



GESTÃO DE RISCO NO PROJECTO E CONSTRUÇÃO DE EMISSÁRIOS SUBMARINOS

Pedro Figueira - WW- Consultores de Hidráulica e Obras Marítimas, S.A. figueira@wwsa.pt

Resumo

O projecto de emissários submarinos está associado a riscos provenientes das incertezas associadas às fases de estudos, construção e operação. As entidades envolvidas devem intervir na tarefa de avaliar riscos e definir estratégias e soluções para os evitar ou minimizar.

Muitas incertezas e riscos associados a obras costeiras são conhecidos, mas o seu tratamento não é sistemático. A abordagem da avaliação e gestão dos riscos permitirá caminhar no sentido da optimização das soluções.

Introduzem-se alguns aspectos da metodologia de avaliação de riscos associados ao projecto de emissários submarinos:

- Aspectos da metodologia de avaliação de riscos em obras de engenharia;
- Identificação e quantificação de riscos;
- Riscos nas várias fases do empreendimento;
- Riscos em obras costeiras incluindo emissários submarinos;
- Gestão dos riscos;
- Integração da avaliação e gestão de riscos no projecto de emissários submarinos;
- Evolução dos intervenientes nos projectos.

A gestão dos riscos deve tornar-se uma metodologia usual do projecto porque as obras marítimas são construídas e operadas em situações exigentes, e a sua falha pode ter consequências sérias.

1. Introdução

As metodologias do projecto de obras marítimas tais como os emissários submarinos e as tomadas de água têm progredido desde a aproximação tradicional onde os riscos são avaliados de forma intuitiva, em direcção a uma abordagem na qual a gestão dos riscos é realizada de forma sistemática através de todas as fases do projecto. Existem vários conceitos de risco, o qual aqui será considerado no sentido da medida de uma probabilidade de ocorrência de um dado acontecimento a multiplicar pela magnitude das suas consequências.

2. Definições e conceitos básicos

O conceito de risco deve ser tornado claro antes de se iniciar uma discussão acerca do mesmo. Considera-se que um acontecimento ou uma dada situação pode ter consequências prejudiciais para algum ou vários aspectos de um projecto. O risco é uma combinação da probabilidade de ocorrência de um acontecimento e da magnitude das consequências associados.

Os aspectos do projecto que podem ser afectados são:

- Custos;
- Prazos;
- Segurança;
- Funcionalidade;
- Ambiente;



6^{as} Jornadas Portuguesas de Engenharia Costeira e Portuária Funchal, 8 e 9 de Outubro de 2009

- Aspectos sociais.

Um inverno marítimo rigoroso pode afectar o programa de construção de um emissário submarino. A subida dos preços do aço pode afectar o preço do projecto. O mau dimensionamento de uma parte da estrutura pode causar o colapso do emissário. A utilização de um rebocador pouco potente para puxar o tubo durante a operação de afundamento pode causar danos na tubagem (buckling). Um estudo ambiental deficiente pode causar a ineficácia do sistema de rejeição e os consequentes problemas sociais.

A probabilidade de ocorrência dos acontecimentos prejudiciais pode ser alta ou baixa tal como acontece com a magnitude das suas consequências. O risco mede a importância conjunta da probabilidade de ocorrência e da magnitude das consequências.

Podem acontecer acontecimentos catastróficos com baixa probabilidade de ocorrência e acontecimentos de pequena gravidade com alta probabilidade de ocorrência. Para ambos os casos o risco pode ter a mesma ordem de grandeza.

A consideração dos riscos associados às fases do empreendimento e as acções e modificações introduzidas para evitar ou reduzir esses riscos, ou a aceitação desses riscos constituem os objectivos da gestão de risco.

3. A abordagem da gestão dos riscos

A abordagem tradicional dos riscos no projecto é baseada na intuição, permanecendo implícito o risco que é “gerido” empiricamente por decisões baseadas na experiência [1]. Muitos métodos de dimensionamento estrutural consideram riscos implicitamente, decidindo sobre a aceitabilidade de uma solução pelo valor de um coeficiente de segurança que mede a relação entre a resistência a uma dada acção e o valor dessa acção. O valor do coeficiente de segurança é definido empiricamente por tradição ou experiência, ou por alguma entidade oficial.

Utilizar a gestão risco como ferramenta de projecto implica que os riscos se tornem explícitos. Eles devem ser identificados, descritos e avaliados para que a sua gestão sistemática se torne viável. A utilização da abordagem da gestão dos riscos como metodologia de projecto, tem as vantagens de identificar e pôr em causa suposições básicas, e de concentrar esforços para controlar os riscos através do estabelecimento de prioridades e do balanceamento dos custos e benefícios das medidas de controlo dos riscos.

Nos projectos de obras marítimas e em particular de obras com tubagens submarinas, existem muitos factores com alto nível de incerteza que podem afectar a eficácia da avaliação dos riscos [2]. Essa incerteza torna inevitável o uso, também empírico, do julgamento baseado na experiência, mesmo quando se utiliza uma abordagem de gestão de risco.

4. Os intervenientes

Quando se usa a abordagem de gestão dos riscos no desenvolvimento de um empreendimento, todos os intervenientes no projecto devem ser envolvidos no processo. Esses intervenientes são os clientes e investidores, os projectistas e os empreiteiros. Cada interveniente deve ter a sua própria estratégia de gestão dos riscos, a qual deve ter em consideração que os riscos devem ser geridos por aqueles que estão mais bem preparados para os controlar [1].

Na Abordagem de Gestão do Riscos cada um tem os seus próprios deveres para cada fase do projecto. Para definir os deveres de cada interveniente é necessário que os objectivos do cliente para o projecto sejam claros para todos, no que se refere as políticas de custos, ambiente, qualidade, segurança e prazos. Os intervenientes devem compreender claramente os riscos do projecto tão cedo quanto possível, para que os riscos desnecessários sejam



6^{as} Jornadas Portuguesas de Engenharia Costeira e Portuária Funchal, 8 e 9 de Outubro de 2009

anulados e os riscos residuais sejam reduzidos. O conhecimento dos riscos deve ser introduzido como dado de base nas actividades do projectista e do empreiteiro.

5. O processo Gestão dos riscos

Um objectivo do processo de gestão dos riscos deve ser a boa execução e funcionamento do projecto, ou seja o cumprimento dos objectivos do cliente. Como princípio, tanto quanto possível, todos os riscos devem ser identificados, caracterizados e avaliados de forma a que se tornem claros para todos os intervenientes, cada um dos quais tem um papel particular no processo de gestão.

Um processo gestão dos riscos implica as seguintes actividades:

a) Identificação dos riscos

No início do projecto (durante a fase de concepção) deve-se iniciar um processo de identificação dos riscos potenciais e de avaliação preliminar das suas probabilidades e consequências.

b) Modelação dos riscos (avaliação e análise)

Enquanto durante a fase concepção a avaliação de riscos tem o objectivo de direccionar o projecto na melhor direcção, pondo de lado soluções más ou inviáveis facilmente identificáveis, durante a fase de projecto deve ser realizada uma análise e avaliação mais profunda dos riscos associados às soluções possíveis. Os riscos estão relacionados com incertezas, com acidentes e com erros humanos e podem ocorrer durante as várias fases do projecto:

- Concepção;
- Projecto;
- Construção;
- Operação.

Deve ser feita uma clara identificação e caracterização dos maiores riscos associados ao empreendimento, da possibilidade de esses riscos ocorrerem e do seu impacte no caso de ocorrerem [1]. A caracterização deve ser desenvolvida de forma a que os riscos sejam claramente definidos no que respeita:

- À descrição do risco;
- Ao detentor do risco;
- Ao tipo de risco, seu impacte potencial e medidas de mitigação realísticas;
- Ao custo do risco e sua probabilidade qualitativa ou o custo calculado se a probabilidade de ocorrência da risco puder ser quantificada;
- Aos objectivos do projecto afectados pelos riscos e à importância dos impactes;
- Áreas afectadas pelo risco;
- Possíveis planos de contingência;
- Riscos secundários;
- Contingência financeira para o risco.

c) Gestão dos riscos

Durante as várias fases do projecto o cliente deve tomar decisões sobre como lidar com os riscos que foram identificados e analisados, tomando em consideração os custos e benefícios dessas decisões. Os tipos de decisão sobre os riscos podem ser evitá-los, mitigá-los ou aceitá-los. Existirão alguns riscos residuais que devem ser atribuídos a um dos interveniente ou partilhados entre vários intervenientes. Alguns riscos podem ser transferidos para uma seguradora.

6. As Metodologias de Gestão dos riscos



6^{as} Jornadas Portuguesas de Engenharia Costeira e Portuária
Funchal, 8 e 9 de Outubro de 2009

A avaliação da importância de um risco implica a estimação da probabilidade de ocorrência de um acontecimento prejudicial e da magnitude das suas consequências, e é um elemento chave no processo de gestão de riscos. Mostra-se um exemplo de metodologia de avaliação de riscos descrita em [3]. As probabilidades e as consequências são classificadas em cinco classes como se mostra nas Tabelas 1 e 2.

Tabela 1 – Escala de probabilidade
 (para uma dada período T)

Descrição	Escala	Probabilidade
Frequente	4	100/T
Provável	3	10/T
Ocasional	2	1/T
Remota	1	1/10T
Improvável	0	1/100T

Tabela 2 - Escala da consequência
 (V valor médio da consequência)

Descrição	Escala	Custo
Catastrófico	4	100V
Critico	3	10V
Serio	2	V
Marginal	1	0,1V
Desprezável	0	0,01V

Nas Tabelas 3 e 4, apresentam-se a importância e a aceitabilidade do risco. Note-se que não existe uma relação directa entre a importância e aceitabilidade. Tipicamente, os riscos com consequências graves e com pequena probabilidade de ocorrência, são mais importantes do ponto de vista da gestão do que os riscos com consequência pouco importantes e com grande probabilidade de ocorrência

Tabela 3 – Importância do risco

		Catastrófico	Critico	Sério	Marginal	Desprezável
		4	3	2	1	0
Frequente	4	16	12	8	4	0
Provável	3	12	9	6	3	0
Ocasional	2	8	6	4	2	0
Remoto	1	4	3	2	1	0
Improvável	0	0	0	0	0	0

Tabela 4 - Aceitabilidade do risco

		Catastrófico	Critico	Sério	Marginal	Desprezável
		4	3	2	1	0
Frequente	4	Inaceitável	Inaceitável	Inaceitável	Indesejável	Indesejável
Provável	3	Inaceitável	Inaceitável	Indesejável	Indesejável	Aceitável
Ocasional	2	Inaceitável	Indesejável	Indesejável	Aceitável	Aceitável
Remoto	1	Indesejável	Indesejável	Aceitável	Aceitável	Desprezável



6^{as} Jornadas Portuguesas de Engenharia Costeira e Portuária Funchal, 8 e 9 de Outubro de 2009

Improvável	0	Indesejável	Aceitável	Desprezável	Desprezável	Desprezável

Outra ferramenta importante do processo de gestão dos riscos é a geração de amostras de dados para um parâmetro de projecto se a sua incerteza pode ser representada por uma distribuição de probabilidade [1]. Neste caso, os métodos de Monte Carlo permitem gerar amostras com a mesma distribuição, a qual pode ser usada nos modelos utilizados no projecto, como é o caso da acção das ondas sobre uma estrutura.

7. Alguns aspectos particulares dos riscos no projecto de emissários submarinos e tomadas de água do mar

Para além dos riscos associados a qualquer projecto, existem riscos que caracterizam as obras costeiras e marítimas, as quais estão relacionadas com o grande número de incertezas associadas às características aleatórias de factores importantes do projecto nas várias fases do empreendimento.

Indicam-se exemplos de incertezas que se tornam fontes de riscos para uma boa realização dos objectivos do projecto. Durante a fase de concepção alguns parâmetros de projecto tais como a morfologia e os materiais do fundo não são completamente conhecidos. Muitas vezes o clima de agitação não está bem definido. Durante a fase de fase de dimensionamento o comportamento dos sedimentos e das estruturas tem um grande número de incertezas. A construção tem que conviver com as incertezas das previsões meteorológicas, com o perigo para as pessoas e para o equipamento nos trabalhos realizados na zona de rebentação. As alterações climáticas de longo prazo, as alterações nas condições de base para efeito de dimensionamento, o mau comportamento dos materiais, a falta de monitorização e de manutenção das obras são fontes de risco para a fase de operação.

Para as tubagens submarinas utilizadas para rejeição de efluentes ou para tomadas de água do mar, existem riscos particulares que devem ser considerados durante as várias fases do empreendimento. Apresenta-se a seguir uma lista exemplificativa de acontecimentos que são fonte de risco.

a) Fase de Concepção

- Estabelecimento das condições de financiamento do projecto;
- Crescimento da população durante a vida útil das obras;
- Evolução imprevista do consumo per capita de água durante a vida útil das obras;
- Estimativa do custo das obras marítimas;
- Definição do programa de construção das obras marítimas;
- Definição da data para início da fase de operação;

b) Fase de Projecto

- Conhecimento deficiente do clima de agitação;
- Falta de dados oceanográficos;
- Modelação deficiente da diluição;
- Definição dos coeficientes de cálculo das forças;
- Cálculos do comportamento estrutural;
- Cálculos hidráulicos;

c) Fase de Construção

- Condições climáticas durante a fase de construção;
- Características dos fundos diferentes do esperado;
- Atrasos no fornecimento de materiais;
- Avarias do equipamento;



6^{as} Jornadas Portuguesas de Engenharia Costeira e Portuária Funchal, 8 e 9 de Outubro de 2009

- Danos nas obras;
- Erros na utilização do equipamento;

d) Fase de Operação

- Alterações na composição do efluente;
- Falta de monitorização e manutenção;
- Obstrução do difusor;
- Acções das redes e das âncoras;
- Intensidade inesperada das erosões;
- Danos estruturais.

8. O processo de evolução da utilização das metodologias

A implementação da abordagem de gestão dos riscos implica uma alteração nos processos de trabalho e, em consequência, a preparação dos intervenientes.

Quando comparada com a abordagem tradicional, a abordagem de gestão dos riscos tem vantagens significativas. Contudo existem implicações que não podem ser ignoradas.

Na maior parte dos casos o empreiteiro não participa na fase concepção do projecto durante a qual os riscos devem ser identificados e caracterizados, incluindo os riscos de construção.

É expectável que alguns daqueles que actualmente aprovam os projectos, sejam ou não donos da obra, como é o caso de entidades públicas, queiram manter a capacidade de impor condições e não estejam interessados em responsabilizar-se por uma parte dos riscos associados a esses projectos.

No que respeita aos projectos de engenharia costeira e marítima os intervenientes são normalmente os investidores, clientes, projectistas, empreiteiros e os departamentos do estado, os quais não estão habituadas a considerar os riscos dos empreendimentos de forma sistemática. A evolução da abordagem tradicional para a abordagem de gestão dos riscos implica que todos estejam dispostos a tornar claros os objectivos e os riscos do empreendimento e a aceitar que cada risco será associado a um ou vários intervenientes. Cada interveniente avaliará os seus custos e benefícios pelo facto de aderir a esta metodologia.

A utilização da abordagem de gestão dos riscos para um dado empreendimento será sempre uma escolha do dono da obra, o qual deve estar consciente da necessidade da sua própria preparação bem como da dos outros intervenientes.

Uma vantagem para todos é a possibilidade de se fazer uma partilha clara das responsabilidades, porque cada risco ou uma parte definida do mesmo deverá ter associado uma responsabilidade e um interveniente. Isto pode reduzir o custo do projecto nos casos para os quais o dono da obra pode ser o detentor de alguns riscos aceitáveis que não são transferidos para o empreiteiro ou outro interveniente. A relação com as seguradoras pode ser clara no que respeita à definição do que é objecto do seguro e das condições em que este se aplica.

O livro "Construction risk in coastal engineering" (Referência [1]), é uma excelente base de partida para todos os intervenientes em obras costeiras incluindo os emissários submarinos e as tomadas de água. As recomendações para obras marítimas publicadas por Puertos del Estado (Referência [4]) é uma excelente contribuição para tratar as incertezas na fase projecto.

9. Conclusões

A adopção da Abordagem de Gestão dos Riscos pode trazer vantagens para todos intervenientes. Esta técnica não é nova, sendo aplicada em muitos outros campos da engenharia. Contudo a sua implementação constitui uma tarefa difícil que implica uma mudança do tipo de relação entre as partes interessadas. A aplicação da Abordagem de Gestão dos Riscos no projecto de obras marítimas, como para outros tipos obras, tem algumas vantagens óbvias quando comparada com a abordagem tradicional, onde o risco não é considerado de forma sistemática. Esta metodologia ajuda:



6^{as} Jornadas Portuguesas de Engenharia Costeira e Portuária Funchal, 8 e 9 de Outubro de 2009

- a identificar e questionar assumpções que afectam a realização dos objectivos do projecto;
- a racionalizar os esforços para controlar os riscos através da atribuição de prioridades;
- a fazer o balanço dos custos e benefícios das medidas de controlo do risco.

A gestão sistemática dos riscos aumenta a possibilidade de o projecto ser completado:

- no prazo;
- dentro do orçamento;
- com a qualidade requerida;
- com reserva de segurança;
- com impactes ambientais controlados.

Referências

- [1] Simm, J. e Cruickshank I. (editors). "Construction Risk in Coastal Engineering". Thomas Telford, London, 1998.
- [2] Figueira, P. – "Uncertainties in the design of submarine outfalls", MWWD 2006 – International Conference on Marine Waste Water Discharges, Antalya, 2006.
- [3] Construction Industry research and Information Association (CIRIA) – "Control of Risk: A Guide to the Systematic Management of Risk from Construction". CIRIA Report 125, London, 1996
- [4] Puertos del Estado (editor). "Recomendaciones para Obras Marítimas. ROM 0.0 - Procedimiento general y bases de cálculo y proyecto de obras marítimas y portuarias. Parte I", Madrid, 2001