



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

**ANEXO 20  
TRATAMENTO/ELIMINAÇÃO  
DE DETRITOS**

## ÍNDICE

<b>1.</b>	<b>HIDROCARBONETOS</b> .....	3
1.1.	CONSIDERAÇÕES GERAIS .....	3
1.2.	MÉTODOS DE TRATAMENTO/ELIMINAÇÃO .....	3
1.2.1.	CONSIDERAÇÕES GERAIS .....	3
1.2.2.	REUTILIZAÇÃO .....	3
1.2.3.	ESTABILIZAÇÃO .....	3
1.2.4.	DEPOSIÇÃO .....	3
1.2.5.	DESTRUIÇÃO .....	3
1.2.6.	OPÇÕES DE TRATAMENTO/ELIMINAÇÃO PARA OS VÁRIOS TIPOS DE DETRITOS .....	3
<b>2.</b>	<b>OUTRAS SUBSTÂNCIAS PERIGOSAS</b> .....	3
2.1.	CONSIDERAÇÕES GERAIS .....	3
2.2.	MÉTODOS DE TRATAMENTO/ELIMINAÇÃO .....	3
2.2.1.	CONSIDERAÇÕES GERAIS .....	3
2.2.2.	RECICLAGEM .....	3
2.2.3.	DESTRUIÇÃO .....	3
2.2.4.	DEPOSIÇÃO .....	3
<b>3.</b>	<b>BIBLIOGRAFIA</b> .....	3

## **1. HIDROCARBONETOS**

### **1.1. CONSIDERAÇÕES GERAIS**

Em certas circunstâncias é possível fazer o processamento em refinarias dos detritos recolhidos. Para tal, é necessário que a qualidade do produto seja aceitável, que seja susceptível de bombeamento, que possua baixo teor em sólidos e que o conteúdo em sal seja inferior a 0,1% para processamento ou inferior a 0,5% para mistura com combustível-óleo.

Os resíduos de reduzidas dimensões podem ser removidos através da passagem do produto por uma rede metálica.

Os hidrocarbonetos recolhidos do mar são normalmente separados por gravidade da água associada, sendo esta, retirada por drenagem ou por bombeamento.

A extração da água em emulsões água-no-óleo ("mousse de chocolate") torna-se sempre mais difícil. As emulsões instáveis podem ser quebradas por tratamento à quente a uma temperatura entre 60 e 80°C, permitindo assim a separação por gravidade.

Para algumas emulsões mais estáveis pode haver necessidade de se utilizar produtos químicos designados por desemulsificantes. Estes produtos tendem a reduzir a viscosidade da maioria dos hidrocarbonetos tornando mais fácil o bombeamento.

Não existindo um produto químico adequado para todos os tipos de emulsões, poderá ser necessário efetuar experiências no local para determinar qual o produto mais eficaz e a dose apropriada.

Experiências recentes vieram a demonstrar que as emulsões podem ser parcialmente quebradas misturando-as completamente com areia em equipamento do tipo das betoneiras.

As vezes é possível retirar os hidrocarbonetos contidos na areia contaminada da praia através da lavagem com água associada com solvente (gasóleo, por exemplo).

Devido a diferença de densidades entre a água e os hidrocarbonetos, é possível obter a separação por gravidade. Sendo os hidrocarbonetos mais leves do que a água eles tendem a ficar na superfície e a água tende a assentar no fundo de um tanque. A água é drenada do fundo e os hidrocarbonetos são aspirados na superfície.

## **1.2. MÉTODOS DE TRATAMENTO/ELIMINAÇÃO**

### **1.2.1. CONSIDERAÇÕES GERAIS**

As técnicas de tratamento/eliminação a serem adotadas precisam de aprovação prévia das Autoridades competentes, em conformidade com a legislação em vigor ou que vier a ser promulgada sobre esta matéria.

Podem ser usados quatro métodos para a eliminação dos detritos de hidrocarbonetos recolhidos após um derrame:

- Reutilização
- Estabilização
- Deposição
- Destruição

Obviamente, a prioridade deve ser dada ao método de reutilização dos hidrocarbonetos recolhidos e só no caso de tal não ser praticável, utilizar outro método.

### **1.2.2. REUTILIZAÇÃO**

Os consumidores potenciais destes hidrocarbonetos poderão ser as refinarias, instalações de tratamento de detritos de hidrocarbonetos, indústrias e empresas dedicadas a trabalhos rodoviários.

Num processo desenvolvido para tratamento de areias contendo hidrocarbonetos, a areia contaminada é misturada com um desemulsificador em placas aquecidas, sendo os hidrocarbonetos recolhidos por condensação e os sólidos posteriormente queimados em instalações para aquecimento, se o seu conteúdo em hidrocarbonetos for suficientemente elevado.

Em teoria os detritos líquidos de combustível-óleo podem ser usados em instalações de produção de calor. Contudo as especificações de qualidade do combustível são restritivas, nomeadamente no que se refere aos aspectos de Segurança (porcentagem de hidrocarbonetos leves), corrosão (alto teor em cloretos) e presença de sólidos em suspensão (não desejáveis).

### **1.2.3. ESTABILIZAÇÃO**

Grandes quantidades de detritos de hidrocarbonetos podem ser estabilizados misturando-os com um agente de ligação, por exemplo, cal viva, podendo o produto obtido ser utilizado na construção de estradas.

A cal viva é misturada com os detritos numa percentagem de 5 a 20% (que pode ser determinado experimentalmente), tanto em instalações de mistura móveis ou fixas como por técnicas de sobreposição de camadas.

Este método é particularmente eficaz para o tratamento de areia contaminada com hidrocarbonetos.



#### 1.2.4. DEPOSIÇÃO

##### **ESPALHAMENTO NO SOLO (LAND-FARMING)**

Este método de eliminação de detritos de hidrocarbonetos é baseado no fato bem conhecido de que certos microrganismos podem oxidar os hidrocarbonetos, resultando daí a sua biodegradação.

O requisito principal é a existência de uma área relativamente grande de terreno de baixo valor econômico. A permeabilidade do solo deve ser baixa para evitar a possível contaminação das camadas freáticas. O único equipamento necessário é a maquinaria agrícola tradicional. Caso necessário o valor do pH do solo pode ser ajustado para um valor superior a 6.5 através da utilização de cal.

A superfície do terreno selecionado é primeiramente lavrada e posteriormente são construídos alguns canais para drenagem das águas da chuva que podem ser canalizadas para uma pequena bacia de contenção.

Os detritos de hidrocarbonetos são espalhados numa camada de 0,02 m a 0,2 m de espessura sobre o terreno, sendo deixados à ação do tempo.

Durante os primeiros seis meses a camada deve ser misturada uma vez por mês com a finalidade de aumentar a sua aerificação, mas posteriormente esta operação deve ser efetuada com menos frequência.

Quando os detritos já se encontram secos são misturados com a terra, utilizando um arado ou uma grade de discos.

A degradação completa dos hidrocarbonetos tratados por este processo pode ser obtida durante um período de um a três anos. O grau de biodegradação pode ser acelerado pela adição de fertilizantes, por exemplo, uréia e fosfato de amônia.

A dose típica recomendada é de 10 partes de nitrogénio e 1 parte de fósforo para 100 partes de hidrocarbonetos.

No período seguinte à degradação dos hidrocarbonetos a terra poderá ser utilizada para cultivo de relva, plantas decorativas e árvores.

No caso de serem efetuadas colheitas em terras que previamente tenham sido usadas para decomposição aeróbica de detritos de hidrocarbonetos, deverá ser feita uma monitorização regular para detecção da presença de eventuais metais pesados.



### **FORMAÇÃO DE ADUBOS**

Um outro processo de degradação biológica dos detritos de hidrocarbonetos consiste na formação de adubos, isto é, a conversão biológica dos detritos em matéria orgânica estável.

Este processo pode ser obtido tanto pela adição dos detritos de hidrocarbonetos à lixos domésticos como adicionando-os a absorventes naturais, tais como serragem, aparas de madeira, etc.

No caso da mistura com lixos domésticos, uma das técnicas consiste em espalhar sobre a camada destes materiais, pequenas quantidades dos detritos (1 a 2% do peso total dos lixos domésticos), sendo estes por sua vez cobertos com outra camada espessa de lixos. Outra técnica consiste em misturar os detritos de hidrocarbonetos com os lixos e depositar esta mistura em valas pouco profundas tapadas com uma camada de argila. A mistura depositada é coberta com terra e assim deixada por vários meses, resultando em um resíduo compacto e inerte.

Uma vez que a decomposição bacteriana dos hidrocarbonetos é um processo exotérmico, o calor desenvolvido na mistura resultará numa diminuição da viscosidade dos hidrocarbonetos podendo originar a sua infiltração.

Se as quantidades dos detritos de hidrocarbonetos adicionadas aos lixos domésticos, forem muito grandes, a maioria deles irão se infiltrar e não serão transformados.

A adição de produtos biológicos, tais como detritos de origem vegetal ou animal, contribui para acelerar o processo de conversão dos materiais.

Se forem utilizados absorventes naturais para a recolha de hidrocarbonetos, os detritos obtidos podem ser depositados em montes. O material resultante constitui um resíduo seco tipo adubo.

Ambos os métodos descritos apenas se revelam adequados para tratamento de quantidades limitadas de detritos.

### **COLOCAÇÃO EM VALAS (LANDFILL)**

A colocação em valas de detritos de hidrocarbonetos, muitas vezes é a primeira reação para dar resposta ao problema da eliminação.

No entanto este método, que deverá ser cuidadosamente planejado, só deverá ser aplicado se não existir a possibilidade de utilizar qualquer um dos métodos anteriormente citados.

O local de vertimento deve ser previamente inspecionado quanto à sua impermeabilização de forma a impedir a possibilidade de contaminação de águas subterrâneas pelos hidrocarbonetos.

Os detritos devem conter menos de 20% de hidrocarbonetos, devendo ser espalhados no nível do solo antes de encher os buracos ou depressões.

O subsolo nas proximidades do local deve ser analisado periodicamente para determinar a existência de eventuais fugas de hidrocarbonetos.

Os detritos de hidrocarbonetos podem também ser descarregados em lixeiras municipais, uma vez que os lixos domésticos são capazes de absorver os hidrocarbonetos evitando assim a sua posterior infiltração.

Contudo, a camada dos detritos deverá ter uma espessura reduzida (10 cm) e ser coberta por 1 a 2 metros de lixo doméstico para evitar o ressurgimento dos hidrocarbonetos na superfície.

## **1.2.5. DESTRUIÇÃO**

### **INCINERAÇÃO**

Têm sido desenvolvidos diferentes tipos de incineradores portáteis para a queima em alta temperatura de detritos recolhidos durante as operações de limpeza de um derrame de hidrocarbonetos.

O forno do tipo rotativo é adequado para incineração de hidrocarbonetos com elevado conteúdo sólido (mais de 80%).



Os produtos resultantes são normalmente gases ambientalmente aceitáveis, materiais inertes e sólidos limpos (cascalho, areia, etc.).

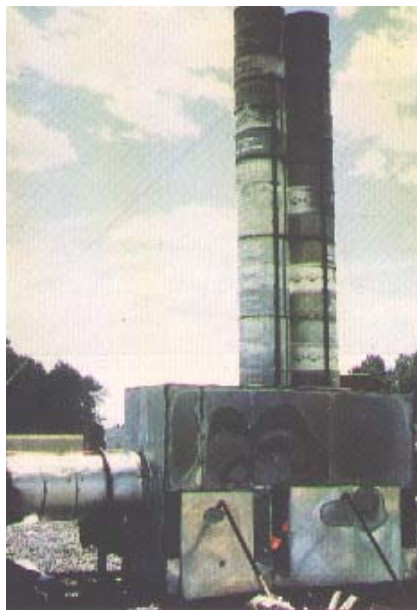
As vezes torna-se necessário juntar óleo-combustível, devido ao baixo poder calorífico do material a ser incinerado.

No caso particular da queima da "mousse de chocolate", o elevado conteúdo de água reduz o poder calorífico para um valor tal que a combustão não pode ser mantida sem a utilização de óleo-combustível.

Para uma "mousse de chocolate" com um poder calorífico inferior a 2500 Kcal/kg são necessários cerca de 25% em óleo-combustível, o que aumenta muito os custos da operação.

Os maiores inconvenientes do sistema são o elevado custo do equipamento e os custos adicionais do óleo-combustível.

Os incineradores de resíduos domésticos não são adequados para este processo, devido ao seu elevado conteúdo em sais (corrosão causada por cloretos).



Os incineradores industriais concebidos para operar com quantidades precisas de detritos, poderão, embora dificilmente, lidar com quantidades de detritos resultantes das operações de limpeza de derrames de hidrocarbonetos.

Para pequenas quantidades poderá ser construído um "incinerador" simples a partir de um tambor metálico sem tampa superior.

O ar será fornecido por um compressor ou por um ventilador através de um tubo de aço de 3 a 5 cm de diâmetro, soldado tangencialmente e perto do topo do tambor. O fundo do tambor poderá ser substituído por uma grelha, para permitir a remoção contínua dos resíduos queimados. O "incinerador" é alimentado manualmente pela parte superior.



### QUEIMA

A queima direta dos detritos de hidrocarbonetos recolhidos, por ser desaconselhável, raramente é praticada. A queima incompleta, a poluição atmosférica e os problemas de eliminação dos resíduos de alcatrão são alguns dos inconvenientes deste método.

Apesar disso, se as condições permitirem a queima dos detritos de uma maneira controlada, poderá ser aplicada, em especial, em locais isolados.

A queima poderá ser melhorada se os hidrocarbonetos forem aquecidos e se neles forem adicionados oxidantes sólidos (30% do peso dos hidrocarbonetos).

O método não é muito usado, não só devido à existência de problemas de segurança e de poluição como também pelo fato de se verificar uma rápida migração e conseqüente perda dos hidrocarbonetos quentes, dada a sua reduzida viscosidade. Posteriormente formam-se resíduos de alcatrão não queimados criando problemas de difícil eliminação.

### 1.2.6. OPÇÕES DE TRATAMENTO/ELIMINAÇÃO PARA OS VÁRIOS TIPOS DE DETRITOS

TIPOS DE DETRITOS	MÉTODOS DE TRATAMENTO	MÉTODOS DE ELIMINAÇÃO
<b>LÍQUIDOS</b>	*****	*****
<b>Hidrocarbonetos não emulsionados</b>	Separação da água por gravidade.	Utilização dos hidrocarbonetos recuperados como combustível ou para abastecimento de refinarias.
<b>Hidrocarbonetos emulsionados</b>	Quebra da emulsão para liberação da água através de: aquecimento, produtos químicos, mistura com areia.	Utilização dos hidrocarbonetos recuperados como combustível ou para abastecimento de refinarias. Queima. Retorno da areia separada à origem.
<b>Hidrocarbonetos misturados com areia</b>	Recolha dos hidrocarbonetos líquidos escorrendo da areia, durante a armazenagem intermediária. Extração dos hidrocarbonetos da areia, por lavagem com água ou solvente. Remoção de hidrocarbonetos sólidos por crivagem.	Utilização dos hidrocarbonetos recuperados como combustível ou para abastecimento de refinarias. Estabilização com material inorgânico. Degradação através de land-farming ou da formação de adubos. Queima.
<b>Hidrocarbonetos misturados com pedras roladas, seixos ou cascalho</b>	Recolha dos hidrocarbonetos líquidos escorrendo das pedras, durante a armazenagem intermediária. Extração dos hidrocarbonetos dos detritos, por lavagem com água ou solvente.	Deposição direta no solo. Queima.
<b>Hidrocarbonetos misturados com madeira, plásticos, algas e absorventes</b>	Recolha dos hidrocarbonetos escorrendo dos detritos, durante a armazenagem intermediária. Lavagem dos detritos com água para remoção dos hidrocarbonetos.	Deposição direta no solo. Queima. Degradação através de land-farming ou da formação de adubos para os hidrocarbonetos misturados com algas ou absorventes naturais.
<b>Bolas de alcatrão</b>	Separação da areia por crivagem.	Deposição direta no solo. Queima.

## **2. OUTRAS SUBSTÂNCIAS PERIGOSAS**

### **2.1. CONSIDERAÇÕES GERAIS**

Durante e após uma operação de limpeza de um derrame de substâncias perigosas, de onde se resulta a recolha de detritos é necessário fazer a sua eliminação.

Uma substância que se mistura com a terra, areia ou água cai na mesma categoria que os detritos perigosos produzidos pelas indústrias de transformação e química.

Como é do conhecimento de todos, estas indústrias, nos últimos 5 a 10 anos, se deparam com o problema da eliminação dos detritos químicos que tem se tornado cada vez mais difícil. Atualmente, têm-se estudado métodos científicos de eliminação mais sofisticados.

Em muitos casos, a tradicional eliminação de detritos químicos em local apropriado ou em vala química (landfill químico) são ainda os métodos mais usados, embora o espaço necessário e com formações geológicas apropriadas seja cada vez mais raro.

A organização da intervenção e os planos pré-estabelecidos devem prever um método de eliminação dos produtos perigosos recolhidos no local de um derrame.

No caso de um grande derrame a remoção dos detritos recolhidos deve ser feita logo no início da intervenção para que exista sempre espaço disponível, de modo a que as operações de limpeza prossigam sem interrupções.

Atualmente encontra-se disponível um certo número de técnicas para o pré-tratamento dos detritos perigosos antes da sua eliminação final. Estas técnicas, tendo por objetivo modificar as propriedades físicas e químicas dos detritos, podem ser classificadas como tecnologias destinadas a reduzir o volume (precipitação, desidratação, separação de fases), imobilização dos componentes tóxicos (processos de solidificação) ou destoxificação (tratamento químico, por ex. neutralização ou oxi-redução e tratamento biológico aeróbico e anaeróbico) desses detritos.

### **2.2. MÉTODOS DE TRATAMENTO/ELIMINAÇÃO**

#### **2.2.1. CONSIDERAÇÕES GERAIS**

As técnicas de tratamento/eliminação para serem adotadas, precisam de aprovação prévia das Autoridades competentes, em conformidade com a legislação em vigor ou que vier a ser promulgada sobre esta matéria.

Os métodos de eliminação de detritos disponíveis, por ordem de preferência, são a reciclagem, destruição e deposição.

### 2.2.2. RECICLAGEM

Sempre que possível deverá ser preferencialmente escolhida esta opção. Para tal, deverão ser consultados os fabricantes dos produtos, para serem adotadas previamente determinadas disposições.

### 2.2.3. DESTRUIÇÃO

A incineração poderá ser considerada como um processo alternativo para a eliminação de alguns detritos tóxicos ou perigosos, desde que seja utilizada a melhor tecnologia disponível, que permita a conversão dos contaminantes perigosos em compostos não perigosos. Este processo, ainda que constitua um excelente método para reduzir o volume de detritos proporcionando igualmente o aproveitamento de calor, gera em alguns casos resíduos perigosos.

Para que a incineração seja adequada terá que se obter uma boa combustão, que será função do tempo, temperatura e turbulência, e regular o processo de acordo com as quantidades e características dos detritos.

### 2.2.4. DEPOSIÇÃO

#### **ESPALHAMENTO NO SOLO (LAND-FARMING)**

Este método é obtido com base na atividade microbiológica da superfície do solo onde os detritos são espalhados e com ele misturados, proporcionando a sua quebra química e biológica. Existem, no entanto, fatores limitativos tais como disponibilidade de terreno, longa duração do processo, tipo e concentração dos contaminantes, características do solo, pluviosidade, etc.

#### **COLOCAÇÃO EM VALAS (LANDFILL)**

Este método embora inicialmente pareça ser o mais atrativo, além de não ser adequado para todo o tipo de detritos, necessita de determinadas precauções, tais como: a colocação de revestimentos impermeáveis nas valas à qualquer entrada de água, para evitar a fuga ou dispersão dos contaminantes.

#### **COLOCAÇÃO SUBTERRÂNEA**

Este método poderá ser adotado no caso em que a eliminação de certos detritos, por outros processos, seja economicamente inviável e se torne muito difícil em termos ambientais aceitáveis. Têm sido utilizadas para esse fim, minas de sal ou de carvão desativadas.

Por razões de segurança não deverá ser permitida a eliminação de detritos que possam conduzir à formação de atmosferas explosivas, inflamáveis ou tóxicas ou que constituam risco de auto-ignição ou que possam ser instáveis.

#### **INJEÇÃO EM POÇOS PROFUNDOS**

Embora de sucesso limitado, existem mesmo assim algumas instalações em escala mundial. Por este método os detritos são injetados através de dutos em poços constituídos por espaços naturais abaixo da superfície da terra, tais como

poços de petróleo extintos. Neste caso, deverá se tomar as necessárias precauções, para que não se registrem fugas a partir dos dutos ou liberações através de lençóis freáticos ou de outras passagens geológicas no subsolo.

### **3. BIBLIOGRAFIA**

DISPOSAL OF OILS AND DEBRIS - ITOFF.

DISPOSAL TECHNIQUES FOR SPILT OIL - CONCAWE.

MANUAL ON OIL POLLUTION, Section IV: Combating Oil Spills – IMO.

MANUAL ON CHEMICAL POLLUTION, Section 1: Problem Assessment and Response Arrangements – IMO.