



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

**ANEXO 16
PROTEÇÃO DE TOMADAS DE ÁGUA E
DE OUTRAS ÁREAS SENSÍVEIS**

ÍNDICE

1. INTRODUÇÃO	3
2. MÉTODOS DE PROTEÇÃO	4
2.1. BARREIRAS FLUTUANTES.....	4
2.2. BARREIRAS ABSORVENTES	4
2.3. JATOS DE ÁGUA	4
3. CONSIDERAÇÕES GERAIS	5
3.1. DEFLEXÃO.....	5
3.2. FORÇA EXERCIDA SOBRE A BARREIRA.....	8
3.3. DISPOSITIVOS PARA FUNDEAR AS BARREIRAS	9
3.3.1. FERROS.....	9
3.3.2. POITAS	10
3.3.3. DISPOSITIVOS DE FUNDEAR.....	10
3.3.4. FIXAÇÕES EM TERRA.....	10
4. BIBLIOGRAFIA	12

1. INTRODUÇÃO

A proteção das tomadas de água e de outras áreas sensíveis contra derrames de hidrocarbonetos e de outras substâncias perigosas é efetuada normalmente através de barreiras flutuantes.

A eficiência das barreiras para proteção destas áreas é duvidosa, mas a sua colocação se destina a minimizar os efeitos da poluição, não havendo garantia de uma proteção total.

Este fato deve ser bem explicado aos responsáveis destas áreas a fim de tomarem as medidas adequadas e para que não haja mal entendidos.

No caso de uma tomada de água, por exemplo, a colocação de barreiras não oferece qualquer garantia de isenção de contaminação da água aspirada. Apenas permite minimizar e reduzir uma eventual contaminação, reduzindo assim os trabalhos de limpeza posteriores.

2. MÉTODOS DE PROTEÇÃO

2.1. BARREIRAS FLUTUANTES

A melhor solução para a colocação de barreiras flutuantes para proteger uma tomada de água é em deflexão.

A colocação das barreiras flutuantes em contenção provoca sempre uma aglomeração do produto no meio da barreira mesmo quando se tenham recuperadores recolhendo o produto, o que aumenta a possibilidade de uma passagem do produto por cima ou por baixo da barreira.

No caso da deflexão, e em especial quando se usarem ângulos muito pequenos entre a barreira e a direção da deriva do produto, minimiza-se a possibilidade de passarem pela barreira.

2.2. BARREIRAS ABSORVENTES

A colocação de uma última proteção constituída por barreiras absorventes, quando possível, aumenta a eficácia da proteção da área. Se, pequenas quantidades de produto passarem pela barreira mecânica, as barreiras absorventes são capazes de absorve-los.

Esta barreira absorvente deve ser instalada a uma certa distância da barreira anterior a fim de permitir que se algum hidrocarboneto (ou substância flutuante) que passe por baixo da barreira volte à superfície.

2.3. JATOS DE ÁGUA

No caso de ser necessário proteger uma zona de dimensões reduzidas (tomadas de água, por exemplo) e não existirem barreiras poderá ser utilizado este método, que consiste em: através de pressão de jato de água de uma ou várias agulhetas, provocar um movimento das águas num sentido, que cause o afastamento do produto da zona que se quer proteger. Os jatos deverão ser utilizados contra a água à frente do produto e não diretamente contra este.

3. CONSIDERAÇÕES GERAIS

3.1. DEFLEXÃO

Na escolha da inclinação das barreiras em deflexão deve ser dada atenção aos seguintes fatores:

- análise da formação da barreira;
- análise do ponto de recolha ou para onde se defletem os produtos;
- ângulo da barreira com o movimento do produto;
- o movimento causado pelas marés.

Para que a proteção seja a mais eficiente possível o ângulo da barreira é o fator mais importante, mesmo que a zona para onde o produto é encaminhado não seja a mais conveniente para a operação de recolha.

A barreira deve ser fundeada/fixada tendo em vista que poderá haver necessidade de muda-la ou alterar a sua orientação em função do movimento da deriva por causa das marés, em especial quando são fixadas em áreas interiores.

No caso de tomadas de água em que haja uma forte aspiração na entrada, a barreira deve ser colocada o mais afastada possível da tomada já que haverá uma "corrente" provocada pela aspiração que poderá afetar o seu bom funcionamento.

Nota-se que esta "corrente" se somará a que provoca o movimento da deriva do produto e que as barreiras mecânicas deixam de ser eficientes quando a velocidade perpendicular à barreira é superior a 0,7 nós.

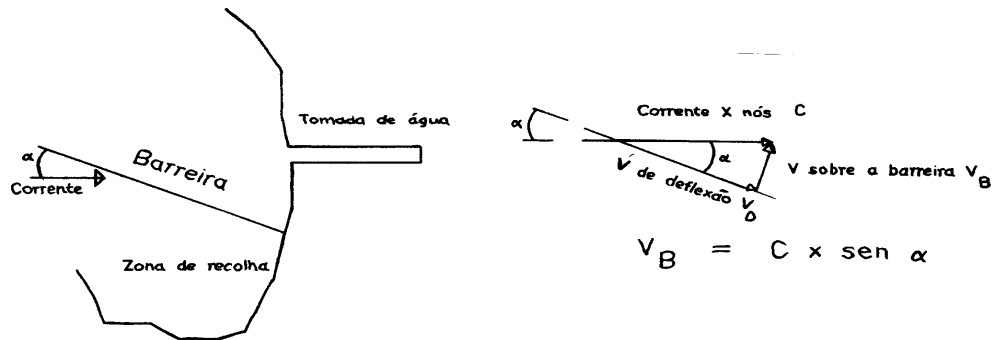
No caso de áreas com "correntes fortes" o ângulo de deflexão deve ser tal que a velocidade normal (perpendicular) à barreira deve ser a menor possível ou não superior a 0,7 nós.

Este ângulo determina-se usando a seguinte fórmula:

$$V_B = C \times \text{Sen } \alpha \quad \text{onde:}$$

α	$\text{Sen } \alpha$
5	0,087
10	0,174
15	0,254
20	0,342
25	0,422
30	0,500

EXEMPLO:



Ângulo $\alpha = 16^\circ$

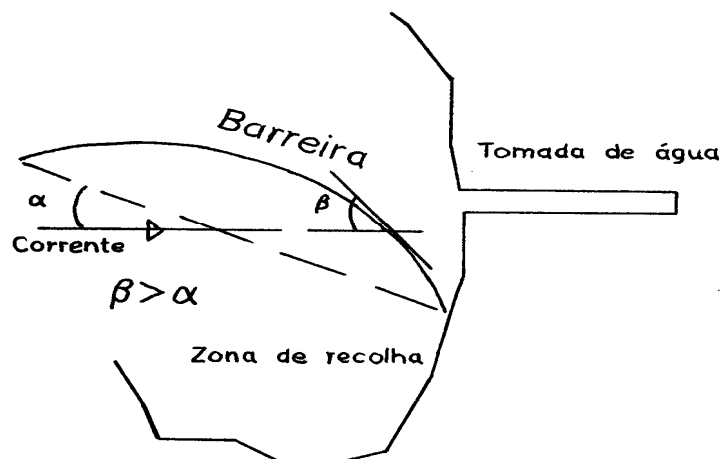
$C = 4$ nós

$V_B = 4 \times 0,254 = 1,02$

ou seja, V_B será ligeiramente superior a 1 nó e a barreira estará trabalhando ligeiramente acima do limite da sua capacidade. O ângulo limite deveria ser ligeiramente superior a 13° .

Caso a velocidade V_B sobre as barreiras não possa ser reduzida abaixo dos 1,5 nós (por redução do ângulo da barreira em relação à corrente) deverá ser ponderado se valerá a pena a sua colocação, já que a sua eficiência será muito reduzida ou nula, ou se a barreira poderá ser mais útil na proteção/contenção em outros locais menos sensíveis.

Também tem que se dar atenção ao fato da barreira ter que ser devidamente fundeada e mantida na posição sem grandes espaços centrais, pois estes aumentarão a velocidade sobre ela e, conseqüentemente, reduzirão a sua eficiência.



Neste caso o ângulo entre a barreira e a corrente aumentou de α para β e, consequentemente V_B aumentou para 2 nós:

$$V_B = 4 \text{ sen } 30^\circ = 4 \times 0,5 = 2$$

TABELA DE FUNÇÕES CIRCULARES

Graus	S E N O							Graus
	0'	10'	20'	30'	40'	50'	60'	
0	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,01194	0,02344	0,03454	89
1	0,01745	0,03490	0,05234	0,06978	0,08722	0,10466	0,12210	88
2	0,03490	0,06978	0,10466	0,13954	0,17442	0,20930	0,24418	87
3	0,05234	0,10466	0,15698	0,20930	0,26184	0,31438	0,36692	86
4	0,06978	0,13954	0,20930	0,26184	0,31438	0,36692	0,41946	85
5	0,08722	0,17442	0,26184	0,31438	0,36692	0,41946	0,47200	84
6	0,10466	0,20930	0,26184	0,31438	0,36692	0,41946	0,47200	83
7	0,12210	0,24418	0,26184	0,31438	0,36692	0,41946	0,47200	82
8	0,13954	0,26184	0,26184	0,31438	0,36692	0,41946	0,47200	81
9	0,15698	0,26184	0,26184	0,31438	0,36692	0,41946	0,47200	80
10	0,17442	0,26184	0,26184	0,31438	0,36692	0,41946	0,47200	79
11	0,19186	0,26184	0,26184	0,31438	0,36692	0,41946	0,47200	78
12	0,20930	0,26184	0,26184	0,31438	0,36692	0,41946	0,47200	77
13	0,22674	0,26184	0,26184	0,31438	0,36692	0,41946	0,47200	76
14	0,24418	0,26184	0,26184	0,31438	0,36692	0,41946	0,47200	75
15	0,26162	0,26184	0,26184	0,31438	0,36692	0,41946	0,47200	74
16	0,27906	0,26184	0,26184	0,31438	0,36692	0,41946	0,47200	73
17	0,29650	0,26184	0,26184	0,31438	0,36692	0,41946	0,47200	72
18	0,31394	0,26184	0,26184	0,31438	0,36692	0,41946	0,47200	71
19	0,33138	0,26184	0,26184	0,31438	0,36692	0,41946	0,47200	70
20	0,34882	0,26184	0,26184	0,31438	0,36692	0,41946	0,47200	69
21	0,36626	0,26184	0,26184	0,31438	0,36692	0,41946	0,47200	68
22	0,38370	0,26184	0,26184	0,31438	0,36692	0,41946	0,47200	67
23	0,40114	0,26184	0,26184	0,31438	0,36692	0,41946	0,47200	66
24	0,41858	0,26184	0,26184	0,31438	0,36692	0,41946	0,47200	65
25	0,43602	0,26184	0,26184	0,31438	0,36692	0,41946	0,47200	64
26	0,45346	0,26184	0,26184	0,31438	0,36692	0,41946	0,47200	63
27	0,47090	0,26184	0,26184	0,31438	0,36692	0,41946	0,47200	62
28	0,48834	0,26184	0,26184	0,31438	0,36692	0,41946	0,47200	61
29	0,50578	0,26184	0,26184	0,31438	0,36692	0,41946	0,47200	60
30	0,52322	0,26184	0,26184	0,31438	0,36692	0,41946	0,47200	59
31	0,54066	0,26184	0,26184	0,31438	0,36692	0,41946	0,47200	58
32	0,55810	0,26184	0,26184	0,31438	0,36692	0,41946	0,47200	57
33	0,57554	0,26184	0,26184	0,31438	0,36692	0,41946	0,47200	56
34	0,59298	0,26184	0,26184	0,31438	0,36692	0,41946	0,47200	55
35	0,61042	0,26184	0,26184	0,31438	0,36692	0,41946	0,47200	54
36	0,62786	0,26184	0,26184	0,31438	0,36692	0,41946	0,47200	53
37	0,64530	0,26184	0,26184	0,31438	0,36692	0,41946	0,47200	52
38	0,66274	0,26184	0,26184	0,31438	0,36692	0,41946	0,47200	51
39	0,68018	0,26184	0,26184	0,31438	0,36692	0,41946	0,47200	50
40	0,69762	0,26184	0,26184	0,31438	0,36692	0,41946	0,47200	49
41	0,71506	0,26184	0,26184	0,31438	0,36692	0,41946	0,47200	48
42	0,73250	0,26184	0,26184	0,31438	0,36692	0,41946	0,47200	47
43	0,75000	0,26184	0,26184	0,31438	0,36692	0,41946	0,47200	46
44	0,76744	0,26184	0,26184	0,31438	0,36692	0,41946	0,47200	45
	60'	50'	40'	30'	20'	10'	0'	
C O S E N O								Graus

3.2. FORÇA EXERCIDA SOBRE A BARREIRA

As forças exercidas sobre uma barreira são as relativas à ação da corrente e do vento.

A força exercida pela corrente que é considerada é a força normal à barreira, que denominamos por V_B .

A força que a componente V_B da corrente exerce sobre a barreira é calculada por:

$$F_{\text{Barreira devido à componente da corrente}} = K \times A_i \times V_B^2, \text{ em Kg}$$

em que:

$$\begin{aligned} K &= 26 \\ A_i &= \text{Área imersa} = l \times c, \text{ em m}^2 \\ l &= \text{comprimento da barreira, em metros} \\ c &= \text{calado da barreira (altura entre a linha de flutuação e a parte superior da barreira), em metros} \\ V_B &= \text{Velocidade da corrente (componente perpendicular à barreira), em nós} \end{aligned}$$

O efeito exercido pelo vento é normalmente reduzido em relação ao efeito da corrente.

Se o vento soprar, afetando a barreira em ângulos próximos da perpendicular à barreira e, conseqüentemente, somando-se ao efeito da corrente pode determinar-se a força exercida pelo vento utilizando a seguinte fórmula:

$$F_{\text{devido ao vento}} = K \times A_e \times (V_v/40)^2, \text{ em Kg}$$

em que:

$$\begin{aligned} K &= 26 \\ A_e &= \text{Área emersa} = l \times b, \text{ em m}^2 \\ l &= \text{comprimento da barreira, em metros.} \\ b &= \text{borda livre da barreira (altura desde a linha de flutuação, e a parte superior da barreira), em metros} \end{aligned}$$

EXEMPLO:

No exemplo dado a barreira tinha as seguintes características:

$$\begin{aligned} \text{Comprimento} &= 100 \text{ m} \\ \text{Calado} &= 0,4 \text{ m} \\ \text{Borda livre} &= 0,6 \text{ m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} F_B &= 26 \times 100 \times 0,4 \times 1,022 \\ &= 1082 \text{ Kg} \end{aligned}$$

ou seja, $\frac{1082}{2} = 541 \text{ Kg}$ em cada extremidade.

No caso de existir um vento de 20 km/h soprando numa direção próxima da perpendicular à barreira o efeito do vento seria:

$$F_v = 26 \times 100 \times 0,6 \times (20/40)^2 \\ = 390 \text{ Kg}$$

ou seja, em cada extremidade haveria um aumento de 195 Kg e, portanto, uma força total de 736 Kg.

3.3. DISPOSITIVOS PARA FUNDEAR AS BARREIRAS

As barreiras podem ser mantidas na posição por ferros ou pesos (poitas).

3.3.1. FERROS

Os ferros mais adequados para a fixação das barreiras são os ferros tipo "DANFORTH".

Deve ser dada atenção à relação entre a capacidade de presa do ferro e o seu próprio peso.

Ferros muito pesados têm maior capacidade de presa, mas, por outro lado, obrigam ao uso de um sistema de elevação mecânico, que muitas vezes é necessário usar para fazer alterações no posicionamento da barreira.

Geralmente são usados ferros entre 15 e 35 kg capazes de serem movimentados manualmente.

A capacidade de presa dos ferros tipo "DANFORTH" é dada na seguinte tabela:

CAPACIDADE DE PRESA DOS FERROS			
PESO DO FERRO (KG)	FORÇA DE PRESA (KG)		
	AREIA	CASCALHO	ARGILA
15	200	250	300
25	350	400	500
35	600	700	700

Os ferros devem ser colocados em distâncias de 20 a 30 metros, não devendo existir um espaçamento entre eles superior a 50 metros.

3.3.2. POITAS

Poderão ser utilizados pesos (poitas). De um modo geral o seu peso deverá ser 3 vezes superior à sua capacidade de presa.

3.3.3. DISPOSITIVOS DE FUNDEAR

As linhas de fundear de um ferro ou de uma poita deverão ser de cerca de 3 a 4 vezes a profundidade existente.

Devem ser constituídas por um segmento de amarra pesada, com um comprimento entre 1,5 a 2 vezes a distância do fundo à superfície, seguido de um segmento de cabo de massa ou nylon com igual comprimento em cuja extremidade deve ser ligada uma bóia de flutuabilidade adequada (ver desenho). A esta bóia é amarrada a extremidade da barreira.

3.3.4. FIXAÇÕES EM TERRA

Em terra a barreira deverá ser fixada a uma estrutura natural ou artificial capaz de suportar os esforços de tração.

No caso de um cais, deve-se levar em conta as variações da maré.

De um modo geral é muito difícil conseguir a vedação da barreira em áreas deste tipo, o que é especialmente importante quando essa zona é também zona de recolha (caso, por exemplo, da barreira em deflexão).

Neste caso recorre-se, sempre que possível, a uma das seguintes técnicas:

- colocação de barreiras absorventes na área entre a barreira e o cais;
- utilização de uma pequena embarcação com motor de popa para manter a barreira contra o cais.

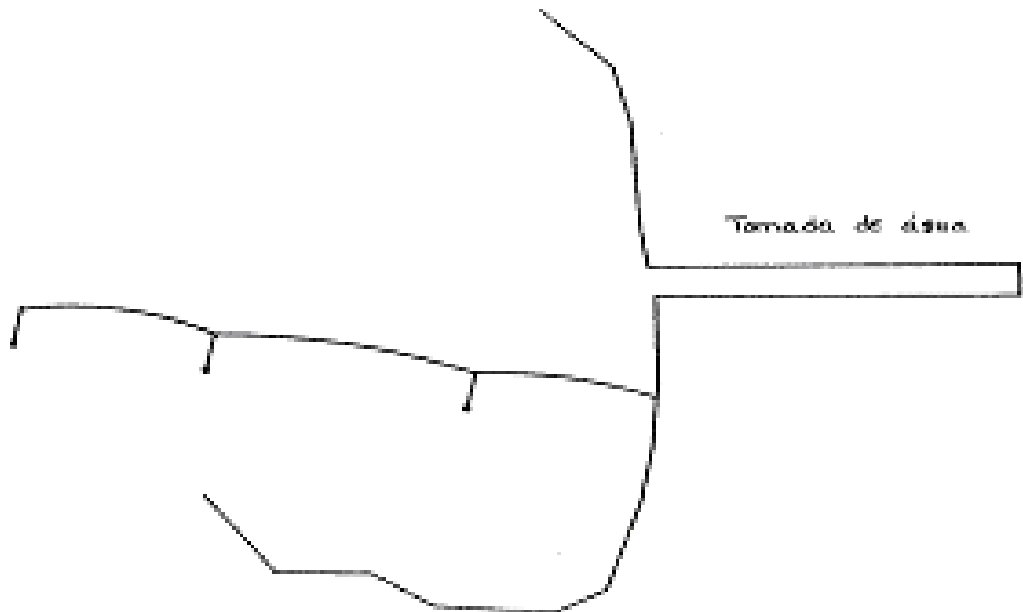
No caso de praias ou áreas espreiadas (planos de alagem, rampas, etc.) devem ser utilizadas as seguintes técnicas:

- colocação de pesos sobre a barreira que facilitem a vedação;
- barreiras especiais tipo praia (ver [ANEXO 12](#)).

As barreiras fundeadas necessitam de uma atenção permanente, tanto de uma equipe em terra como de uma embarcação auxiliar.

EXEMPLO:

No caso do exemplo foi decidido fundear 3 ferros, sendo o fundo de areia:



A força total sobre a barreira verificou-se ser de:

$$1082 + 390 = 1472$$

O número de pontos de fixação é de 4 (3 ferros + fixação em terra).

A força sobre cada ponto de fixação é de:

$$\frac{1472}{4} = 368 \text{ Kg}$$

Através da tabela verifica-se que ferros tipo DANFORTH acima de 25 Kg são adequados para tal.

No caso de se recorrer à poitas haveria que se utilizar poitas com peso superior a 1 tonelada.

4. BIBLIOGRAFIA

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

GUIDE À L'USAGE DES AUTORITÉS REponsables DE LUTTE CONTRE LA
POLLUTION PAR LES HIDROCARBURES EN MEDITERRANEE - R.O.C.C.