* sensíveis, existentes nas costas da praia (por ex.; lagoas).

Quando Usar

Quando os hidrocarbonetos constituem ameaça para ambientes sensíveis e para proteger áreas sensíveis na fase de limpeza de zonas costeiras adjacentes.

Restrições Biológicas

Os responsáveis pelas operações devem minimizar a perturbação de áreas sensíveis, tais como locais de nidificação de aves na costa. A colocação de barreiras em zonas úmidas, normalmente protegidas por lei, pode provocar danos físicos no local.

Efeitos Ambientais

Podem prejudicar ou contaminar sedimentos e vegetação adjacente. A praia natural ou o perfil do litoral devem ser restaurados (no caso de praias de calhau ou seixo tal tarefa pode demorar algumas semanas ou até meses).

Geração de Resíduos

Em certas situações, as barreiras podem ficar tão contaminadas, que inviabilizam a sua apropriada limpeza, que é recomendada a sua própria eliminação como resíduo.

5.4. LAVAGEM FÍSICA

Objetivo

Libertar quaisquer hidrocarbonetos agarrados a resíduos ou vegetação aquática; dirigir o movimento dos hidrocarbonetos para equipamentos de contenção e de recolha; ou para desvio dos hidrocarbonetos de áreas sensíveis.

Descrição

Projeção de jatos de água; água ou ar comprimido podem ser usados para desalojar o óleo acumulado e desviá-lo para áreas de contenção e de recolha. Pode emulsionar os hidrocarbonetos. Normalmente a operação é conduzida a partir de pequenas embarcações.

Tipos de *Habitat* Aplicáveis

Em áreas perto do litoral onde não existem correntes e nas imediações de infra-estruturas feitas pelo homem, tais como cais e pontes de atracação. Em riachos onde os resíduos são atingidos pelos hidrocarbonetos.

Quando Usar

Em corpos de água de corrente de fraca intensidade ou estagnada, levando o óleo na direção de equipamentos de recolha. Em correntes fortes desviando o óleo flutuante para fora de áreas sensíveis, ou desalojando o óleo dos resíduos.

Restrições Biológicas

Quando usado perto do litoral e em águas pouco profundas, deve-se ter o maior cuidado em não afetar os sedimentos do fundo ou a vegetação aquática submersa.

Efeitos Ambientais

Pode gerar níveis elevados de sedimentos em suspensão e misturá-los com os hidrocarbonetos, provocando a deposição de sedimentos contaminados em *habitats* bênticos.

Geração de Resíduos

Nenhuma.

5.5. RECOLHA / LIMPEZA MANUAL DE HIDROCARBONETOS

Objetivo

Promover a remoção dos hidrocarbonetos com ferramentas manuais e trabalho manual.

Descrição

Remoção dos hidrocarbonetos na superfície com as mãos, pás, baldes, ancinhos, absorventes, forquilhas, etc., e sua colocação em contentores. Não é usado equipamento mecanizado. Pode incluir recolha debaixo d'água por meio de mergulhadores providos de ferramentas manuais, por exemplo.

Tipos de *Habitat* Aplicáveis

Pode ser usado em todos os tipos de *habitat*.

Quando Usar

Condições leves à moderadas para hidrocarbonetos bloqueados ou hidrocarbonetos pesados que deram origem a massas semi-sólidas ou sólidas, que podem ser recolhidas manualmente. Também pode ser usado em áreas onde possam nascer animais que não podem ou não devem ser perturbados.

Restrições Biológicas

O tráfego pedestre sobre áreas sensíveis (áreas úmidas, poças de maré) deve ser restrito ou evitado. Haverá períodos em que o acesso à linha de costa deve ser impedido, por exemplo, durante a nidificação de aves.

Efeitos Ambientais

Mínimos, se a perturbação com origem no movimento do pessoal e na geração de resíduos for controlada.

Geração de Resíduos

Pode gerar quantidades significativas de óleo misturado com sedimentos que devem ser adequadamente eliminados ou tratados. A descontaminação das ferramentas manuais pode produzir água contaminada que também deve ser adequadamente tratada, o mesmo se aplicando ao equipamento utilizado para proteção do pessoal.

5.6. REMOÇÃO MECÂNICA DOS HIDROCARBONETOS

Objetivo

Remoção dos hidrocarbonetos dos litorais costeiros e dos sedimentos de fundo através de equipamento mecânico.

Descrição

Os hidrocarbonetos e sedimentos por eles contaminados são recolhidos e removidos utilizando equipamento mecânico, tal como retroescavadeiras, *dumpers*, gruas, dragas, cisternas de vácuo, etc. Requer sistemas para armazenagem temporária, transporte e tratamento final e destruição.

Tipos de *Habitat* Aplicáveis

Em terra, onde os sedimentos de superfície são acessíveis a maquinaria pesada. Para hidrocarbonetos submersos, em áreas abrigadas onde foram se acumulando. Na água, em derrames de hidrocarbonetos viscosos à sólidos.

Quando Usar

Quando grandes quantidades de materiais contaminados com hidrocarbonetos devem ser removidas. Devem ser tomados cuidados muito especiais, para que a remoção de sedimentos seja apenas efetuada até à profundidade de penetração dos hidrocarbonetos, o que em princípio se considera difícil, quando se usa equipamento pesado. Também deve ser usado com muito cuidado nas situações em que a excessiva remoção de sedimentos possa causar erosão.

Restrições Biológicas

A utilização de equipamento pesado deve ser restringida em *habitats* sensíveis (por ex., zonas úmidas, substrato leve) ou áreas contendo espécies em perigo. Precisa de autorização especial para utilização em áreas com recursos culturais

bem conhecidos. A dragagem em *habitats* de erva marinha ou em bancos de coral deve ser proibida. O ruído provocado por este equipamento constitui também uma restrição que deve ser considerada.

Efeitos Ambientais

Com equipamento pesado, utiliza-se bastante pessoal de apoio. No caso da remoção de sedimentos ser excessiva torna-se necessário efetuar a restauração da área. Todos os organismos que vivem nos sedimentos vão ser afetados. A suspensão dos hidrocarbonetos expostos e de sedimentos finos pode vir a afetar corpos de água adjacentes.

Geração de Resíduos

Pode gerar quantidades significativas de sedimentos que devem ser limpos ou depositados em aterros. A quantidade de resíduos gerados por esta operação de limpeza deve ser calculada pelos planejadores das operações, ao considerarem os impactos ambientais dos resíduos oleosos e outros resíduos.

5.7. ABSORVENTES

Objetivo

Remover os hidrocarbonetos da superfície por absorção através de material oleofílico (atração ao óleo) colocado na água ou na linha de água.

Descrição

O material absorvente é colocado nos hidrocarbonetos flutuantes ou na superfície da água, de forma a permitir a absorção dos hidrocarbonetos. Em outra alternativa, o material pode ser usado para enxugar ou retirar hidrocarbonetos agarrados nas superfícies. As formas mais comuns incluem barreiras cilíndricas, placas, rolos e grãos ou partículas soltas. Podem ter origem em substâncias sintéticas ou naturais (ex.: cortiça, borracha, palha e algumas plantas de rio). A eficácia depende da capacidade do absorvente em questão, da energia disponível para libertar os hidrocarbonetos do substrato e da aderência dos hidrocarbonetos. É imperativo a recolha do material absorvente. Os absorventes a granel devem ser contidos numa rede ou outro material.

Tipos de *Habitat* Aplicáveis

Pode ser usado em qualquer tipo de *habitat* ou de ambiente.

Quando Usar

Quando os hidrocarbonetos flutuam livremente perto do litoral ou nele depositados. Deve-se permitir que os hidrocarbonetos sejam libertados do substrato e absorvidos pelo absorvente. Muitas vezes constitui um tratamento secundário após uma remoção maciça ou em áreas sensíveis de acesso restrito. A escolha do absorvente depende do tipo de hidrocarbonetos, sendo mais eficaz a sua utilização com óleos leves que penetram melhor no absorvente.

Restrições Biológicas

Os acessos para lançamento e recolha dos absorventes não devem ser muito macios ou atravessarem *habitats* sensíveis ou afetarem a vida selvagem. A sua aplicação deve ser monitorizada para impedir o uso exagerado e a consequente geração de grande volume de resíduos, bem como o perigo e a criação de

armadilhas para a vida selvagem. Se ficarem abandonados no local, podem significar um grande risco para a vida animal, se ingerido.

Efeitos Ambientais

Perturbação física do *habitat* durante o lançamento e recolha. O seu lançamento impróprio ou a ausência de cuidado na aplicação podem cobrir substratos sensíveis.

Geração de Resíduos

Prioritariamente, deve-se recolher os absorventes para a correta eliminação, o que significa que devem ser tomadas precauções no seu uso seletivo, impedindo a formação de grandes quantidades de absorventes levemente contaminados com hidrocarbonetos. É preferível reciclar os absorventes, do que destruí-los.

5.8. VÁCUO

Objetivo

Remover os hidrocarbonetos acumulados no substrato costeiro ou em sedimentos de zona de maré.

Descrição

É efetuada a ligação de uma unidade de vácuo a uma cabeça de aspiração através de uma mangueira flexível para recolher os hidrocarbonetos livres. O equipamento pode variar desde pequenas unidades portáteis até grandes aspiradores (montados em caminhões ou embarcações) e que são capazes de suportar grandes rochas. O grau de remoção de substratos pode ser extremamente lento.

Tipos de *Habitat* Aplicáveis

Qualquer tipo de *habitat* desde que acessível. Pode ser montado em barças para operações centradas na água, em viaturas levadas até à área de recolha, ou transportadas à mão para locais remotos.

Quando Usar

Quando os hidrocarbonetos se encontram agregados ao substrato, concentrados em trincheiras naturais ou agarrados à vegetação. Normalmente exige pontos de acesso ao litoral costeiro.

Restrições Biológicas

Devem ser estabelecidas restrições especiais para áreas onde o tráfego pedestre e a operação dos equipamentos, possam causar danos nos substratos macios. As operações em zonas úmidas devem ser rigorosamente monitorizadas, através de uma lista específica de restrições para cada local, para impedir danos na vegetação.

Efeitos Ambientais

Mínimos, se o tráfego pedestre e de veículos for controlado e o substrato for minimamente afetado ou removido.

Geração de Resíduos

Os hidrocarbonetos recolhidos e as misturas de hidrocarbonetos/água necessitam ser armazenados temporariamente antes da reciclagem ou destruição. Quando os hidrocarbonetos não puderem ser reciclados, devem ser encaminhados para destruição. Muitas vezes, uma grande quantidade de água é também recolhida, requerendo separação e tratamento.

5.9. REMOÇÃO DE DETRITOS

Objetivo

Remover detritos contaminados do litoral costeiro ou da superfície da água.

Descrição

Recolha manual ou mecânica de detritos da costa ou da superfície da água. Pode incluir o corte e remoção de madeiras contaminadas (troncos, tábuas, etc.).

Tipos de *Habitat* Aplicáveis

Pode ser usado em qualquer *habitat* ou ambiente desde que o acesso seja seguro.

Quando Usar

Quando madeiras e detritos se encontram fortemente contaminados e dão como perspectiva uma fonte potencial de libertação crônica de hidrocarbonetos. Nas situações em que pode criar problemas de natureza estética, ser uma fonte de contaminação para outros recursos na área, provocar entraves no recuperador ou criar problemas de segurança para os operacionais no terreno. Usado em áreas de prévia acumulação de detritos nas praias, impedindo a sua futura contaminação pelos hidrocarbonetos e a consequente diminuição de detritos oleosos.

Restrições Biológicas

O tráfego pedestre sobre áreas sensíveis (zonas úmidas e locais de desova) deve ser restrito. Haverá períodos em que o acesso também deve ser restrito (períodos de desova, afluxo de grande número de aves migratórias).

Efeitos Ambientais

Ruptura física do substrato, principalmente quando é usado equipamento mecanizado para recolha de elevada quantidade de detritos.

Geração de Resíduos

Gerará detritos contaminados (dependendo da natureza e da quantidade recolhida, por exemplo: madeiras, vegetação, etc.). Pode ser permitida a incineração no local, caso se disponha de um incinerador de resíduos aprovado oficialmente. Esta opção deve ser explorada no caso de locais remotos e de acesso difícil ou até mesmo impossível, desde que sejam obtidas autorizações necessárias dos departamentos responsáveis pelo assunto.

5.10. REINCORPORAÇÃO / LAVRA DE SEDIMENTOS

Objetivo

Aumentar o grau de degradação, separando os sedimentos contaminados pelos hidrocarbonetos e os depósitos na superfície, através do aumento da área da superfície, misturando as camadas de hidrocarbonetos mais profundas com as da superfície.

Descrição

Os sedimentos contaminados são lavrados, passados por disco ou misturados, usando equipamento mecânico ou ferramentas manuais. Ao longo das praias, os sedimentos oleosos devem ser empurrados para a linha d'água para aumentar o grau de limpeza natural pela atividade da ondulação. O processo pode ser acompanhado por lavagem de um volume elevado de cascalho.

Tipos de *Habitat* Aplicáveis

Em qualquer substrato sedimentar que possa suportar equipamento mecânico ou tráfego pedestre.

Quando Usar

Em praias de areia ou cascalho com hidrocarbonetos abaixo da superfície, onde a remoção dos sedimentos não é viável (devido à erosão ou a problemas de destruição). Em praias de areia onde os sedimentos estão manchados ou levemente contaminados com hidrocarbonetos. É adequado quando os hidrocarbonetos estão depositados acima da linha normal da preamar.

Restrições Biológicas

Impedir o seu uso em litoral perto de *habitats* sensíveis de vida animal, tais como áreas de desova de peixes, de nidificação ou concentração de aves, em virtude da previsível libertação de hidrocarbonetos e sedimentos contaminados para corpos de água adjacentes. Não deve ser usado em santuários de crustáceos.

Efeitos Ambientais

Devido à mistura dos hidrocarbonetos com os sedimentos, este método pode comprometer no futuro a vida de animais que vivem por baixo da camada original de hidrocarbonetos. A repetição das operações de mistura pode atrasar o restabelecimento desses organismos. Os hidrocarbonetos que reflutam dos locais tratados podem vir a contaminar áreas adjacentes.

Geração de Resíduos

Nenhuma.

5.11. CORTE / REMOÇÃO DE VEGETAÇÃO

Objetivo

Remover porções de vegetação contaminada ou hidrocarbonetos agarrados à vegetação para impedir a contaminação da vida animal ou liberações secundárias de hidrocarbonetos.

Descrição

A vegetação contaminada é cortada com lâminas, foices, tesourão, etc., e colhida e embalada para destruição.

Tipos de *Habitat* Aplicáveis

Habitats constituídos de vegetação, tais como zonas úmidas e zonas de vegetação rasteira.

Quando Usar

Quando o risco da vegetação contaminar a vida animal é superior ao valor intrínseco da vegetação que deve ser cortada, e não exista outro método menos destrutivo que remova ou reduza o risco para níveis aceitáveis.

Restrições Biológicas

As operações devem ser estritamente monitorizadas de forma a minimizar o grau de destruição das raízes e a possibilidade de introdução mais profunda dos hidrocarbonetos nos sedimentos. Durante a estação de nidificação deve ser restrito o acesso à essas áreas. O corte das porções contaminadas das plantas e raízes remanescentes bem como dos caules minimizará o impacto global.

Efeitos Ambientais

A remoção da vegetação irá destruir o *habitat* de muitos animais. As áreas de corte reduzem o crescimento das plantas e, em alguns casos, equivalem à sua morte. Em áreas de litoral expostas, a recuperação da vegetação pode não ocorrer, provocando erosão e perda do *habitat*. As áreas pisoteadas recuperarão muito mais lentamente.

Geração de Resíduos

As quantidades de plantas contaminadas e cortadas devem ser recolhidas e eliminadas.

5.12. INUNDAÇÃO

Objetivo

Fazer a lavagem dos hidrocarbonetos agregados na superfície na terra até à linha de água para recolha final.

Descrição

Um tubo metálico perfurado ou uma mangueira é colocado por cima do litoral contaminado. A água à temperatura ambiente é bombeada através do tubo/mangueira a baixas pressões e flui no sentido descendente para a água. Nos sedimentos porosos, a água flui através do substrato empurrando os hidrocarbonetos libertados, ou fazendo-os flutuar na superfície permitindo a sua recolha. Em sedimentos ultrafinos saturados, a técnica é apenas uma limpeza da superfície.

Tipos de *Habitat* Aplicáveis

Todos os tipos de litoral costeiro onde o equipamento possa ser adequadamente utilizado. Não é aplicável em áreas entre marés.

Quando Usar

Em áreas fortemente contaminadas, quando os hidrocarbonetos ainda se conservam fluidos e aderem levemente ao substrato e quando se introduziram nos sedimentos de cascalho. Este método é frequentemente usado com outras técnicas de lavagem (água fria ou quente de baixa ou alta pressão).

Restrições Biológicas

Na presença de comunidades biológicas ricas deve-se tomar cuidado especial na recolha dos hidrocarbonetos. Não é apropriado para substratos de lama.

Efeitos Ambientais

O *habitat* pode ser fisicamente perturbado pelo tráfego pedestre durante as operações e coberto por sedimentos resultantes da lavagem. Os sedimentos contaminados, também podem ser transportados para áreas próximas de menor profundidade, contaminando-as e enterrando os organismos bênticos.

Geração de Resíduos

Dependente da eficácia do método de recolha.

5.13. LAVAGEM COM ÁGUA DE BAIXA PRESSÃO AMBIENTAL

Objetivo

Para remoção de hidrocarbonetos fluidos aderentes ao substrato ou a infra-estruturas humanas contidos na superfície, ou agregados na vegetação.

Descrição

Água à temperatura ambiente é pulverizada a baixas pressões (< 10 psi), normalmente através de agulhetas manualmente operadas, para libertar os hidrocarbonetos do substrato e dirigi-los para a linha de água onde irão ser recolhidos por recuperadores, aspiradores ou absorventes.

Tipos de *Habitat* Aplicáveis

Em substratos, e infra-estruturas humanas sólidas, onde os hidrocarbonetos ainda permanecem fluidos. Em áreas úmidas e ao longo de baixios com vegetação onde os hidrocarbonetos se encontram agregados.

Quando Usar

Quando os hidrocarbonetos fluidos estão agregados ao litoral ou que flutuam em áreas de maré pouco profundas.

Restrições Biológicas

O seu uso pode ser restringido para evitar que o efluente hidrocarboneto/água, não flua para *habitats* sensíveis entre marés e os sedimentos móveis não venham a afetar comunidades ricas existentes em zonas de sub-marés. A utilização a partir de embarcações reduzirá a necessidade de tráfego pedestre em substratos macios e vegetação. Os hidrocarbonetos expulsos por lavagem devem ser recolhidos para impedir a contaminação de áreas adjacentes.

Efeitos Ambientais

Se os meios de contenção não forem suficientes, os hidrocarbonetos e os sedimentos contaminados podem ser projetados para áreas próximas.

Geração de Resíduos

Dependente da eficácia do método de recolha.

5.14. LAVAGEM COM ÁGUA DE ALTA PRESSÃO AMBIENTAL

Objetivo

Para remoção de hidrocarbonetos que aderiram a substratos pesados ou a infra-estruturas humanas.

Descrição

Similar ao processo de baixa pressão, excetuando a pressão da água, que agora se situa entre 100 e 1000 psi (7 a 70 kg/cm²). A pulverização de alta pressão é mais eficaz para remover hidrocarbonetos viscosos ou muito aderentes. Se o volume de água utilizado for reduzido, devem ser colocados absorventes diretamente por baixo da área que está sendo pulverizada, para a recolha dos hidrocarbonetos.

Tipos de *Habitat* Aplicáveis

Em rochas, infra-estruturas humanas e substratos de cascalho.

Quando Usar

Sempre que a lavagem de baixa pressão se revele ineficaz para a remoção dos hidrocarbonetos agregados, que podem continuar a libertar-se ou por razões estéticas.

Restrições Biológicas

Deve ser restringida em situações em que os hidrocarbonetos possam fluir para *habitats* sensíveis. Os hidrocarbonetos resultantes da lavagem (emulsões) devem ser recolhidos para impedir a contaminação de áreas adjacentes.

Efeitos Ambientais

Os animais e plantas agregados à zona de pulverização direta devem ser removidos. Se a aplicação for incorreta, os contaminantes podem ser introduzidos em profundidade no substrato ou provocar a erosão da linha costeira em zona de sedimentos finos.

Geração de Resíduos

Dependente da eficácia do método de recolha.

5.15. LAVAGEM COM ÁGUA QUENTE DE BAIXA PRESSÃO

Objetivo

Para remover hidrocarbonetos não fluidos que tenham aderido ao substrato ou a infra-estruturas humanas, ou contidos na superfície.

Descrição

Água quente (30 a 80°C) é pulverizada com agulhetas a baixa pressão (< 10 psi) para liquefazer e libertar os hidrocarbonetos do substrato e dirigi-los para a linha de água para recolha através de recuperadores, aspiradores ou absorventes.

Tipos de *Habitat* Aplicáveis

Nas rochas, nos substratos de areia e cascalho e infra-estruturas humanas.

Quando Usar

Quando os hidrocarbonetos pesados, mas relativamente frescos (não degradados), estão depositados no litoral. Os hidrocarbonetos devem ser aquecidos acima do seu ponto de “fluidez”, de modo a que se tornem fluidos. Menos eficaz em hidrocarbonetos muito aderentes.

Restrições Biológicas

Impedir que em zonas úmidas ou em zonas entre marés os hidrocarbonetos aquecidos e a água não contaminem *habitats* sensíveis. As operações desencadeadas a partir de embarcações reduzirão o tráfego pedestre em substratos macios e sobre vegetação. Os hidrocarbonetos lavados devem ser recolhidos para impedir contaminação posterior de áreas adjacentes.

Efeitos Ambientais

O contato com água quente pode matar todos os animais e plantas agregados. Se os métodos de contenção não forem suficientes, os hidrocarbonetos podem ser levados para áreas exteriores. Pode ocorrer algum calcamento de substrato e de biota.

Geração de Resíduos

Dependente da eficácia do método de recolha.

5.16. LAVAGEM COM ÁGUA QUENTE DE ALTA PRESSÃO

Objetivo

Para movimentar hidrocarbonetos viscosos e degradados fortemente aderentes às superfícies.

Descrição

Água quente (30 a 80°C) é pulverizada através de lanças manuais a pressões superiores a 100 psi (7 kg/cm²). Se for usado sem a maré enchente, este procedimento requer uso imediato de aspiração por vácuo ou absorventes, para recolha dos hidrocarbonetos/água que escorrem.

Tipos de *Habitat* Aplicáveis

Substratos de cascalho, rochas e infra-estruturas humanas.

Quando Usar

Quando os hidrocarbonetos atingiram um grau de degradação tal que a água mesmo a baixa pressão não permite a sua remoção. Para remover hidrocarbonetos viscosos de infra-estruturas humanas por razões estéticas.

Restrições Biológicas

O seu uso pode ser restringido de modo a que o efluente hidrocarboneto/água não venha a contaminar *habitats* sensíveis. Não deve ser aplicado diretamente sobre algas ou em zonas entre marés. Os hidrocarbonetos libertados devem ser recolhidos para impedir a posterior contaminação de áreas adjacentes.

Efeitos Ambientais

Todos os animais e plantas fixos na zona direta de pulverização serão removidos ou mortos, mesmo com uso adequado do processo. Os sedimentos oleosos podem ser transportados para áreas rasas próximas, contaminando-as e enterrando organismos bênticos.

Geração de Resíduos

Dependente da eficácia do método de recolha.

5.17. LIMPEZA A VAPOR

Objetivo

Remover hidrocarbonetos residuais pesados de substratos sólidos ou de infra-estruturas humanas.

Descrição

Vapor ou água muito quente (80 a 100°C) é pulverizado com lanças manuais a alta pressão (2000 psi <> 140 kg/cm²).

Tipos de *Habitat* Aplicáveis

Infra-estruturas humanas, tais como muralhas, enrocamentos, etc.

Quando Usar

Sempre que os resíduos de hidrocarbonetos pesados devam ser removidos por razões estéticas e quando não há presença de recursos vivos.

Restrições Biológicas

Não deve ser usada em substratos macios, vegetação ou em locais de abundância biológica.

Efeitos Ambientais

Destruição completa de todos os organismos na zona de pulverização. Dificuldade na recolha de todos os hidrocarbonetos libertados.

Geração de Resíduos

Dependente da eficácia do método de recolha. Normalmente são usados absorventes, gerando grande volume de resíduos.

5.18. DECAPAGEM COM AREIA

Objetivo

Remover hidrocarbonetos residuais pesados de substratos sólidos ou de infra-estruturas humanas.

Descrição

Utilização de equipamento de decapagem com areia para remoção de hidrocarbonetos do substrato. Pode englobar em alguns casos, na recolha da areia oleosa usada.

Tipos de *Habitat* Aplicáveis

Em rochas fortemente contaminadas, estruturas artificiais tais como muralhas, enrocamentos, etc.

Quando Usar

Quando o resíduo de hidrocarbonetos pesados deva ser limpo por razões estéticas e perante a ineficácia da limpeza a vapor.

Restrições Biológicas

Não deve ser usado em áreas de substrato macio, vegetação ou de abundância biológica.

Efeitos Ambientais

Destruição completa de todos os organismos na zona de projeção. A areia usada, se não for recolhida, poderá introduzir sedimentos oleosos no *habitat* adjacente.

Geração de Resíduos

É necessário recolher e eliminar a areia contaminada usada na decapagem.

5.19. DISPERSANTES

Objetivo

Reduzir o impacto sobre *habitats* e animais sensíveis, que utilizam a superfície da água, do litoral costeiro, através da dispersão química dos hidrocarbonetos na coluna de água.

Descrição

Os dispersantes reduzem a tensão interfacial entre os hidrocarbonetos e a água, diminuindo a energia necessária para a mancha se quebrar em pequenas partículas e se misturar na coluna de água. Produtos especialmente formulados que contêm agentes tensoativos são pulverizados (em concentrações de 1 a 5 % do volume de hidrocarbonetos) sobre as manchas, através de meios aéreos ou embarcações. Os produtos podem ser aplicados puros ou misturados com água. Para promover a dispersão é necessária alguma agitação.

Tipos de *Habitat* Aplicáveis

Corpos de água com suficiente profundidade e volume para mistura e diluição.

Quando Usar

Quando o impacto dos hidrocarbonetos flutuantes foi bem determinado e é maior do que o impacto dos hidrocarbonetos dispersados sobre a comunidade da coluna de água.

Restrições Biológicas

A sua aplicação em águas pouco profundas pode afetar os recursos bênticos. Devem ser tomados cuidados especiais para que não sejam aplicadas diretamente sobre a vida animal, nomeadamente aves ou mamíferos marinhos dotados de pêlos.

Efeitos Ambientais

Se os hidrocarbonetos dispersos não ficarem suficientemente diluídos, podem ter impacto negativo sobre organismos nos 10 metros de coluna de água sob a superfície. Sabendo que a dispersão será apenas parcialmente eficaz, podem ocorrer impactos na superfície da água e no litoral costeiro.

Geração de Resíduos

Nenhuma.

5.20. AGENTES DE TRATAMENTO DE EMULSÕES

Objetivo

Quebrar ou desestabilizar emulsões de hidrocarbonetos em fases separadas de hidrocarbonetos e de água. Pode ser usado para impedir a formação de emulsões, aumentando o grau de recolha dos hidrocarbonetos, aumentando o âmbito de aplicação de dispersantes ou viabilizando a queima.

Descrição

Os agentes de tratamento de emulsões são surfactantes que são aplicados sobre os hidrocarbonetos emulsionados em baixas concentrações (0,1 a 2 %). Podem ser injetados em reservatórios de recuperadores para quebrar a emulsão a medida que vai sendo recuperada da água. Também podem ser pulverizados (idêntico aos dispersantes) diretamente sobre as manchas para quebrar ou impedir as emulsões, ainda que este tipo de aplicação não tenha sido usada operacionalmente.

Tipos de *Habitat* Aplicáveis

Em todos os ambientes aquáticos onde estão presentes hidrocarbonetos emulsionados.

Quando Usar

Nas situações em que as capacidades de armazenagem são muito limitadas, para a separação do produto recuperado, ou seja, separar os hidrocarbonetos emulsionados da água, para que a água possa ser tratada e descarregada. Em manchas flutuantes onde as emulsões podem reduzir a eficácia dos recuperadores.

Restrições Biológicas

Não existe informação suficiente para a avaliação de restrições biológicas.

Efeitos Ambientais

Como se trata de um método recente, existe pouca informação disponível para avaliar os efeitos ambientais. As dosagens aplicáveis são uma ou duas vezes inferiores às dos dispersantes.

Geração de Resíduos

Quando as emulsões forem quebradas, podem permitir a reciclagem das misturas de hidrocarbonetos/água.

5.21. MODIFICADORES DE ELASTICIDADE

Objetivo

Proporcionar propriedades visco-elásticas aos hidrocarbonetos flutuantes, aumentando por consequência o grau de recuperação.

Descrição

O produto, que pode ser líquido, pastoso ou sólido, é aplicado sobre os hidrocarbonetos. É necessária alguma mistura, o que é conseguido pela pulverização de água na fase de aplicação. Os hidrocarbonetos tratados transformam-se em visco-elásticos (gelatinosos ou semi-sólidos), mas ainda fluidos; não há alteração química dos hidrocarbonetos. O propósito é aumentar a eficácia da remoção através de recuperadores, diminuindo a quantidade de água recolhida. Aumenta a eficiência de alguns recuperadores, mas pode provocar obstruções em bombas de aspiração.

Tipos de Habitat Aplicáveis

Em todos os ambientes aquáticos onde os hidrocarbonetos podem ser recuperados. Não deve ser usado nas proximidades de zonas úmidas nem de detritos, devido ao aumento das propriedades de aderência dos hidrocarbonetos tratados.

Quando Usar

Quando a eficácia dos recuperadores é baixa. Deve ser usado com lançamento de barreiras ou outra contenção física. Não deve ser usado em hidrocarbonetos pesados, que já são elevadamente viscosos.

Restrições Biológicas

Não adequado para litorais com vegetação ou onde exista muito detrito misturado com os hidrocarbonetos. Não deve ser permitido quando as aves ou a vida animal não possam ser mantidas afastadas dos hidrocarbonetos tratados.

Efeitos Ambientais

Pode aumentar o efeito de abafamento dos hidrocarbonetos sobre os organismos; portanto o tratamento deve apenas ser considerado se a recolha dos hidrocarbonetos tratados for viável.

Geração de Resíduos

Se a eficácia da recuperação é aumentada, reduzirá o volume de água nas recolhas. O efeito na reciclagem dos hidrocarbonetos tratados com modificadores de elasticidade não é conhecido.

5.22. AGENTES AGLUTINADORES

Objetivo

Recolher ou aglutinar os hidrocarbonetos numa área pequena e de maior espessura aumentando assim a capacidade de recolha. Pode ser usado para manter os hidrocarbonetos afastados de áreas sensíveis ou para reforçar a contenção dos hidrocarbonetos quando é necessário deslocar uma barreira.

Descrição

Estes agentes, que são surfactantes insolúveis, possuem uma elevada pressão de espalhamento e são aplicados em pequenas quantidades (1 a 2 galões por milha linear) sobre a água limpa, rente à periferia da recente mancha de hidrocarbonetos. Impedem a propagação dos hidrocarbonetos, mas não mantêm o derrame no local. Podem ser usados sistemas manuais ou montados em navios/embarcações. Devem ser aplicados muito cedo sobre o derrame na fase em que os hidrocarbonetos ainda se mantêm fluidos.

Tipos de *Habitat* Aplicáveis

Em todos os ambientes aquáticos.

Quando Usar

Uso potencial para recolha e proteção. Para recolha, usado para empurrar manchas, facilitando a saída debaixo de docas e pontes de atracação onde se acumularam. Para proteção em áreas de correntes de pouca intensidade, usado para afastar as manchas de recursos sensíveis, tais como zonas úmidas. Não é eficaz com correntes fortes, mar encapelado ou sob chuva.

Restrições Biológicas

Não é adequado para uso em águas pouco profundas ou em áreas de desova de peixes.

Efeitos Ambientais

É possível que haja toxicidade aguda direta sobre organismos da camada de superfície da água, ainda que o grau varie entre produtos.

Geração de Resíduos

Idêntica às da recolha manual de hidrocarbonetos.

5.23. SOLIDIFICANTES

Objetivo

Transformar o estado físico de hidrocarbonetos de líquidos para sólidos.

Descrição

Agentes químicos (polímeros) são aplicados nos hidrocarbonetos em percentagem de 10 a 45 % ou superior, solidificando os hidrocarbonetos em minutos ou horas. Existem equipamentos que podem ser modificados (pulverizadores agrícolas, canhões de água ou sistemas de combate a incêndios) para aplicação do produto em grandes áreas.

Tipos de *Habitat* Aplicáveis

Todos os ambientes aquáticos, rochas, sedimentos e estruturas artificiais.

Quando Usar

Quando se pretende a imobilização dos hidrocarbonetos, impedindo a reflutuação num litoral costeiro, a penetração no substrato ou posterior espalhamento. Normalmente não é usado em derrames de hidrocarbonetos pesados, que já são viscosos.

Restrições Biológicas

Deve permitir a recolha de todo o material tratado.

Efeitos Ambientais

Os produtos disponíveis no mercado são insolúveis e possuem toxicidade muito baixa. Os hidrocarbonetos solidificados se não forem recolhidos podem ter impactos apreciáveis, já que o grau de degradação é reduzido pelo tempo. É possível a perturbação física do *habitat* durante a aplicação e recolha.

Geração de Resíduos

Se a eficiência dos recuperadores é aumentada, os solidificantes reduzirão o volume de água durante a recolha dos hidrocarbonetos. Os efeitos na reciclagem dos hidrocarbonetos tratados não são conhecidos.

5.24. AGENTES DE LIMPEZA DO LITORAL (AGENTES DE LAVAGEM DE SUPERFÍCIE)

Objetivo

Aumentar a eficiência de remoção dos hidrocarbonetos de substratos contaminados.

Descrição

No substrato são aplicadas emulsões especiais para libertar hidrocarbonetos degradados ou pesados que ali se introduziram, melhorando deste modo os métodos para desalojamento dos produtos. A intenção é baixar a temperatura e a pressão da água, exigíveis para mover os hidrocarbonetos do substrato.

Tipos de *Habitat* Aplicáveis

Em qualquer *habitat* onde existe enchente de água e os procedimentos de remoção dos produtos são aplicáveis.

Quando Usar

Quando os hidrocarbonetos foram degradados ambientalmente de uma forma que não mais permita a sua remoção com a utilização de água de baixa temperatura e pressão.

Restrições Biológicas

Quando o produto não dispersa os hidrocarbonetos na coluna de água, as frações libertadas devem ser recolhidas da superfície da água. O seu uso deve ser restringido onde existam elevadas concentrações de sedimentos em suspensão, perto de zonas úmidas e perto de recursos sensíveis perto do litoral.

Efeitos Ambientais

A toxicidade e os efeitos sobre a dispersão de hidrocarbonetos tratados variam muito entre produtos. A escolha de um produto deve considerar a sua toxicidade.

Geração de Resíduos

Sabendo-se que os hidrocarbonetos tratados devem ser recolhidos, a geração de resíduos é em função do método empregado, que muitas vezes incluem absorventes.

5.25. ENRIQUECIMENTO POR NUTRIENTES (BIOESTIMULAÇÃO)

Objetivo

Acelerar o grau de degradação dos hidrocarbonetos através de processos naturais microbiológicos usando uma forma de bioremediação que adiciona nutrientes (geralmente nitrogênio e fósforo), que estimulam o crescimento microbiológico.

Descrição

Podem ser usados nutrientes solúveis na água aplicados através de um sistema de irrigação pulverizada. A aplicação deve ser diária se as áreas afetadas são completamente cobertas por marés e ondulação e se a máxima bioestimulação é pretendida. Se as áreas afetadas apenas ficam submersas durante as marés de Primavera a frequência da aplicação dos nutrientes deverá ser determinada pela cobertura da área entre marés. Usando nutrientes granulares ou em cápsulas ou fertilizante oleofílico (que adere ao resíduo oleoso na superfície), será necessária uma menor aplicação, mas a monitorização dos níveis de nutrientes é absolutamente necessária.

Tipos de *Habitat* Aplicáveis

Qualquer *habitat* no litoral costeiro com acesso permitido e deficiência em nutrientes.

Quando Usar

Em substratos contaminados moderadamente ou fortemente, após terem sido usadas outras técnicas para remover o produto livre em litorais levemente contaminados e onde outras técnicas são destruidoras ou ineficazes; e onde os nutrientes limitam a degradação natural. É mais eficaz em crus leves a médios e óleos-combustíveis (os asfaltenos são inibidores de uma rápida biodegradação). É mais eficaz perante hidrocarbonetos espessos (viscosos). Não é aplicável em derrames de gasolina devido ao elevado grau de evaporação.

Restrições Biológicas

Deve ser impedida a utilização de fertilizantes à base de amônia em concentrações muito elevadas, porque a amônia não-ionizada é tóxica para a vida aquática. O nitrato é também uma boa fonte de nitrogênio, de menor toxicidade. O tri-polifosfato de sódio é melhor fonte de fósforo do que os ortofosfatos devido a sua maior solubilidade na água do mar. Se os nutrientes forem aplicados de forma adequada e sujeitos a monitorização, serão mínimos os riscos de eutrofização. Só devem ser usados no ambiente, os aditivos nutrientes que provaram não serem tóxicos e serem eficazes, tanto em laboratório como no terreno.

Efeitos Ambientais

Efeitos físicos prejudiciais para o litoral causado por tráfego pedestre ou de veículos resultante da aplicação de nutrientes por parte de pessoal; o mesmo não se aplica quando os nutrientes são pulverizados a partir de embarcações ou de meios aéreos.

Geração de Resíduos

Nenhuma.

5.26. SEMEITEIRA DE MICRÓBIOS NATURAIS (BIOAUMENTAÇÃO)

Objetivo

Acelerar a degradação microbiológica natural dos hidrocarbonetos, uma forma de bioremediação que adiciona elevada quantidade de microrganismos degradadores dos hidrocarbonetos.

Descrição

Sobre a área contaminada pelos hidrocarbonetos são lançadas formulações contendo micróbios específicos, capazes de degradar os hidrocarbonetos e sempre que os degradadores encontrados no local são em número reduzido, ou incapazes de promover uma degradação eficaz. Os micróbios para a conversão dos hidrocarbonetos em biomassa precisam de nitrogênio e de fósforo. Por esta razão, as formulações devem conter esses elementos.

Os estudos e pesquisas feitos em laboratório e no terreno e aplicados nas áreas contaminadas não têm sido conclusivos quanto à eficácia deste método.

A bioaugmentação se apresenta menos eficaz do que a bioestimulação porque:

- 1) Os degradadores dos hidrocarbonetos estão sempre presentes na natureza e quando um derrame ocorre num dado local o afluxo de hidrocarbonetos provocará um aumento imediato de resposta nas populações de degradadores de hidrocarbonetos;
- 2) Mas se os nutrientes forem em número reduzido, o grau de biodegradação será abaixo do ótimo; 3) logo, os nutrientes administrados reforçarão o processo iniciado pelo derrame, mas a adição de microrganismos não, porque ainda têm carência do nitrogênio e fósforo necessários para suportar o crescimento.

Tipos de *Habitat* Aplicáveis

Devido à escassez de informação quanto ao impacto e eficácia deste método é fácil definir o *habitat* aplicável.

Quando Usar

Pelas mesmas razões anteriormente citadas, não é possível fazer um julgamento sobre o seu uso.

Restrições Biológicas

Impedir o uso de produtos contendo fertilizantes à base de amônia em concentrações elevadas, porque a amônia não-ionizada é tóxica para a vida aquática. O nitrato constitui também uma boa fonte de nitrogênio de menor toxicidade. Se o produto contendo nutrientes for aplicado com monitorização adequada, a eutroficação não será um problema. Contudo devem ser avaliados corretamente os testes de toxicidade porque outras substâncias químicas existentes no produto podem ser tóxicas para a vida aquática.

Efeitos Ambientais

Efeitos físicos prejudiciais para o litoral devido ao tráfego pedestre ou de veículos resultante da aplicação de produtos bioaumentadores por parte de pessoal; o mesmo não se aplica quando os produtos são pulverizados através de embarcações ou de meios aéreos.

Geração de Resíduos

Nenhuma.

5.27. QUEIMA NO LOCAL

Objetivo

Promover a remoção dos hidrocarbonetos da superfície da água ou *habitat* queimando-os no local.

Descrição

Os hidrocarbonetos flutuantes na superfície da água são recolhidos em manchas com o mínimo de 2 a 3 mm de espessura e em seguida queimados. Os hidrocarbonetos podem ser contidos através de barreiras anti-fogo. Em terra, os hidrocarbonetos podem ser queimados quando agregados a um substrato combustível, tal como vegetação, madeira e outros detritos. Quando os substratos não são inflamáveis, mesmo assim os hidrocarbonetos podem ser queimados utilizando um ativador da queima (comburente). Os hidrocarbonetos pesados são de difícil queima, mas é possível sustentá-la. As emulsões oleosas, com percentagem de água de 30 a 50 % não viabilizam a sua queima.

Tipos de *Habitat* Aplicáveis

Na maioria dos *habitats*, excetuando substratos de lama seca onde o calor poderá afetar a sua produtividade biológica. Pode também aumentar a penetração dos hidrocarbonetos em substratos permeáveis. Não é recomendável em vegetações com arbustos de algum porte.

Quando Usar

Em terra, onde existam hidrocarbonetos pesados em locais que não sejam de lazer, não acessíveis à remoção física, e onde é vital remover rapidamente os hidrocarbonetos agregados. Existem neste método muitas limitações de caráter operacional, e relacionadas com a saúde pública.

Restrições Biológicas

Deve ser avaliado o efeito previsível da fumaça sobre a vida selvagem e as populações das áreas.

Efeitos Ambientais

Os efeitos sobre a qualidade do ar e a temperatura serão perfeitamente localizados e de curta duração. A avaliação do impacto tóxico dos resíduos resultante da queima, não está efetuado. Na água os resíduos têm tendência para o afundamento. Em terra, diante de crus e hidrocarbonetos pesados, é muitas vezes necessário proceder à recolha dos resíduos.

Geração de Resíduos

Quaisquer resíduos após a queima devem ser recolhidos e depositados em aterros, mas se a queima for eficiente constituirão apenas uma pequena fração do volume inicial de hidrocarbonetos.

6. ESTIMATIVA DA QUANTIDADE DE HIDROCARBONETOS PRESENTES NA LINHA DE COSTA E SUA DISTRIBUIÇÃO

6.1. TIPOS DE DADOS E SUA UTILIZAÇÃO

Para estimar as quantidades e distribuição dos hidrocarbonetos, têm sido usados vários parâmetros ou índices.

Os tipos de dados que têm sido observados ou medidos são os seguintes:

- **Comprimento** da linha de costa contaminada tanto por segmentos quanto na sua globalidade;
- **Largura** da faixa intermarés, medida no sentido perpendicular à costa;
- **Profundidade** de penetração dos hidrocarbonetos no substrato e enterrados;
- **Distribuição dos hidrocarbonetos**, descrevendo a percentagem da superfície coberta, dentro de uma determinada área;
- **Concentração dos hidrocarbonetos**, que pode ser descrito como:
 - Estimativa visual da espessura dos hidrocarbonetos na superfície;
 - Indicação visual das condições dos substratos com hidrocarbonetos;
 - Análises químicas de amostras de sedimentos.
- **Características dos hidrocarbonetos**, designadamente:
 - Descrição qualitativa do tipo de hidrocarbonetos;
 - Caracterização analítica das propriedades físicas/ químicas.

Os dados observados podem ser combinados e utilizados de várias maneiras:

- **Comprimento**
Por si só, sobretudo útil para a definição inicial do objetivo global e para o planejamento operacional.
- **Comprimento x Largura = Área total contaminada**
Este valor pode ser usado para o planejamento das operações de limpeza e para correções com o decorrer do tempo.
- **Comprimento x Largura x Distribuição = Superfície coberta por hidrocarbonetos**
Medida da superfície coberta pelos hidrocarbonetos, isto é, a área total contaminada x % da cobertura ou área contaminada equivalente.

Este valor é útil quando se pretende quantificar o grau de contaminação ou para controlar as alterações e taxas de remoção.

- **Profundidade de penetração**
Medida para ajudar à escolha das opções de limpeza e à previsão da persistência dos hidrocarbonetos.
- **Profundidade x Área contaminada = Volume de sedimentos oleosos**
Dado a ser tratado nas operações de limpeza.
- **Volume de hidrocarbonetos**
Cálculo que requer dados sobre a concentração dos hidrocarbonetos em conjunto com o conhecimento do volume de sedimentos contaminados, ou área contaminada equivalente ou dados sobre a carga de hidrocarbonetos, em conjunto com a estimativa da porosidade/retenção dos sedimentos.
- **Classificação do Grau de Contaminação**
Alguns dos parâmetros acima podem ser combinados para fornecer índices que classificarão o grau ou severidade da contaminação. Tais índices são muito valiosos para o estabelecimento das prioridades e decisões que deverão ser adotadas nas operações de limpeza e proporcionam uma perspectiva para descrever, resumir ou comparar múltiplas áreas ou seções extensas da costa contaminada de um modo fácil e compreensível. Estes índices têm por finalidade, fornecer um simples valor comparativo entre cada um dos diferentes locais, podendo a classificação ser ajustada às condições locais. Os três índices, a seguir indicados, são:
 - **Categoria da cobertura de hidrocarbonetos = largura x distribuição** (ver [QUADRO A](#))
 - **Categoria da superfície contaminada = (largura x distribuição) x espessura** (ver [QUADRO B](#))
 - **Categoria da contaminação do substrato = profundidade x concentração relativa** (ver [QUADRO C](#))

Nota: A profundidade neste caso refere-se à espessura da zona de penetração dos hidrocarbonetos ou espessura das camadas enterradas.

Os índices acima são utilizados para fornecer uma classificação do grau de contaminação num determinado segmento (muito leve, leve, moderado ou elevado).

6.2. DESCRIÇÃO E CLASSIFICAÇÃO DAS CONDIÇÕES DAS CAMADAS DE HIDROCARBONETOS NA SUPERFÍCIE

As condições das camadas de hidrocarbonetos na superfície são descritas em termos de comprimento, largura, distribuição, espessura e aspecto.

- **Largura**

Representa a largura média da área ou faixa contaminada no segmento ao longo da linha de costa. No caso de existirem múltiplas áreas ou faixas cruzadas na linha de costa, a largura representa o somatório das suas larguras:

Classificação:

| | |
|-----------------|------------------|
| Larga: | > 6 m |
| Média: | $> 3 \leq 6$ m |
| Estreita: | $> 0.5 \leq 3$ m |
| Muito Estreita: | ≤ 0.5 m |

- **Distribuição**

Representa a percentagem da superfície dentro de uma área ou faixa coberta por hidrocarbonetos (ver ajuda visual para estimativa da distribuição de hidrocarbonetos - QUADRO D). No caso de múltiplas faixas, a distribuição refere-se ao que melhor represente as condições dos hidrocarbonetos para o segmento:

Classificação:

| | |
|--------------|-----------|
| Traços: | < 1% |
| Esporádico: | 1 - 10% |
| Desigual: | 11 - 50% |
| Fragmentado: | 51 - 90% |
| Contínuo: | 91 - 100% |

- **Espessura**

Refere-se à espessura média ou dominante dos hidrocarbonetos dentro de uma área ou faixa.

Classificação:

Poça ou hidrocarbonetos espessos:

Consiste geralmente em hidrocarbonetos frescos ou acumulações de "mousse" com espessura > 1 cm.

Capa: Espessura $> 0.1 \leq 1$ cm

Camada: Espessura $> 0.01 \leq 0.1$ cm

Mancha: Espessura ≤ 0.01 cm

Película: Transparente, translúcida ou brilhante.

- **Características dos hidrocarbonetos / Tipo de detritos**

Classificação:

Fresco: Hidrocarbonetos não degradados, de baixa viscosidade.

Mousse: Hidrocarbonetos emulsionados (mistura de hidrocarbonetos e água), apresentando-se

como placas ou acumulações ou entre espaços intermarés.

Bolas de alcatrão ou postas de Mousse: Bolas dispersas sobre a praia ou aderentes a rochas ou sedimentos grossos (pedras, calhaus, cascalho) na linha de costa.

As bolas de alcatrão têm geralmente um diâmetro < 0.1 m e as postas de mousse $\geq 0.1 \leq 1$ m.

Alcatrão: Capa ou camada degradada semelhante ao alcatrão, quase sempre de sólida consistência.

Resíduos superficiais de hidrocarbonetos: Consistem em sedimentos superficiais oleosos não coesos, apresentando-se como placas ou sedimentos grossos intersticiais.

Pavimento asfáltico: Mistura coesa de hidrocarbonetos e sedimentos.

Detritos: Consiste em troncos, toras, vegetação, lixo ou detritos comuns; inclui materiais tais como absorventes, barreiras, cabos.

6.3. DESCRIÇÃO E CLASSIFICAÇÃO DAS CONDIÇÕES DAS CAMADAS DE HIDROCARBONETOS NO SUBSTRATO

Os hidrocarbonetos presentes no substrato são usualmente descritos em termos de profundidade de penetração ou de espessura das camadas enterradas e sua quantidade ou concentração relativa.

- **Profundidade de penetração**
Refere-se à distância medida desde a superfície do solo até o fundo da zona contaminada ou até o fundo de uma camada existente abaixo da superfície. No último caso a espessura da camada também é medida.
- **Concentração dos hidrocarbonetos no substrato**
Refere-se à descrição qualitativa do grau de preenchimento dos espaços porosos pelos hidrocarbonetos.

Classificação:

Pavimento asfáltico: Mistura coesa de hidrocarbonetos degradados e sedimentos localizados totalmente abaixo de uma camada superficial sedimentária.

Poros preenchidos por hidrocarbonetos: Espaços porosos no sedimento totalmente cheios com hidrocarbonetos. Muitas vezes caracterizados

por hidrocarbonetos fluindo para o exterior dos sedimentos quando perturbados.

Poros parcialmente preenchidos por hidrocarbonetos: Espaços porosos cheios com hidrocarbonetos, mas que geralmente não fluem para o exterior quando expostos ou perturbados.

Capa (espessura $> 0.1 \leq 1$ cm) ou Camada ($> 0.01 \leq 0.1$ cm): Resíduos de hidrocarbonetos sobre o sedimento e/ou alguns espaços porosos por eles parcialmente preenchidos.

Podem ser facilmente removidos com as unhas dos sedimentos grossos ou das pedras.

Mancha (espessura ≤ 0.01 cm): Película de resíduos de hidrocarbonetos sobre a superfície dos sedimentos. Não coesa e não facilmente removível com as unhas dos sedimentos grossos ou das pedras.

Traços: Película descontínua ou nódulos de hidrocarbonetos sobre os sedimentos ou um certo cheiro ou toque pegajoso sem sinais evidentes de hidrocarbonetos.

Nenhum hidrocarboneto: Inexistência de hidrocarbonetos ou de sinais aparentes da sua presença.

QUADRO A

CATEGORIA DA COBERTURA DE HIDROCARBONETOS

| | | LARGURA DAS ÁREAS CONTAMINADAS | | | |
|----------------------------------|-----------------------|--------------------------------|------------|------------|----------------|
| | | Larga | Média | Estreita | Muito Estreita |
| | | > 6 m | 3 – 6 m | 0.5 – 3 m | < 0.5 m |
| DISTRIBUIÇÃO DOS HIDROCARBONETOS | Contínuo 91-100% | Elevada | Elevada | Moderada | Leve |
| | Fragmentado 51-90% | Elevada | Elevada | Moderada | Leve |
| | Desigual 11-50% | Moderada | Moderada | Leve | Muito Leve |
| | Esporádico 1-10% | Leve | Leve | Muito Leve | Muito Leve |
| | Traços < 1% | Muito Leve | Muito Leve | Muito Leve | Muito Leve |

QUADRO B

CATEGORIA DA SUPERFÍCIE CONTAMINADA

| | | CATEGORIA INICIAL DA COBERTURA DE HIDROCARBONETOS | | | |
|-----------------|---|---|----------|------------|----------------|
| | | Elevada | Moderada | Leve | Muito Estreita |
| ESPESSURA MÉDIA | Poça/ /Hidrocarbonetos espessos > 1 cm | Elevada | Elevada | Moderada | Leve |
| | Capa 0.1 – 1.0 cm | Elevada | Elevada | Moderada | Leve |
| | Camada 0.01 – 0.1 cm | Moderada | Moderada | Leve | Muito Leve |
| | Mancha/ /Película < 0.01 cm | Leve | Leve | Muito Leve | Muito Leve |


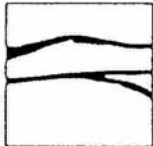
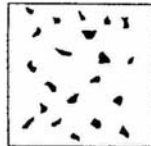

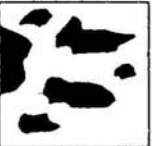



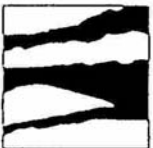
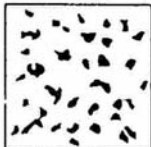

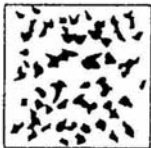








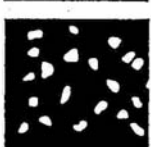


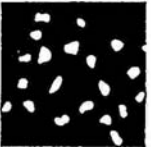
QUADRO C

CATEGORIA DA CONTAMINAÇÃO DO SUBSTRATO

| | | PROFUNDIDADE DE PENETRAÇÃO OU ESPESSURA DA CAMADA DE HIDROCARBONETOS | | | |
|--|--|--|------------|------------|------------|
| | | > 30 cm | 21 – 30 cm | 11 – 20 cm | 0 – 10 cm |
| CONCENTRAÇÃO RELATIVA DE HIDROCARBONETOS | Poros preenchidos por Hidrocarbonetos | Elevada | Elevada | Elevada | Moderada |
| | Poros parcialmente preenchidos por Hidrocarbonetos | Elevada | Moderada | Moderada | Leve |
| | Capa | Moderada | Moderada | Leve | Leve |
| | Traços | Leve | Muito Leve | Muito Leve | Muito Leve |

QUADRO D

AJUDA VISUAL PARA ESTIMATIVA DA DISTRIBUIÇÃO DE
HIDROCARBONETOS

| | | | |
|---------------------------------|--|--|---|
| <p>ESPORÁDICO 1 - 10%</p> | <p>10%</p>  |  |  |
| <p>DESIGUAL 11 - 50%</p> | <p>20%</p>  <p>30%</p>  <p>40%</p>  |    |    |
| <p>FRAGMENTADO 51 - 90%</p> | <p>60%</p>  <p>70%</p>  <p>80%</p>  |    |    |
| <p>CONTÍNUO 91 - 100%</p> | <p>90%</p>  |  |  |

7. BIBLIOGRAFIA

FIELD GUIDE TO THE DOCUMENTATION AND DESCRIPTION OF OILED SHORELINES – Edward H. Owens and Gary A. Sergy – CANADA.

A FIELD GUIDE TO COASTAL OIL SPILL CONTROL AND CLEAN-UP TECHNIQUES – CONCAWE.

FIELD GUIDE FOR SPILL RESPONSE IN TROPICAL WATERS – IMO.

BRIEF DESCRIPTIONS OF SHORELINE CLEANUP METHODS – SHORELINE ASSESSMENT MANUAL – HAZMAT Report N.º 98-3.

RESPONSE TO MARINE OIL SPILLS – THE INTERNATIONAL TANKER OWNERS POLLUTION FEDERATION, LTD.

THE BASICS OF OIL SPILL CLEANUP – Merrin F. Fingas.