Abordagens integradas de monitorização de descarga de efluentes urbanos em águas costeiras
o exemplo de S. Martinho do Porto

Adélio Silva, *Paulo Leitão*
HIDROMOD, Lda
Sandra Carvalho, *Cátia Alves*
Águas do Oeste, SA

adelio@hidromod.com
www.hidromod.com

www.hidromod.com www.mohid.com

Sumário

- O emissário de S. Martinho do Porto
- Programa de monitorização
  - Campanhas de recolha de dados
  - Modelo numérico
- Integração medidas-modelo
  - Mais-valias em termos de eficácia do programa de monitorização e de relevância dos resultados
- Conclusões

www.hidromod.com www.mohid.com

Emissário de S. Martinho do Porto

Caudal de projecto: 10.000 m^3/dia
Caudal actual : 500 m^3/dia
Tratamento secundário, reforçado durante o ano de 2007 com um processo de desinfecção.

www.hidromod.com www.mohid.com

Objectivos da monitorização

- Avaliar o impacte directo da descarga sobre o meio
- Avaliar o peso relativo da descarga para a qualidade da água local
- No caso de serem detectados problemas de qualidade identificar a potencial origem e avaliar a adopção de possíveis medidas de mitigação.
- Cumprir requisitos legais

www.hidromod.com www.mohid.com

Campanhas de monitorização

- Início: Janeiro de 2006 (antes da entrada em funcionamento do emissário)
- Periodicidade: 1 mês na Primavera e 3 meses de Verão. A partir do corrente ano todos os meses de Abril a Setembro
- Análises laboratoriais de:
  - Parâmetros microbiológicos (Coliformes totais, Coliformes termotolerantes, *Escherichia.coli*, Enterococos intestinais e salmonelas na Baía)
  - Parâmetros Fisico-Químicos (Oxigénio Dissolvido, Sólidos Suspensos Totais, CQO, Nitratos, Nitritos, Amónia, Azoto Orgânico, Fosfatos, Fósforo Total, Silicatos, Carbono Total e clorofila-*a*.)
- Medidas com sonda no local:
  - Condutividade, Temperatura, Oxigénio, pH, Clorofila-*a* e Turvação

www.hidromod.com www.mohid.com

Pontos Monitorizados

- Junto ao emissário para caracterização da dispersão da pluma
- Do lado norte da entrada na Baía para avaliação de possíveis fontes de contaminação daí provenientes
- Dentro da Baía para avaliação da qualidade da água da praia

www.hidromod.com www.mohid.com

Síntese das campanhas de amostragem

- De uma forma geral nunca foram detectados níveis de contaminação microbiológica ou concentrações significativas de nutrientes na zona próxima do emissário

Parâmetro	Unid.					DL 236/98		Directiva 2006/7/CE		
		P1	P2	P3	P4	VMR	VMA	Exc.	Boa	Suf.
Bactérias Coliformes	/100 ml	3	20	40	60	500	10.000			
Bactérias Coliformes Termotolerantes	/100 ml	1	0	18	1	100	2.000			
Escherichia coli	/100 ml	0	0	10	1			100(*)	200(*)	185(**)
Enterococos	/100 ml	1	1	5	1			250(*)	500(*)	500(**)
Salmonelas		Neg	Neg	Neg	Neg					

- Nos pontos amostrados dentro da Baía foram registados na campanha de Primavera de 2007 níveis elevados de contaminação microbiológica (atribuíveis a água drenada da bacia já que se seguiram a um período de chuvas intensas). Nas restantes campanhas não foram detectados problemas de poluição.

Parâmetro	Unidade				DL 236/98		Directiva 2006/7/CE		
		P5	P6	P7	VMR	VMA	Exc.	Boa	Suf.
Bactérias Coliformes	/100 ml	30.000	23.000	140.000	500	10.000			
Bactérias Coliformes Termotolerantes	/100 ml	1.400	4.500	4.800	100	2.000			
Escherichia coli	/100 ml	1.400	3.000	3.400			100(*)	200(*)	185(**)
Enterococos	/100 ml	1.100	3.000	6.400			250(*)	500(*)	500(**)
Salmonelas		Neg	Neg	Pos.					

www.hidromod.com www.mohid.com

Questões relevantes

- O baixo nível de contaminação encontrado na zona do emissário (antes do processo de desinfecção) é devido a uma elevada capacidade de dispersão do meio ou é devido a uma má selecção dos pontos e/ou instantes de medida?

- Em que condições são prováveis os níveis de contaminação microbiológica medidos na campanha de Primavera no interior da Baía (já que representam situações excepcionais)?

www.hidromod.com www.mohid.com

Respostas possíveis

- Medir com maior frequência e em mais pontos

Ou

- Utilizar meios complementares de monitorização
  - Modelos
  - Fontes complementares de informação (e.g. satélite, sensores)

www.hidromod.com www.mohid.com

Respostas possíveis

- Detecção remota
  - Permite garantir uma boa cobertura espacial mas apresenta uma baixa resolução temporal
  - Os parâmetros mais relevantes, associados à cor, apresentam ainda grandes limitações junto à costa
- Sensores
  - Permitem uma elevada cobertura temporal mas apresentam uma baixa resolução espacial
  - Em zonas costeiras podem pôr problemas complexos de fundeamento
- Modelos
  - Garantem boa resolução temporal e espacial
  - Com o suporte de um conjunto limitado de medidas é possível implementar modelos que permitam perceber o sistema como um todo
  - Uma vez implementados os modelos podem ser utilizados para auxiliar na **escolha dos pontos de amostragem** no **diagnóstico** e para testar diferentes **cenários** de possível intervenção.

www.hidromod.com www.mohid.com

Modelo

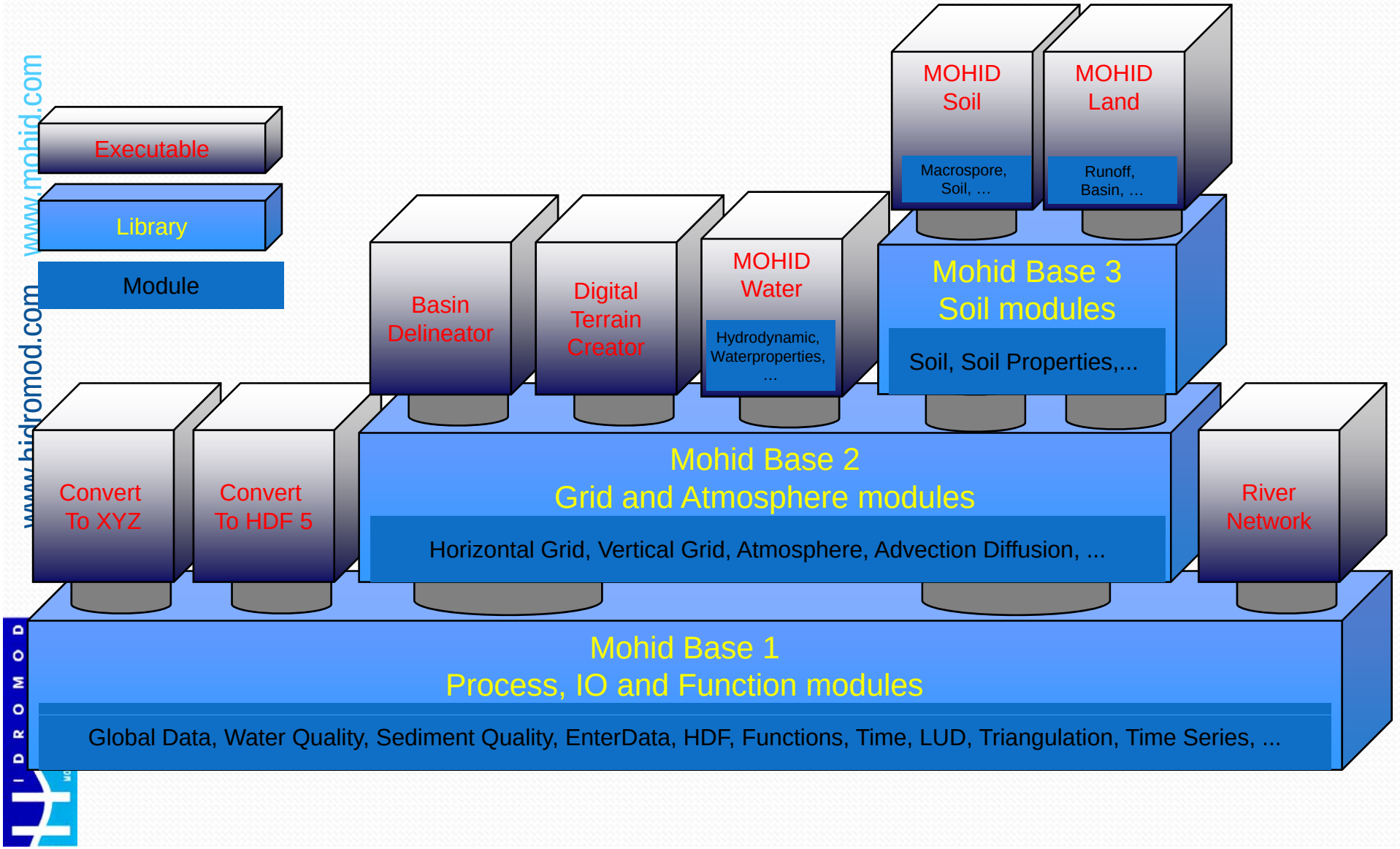
- Objectivos:
  - Explicar a dispersão da pluma na zona do emissário e suportar as medidas permitindo responder à questão de saber se as medidas representam efectivamente o que se passa no local
  - Explicar a possibilidade de ocorrência de elevados níveis de contaminação no interior da Baía.

- Implementação:
  - Sistema de modelos encaixados que permite ter em consideração o forçamento de grande escala (vento, maré);
  - Código numérico: Sistema MOHID
  - Hidrodinâmica e dispersão

www.hidromod.com www.mohid.com

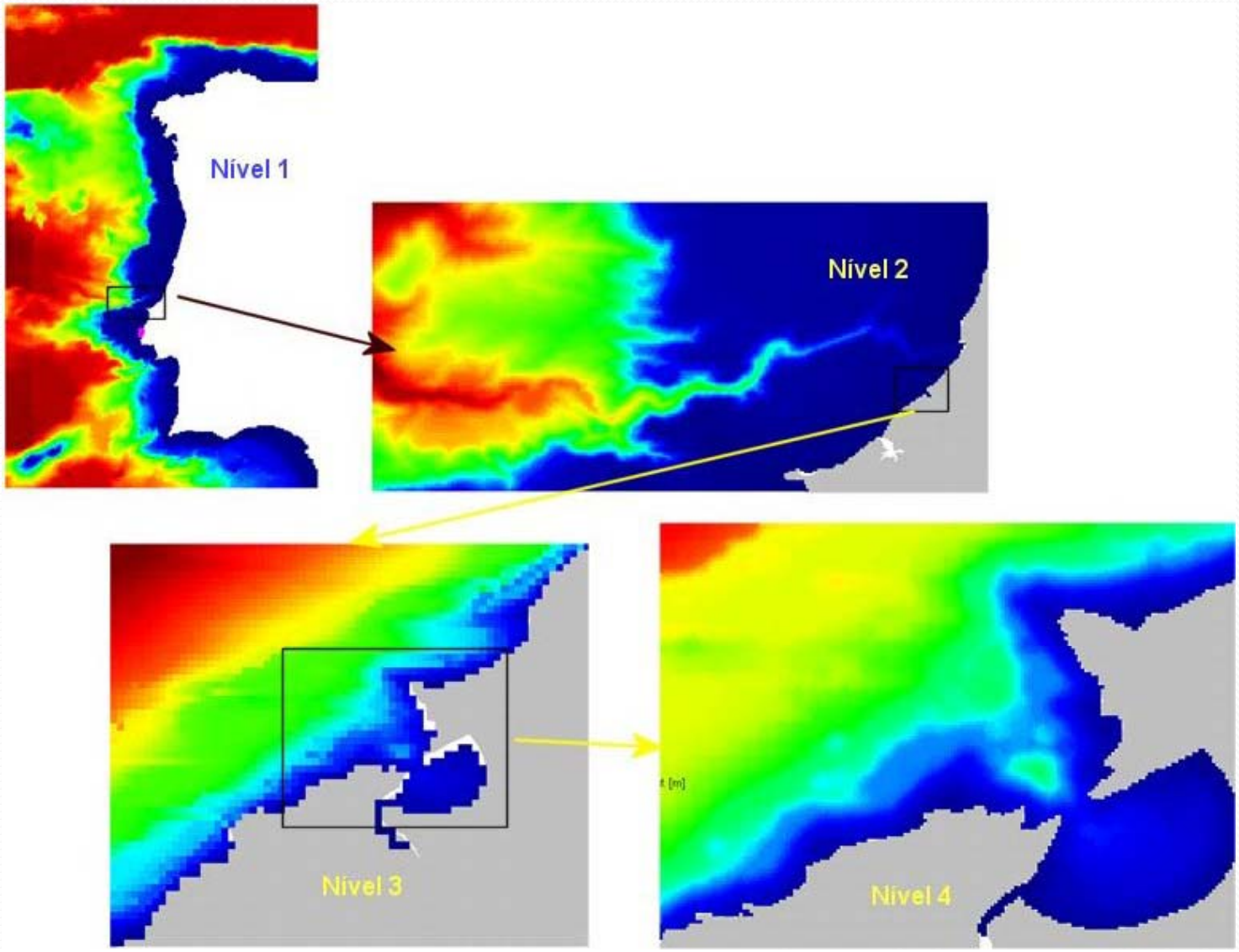
Mohid Modelling System

MOHID
Water Modelling System



Sistema de modelos utilizado

www.hidromod.com www.mohid.com



Simulação da dispersão da pluma do emissário

- Com base em dados fornecidos pela Águas do Oeste foram consideradas descargas com as seguintes características médias:
  - duração de 8 minutos;
  - caudal de 50 l/s.

- Os resultados obtidos com o modelo considerando a concentração de 10^6 [NMP/100 ml] (**sem consideração de desinfecção**) mostram que, mesmo nestas circunstâncias desfavoráveis, apenas se prevêem valores de contaminação fecal acima do máximo recomendado numa zona muito localizada em torno do ponto de emissão.

- Cerca de 2 horas após a rejeição, no ponto P1, localizado junto ao ponto de rejeição, a concentração simulada já é da ordem de 100 [NMP/100ml].

www.hidromod.com www.mohid.com

Simulação da dispersão da pluma do emissário

www.hidromod.com www.mohid.com

Situação ainda sem desinfecção. Consideração de uma concentração à saída do emissário de 10^6 [MPN/100 ml]

MOHID Water Modelling System	Contaminação fecal - Emissário Coliformes termotolerantes	12-04-2007 11:00

Simulação da dispersão da pluma do emissário

- Atendendo a que a ETAR inclui desinfecção do efluente, os valores anteriores apenas poderão ser considerados representativos de situações de **descargas de emergência**. Em condições normais de funcionamento verificou-se que concentração do efluente ao longo de 2007 apresentou valores médios da ordem de 10^3 [NMP/100ml] estando assim longe dos valores máximos simulados anteriormente

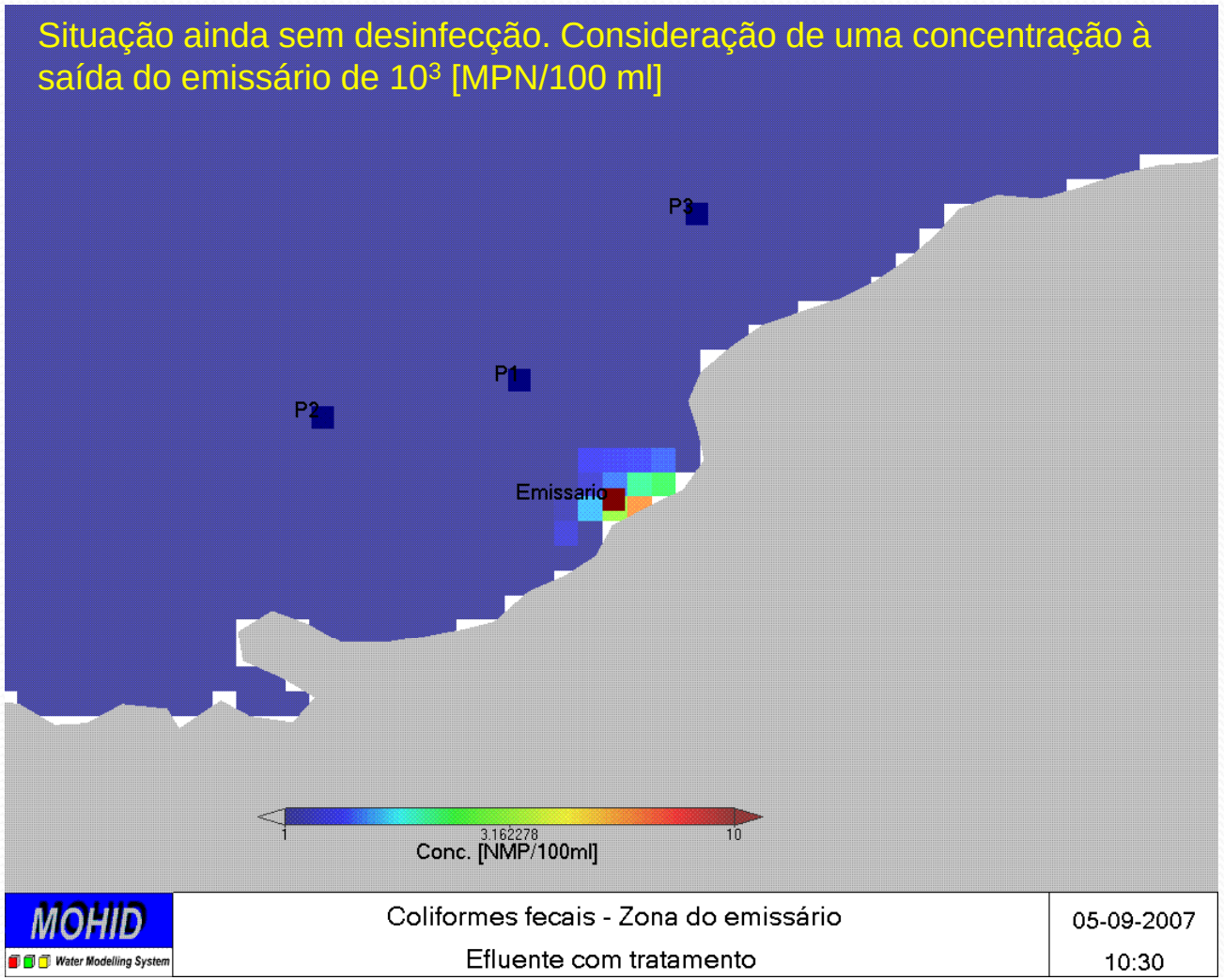
- Os resultados obtidos com o modelo considerando a situação normal de funcionamento mostram que, nestas circunstâncias, os valores máximos de contaminação fecal na zona correspondentes aos pontos de recolha das amostras não ultrapassam em regra 10 [NMP/100 ml] .

- Estes valores estão de acordo com os valores medidos e permitem sustentá-los de forma objectiva, respondendo assim à questão da explicação dos valores reduzidos de contaminação observados.

www.hidromod.com www.mohid.com

Simulação da dispersão da pluma do emissário

www.hidromod.com www.mohid.com



Simulação das condições de dispersão na baía de S. Martinho do Porto

- No caso da baía de S. Martinho do Porto pretendia-se explicar os valores elevados de contaminação microbiológica observados na campanha de Abril de 2007.

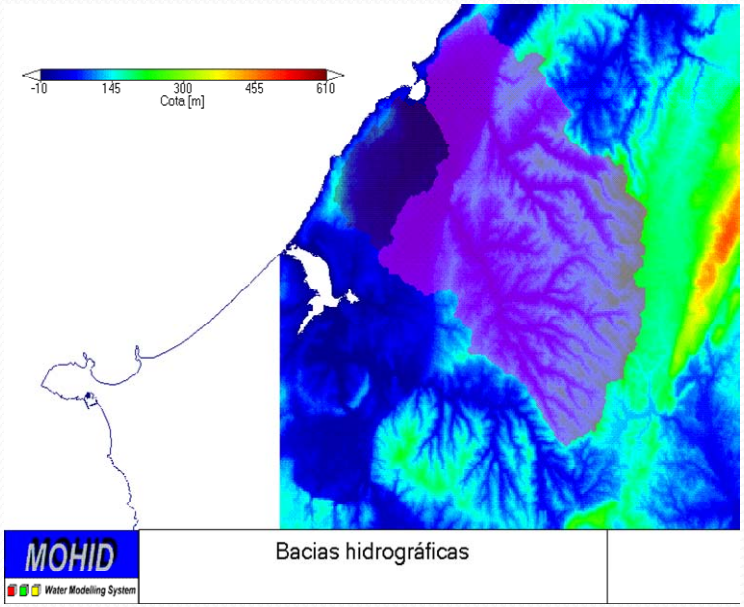
- A hipótese base, sustentada pelos valores de salinidade medidos, era a de que, para além das afluências de água doce com origem no rio Tornada existiriam outras fontes nomeadamente na zona do porto.

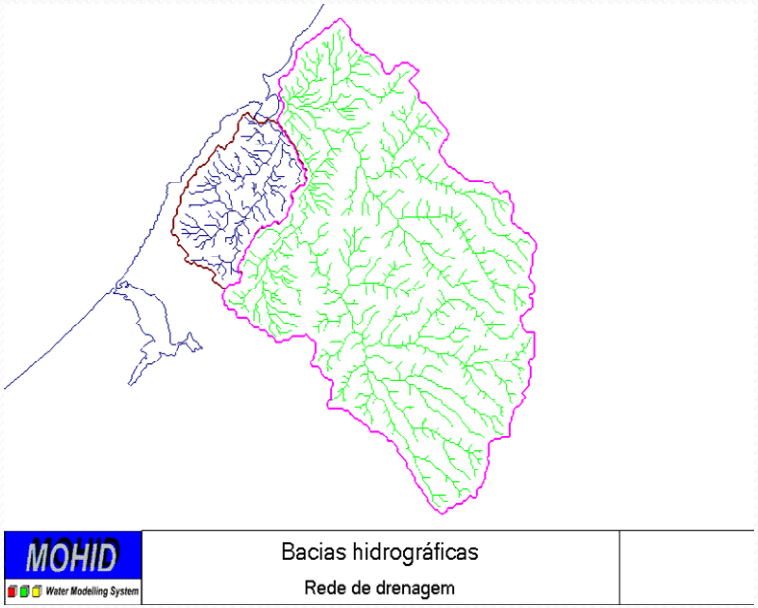
- A simulação destes eventos implicou a definição de um valor razoável para os caudais afluentes o que implicou a delimitação das bacias drenantes e uma avaliação dos potenciais caudais gerados

www.hidromod.com www.mohid.com

Delimitação das bacias hidrográficas

A simulação da descarga do rio foi efectuada com base numa avaliação dos valores de *runoff* associados às bacias hidrográficas que drenam para a Baía de S. Martinho do Porto

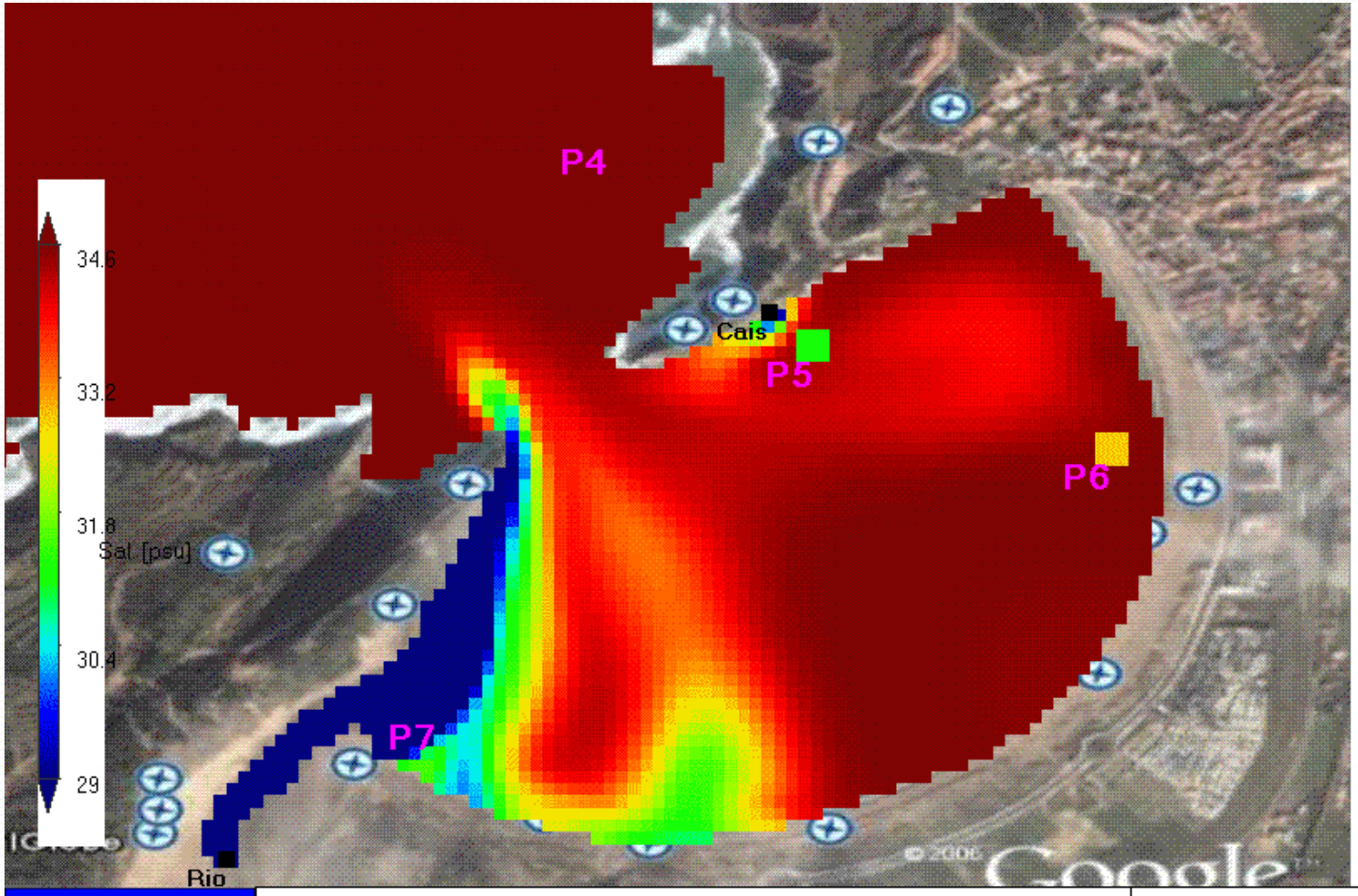




www.hidromod.com www.mohid.com

Simulação da salinidade

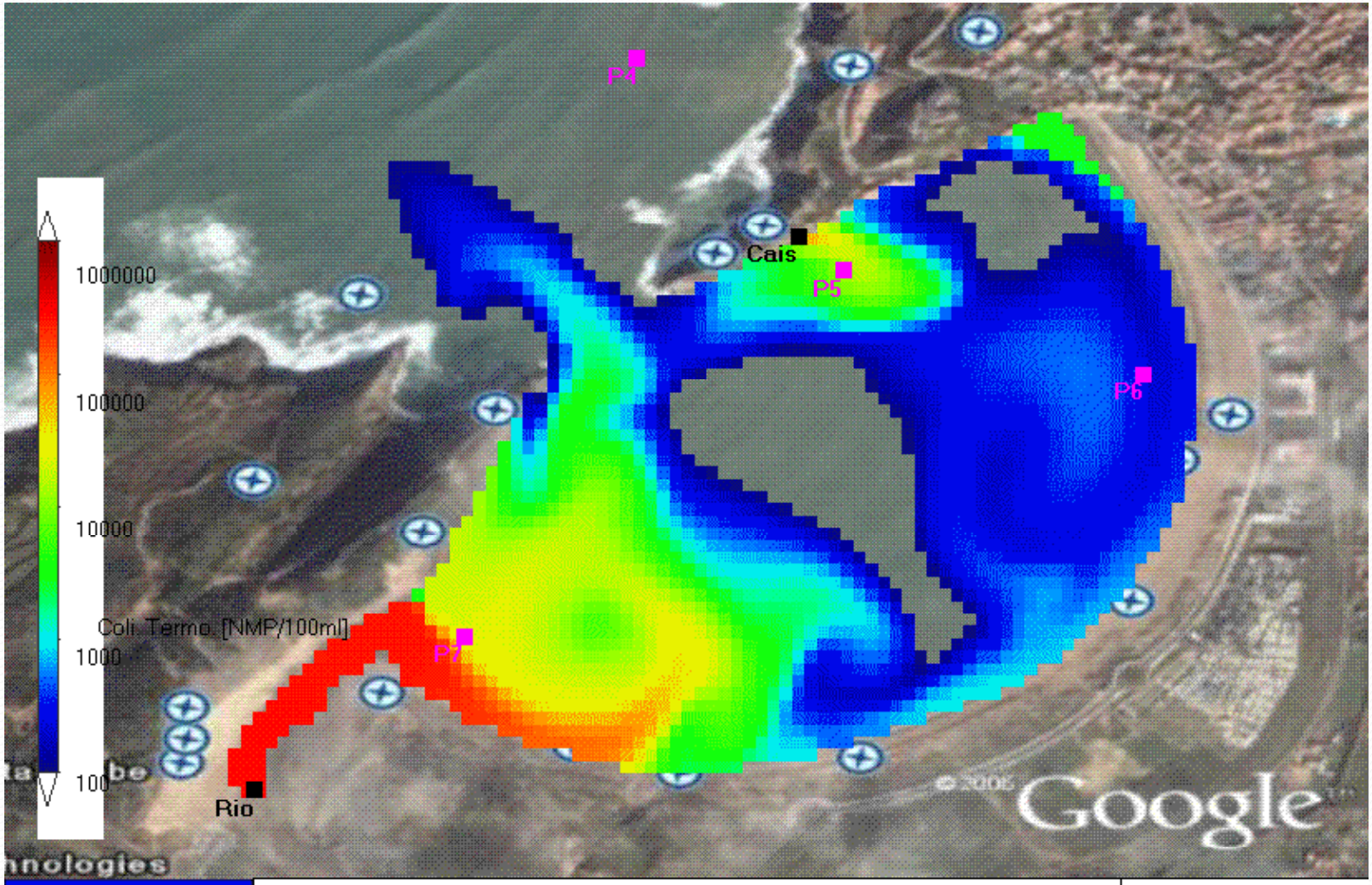
www.hidromod.com www.mohid.com



MOHID Water Modelling System	Salinidade Modelo versus amostras	09-04-2007 10:00

Simulação da contaminação fecal

www.hidromod.com www.mohid.com



MOHID Water Modelling System

Contaminação fecal - coliformes termotolerantes

Nível 4 - Preia-mar

12-04-2007

7:00

Conclusões

- As sucessivas campanhas de recolha de amostras de água para análise na zona do emissário de S. Martinho do Porto não revelaram nunca valores de contaminação microbiológica relevante (mesmo antes da entrada em funcionamento do actual sistema de desinfecção).

- Estes dados, a serem a única fonte para caracterização do impacte do emissário no meio, poderiam levantar dúvidas relativamente à respectiva relevância: terão sido os pontos de amostragem seleccionados os mais adequados? E uma vez que as descargas não são efectuadas de forma contínua, terá o instante de amostragem sido compatível com uma situação em que a dispersão do efluente já fosse suficiente para atingir a zona dos pontos de medida?

- Os resultados da modelação revelaram-se fundamentais para explicar estas medidas e permitem concluir que a conjugação de dados e modelação apresenta uma mais-valia significativa em termos de eficiência de um programa de monitorização:
  - redução de custos
  - Ganho de capacidade de diagnóstico (identificação de relações causa-efeito) e prognóstico (simulação de cenários)

www.hidromod.com www.mohid.com

www.hidromod.com www.mohid.com

Obrigado pela vossa atenção

adelio@hidromod.com