



LABORATÓRIO NACIONAL
DE ENGENHARIA CIVIL

GESTÃO DO RISCO EM INFRAESTRUTURAS URBANAS DE ÁGUA E PORTUÁRIAS

Maria do Céu Almeida, , João P. Leitão, Paula Vieira,
Maria Adriana Cardoso, Maria Santos Silva

DHA | NES

Maria Teresa Reis

DHA | NPE

Introdução

- A gestão do risco em sistemas de infraestruturas é uma área que tem vindo a ser objeto de desenvolvimentos no LNEC
 - na vertente metodológica, para selecionar métodos e técnicas adequados aos problemas específicos
 - na especificação de dados de base, essenciais a estas abordagens
 - aplicações específicas
 - na integração de diferentes áreas e de diferentes riscos



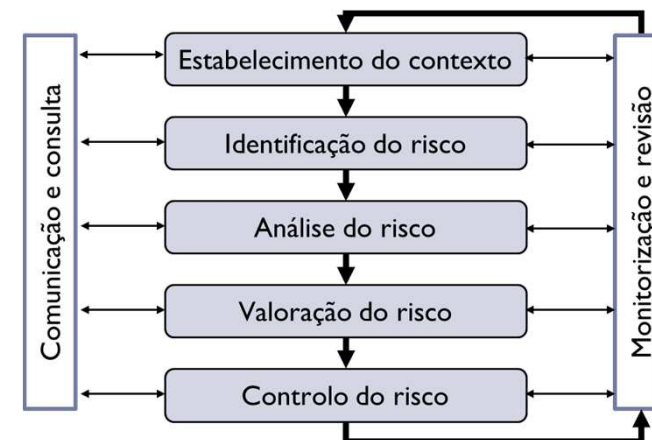
Introdução

- Abordagens incorporam sempre que adequado aspetos de:
 - Risco
 - Desempenho
 - Custo
 - Fiabilidade
 - Resiliência
- Perigos a ter em conta incluem sismos, vento, inundações (urbanas, fluviais e costeiras) e falha de infraestruturas



Introdução

- Missão das entidades que gerem estas infraestruturas incorpora tradicionalmente:
 - níveis de proteção do utilizador e do público em geral
 - cenários de eventos expectáveis com determinado grau de incerteza
- Integração explícita da GR cada vez mais
 - adotada pelas entidades gestoras destes sistemas (sistemas urbanos de água e sistemas portuários)
 - recomendada em diferentes áreas (e.g. proteção da saúde e segurança públicas, proteção contra inundações, gestão patrimonial de infraestruturas)
- Processo de gestão do risco (ISO 31000:2009; ISO Guide 73:2009) abordagem metodológica e metodologias recomendadas



Objetivos gerais

- O objetivo principal na área da gestão do risco em infraestruturas urbanas de água e portuárias é:
 - desenvolvimento de metodologias e ferramentas para apoio à gestão do risco nestas infraestruturas
 - promover a integração de conhecimento e colaboração em diferentes áreas de aplicação afins, como sejam:
 - Sistemas de infraestruturas
 - Sistemas de informação (incluindo sistemas de informação geográfica) e métodos estatísticos
 - Sistemas de instrumentação e de comunicação
 - Diferentes áreas da engenharia civil
 - Ciências sociais



Aplicações

- Exemplos de aplicações de avaliação do risco e de medidas para redução do risco em sistemas urbanos de água e de infraestruturas portuárias:
 1. Risco de colapso estrutural de infraestruturas de drenagem de águas residuais (Projecto AWARE-P, www.aware-p.org)
 2. Risco de falha de abastecimento de água devido a roturas de condutas (Projecto AWARE-P, www.aware-p.org)
 3. Desenvolvimento de planos de segurança no ciclo da água (Projecto PREPARED Enabling change, www.prepared-fp7.eu)
 4. Risco de ocorrência de galgamentos no porto da Praia da Vitória



1 e 2 Risco de colapso de coletores ou rotura de condutas (1 | 3)



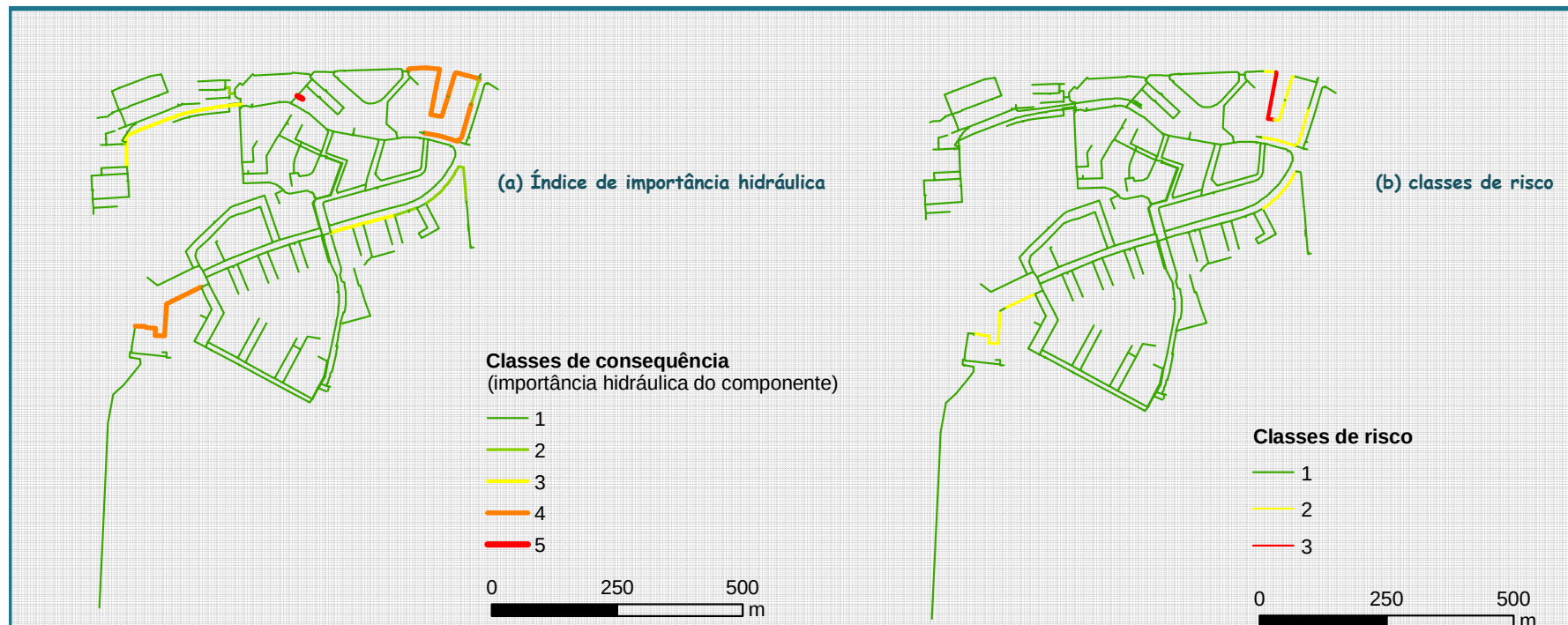
Projeto AWARE-P www.aware-p.org

- Metodologia com base qualitativa para estimativa do nível de risco, quantitativa para variáveis de base
- Probabilidade de ocorrência calculada, e.g.:
 - com base no registo de falhas existente
 - inspeção visual dos componentes dos sistemas, realizadas para avaliar a sua condição estrutural (e.g. inspeções CCTV)
- Consequências calculada com base em resultados de modelação matemática (e.g. dimensões financeira, ambiental, segurança ou saúde)
- Determinação do nível de risco com base numa matriz de risco

1 e 2 Risco de colapso de coletores ou rotura de condutas (2 | 3)

Exemplo de resultados

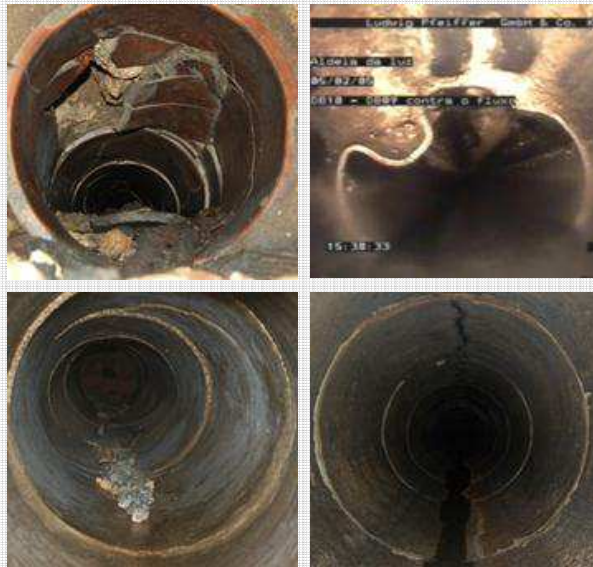
- Identificação de prioridades de reabilitação em sistemas de abastecimento de água
 - importância hidráulica de componentes e classe de risco



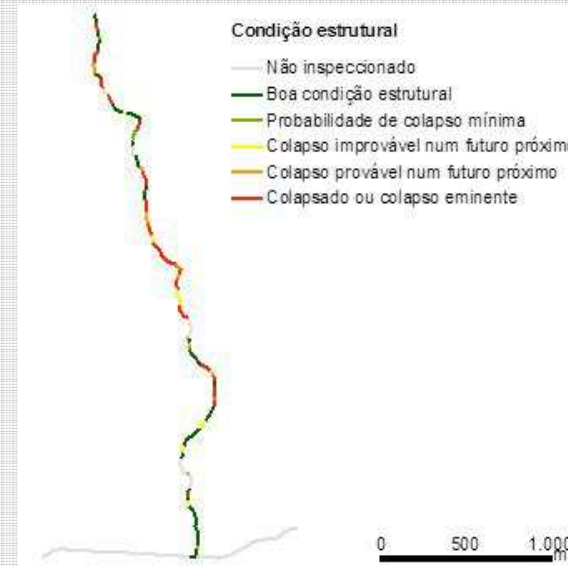
1 e 2 Risco de colapso de coletores ou rotura de condutas (3 | 3)

Exemplo de resultados

- Identificação de prioridades de reabilitação em sistemas de águas residuais e pluviais
 - Inspeção visual de componentes e classe de condição estrutural



(a) Exemplos de anomalias detetadas por inspeção visual



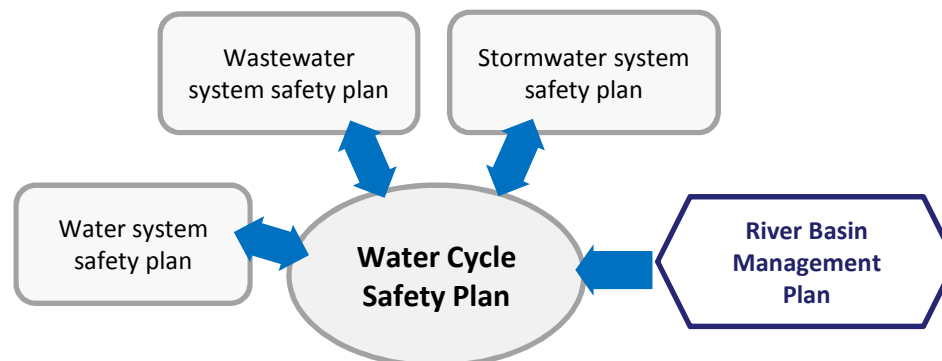
(b) Exemplo de classificação da condição estrutural

3 Planos de segurança no ciclo da água (PSCA) (1 | 3)



Projecto PREPARED Enabling change www.prepared-fp7.eu

- Objetivo geral ► desenvolvimento de estratégias para **preparar** as cidades (ciclo urbano da água) para as **alterações climáticas**
- WA2 ► alargamento do conceito de plano de segurança da água (WHO, 2009) a todo o ciclo da água e aplicação a 4 cidades piloto (Eindhoven, Lisboa, Oslo e Simferopol)
- Aplicação de gestão do risco no ciclo urbano da água com desenvolvimento a dois níveis ► integrado e sistemas
- Implementação de medidas de redução do risco de forma articulada entre entidades



3 Planos de segurança no ciclo da água (PSCA) (2 | 3)

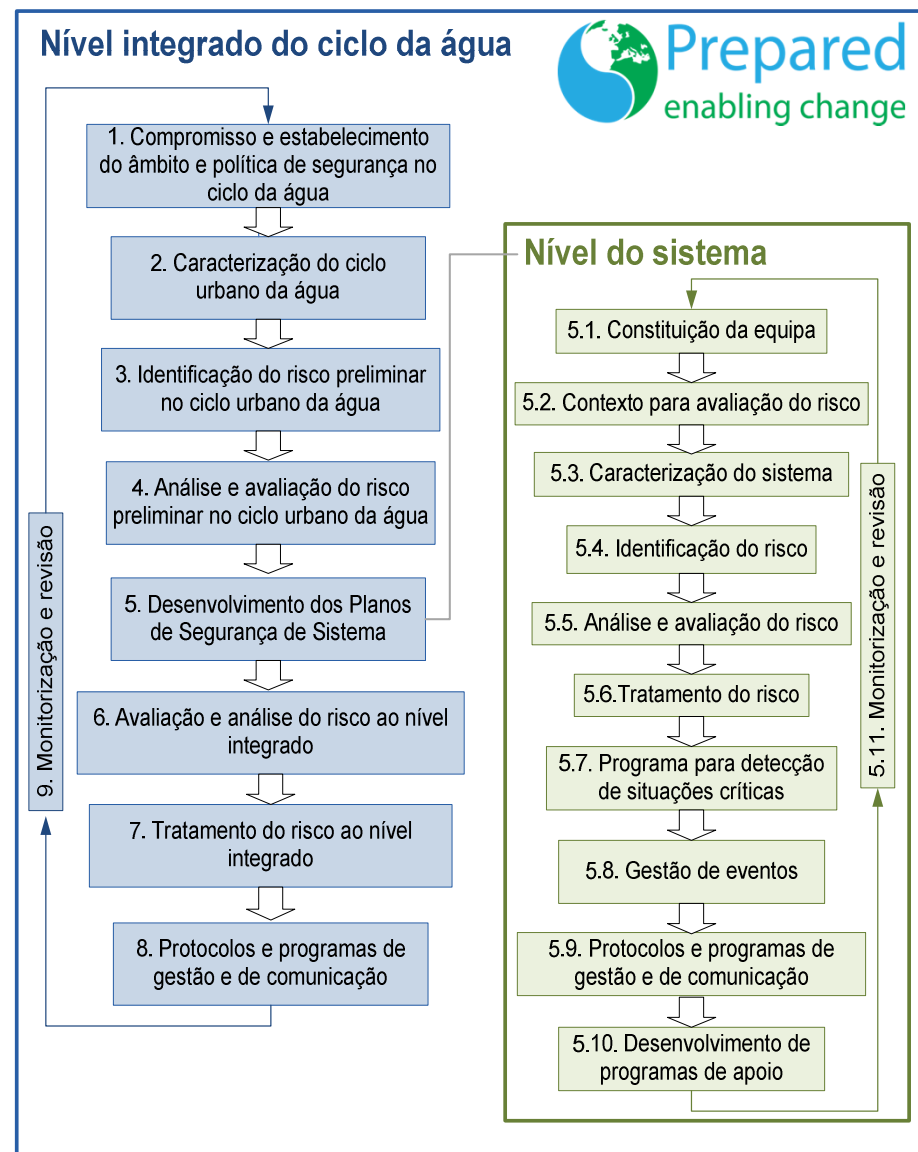


- Abordagem aplicável aos diferentes sistemas existentes no ciclo urbano da água
- Centrada na proteção da saúde e segurança das populações e do ambiente
- Ponto de vista das entidades gestoras

Objetivo primário	Exposição aos perigos	Perigos típicos
Proteção da saúde pública	Consumidor	Água imprópria para consumo ou uso (características químicas ou microbiológicas)
	Usos recreativos	Águas com usos balneares poluídas (contaminação química ou microbiológica)
	Público em geral	Inundação com água contaminada com águas residuais
Segurança do público	Consumidor/utilizador	Roturas ou colapsos na infraestrutura
	Público em geral	Escoamento superficial rápido
	Trabalhador da entidade gestora*	Derrame de produtos químicos
Proteção do ambiente	Meio recetor (qualidade da água, ecossistemas)	Libertação de gases tóxicos
		Sobre-exploração de recursos
		Poluição afetando o estado ecológico/químico das massas de água

3 Planos de segurança no ciclo da água (PSCA) (3|3)

- Passos da abordagem PSCA
 - Nível integrado: 9 passos
 - Passo 5: planos de segurança de sistema (paralelo ou sequencial)
 - Número de Planos de Segurança de Sistema variável em cada caso
- Ferramentas em desenvolvimento para apoio à aplicação do processo
 - Base de dados para apoio à identificação do risco
 - Registo de acidentes
 - Bases de dados para apoio à seleção de medidas de redução do risco



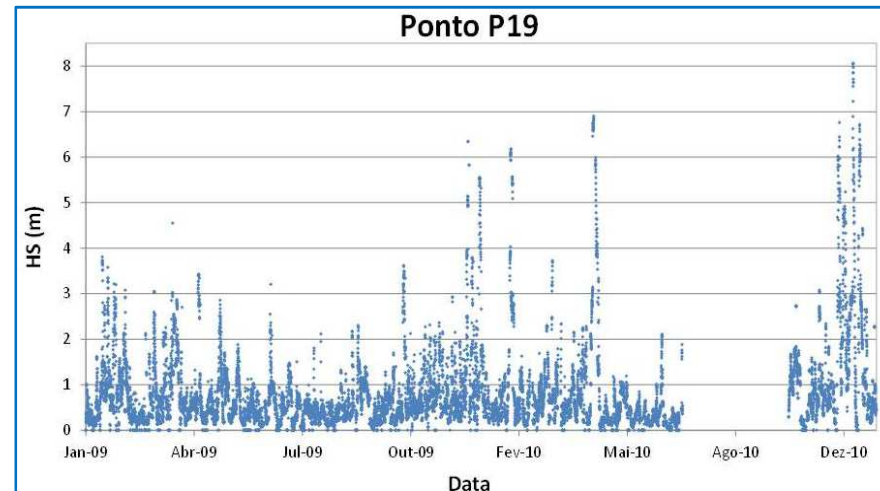
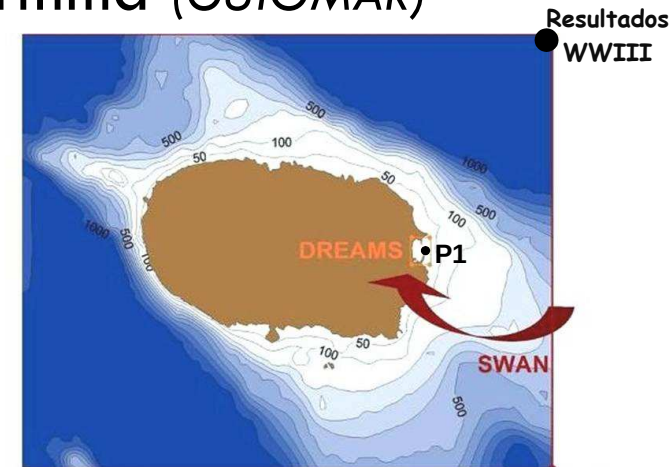
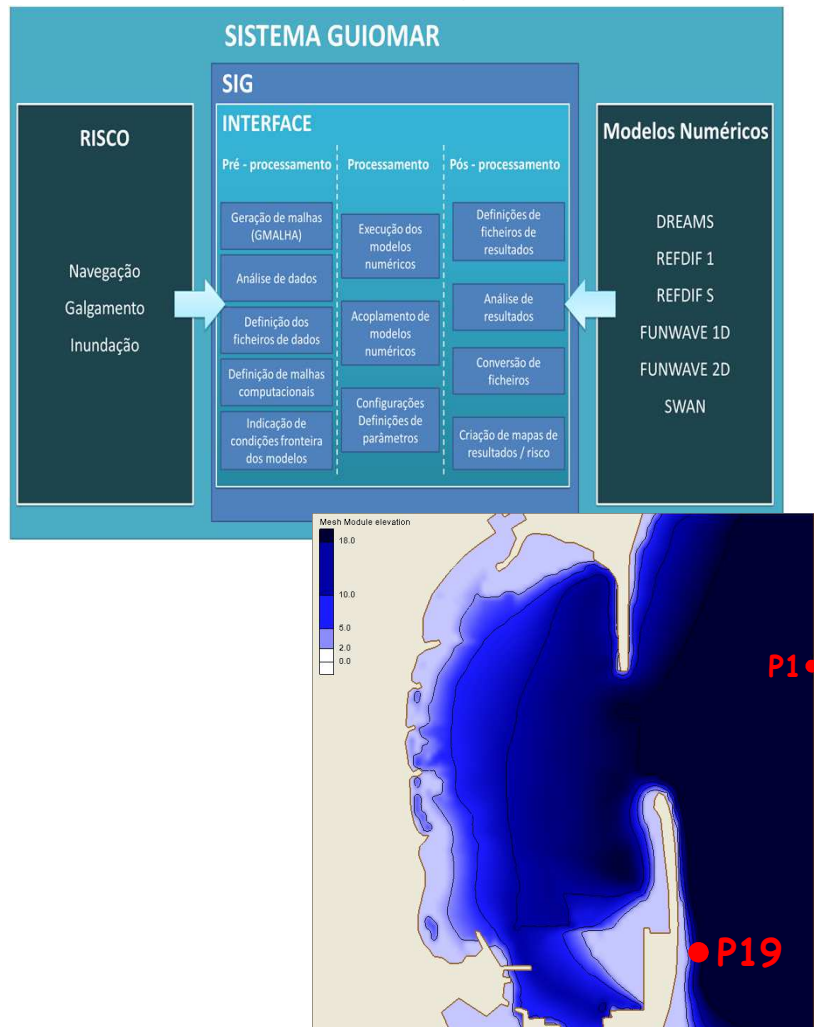
4 Risco de ocorrência de galgamentos no porto da Praia da Vitória (1 | 4)

- Os portos têm uma grande importância para a economia nacional
- As atividades portuárias são fortemente afetadas pela agitação marítima, que pode causar grandes prejuízos económicos:
 - Danos nas infraestruturas portuárias
 - Restrições às operações portuárias (carga e descarga)
 - Dificuldades à navegação e manobrabilidade no interior do porto (colisão e naufrágio de navios)
- É clara a necessidade de:
 - Realizar avaliação dos riscos nas zonas portuárias (risco de ocorrência de galgamentos)
 - Realizar mapas de risco
 - Desenvolver um sistema integrado de apoio à decisão na gestão portuária usando as capacidades de GIS
- Metodologia (Neves *et al.* 2011):
 1. Caracterização da agitação marítima
 2. Cálculo dos galgamentos
 3. Avaliação de risco de ocorrência de galgamentos



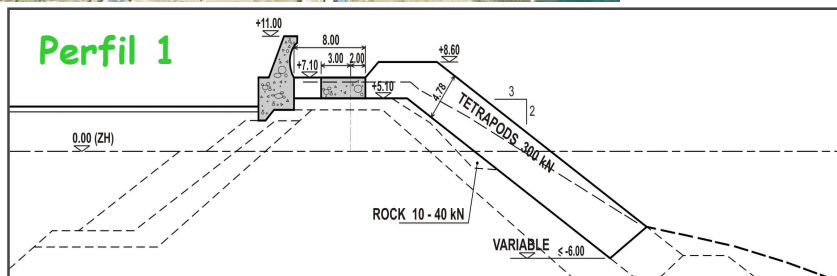
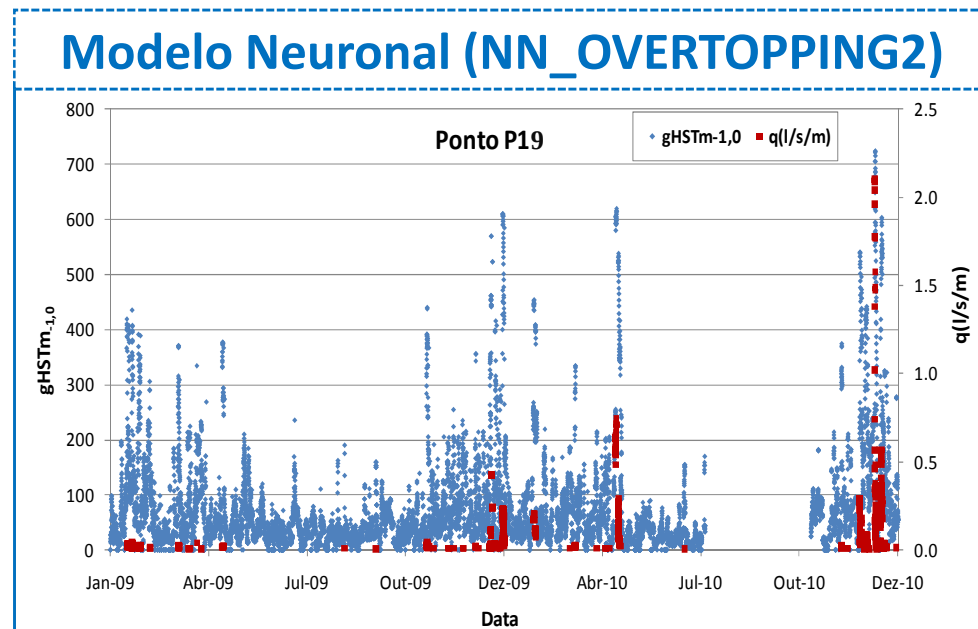
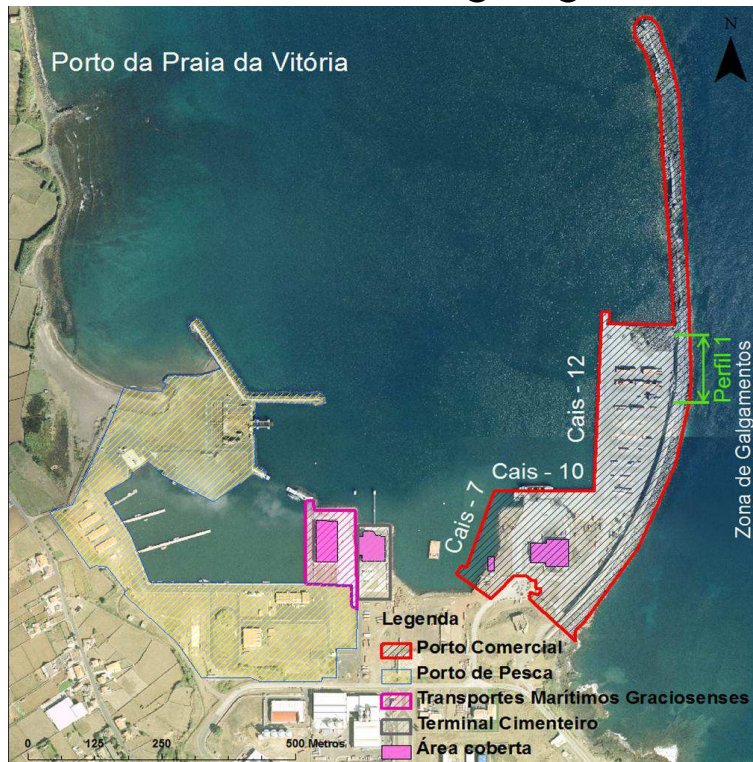
4 Risco de ocorrência de galgamentos no porto da Praia da Vitória (2|4)

- Caracterização da agitação marítima (GUIOMAR)



4 Risco de ocorrência de galgamentos no porto da Praia da Vitória (3|4)

- Cálculo dos galgamentos (GUIOMAR)



4 Risco de ocorrência de galgamentos no porto da Praia da Vitória (4 | 4)

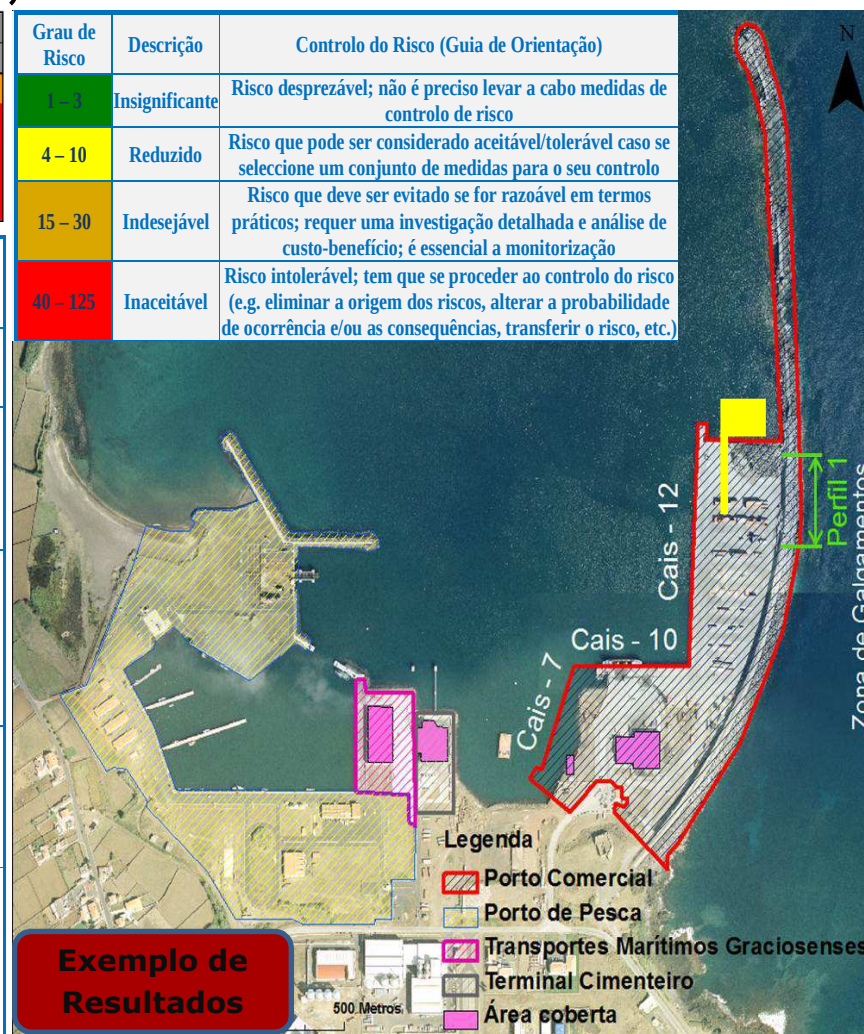
• Avaliação de risco (GUIOMAR)

Descrição	Probabilidade de Ocorrência (Guia de Orientação)	Grau
Improvável	0 – 1%	1
Raro	1 – 10%	2
Ocasional	10 – 25%	3
Provável	25 – 50%	4
Frequente	> 50%	5

GRAU DE RISCO	Consequências				
	1	2	5	10	25
Probabilidade de Ocorrência	1	1	2	5	10
	2	2	4	10	20
	3	3	6	15	30
	4	4	8	20	40
	5	5	10	25	50

Grau de Risco	Descrição	Controlo do Risco (Guia de Orientação)
1 – 3	Insignificante	Risco desprezável; não é preciso levar a cabo medidas de controlo de risco
4 – 10	Reduzido	Risco que pode ser considerado aceitável/tolerável caso se seleccione um conjunto de medidas para o seu controlo
15 – 30	Indesejável	Risco que deve ser evitado se for razoável em termos práticos; requer uma investigação detalhada e análise de custo-benefício; é essencial a monitorização
40 – 125	Inaceitável	Risco intolerável; tem que se proceder ao controlo do risco (e.g. eliminar a origem dos riscos, alterar a probabilidade de ocorrência e/ou as consequências, transferir o risco, etc.)

Descrição	Consequências (Guia de Orientação)							Grau
	Pessoas	Ambiente	Gestão portuária	Património				
				Edifícios	Equipamentos	Estrutura marítima	Veículos	
Insignificantes	Possibilidade de ferimentos muito ligeiros	Impacto ambiental desprezável	Alterações ligeiras nas atividades portuárias	Danos exteriores quase inexistentes	Danos quase inexistentes	Dano na zona ativa da estrutura não necessitando reparação	Danos quase inexistentes	1
Reduzidas	Uma única lesão ligeira	Pequenos derrames (por exemplo de combustível)	Algumas alterações nas atividades portuárias; má publicidade para o porto a nível local	Danos interiores e exteriores insignificantes	Danos ligeiros que não implicam a paragem do equipamento; resolução de problemas quase imediata	Ocorrência de movimentos e quedas de blocos sem exposição de filtros; reparação imediata desnecessária	Danos insignificantes que não afetam a sua utilização	2
Sérias	Múltiplas lesões ligeiras ou uma única lesão grave	Algumas áreas com acesso proibido devido a poluição causada por derrames	Operações de carga e descarga condicionadas; possibilidade de paragem parcial do porto; má publicidade generalizada	Danos interiores moderados	Danos que implicam inatividade temporária do equipamento para reparação	Ocorrência de movimentos e quedas de blocos com exposição de filtros; superestrutura afetada mas sem movimentos significativos	Danos sérios com consequências na sua utilização, mas que não levam à sua paragem temporária	5
Muito sérias	Muitas lesões graves ou uma perda de vida	Episódios de poluição dentro e fora do porto com possibilidade de consequências irreparáveis para o ambiente	Impossibilidade de realização de operações de carga e descarga durante vários dias; má publicidade a nível nacional	Grandes danos no interior; estrutura do edifício afetada	Danos graves; inatividade prolongada do equipamento	Filtros afetados; movimentos substanciais da superestrutura	Danos exteriores sérios com consequências na sua utilização que levam a uma paragem prolongada	10
Catastróficas	Muitas perdas de vidas	Derrames generalizados; contaminação muito grave; consequências irreparáveis para o ambiente; necessidade de ajuda internacional	Restrições muito sérias às operações de carga e descarga durante muito tempo; perda de trocas comerciais durante muito tempo; má publicidade internacional	Danos interiores muito graves; estrutura do edifício seriamente afetada; colapso iminente	Perda do equipamento (reparação impossível)	Colapso da estrutura	Danos sérios inviabilizando a sua utilização em definitivo	25



Exemplo de Resultados

Referências

- [1] Carriço, N. G., Covas, D. I. C., Alegre, H., Almeida, M. C., Leitão, J. P. (2011). Prioritization of rehabilitation interventions for urban water assets using multiple criteria decision-aid. IWA 4th LESAM, 27-30 Sep, Mülheim An Der Ruhr, Germany.
- [2] Cardoso, M. A., Silva, M.S., Coelho, S. T., Almeida, M. C., Covas, D. (2011). Urban water infrastructure asset management - a structured approach in four Portuguese water utilities. IWA 4th LESAM, 27-30 Sep, Mülheim An Der Ruhr, Germany.
- [3] Almeida, M.C., Leitão, J.P., Silva, M.S. (2011). Avaliação da condição estrutural de colectores: inspecção visual com CCTV, requisitos e uso de dados. ENEG 2011, Santarém.
- [4] ISO (2009a). ISO 31 000:2009 Risk management. Principles and guidelines. International Standards Organization.
- [5] ISO (2009b). ISO Guide 73:2009 Risk management. Vocabulary. International Standards Organization.
- [6] Almeida, M.C., Vieira, P., Smeets, P. (2010). Water cycle safety plan framework proposal. Report D 2.1.1. PREPARED Project.
- [7] Neves, D.R., Rodrigues, S., Reis, M.T., Fortes, C.J., Santos, J.A., Capitão, R. (2011). Application to the Port of Sines of a new tool for risk assessment in port navigation. Journal of Coastal Conservation. ISSN: 1400-0350.



LABORATÓRIO NACIONAL
DE ENGENHARIA CIVIL

GESTÃO DO RISCO EM INFRAESTRUTURAS URBANAS DE ÁGUA E PORTUÁRIAS

Maria do Céu Almeida, , João P. Leitão, Paula Vieira,
Maria Adriana Cardoso, Maria Santos Silva

DHA | NES

Maria Teresa Reis

DHA | NPE