As incertezas geotécnicas e o risco contratual

Laura Caldeira

(laurac@lnec.pt)

Sumário

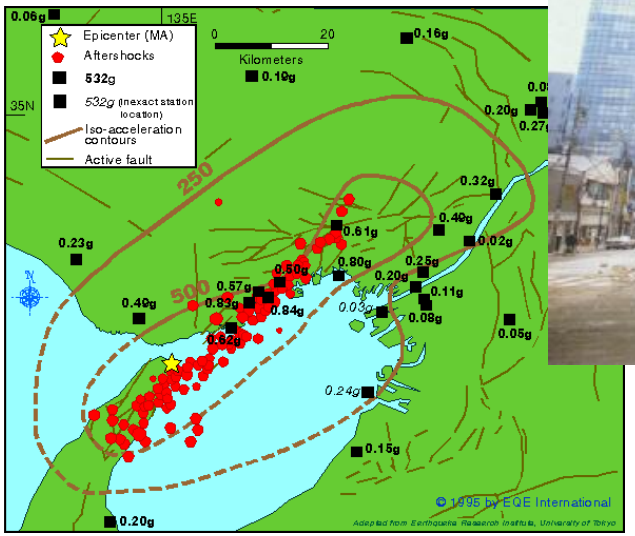
- Introdução
- O risco geotécnico
- Componentes do risco geotécnico
- Gestão do risco
- Conclusões

Introdução

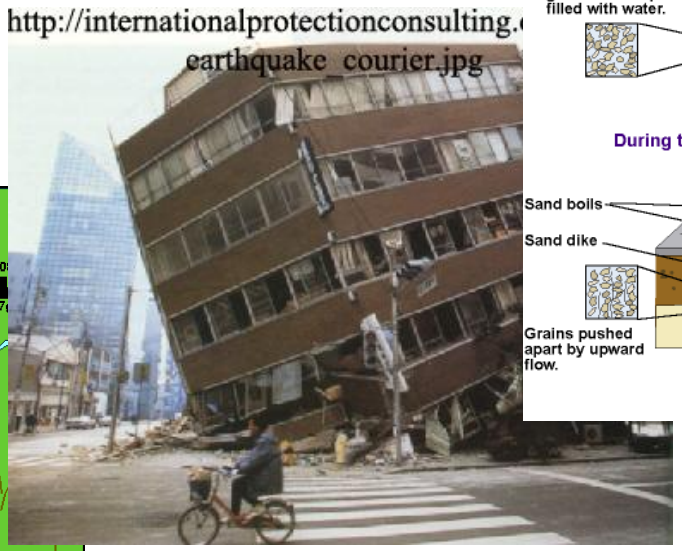
Os *riscos* potencialmente *devastadores* constituem o maior problema: baseiam-se na *incerteza*

Como *fundamentar* uma *decisão* na ausência de um *conhecimento preciso*

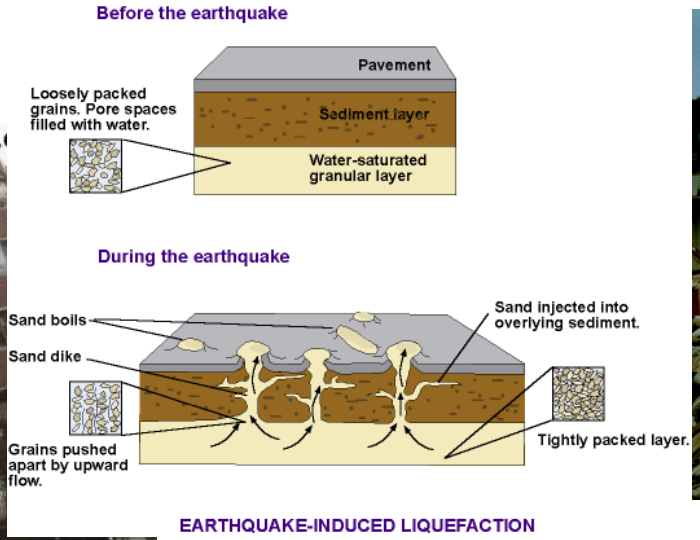
Risco



Perigo, *H*



Exposição, *E*

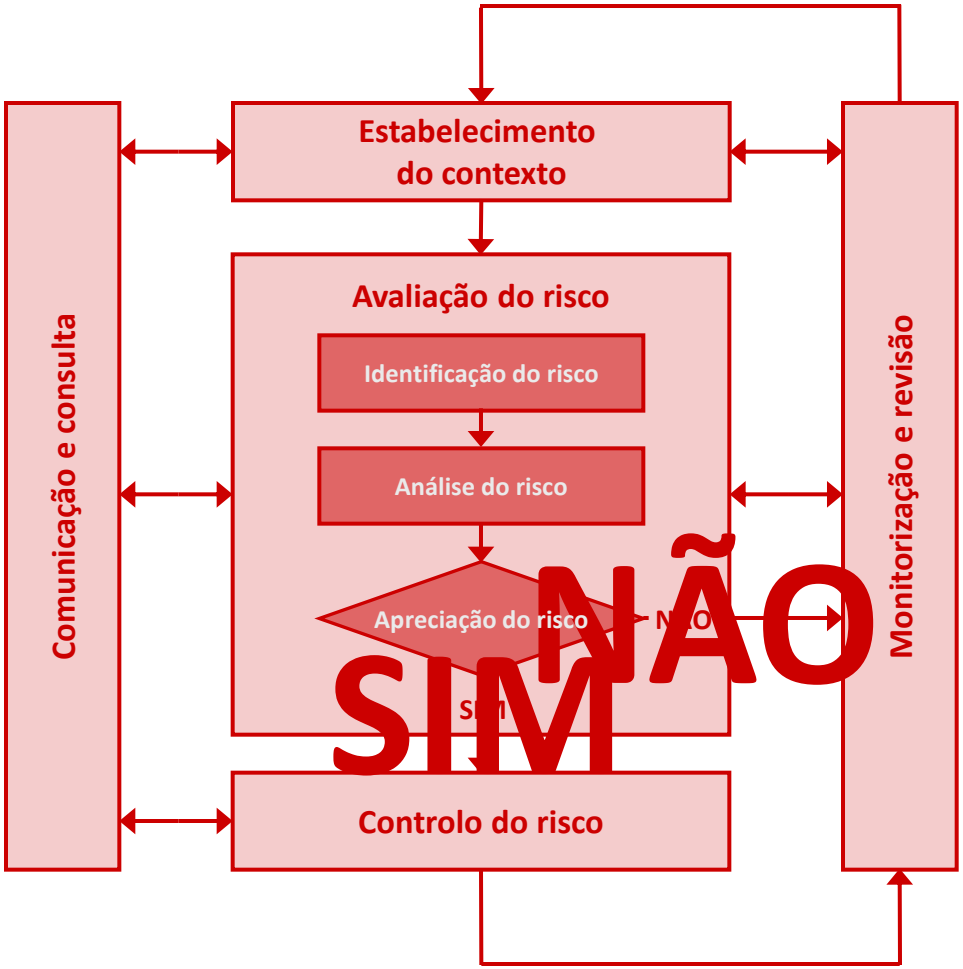


Vulnerabilidade, *V*

$$R = f(H, E, V)$$

Abordagem

> ISO 31000



Risco Geotécnico

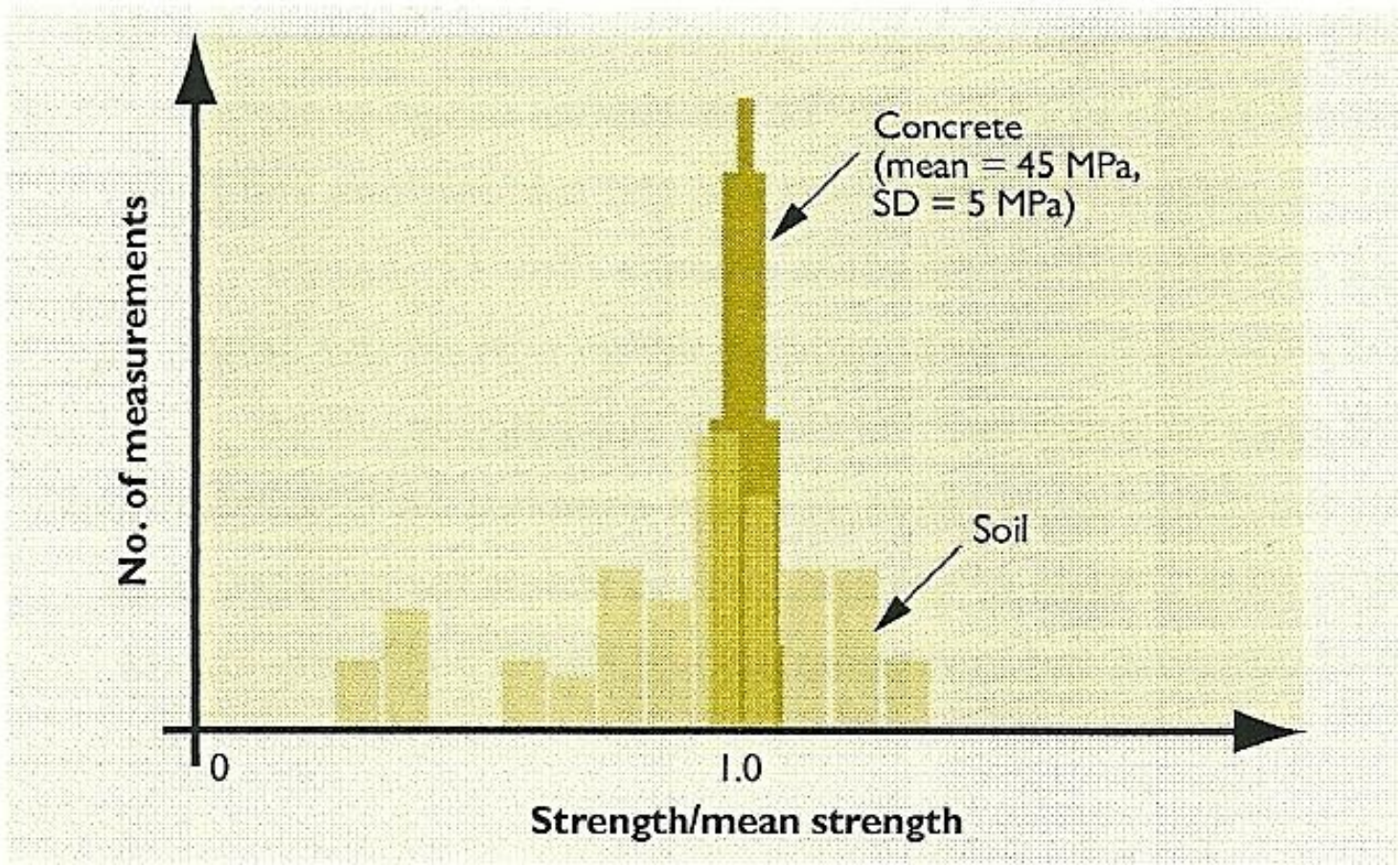
- *Condições do terreno*
- *Materiais naturais* de construção
- *Obras geotécnicas*

- *Abordagem* sistemática e explícita das *incertezas*

- Consideração integrada das *consequências potenciais*
  - Custos, prazos, imagem e reputação, saúde e segurança e ambientais

- Contribuição para minimizar *situações não previstas*

- *Integração* de todas as atividades inerentes à *segurança* das obras


Concrete
(mean = 45 MPa,
SD = 5 MPa)
Soil
No. of measurements
0
1.0
Strength/mean strength

Risco associado às condições do terreno

Terreno (solo, rocha , geomateriais)	Risco geotécnico Deformação - assentamentos diferenciais Resistência - instabilidade, colapso
Água no terreno	Risco hidrológico Níveis freáticos inesperados Sobrepressões, artesianismo Rápida variação das condições hidrogeológicas devido a influências climáticas
Poluição (água ou solo)	Risco ambiental Água no terreno poluída Solo poluído
Estruturas executadas pelo homem (redes, achados arqueológicos e estacas antigas)	Risco de obstrução Restos arqueológicos Estacas antigas Cabos eléctricos, redes de água e de gás em operação

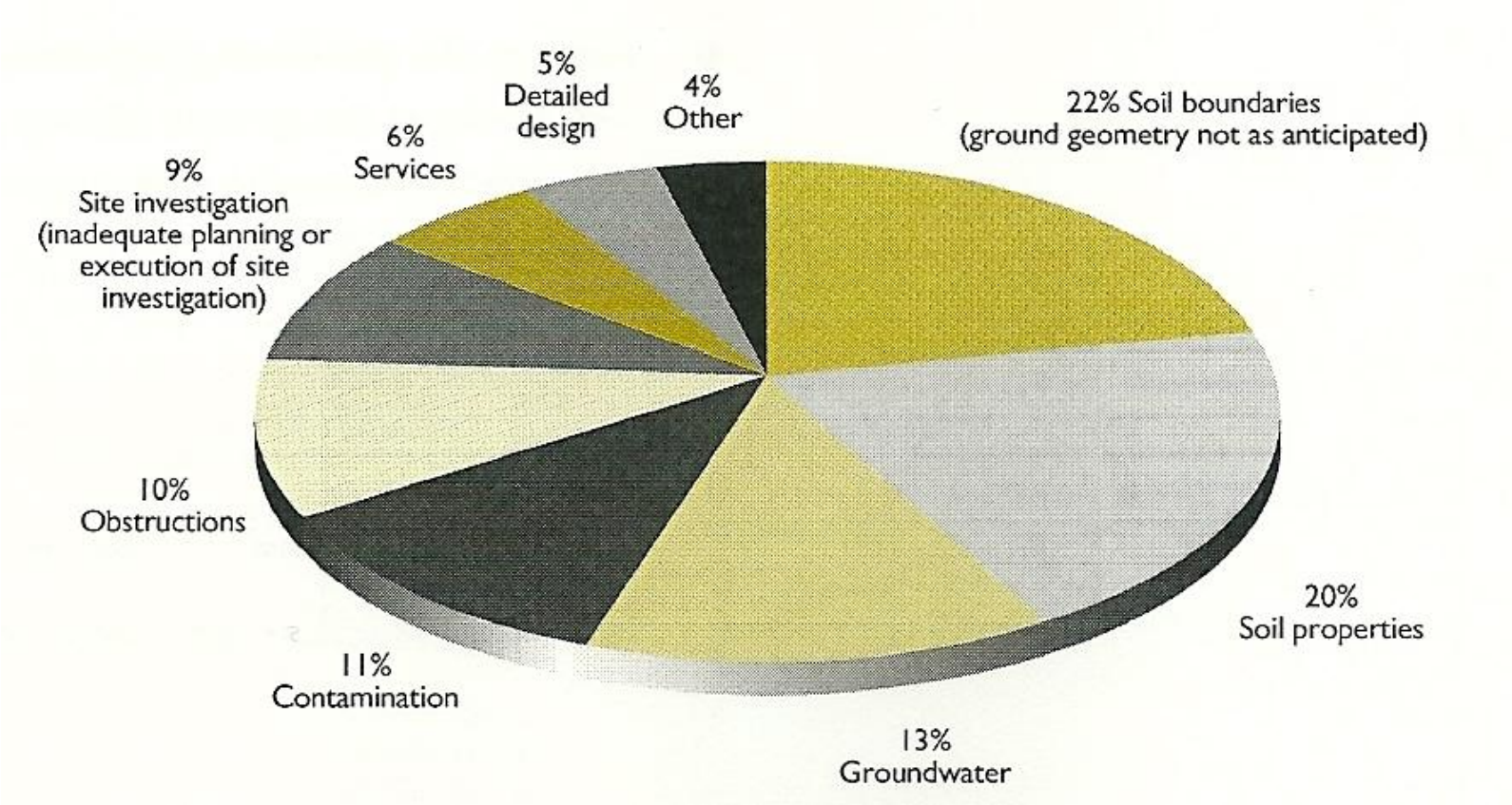
Nature did not follow standards in creating the mass of soil or rock in question.

A defect or a field condition potentially fatal to the performance of the project may exist that escapes the standard investigation.

Experience leading to judgment is the best defence against the consequences of such a possibility, and the course of action leading to an appropriate solution will differ amongst individuals of different experience.

That is, the judgement is an essential ingredient in geo-engineering, and it cannot be standardised.

(Ralph Peck, 1997)


5%
Detailed
design
4%
Other
22% Soil boundaries
(ground geometry not as anticipated)
6%
Services
9%
Site investigation
(inadequate planning or
execution of site
investigation)
10%
Obstructions
20%
Soil properties
11%
Contamination
13%
Groundwater

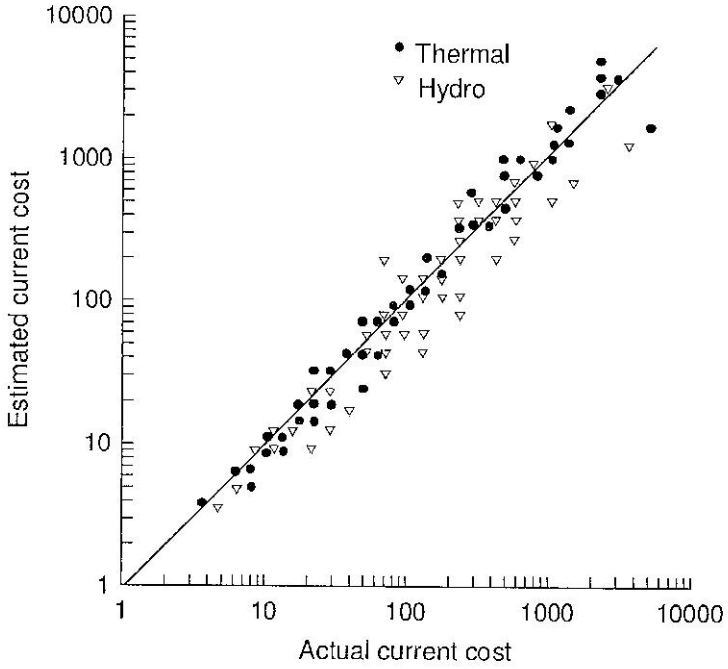
Resultados esperados

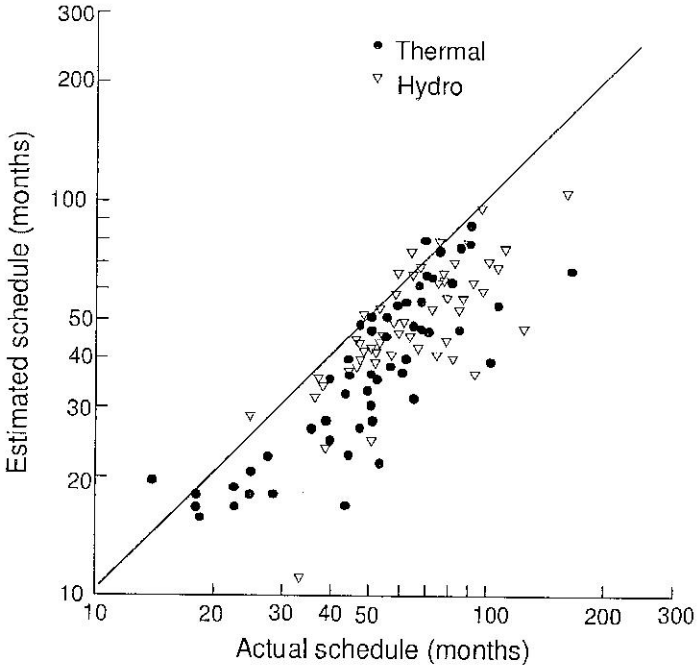
- Aumento da margem de *segurança global*
- Aumento da *fiabilidade* das componentes críticas do sistema
- Redução das *consequências*
- *Partilha ou transferência* de riscos
  - BOT (*Build Operate Transfer*), PPP (*Private Public Partnership*) e PFI (*Private Finance Initiative*)
  - *Inter-relações* entre os riscos gerados no projeto, na construção e na exploração
- *Minimização dos riscos* e *maximização de oportunidades* associadas às decisões
  - Decisões *informadas* pelo risco
  - *Objetivos* alcançados e ultrapassados

Componentes técnicas do risco geotécnico

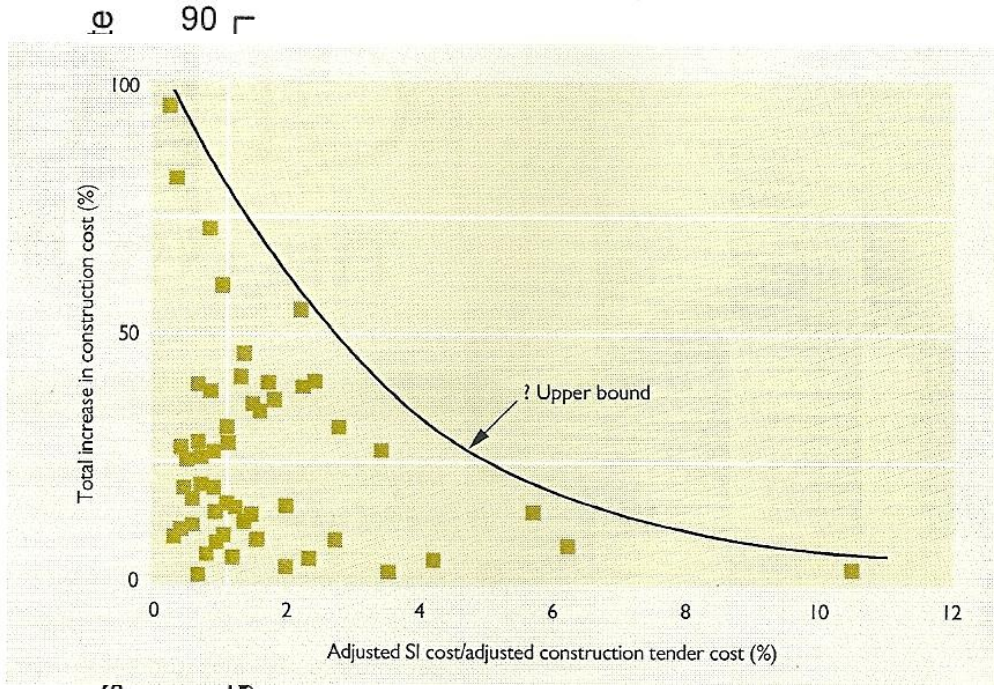
- *Problemas* particulares do *local*
- Falta de conhecimento da natureza, tipo e diversidade das *condições do terreno*
  - Diferentes condições do terreno das indicadas nos estudos
- Modelos de cálculo não muito precisos
  - *Projetos flexíveis* para acomodar imprecisões dos modelos de cálculo, variações do tipo e do comportamento do terreno e do nível de água no solo
- *Áreas problemáticas*
  - A evitar
  - Identificação de formas e métodos de construção *seguros*, *económicos* e *ambientalmente corretos*
- Comportamento do terreno dependente de *meios e métodos de construção*

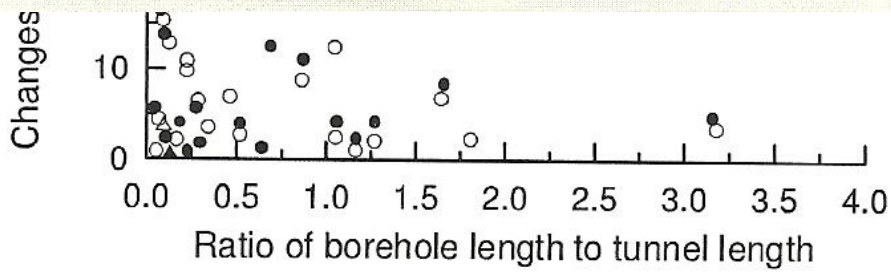
Aumento de custos e de prazos devido a condições do terreno



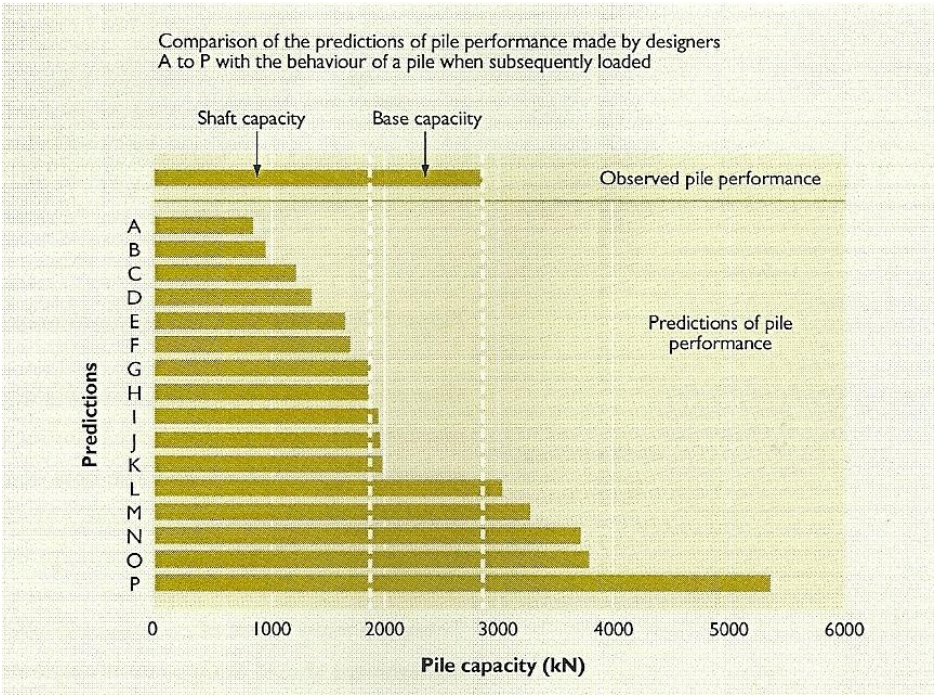


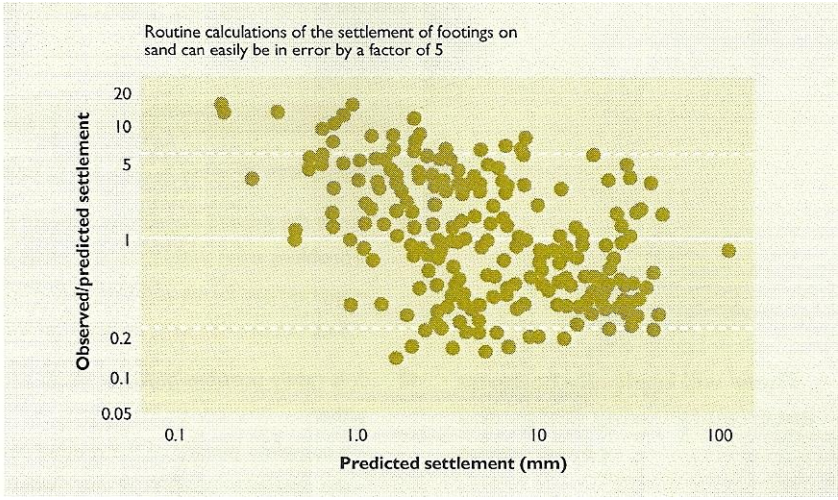
Aumento de custos em função dos custos de prospeção geotécnica





Precisão dos modelos de cálculo





Componentes do risco geotécnico contratual

- *Tipo de contrato* adotado
- *Riscos* atribuídos e assumidos pelo *Dono da Obra*
- *Riscos* atribuídos e assumidos pelo *Empreiteiro*
- *Risco não atribuído nem assumido* por inadvertência, desatenção ou ignorância
- Riscos *muito elevados ou intoleráveis* por qualquer das partes
  - Aumento da probabilidade de *patologias*
  - Excesso de *custos*
  - Aumento de *prazos de execução*
  - Aumento de *disputas*, *reclamações* e eventual *litigação*

Componentes do risco geotécnico contratual

- *Menor risco* assumido pelo Dono da Obra ⇨ *maior custo inicial* de construção (projetos defensivos, custo de contingência associados)
- Formas de contrato que colocam o risco geotécnico nas *companhias de seguro* e nas *empresas de construção*
- Melhor forma contratual – *combinação dos recursos técnicos* do dono da obra, do projetista e do empreiteiro para ultrapassar as dificuldades *logo que se tornam aparentes*

Descrição do risco	Partilha do risco
Maciço ao longo da via	Os desvios da distribuição considerada no projeto são incluídos no risco do Empreiteiro.
Presença de água no terreno	As entradas de água para o túnel são riscos do Empreiteiro quando dentro dos seguintes limites: a) 20 l/s na frente de escavação; b) 50 l/s no desenvolvimento do túnel; c) Altura de água ≤ 50 m.
Cavidades cársicas	Limites para o risco do Empreiteiro: a) Cavidades que não excedem o vão do túnel (4 m); b) Fluxos de água ≤ 20 l/s, diminuindo para ≤ 20 l/min em 3 dias; c) Cavidades preenchidas por solos moles suscetíveis de fluírem em estado não confinado; d) Atrasos devidos à presença de cavidades ≤ 30 dias
Presença de gases	A possibilidade de ocorrência de gases inflamáveis ou tóxicos é desprezável, pelo que o Empregador assumirá os riscos correspondentes.

Fases de dimensionamento de estruturas geotécnicas

- Estabelecimento de um *modelo geomecânico* global
- *Avaliação do comportamento* dos vários materiais atuados por um conjunto de equipamentos e métodos de construção antecipados
- *Dimensionamento da estrutura* para acomodar
  - Ações finais e da construção compatíveis com as condições do terreno
  - Variações nas condições do terreno e nos trabalhos de construção (*análises de sensibilidade ou cálculos probabilísticos*)
- Formalização da *observação das componentes críticas da obra* (aplicação do método observacional)
  - Comparação das condições do terreno com as esperadas – aviso de problemas iminentes
- *Assistência técnica* adequada durante a construção
  - Alterações de projeto
- *O projeto só estará completo quando a construção tiver sido concluída*

Componentes do risco geotécnico
Projeto

- *Incertezas* sempre presentes
- Procedimentos para assegurar que os riscos de execução são sistematicamente *reduzidos a níveis aceitáveis*
- *Identificação* atempada e adequada e justa *atribuição* do risco das condições geotécnicas
- Preparação de *relatórios*, de *dados* e de documentos de *contrato* adequados para a execução do obra
- Inclusão, nos documentos contratuais, de procedimentos justos e imparciais para a *resolução de disputas* e de *reclamações*
- *Observação* durante a construção

Gestão do risco geotécnico

- *Identificação dos perigos* presentes no local de construção
  - Pesquisa exaustiva da informação existente sobre o local
  - Identificação dos perigos para as diferentes *formas de construção* e para as diferentes *fases da obra*
- Avaliação da *vulnerabilidade* dos possíveis tipos de construção aos riscos geotécnicos resultantes dos perigos
- Estimativa de eventuais *custos* e do aumento do *prazo* de execução se os riscos se materializarem
  - Identificação de medidas para *evitar, gerir, minimizar, partilhar ou transferir* o risco
  - Verificação da *aceitabilidade do risco residual*
  - Atribuição de responsabilidades pelo *controlo* de cada risco identificado e correspondente *encargo económico*
- Proposta de *trabalhos geotécnicos adicionais* para redução dos riscos
- Estabelecimento de *critérios mínimos para a prospeção do terreno* no local proposto

Conclusões

- A *gestão de riscos geotécnicos* é uma ferramenta indispensável para o *aumento da produtividade na construção*
- Uma gestão do risco geotécnico não *introduz nada de radicalmente novo*
- Trata-se de combinar *competência geotécnica* e de organização e de ter a capacidade de realizar, manter e aplicar uma *adequada gestão de riscos*

O risco geotécnico poder ser gerido, minimizado, partilhado, transferido ou aceite. Contudo, não pode ser ignorado.