



Universidade do Minho  
Escola de Ciências

## Ciência

# FENÓMENOS NATURAIS EXTREMOS: DA SIMULAÇÃO NUMÉRICA À GEOFÍSICA

### Quer fazer perguntas a um cientista?

Esta rubrica sobre a Escola de Ciências da Universidade do Minho tem também como objectivo criar uma relação entre leitores e investigadores. Alguma vez pensou em fazer uma pergunta a um cientista? Caso queira participar pode enviar todas as suas questões para [sec@ecum.uminho.pt](mailto:sec@ecum.uminho.pt) e verá as suas dúvidas esclarecidas.

CIÊNCIA | JORGE FIGUEIREDO E STÉPHANE CLAIN\*

Nalguma parte do globo terrestre, ocorrem fenómenos naturais tais como erupções vulcânicas, ciclones, deslizamentos de terras, terremotos, tsunamis, cheias, enxurradas. Trata-se de exemplos de fenómenos de natureza geofísica que, dado o seu impacto considerável sobre populações, instalações industriais, áreas urbanas e/ou ecossistemas, são considerados fenómenos extremos. O tsunami ocorrido em 2011 no Japão é um exemplo relevante deste tipo de fenómenos extremos e das consequências dramáticas que estes podem ter no que diz respeito à necessidade de deslocar populações, envolvendo ainda a morte de milhares de pessoas e possíveis efeitos, quer a curto quer a longo prazo, decorrentes dos danos causados em estruturas e instalações industriais, como foi o caso das várias centrais nucleares afetadas pelo referido tsunami. As consequências sociais, económicas e financeiras, com uma aviação de mais de 50 mil milhões de euros, deste evento brutal e pontual que durou apenas algumas horas, demonstram a necessidade de desenvolver ferramentas de previsão e de alerta.

A ocorrência destes fenómenos é em regra imprevisível, sendo por isso crucial prever as suas consequências. A simulação de diferentes cenários possibilita a adoção de estratégias que ajudam a reduzir de forma considerável o impacto destas situações extremas. As enxurradas e os deslizamentos de terras ocorridos na Madeira em 2010 são um bom exemplo de necessidade de dispor de simulações precisas, que forneçam informação útil no sentido de aferir a melhor forma das autoridades otimizarem a evacuação e o socorro às populações.

A simulação numérica (recorrendo a software) pode assim ter um papel chave na antecipação dos cenários descritos, mesmo que os fenómenos ainda não tenham ocorrido. Os métodos numéricos podem ter também uma enorme utilidade

no planeamento, seja ao nível do ordenamento do território, seja das características de segurança exigidas aquando da construção de edifícios, estruturas ou instalações industriais. Por outro lado, quando o fenómeno ocorre e se tem informação suficiente sobre as suas características (localização, intensidade, velocidade de propagação, ...), a simulação numérica permite complementar os cenários previamente calculados com a antecipação a curto prazo, isto é, recorrendo à “simulação em tempo real”. Neste caso, tem-se a vantagem de realizar simulações mais próximas das condições reais, mas tal exige a utilização de meios computacionais e software suficientemente rápidos de forma a poder decidir e tomar medidas em tempo útil.

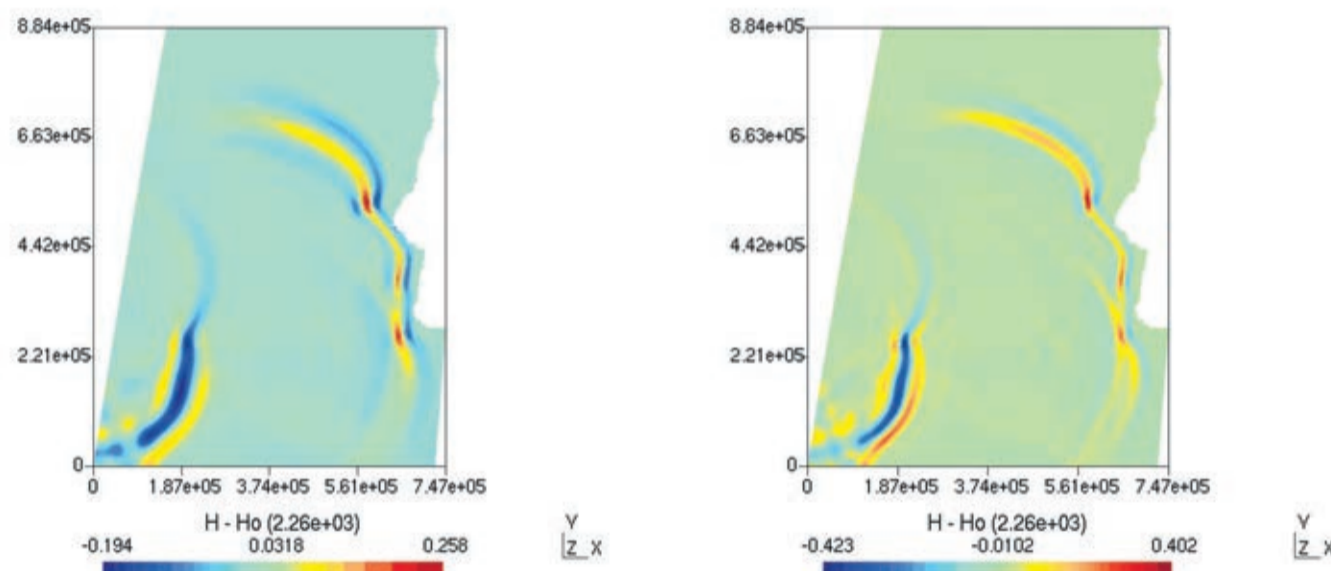
Outro aspeto importante, tem que ver com a qualidade das simulações, uma vez que estes fenómenos são extremamente complexos e há muitas vezes incertezas quanto a alguns aspetos do modelo físico que é usado no software para simular o fe-

nómeno. Além disso, mesmo que fosse possível assegurar que o modelo físico está 100% correto, os métodos numéricos que são usados para implementar tal modelo no software podem ser mais ou menos “precisos”, tornando-se por isso necessário fazer a validação o software. Tal é muitas vezes feito após a ocorrência do fenómeno, já que se conhecermos razoavelmente a evolução do mesmo, desde o seu início até ao momento em que se observam as suas consequências, podemos verificar se a simulação numérica é capaz de reproduzir aquilo que foi observado (processo de “benchmarking”). Se o software de simulação não passar neste processo, então a sua utilidade é questionável dado que, pode conduzir a simulações que se afastam muito da realidade, o que pode ter consequências desastrosas.

Existem na comunidade científica vários softwares com o objetivo de simular fenómenos geofísicos extremos que envolvem água (cheias, inundações, tsunamis, ruturas de diques/barragens, enxurradas, ...).

Atualmente estamos a desenvolver no Centro de Matemática da Escola de Ciências da Universidade do Minho, em colaboração com o Instituto Português do Mar e da Atmosfera (IPMA) e Instituto Dom Luiz, um software de simulação com precisão muito mais elevada do que a generalidade dos softwares existentes.

Neste contexto, a equipa do Centro de Matemática da Escola de Ciências trabalha com objetivo de eliminar um dos pontos fracos de muitos softwares já existentes, ou seja, a precisão insuficiente, pautando a sua ação no sentido de ultrapassar aquele problema e, ao mesmo tempo, melhorar a qualidade dos detalhes. Citamos como exemplo, a avaliação do impacto de um tsunami nas estruturas, o que requer estimar de forma tão precisa quanto possível a velocidade (energia) com que atinge essas mesmas estruturas.



Simulação numérica de um pequeno tsunami chegando à costa de Portugal com um método de baixa precisão (esquerda) e de alta precisão (direita). O perfil do tsunami é muito mais representativo com o esquema de alta precisão. Em particular, a simulação de baixa precisão dá uma previsão errada da altura das ondas (erro de 50%).