



4^{as} Jornadas Portuguesas de Engenharia Costeira e Portuária
Angra do Heroísmo, 20 e 21 de Outubro de 2005

ALGUNS ASPECTOS DO PROJECTO DE EMISSÁRIOS SUBMARINOS

Pedro Figueira, Cristina Afonso

WW - Consultores de Hidráulica e Obras Marítimas, S.A.
Av. Conselheiro Ferreira Lobo, 23 LAVEIRAS, 2760-032 CAXIAS
ww.figueira@mail.telepac.pt, ww.cafonso@mail.telepac.pt

RESUMO

Os emissários submarinos são um meio de conduzir os efluentes de um determinado ponto em terra, até um ponto de lançamento no mar. A escolha do **ponto de rejeição** implica o estudo do impacte no meio receptor, para garantir parâmetros ambientais aceitáveis.

O **dimensionamento hidráulico** dos órgãos do emissário deve conduzir a uma elevada diluição inicial do efluente, essencial para a eficácia da obra.

Os emissários são **estruturas marítimas** cujo comprimento pode atingir alguns quilómetros, e cujos diâmetros podem atingir valores da ordem dos 2 metros, podendo estar sujeitas a acções muito fortes, principalmente as resultantes da agitação marítima.

O bom conhecimento do local da obra e a correcta utilização da **modelação matemática** no apoio ao projecto, são factores indispensáveis à obtenção de soluções eficazes.

A construção de um emissário submarino implica a realização de trabalhos em ambiente adverso, devendo assegurar-se que a solução adoptada não implica o recurso a meios ou a **processos construtivos** que tornem o seu custo exagerado.

Durante a vida útil do emissário deve realizar-se um programa de **monitorização** a fim de verificar o seu funcionamento e integridade.

1 - INTRODUÇÃO

Um emissário submarino é uma tubagem que tem como função transportar os esgotos domésticos ou os efluentes industriais, de um determinado ponto em terra, até um ponto de lançamento situado no mar a maior ou menor distância da costa. Esta comunicação refere-se unicamente a emissários flexíveis, que apresentam algumas especificidades no que diz respeito aos aspectos estruturais e aos processos construtivos.

O efluente sai para o emissário submarino através de uma câmara de bombagem, de uma câmara de carga ou directamente por gravidade a partir de uma ETAR.

Antes do lançamento no mar, esses efluentes sofrem um tratamento cujo grau mínimo está estabelecido na legislação. No entanto, deve garantir-se que os mesmos sofrerão um processo de mistura com a água do mar suficientemente intenso para que se atinja uma concentração baixa que não comprometa a preservação ambiental da zona de descarga. Este objectivo é conseguido através do troço final da tubagem, o difusor, com orifícios distribuídos ao longo de um determinado comprimento para garantir uma diluição inicial intensa. Deve além disso garantir-se que a concentração do efluente ou, pelo menos, de alguns dos seus constituintes, desce para valores aceitáveis na zona de influência do local de descarga do emissário submarino, onde ocorram actividades sensíveis ou onde haja aspectos ambientais a preservar.

Do ponto de vista das soluções estruturais e métodos de construção, o emissário submarino é em geral constituído por 4 troços: troço terrestre; troço na zona de rebentação; troço exterior e difusor, (Figura 1).

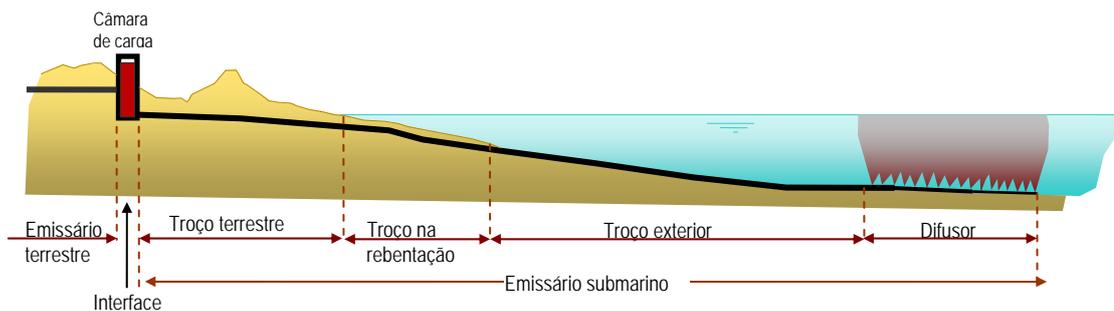


Figura 1 – Perfil tipo do emissário

Em geral, junto da interface entre o emissário submarino e o emissário terrestre existe um órgão destinado à descarga de emergência do efluente no caso de ocorrer algum problema no emissário submarino, ou de ser necessário proceder a alguma reparação do mesmo, (Figura 2).

Nos casos de o efluente ser bombeado para o emissário, haverá que prever órgão de protecção contra o golpe de aríete provocado pela paragem súbita das bombas.

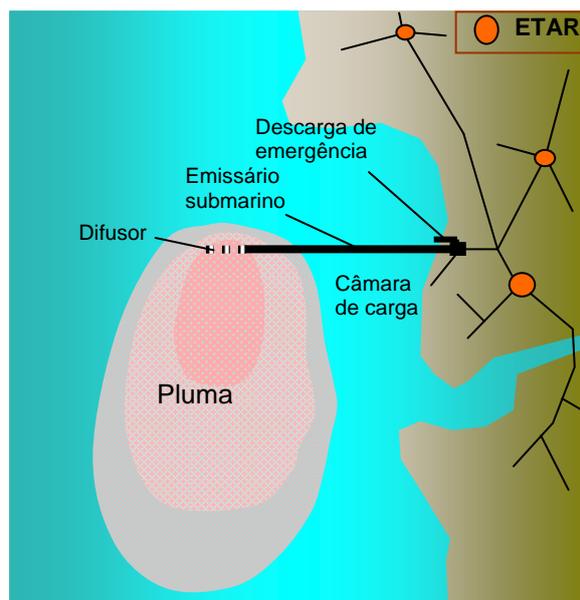


Figura 2 – Planta tipo do emissário



4^{as} Jornadas Portuguesas de Engenharia Costeira e Portuária Angra do Heroísmo, 20 e 21 de Outubro de 2005

2 - ESCOLHA DO PONTO DE REJEIÇÃO DO EFLUENTE

Na extremidade de jusante do emissário submarino o efluente é lançado no mar através do difusor. Após a saída do difusor, o efluente sofre um processo de diminuição da concentração em duas fases:

- Diluição inicial na região próxima do difusor;
- Diluição e evolução na região afastada do difusor (convecção, difusão e evolução).

Nesta apresentação, considera-se que o processo se inicia após a saída da ETAR, nos casos em que o emissário submarino está directamente ligado a essa instalação, ou na interface com o emissário terrestre, onde se pressupõe que são conhecidos os seguintes elementos:

- Regime de caudais afluentes ao emissário, incluindo a sua variação no tempo e a sua evolução;
- Composição dos efluentes que afluem ao emissário submarino.

Pressupõe-se também que são conhecidas as condições ambientais na zona de descarga do efluente (ondas, marés, correntes, distribuição de densidades, ...), e que estão estabelecidos os parâmetros de qualidade da água do mar.

No projecto do sistema de rejeição do efluente deve procurar-se uma solução:

- que permita atingir valores da concentração do efluente, ou de algum dos seus constituintes, compatíveis com os limites estabelecidos por critérios regulamentares ou outros, destinados a proteger valores ambientais e/ou permitir determinadas actividades (p. ex. utilização balnear, piscicultura);
- que permita uma diluição inicial do efluente (na zona próxima do difusor) que não comprometa os valores ambientais mínimos desejáveis nessa zona;
- que permita ter em consideração a evolução dos caudais afluentes ao longo do tempo;
- que seja estável relativamente às acções que se exercem sobre a tubagem (ondas e correntes);
- que tenha em conta as possíveis evoluções do fundo (sazonais e não sazonais);
- que seja durável (relativamente ao comportamento dos materiais).

O lançamento do efluente no meio receptor com um determinado grau de contaminação, conduz à alteração dos parâmetros de qualidade da água numa zona mais ou menos extensa. Os efeitos dessa alteração dependem, em cada local, da concentração dos componentes do efluente. Por sua vez, essa concentração depende das condições ambientais na zona atingida pelo efluente. As condições ambientais relevantes neste processo, são:

- Regime de ventos (as correntes geradas pelo vento são muitas vezes mais importantes que as geradas pelas marés);
- Correntes de maré, se o emissário estiver situado num estuário ou próximo da sua embocadura (condicionam a evolução da pluma de efluente e podem transportá-la para o interior do estuário);
- Distribuição de temperaturas e salinidades (importantes no processo de mistura do efluente na água do mar);
- Radiação solar e temperatura da água (importante na taxa de mortalidade bacteriana);
- Clima de agitação marítima na zona de implantação do emissário submarino (para além de ser dominante no projecto estrutural do emissário submarino, influencia os processos de mistura através do aumento de turbulência e da criação de correntes ao longo da linha de costa).

Quando um efluente é lançado no mar através do difusor de um emissário submarino, ocorre um processo complexo de mistura desse efluente com a água do meio receptor. Este processo

depende das *características do sistema de descarga* e das *condições ambientais* existentes no meio receptor, e apresenta aspectos distintos nas regiões próxima e longínqua do difusor.

As características do sistema de descarga submarina (difusor) que interessam ao processo de mistura são:

- Características geométricas - Diâmetro dos orifícios, orientação da descarga e posição relativa dos orifícios;
- Características hidráulicas - Caudais e velocidades dos jactos de saída, impulsão sobre a massa de efluente.

Quanto às condições ambientais existentes no meio receptor, elas podem ser caracterizadas por:

- Parâmetros geométricos - Batimetria, altura da descarga em relação ao fundo, existência de obstáculos próximos (p. ex. quebra-mares);
- Características hidrodinâmicas - Campo de velocidades e sua variabilidade no tempo;
- Distribuição de densidades.

Considerando um efluente a ser descarregado continuamente num determinado meio receptor, podem considerar-se duas regiões distintas do ponto de vista dos fenómenos hidrodinâmicos que aí ocorrem, (Figura 3).

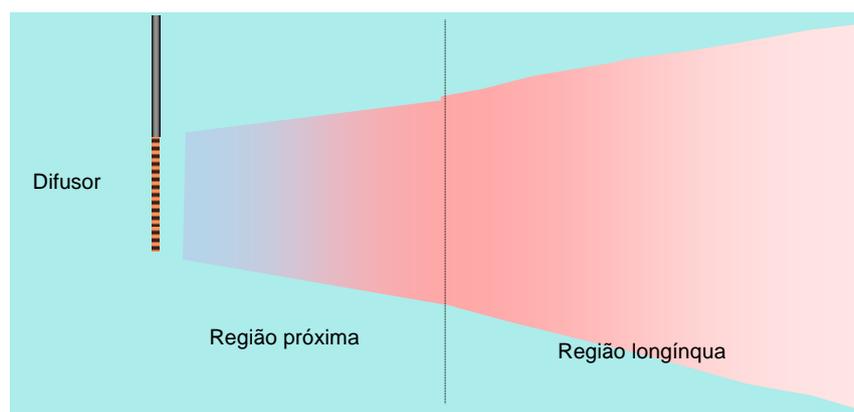
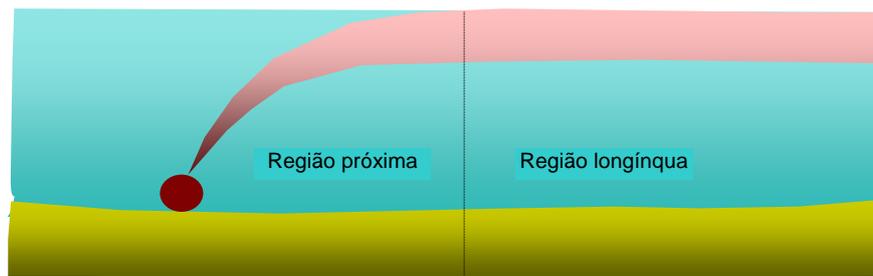


Figura 3 – Caracterização das regiões de evolução do efluente



4^{as} Jornadas Portuguesas de Engenharia Costeira e Portuária Angra do Heroísmo, 20 e 21 de Outubro de 2005

- *Região próxima* (do difusor): As trajectórias dos jactos e o processo de mistura do efluente no meio envolvente são influenciados pelas características do difusor e da descarga (geometria, quantidade de movimento e impulsão).

Na região próxima do difusor, ocorrem processos hidrodinâmicos importantes no que respeita à mistura do efluente no meio envolvente:

- Mistura do jacto submerso com a água envolvente;
- Interação do jacto com as fronteiras.

Os factores que comandam o comportamento da massa de efluente na região próxima do difusor são:

- Parâmetros ambientais - Correntes, distribuição de densidades, profundidade;
 - Parâmetros hidráulicos - Caudal e velocidade dos jactos;
 - Geometria do difusor - Espaçamento e disposição dos orifícios.
- *Região longínqua* (do difusor): A partir de certa distância, as características iniciais da descarga deixam de influenciar o processo de evolução do efluente.

Na região afastada do difusor a trajectória da pluma e a mistura do efluente no meio envolvente passam a ser comandados pelos processos de transporte associados às condições ambientais (convecção e difusão).

No caso de efluentes não conservativos (esgotos domésticos, água de arrefecimento de centrais, etc.), há ainda que contar com a sua *evolução* temporal, que se caracteriza numa diminuição dos valores dos parâmetros relativos ao estado desse efluente (concentração bacteriológica, temperatura, etc.).

A localização, comprimento e orientação do difusor constituem o primeiro ponto a definir no projecto, em função dos resultados dos estudos hidráulicos e ambientais.

A definição do local de implantação do difusor tem a ver com o modo como evolui a pluma na região afastada do difusor. Deve procurar-se que não ocorram valores de determinados parâmetros (concentrações, temperatura, ...) acima de limites pré-definidos, em locais onde esses valores não são desejáveis ou não são permitidos.

Nos estudos hidráulicos determinam-se as condições de saída dos jactos que condicionam o comportamento do efluente na região próxima do difusor, o que permite definir o respectivo comprimento. O difusor deve ser colocado normalmente às correntes dominantes, de forma a maximizar a intensidade do processo de mistura inicial ao manter os jactos independentes durante o maior percurso possível.

3 - ASPECTOS HIDRÁULICOS

Neste capítulo aborda-se a concepção e o dimensionamento do sistema hidráulico de transporte do efluente desde a interface do emissário submarino com o emissário terrestre até ao seu lançamento no mar. O principal problema de concepção está relacionado com o difusor, órgão cujo funcionamento condiciona o comportamento do efluente na região que lhe é próxima, no que respeita ao importante processo de mistura com o meio receptor.

3.1 - Difusor

O difusor é um órgão que tem como finalidade descarregar para o mar o efluente de forma a que este se misture com o meio receptor, fazendo que a sua concentração diminua rapidamente. Para esse efeito, é constituído por uma tubagem (troço terminal do emissário submarino) com orifícios de saída (portas) situados com intervalos adequados.

As portas do difusor podem ser simplesmente orifícios abertos na parede do tubo, ou podem ser orifícios munidos de extensões (tubos com o mesmo diâmetro que os orifícios, os quais

umentam a distância entre a saída e o fundo). Podem também utilizar-se orifícios com válvulas especiais que não permitem a entrada para o interior do tubo, e cuja abertura é função do caudal que as atravessa.

Para definir o número, espaçamento e diâmetro dos orifícios de forma a que o funcionamento do difusor seja eficaz, é necessário ter em conta o seguinte:

- o jacto de saída deve ter uma velocidade suficientemente elevada para que a sua interacção com os jactos vizinhos (resultante do aumento de secção do jacto) se faça longe do tubo, de forma a intensificar a mistura inicial do efluente no meio receptor;
- a variação dos caudais ao longo da vida da obra pode aconselhar a abertura faseada dos orifícios de forma a que as velocidades de saída dos jactos durante a fase inicial de funcionamento sejam suficientemente altas para provocar uma mistura inicial intensa;
- a área total de orifícios a jusante de uma secção do difusor deve ser inferior à área dessa secção e de preferência menor que metade dessa área;
- as perdas de carga localizadas do escoamento ao longo do difusor, causadas pela existência das portas, são muito pequenas e desprezáveis relativamente às perdas de carga contínuas na tubagem.

As portas podem ser abertas ao longo do extradorso do tubo, ou com o seu eixo inclinado em relação à vertical, alternadamente para cada um dos lados, (Figura 4).

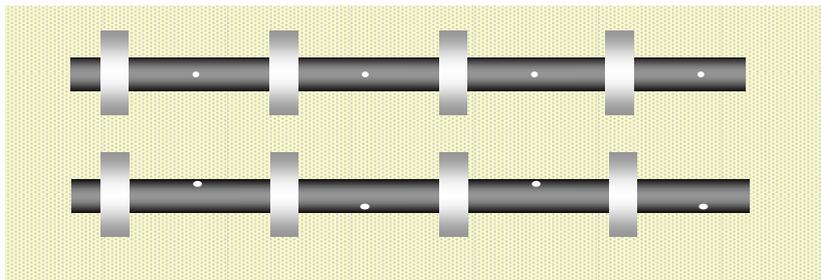


Figura 4 – Disposição em planta da abertura das portas no difusor

Esta última disposição tem a vantagem de aumentar a zona em que os jactos não interagem, facilitando assim a mistura do efluente e aumentando a diluição inicial. A abertura de portas com eixo perto da horizontal deve evitar-se, pois facilita a interacção do jacto com o fundo, situação indesejável do ponto de vista do processo de diluição inicial do efluente.

No troço final do difusor as velocidades do escoamento no interior da tubagem são pequenas e há tendência para acumulação de matérias transportadas em suspensão pelo efluente. Deve portanto prever-se a possibilidade de acesso para limpeza através da extremidade do difusor.

Como à medida que se caminha para a extremidade de jusante do difusor, o caudal no tubo diminui em função do que é expelido pelas portas, a velocidade diminui, podendo causar a deposição de partículas no tubo ou permitindo a entrada de água do mar com sedimentos em suspensão para o interior do difusor. Para evitar este fenómeno que provoca uma diminuição da secção do escoamento, podem utilizar-se diâmetros decrescentes de montante para jusante no difusor. A fixação do número de troços e do diâmetro de cada troço é função da velocidade mínima que se admite na tubagem do difusor.

Existem casos recentes de difusores de diâmetro constante admitindo-se que a deposição de partículas no tubo provoca uma diminuição da secção, que é limitada pelo aumento de velocidade resultante. Consegue-se assim o mesmo efeito que a diminuição do diâmetro do tubo, e evita-se a criação de pontos fracos na estrutura, correspondentes às secções de redução.



4^{as} Jornadas Portuguesas de Engenharia Costeira e Portuária Angra do Heroísmo, 20 e 21 de Outubro de 2005

3.2 - Tubagem Principal

O diâmetro do tubo principal do emissário submarino deve ser definido de forma a que, para o caudal máximo previsto, as perdas de carga não conduzam a cotas elevadas da linha de energia na câmara de carga (ou na interface).

Nos casos em que haja bombagem directa da ETAR para o emissário submarino há que considerar o custo da bombagem na definição desse diâmetro.

No projecto (e na construção) do tubo principal há que tomar as precauções necessárias para evitar o transporte de gases para o interior do tubo, pois tal traduz-se numa diminuição do seu "peso", que diminui a segurança relativamente à estabilidade, e diminui a eficiência hidráulica da tubagem. Estas precauções consistem em:

- manter o emissário sempre abaixo do zero hidrográfico, para não haver contacto com o ar;
- manter a inclinação do tubo no sentido do escoamento, de forma a evitar a formação de bolsas de gás (eventualmente provenientes da fermentação do esgoto);
- sendo o troço inicial o único por onde podem entrar gases por efeito de arrastamento, podem prever-se mecanismos de desarejamento nesse troço.

3.3 - Câmara de Carga

A câmara de carga desenvolve-se entre uma cota de soleira igual à da saída do tubo e a cota correspondente à cota máxima da linha de energia acrescida de uma folga de segurança. No caso de existirem outros órgãos auxiliares (grelhas, descarregadores de emergência, etc.) será necessário prever espaço para a sua localização.

3.4 - Caudal de Projecto

O caudal de projecto do emissário submarino é fixado em função do funcionamento da ETAR que o alimenta.

O caudal de projecto é utilizado para:

- o dimensionamento hidráulico da tubagem;
- a definição do comprimento do difusor, diâmetro dos orifícios e seu afastamento;
- a determinação da cota máxima do efluente na câmara de carga.

3.5 - Dimensionamento Hidráulico do Emissário

Considerando o troço desde a entrada do efluente até à extremidade do tubo, as perdas de carga a considerar para o dimensionamento da tubagem são as seguintes:

- perdas de carga contínuas no tubo até ao difusor (caudal constante);
- perdas de carga contínuas no difusor (caudal decrescente);
- perdas de carga localizadas
 - entrada na tubagem;
 - variações de secção;
 - portas do difusor.



4^{as} Jornadas Portuguesas de Engenharia Costeira e Portuária Angra do Heroísmo, 20 e 21 de Outubro de 2005

O diâmetro do tubo principal é definido em função das velocidades mínimas admissíveis para evitar a deposição de partículas no fundo do tubo e da cota máxima admissível na câmara de carga para que esta não atinja alturas exageradas.

A auto-limpeza da tubagem, na fase de operação, deve ser garantida pela realização de descargas periódicas com caudais elevados.

4 - SOLUÇÕES ESTRUTURAIS

No caso mais geral pode considerar-se que o emissário submarino é constituído pelos 4 troços, referidos atrás, os quais apresentam problemas diferentes do ponto de vista estrutural:

- Troço terrestre, que liga a interface com o emissário terrestre à linha de costa;
- Troço da zona de rebentação, com um comprimento que pode atingir algumas centenas de metros, onde os fenómenos hidrodinâmicos e sedimentares atingem grande intensidade;
- Troço exterior, com um comprimento que pode atingir mais que 2 quilómetros fora da zona de rebentação, onde as acções devidas à agitação marítima são menos violentas e os fundos são mais estáveis;
- Troço do difusor, que pode apresentar problemas estruturais específicos, diferentes do troço anterior.

4.1 - Troço Terrestre do Emissário Submarino

O troço terrestre do emissário submarino é uma estrutura enterrada em vala. A cota da geratriz superior do tubo deverá ficar abaixo do zero hidrográfico, pelo que o tubo deverá ser submergido com o auxílio de anéis de afundamento. Do ponto de vista estrutural, durante a fase de construção existem problemas relacionados com a abertura e estabilização da vala onde irá ser colocado o tubo.

4.2 - Troço da Zona de Rebentação

A intensidade dos processos hidrodinâmicos e/ou sedimentares que ocorrem na zona de rebentação excluem, na prática, a possibilidade de manter estável uma tubagem assente sobre o fundo. A solução consiste em enterrar a tubagem.

No caso de zonas de natureza sedimentar, o principal problema prende-se com a variação sazonal do perfil transversal da praia. Este perfil é diferente após uma época de calma (perfil de Verão) ou após uma época de agitação intensa (perfil de Inverno). O emissário submarino deve ser implantado sob a envolvente dos perfis, para que a estrutura não seja exposta à acção da rebentação.

4.3 - Troço Exterior e Difusor

A solução mais usual é a da estrutura assente no fundo. A estabilização é conseguida através do peso dos anéis de afundamento e de elementos suplementares, colocados com intervalos calculados de forma a distribuir ao longo do tubo o peso necessário.

4.4 - Metodologia do Dimensionamento Estrutural do Emissário

Os emissários submarinos são estruturas que estão sujeitas a acções exteriores intensas, tanto na fase de construção como na fase de operação, as quais obviamente têm que ser consideradas na elaboração do projecto.



4^{as} Jornadas Portuguesas de Engenharia Costeira e Portuária Angra do Heroísmo, 20 e 21 de Outubro de 2005

Na *fase de construção* as principais acções sobre a tubagem acontecem durante:

- o posicionamento da tubagem para a operação de afundamento, quando ocorrem correntes, devido à maré e aos ventos;
- o afundamento da tubagem.

Estas acções podem provocar deformações permanentes por fluência, ou podem provocar danos irreversíveis no troço se ocorrer o fenómeno de "buckling" (instabilidade por encurvadura). Durante o afundamento do tubo é necessário evitar igualmente a ocorrência de curvaturas elevadas.

Na *fase de operação* as principais causas das acções sobre o emissário são:

- as ondas e correntes;
- as alterações da morfologia do fundo;
- interacção com objectos estranhos.

A orientação do emissário submarino deverá ser escolhida de forma a minimizar os esforços causados pelas ondas e pelas correntes.

No que respeita às ondas, deve procurar-se que a direcção da tubagem siga, na medida do possível, a direcção das ortogonais das ondas reinantes, as quais servem de base ao dimensionamento estrutural do emissário submarino.

5 - MODELAÇÃO MATEMÁTICA

Os estudos de modelação matemática têm por objectivos determinar as características da diluição inicial, a evolução da pluma e calcular as forças resultantes da agitação marítima e das correntes.

5.1 - Diluição Inicial

Na zona de diluição inicial a variação da densidade da água do mar do fundo para a superfície pode provocar a estratificação do efluente criando uma pluma submersa. O projecto do difusor, bem como a avaliação dos impactes da descarga, tornam necessária a previsão do comportamento do efluente na zona próxima, em particular no que respeita ao comprimento da zona de diluição inicial, à espessura da pluma, à profundidade de submersão e ao processo de diluição.

Os modelos do tipo "Cormix" permitem estudar esse comportamento, utilizando parâmetros ambientais (velocidade da corrente, densidade da água do mar e respectivo gradiente vertical), parâmetros do difusor (orientação relativa à corrente oceânica, comprimento, diâmetro e espaçamento dos orifícios) e parâmetros do efluente (caudal, densidade e concentração ou outro parâmetro descritor do estado do efluente, como seja a temperatura).

5.2 - Evolução da Pluma

A distribuição das concentrações do efluente na zona longínqua depende das condições em que se processa a mistura do efluente na água do mar, ou seja, dos processos de transporte, associados às condições ambientais (convecção e difusão). Para além disso varia com a evolução da constituição do próprio efluente, mortalidade bacteriana, arrefecimento por radiação ou processos químicos (evolução).

No estudo da evolução da pluma podem utilizar-se os modelos do tipo MIKE21 PA - Modelo de dispersão Lagrangiano e MIKE21 AD - Modelo de propagação de convecção-difusão, os quais, são exemplos de modelos que simulam a hidrodinâmica e o transporte das substâncias.

5.3 - Cálculo das Forças

Para a determinação da propagação da agitação recorre-se à modelação matemática, transpondo a agitação entre o largo e o local da obra para obter as características das ondas ao longo do alinhamento do emissário e a determinação dos valores das velocidades das correntes, que são os parâmetros necessários para o cálculo das forças sobre a tubagem.

As forças são calculadas ao longo do alinhamento do emissário em função dos rumos, períodos, alturas de onda ao largo e níveis de maré. Os valores da força transversal máxima em cada ponto permitem definir os coeficientes de segurança ao derrubamento e escorregamento ao longo do emissário.

Para o cálculo dessas forças e da respectiva envolvente, utilizam-se as fórmulas que descrevem a hidrodinâmica das ondas e as equações de Morison.

6 - ASPECTOS CONSTRUTIVOS

Apresentam-se alguns aspectos relacionados com a construção de emissários submarinos flexíveis. Não se pretende ser exaustivo, mas apenas apresentar alguns problemas específicos destas obras.

- *Fabrico dos tubos*: Nos tubos de grande diâmetro torna-se difícil conseguir paredes com espessura constante, em consequência da fluência do material durante o processo de arrefecimento. A variação da espessura pode conduzir à dificuldade de executar convenientemente a soldadura topo a topo dos troços, (Fotografias 1 e 2).



Fotografias 1 e 2 – Emissário submarino de São Jacinto

- *Sistema de afundamento e estabilização*: o afundamento dos tubos é feito por meio de pesos que lhes são acoplados, os quais são em geral constituídos por anéis de betão armado. Quando se trata de troços assentes directamente sobre o fundo, depois de o tubo ser colocado na posição correcta, podem ser colocadas peças adicionais de estabilização, geralmente de betão armado, (Fotografias 3 e 4).



Fotografias 3 e 4 – Emissários submarinos de Matosinhos e Câmara de Lobos (Madeira)

Do ponto de vista construtivo os quatro troços que constituem o emissário apresentam os seguintes problemas:

- *Construção do troço terrestre:* na ligação da obra terrestre (ETAR ou câmara de carga) ao emissário é necessário escavar uma vala até uma cota da ordem de 1 metro abaixo do zero hidrográfico, com os inerentes problemas de estabilização da vala, (Fotografia 5).



Fotografia 5 – Emissário submarino de São Jacinto

- *Construção do troço na zona de rebentação:* abertura e fecho da vala de colocação da tubagem, a qual deve ser mantida durante a operação de afundamento e estabilização, (Fotografia 6).



Fotografia 6 – Emissário submarino de Espinho

- *Construção do troço exterior:* afundamento da tubagem e ligação dos troços afundados, (Fotografia 7).



Fotografia 7 – Emissário submarino de São Jacinto

- *Construção do troço do difusor:* afundamento da tubagem e colocação de estabilizadores após o seu afundamento. Neste troço, não são admitidos movimentos da tubagem, pelo que o sistema de estabilização deve ser reforçado o que pode implicar a colocação de um sistema de estabilização suplementar, operação que só pode realizar-se após o afundamento.



4^{as} Jornadas Portuguesas de Engenharia Costeira e Portuária Angra do Heroísmo, 20 e 21 de Outubro de 2005

7 - MONITORIZAÇÃO

Durante a vida útil do emissário submarino, devem ser verificados o seu funcionamento e as suas condições de integridade, de forma a que se possa proceder em tempo útil a qualquer intervenção destinada a corrigir eventuais anomalias.

Um programa de monitorização de um emissário submarino e de manutenção da sua funcionalidade deve, no mínimo, contemplar os seguintes aspectos:

Funcionamento hidráulico

- verificação do nível na câmara de carga em função do caudal;
- verificação da existência de fugas ao longo do emissário;
- verificação do funcionamento dos orifícios do difusor;
- limpeza dos orifícios;
- descarga de limpeza da extremidade do tubo.

Integridade estrutural

- verificação da existência de apoios em falso por erosão localizada;
- verificação do estado das paredes do tubo;
- verificação do estado dos anéis de afundamento;
- verificação do estado dos parafusos dos anéis e das juntas;
- verificação do estado das protecções catódicas, utilizadas nas ligação aparafusadas.

BIBLIOGRAFIA

Ian R. Wood, Robert G. Bell e David L. Wilkinson – Ocean disposal of waste water. Advanced Series on Ocean Engineering – Vol. 8. World Scientific. 1993

Pedro L. Figueira - Emissários Submarinos - Metodologias de projecto de emissários submarinos flexíveis. Lição apresentada no concurso para Professor Coordenador do Instituto Superior de Engenharia de Lisboa. Fevereiro de 2001

Department of Water Affairs and Forestry - Operational policy for the disposal of land-derived water containing waste to the marine environment of South Africa: Guidance on Implementation. Water Quality Management Series. Sub-series No. MS 13.3. 1995.