RISCOS E AÇÕES PREVENTIVAS NO PLANEJAMENTO DE OBRAS SUBTERRÂNEAS URBANAS

Prof. Dr. Roberto Kochen – Assessor do Departamento de Projetos/Serviços de Infraestrutura do Instituto de Engenharia e Diretor Técnico da GeoCompany – Tecnologia, Engenharia & Meio Ambiente www.geocompany.com.br

Riscos *– sempre presentes em empreendimentos de infraestrutura*

Podem ser:

- *contratuais, econômicos, financeiros...*
- *De engenharia, institucionais, administrativos...*
- *Geológicos, geotécnicos, construtivos...*
- *Hidrológicos, Climáticos, Políticos, etc.*

Analise e Gestão de Riscos de Obras Subterrâneas Urbanas

- *Identificar os riscos (o que é...)*
- *Qualificar (pequeno, médio, grande...)*
- *Quantificar (impacto financeiro)*
- *Transferir (p.ex., seguradora)*
- *Mitigar (reduzir para impactos administráveis)*

Ações Preventivas de Redução de Riscos em Obras Subterrâneas Urbanas

- *Seguros, Provisionamento para Danos Máximos Prováveis, Certificação de Projetos, Acompanhamento Técnico, Auditoria de Qualidade e Procedimentos, etc.)*

- *Medidas de Contingência*

- *Planos de Gestão de Riscos*

- *Planos de Ação de Emergência*

RISCO

É o evento ou condição incerta, que poderá ter efeitos positivos e/ou negativos.

- Impactos na construção
- Custos de Construção, Operação e Manutenção

Casos Históricos – Riscos em Túneis e Acidentes Durante a Obra:

Cenário da Última Década

- Aumento significativo do número de demandas de seguro ("claims")
- Receita de prêmios <<< Demandas de seguro
- Valor dos reparos >>> Custo inicial da obra

Dificuldades de obtenção de seguros

para obras subterrâneas

GeoCompany
Tecnologia, Engenharia e Meio Ambiente

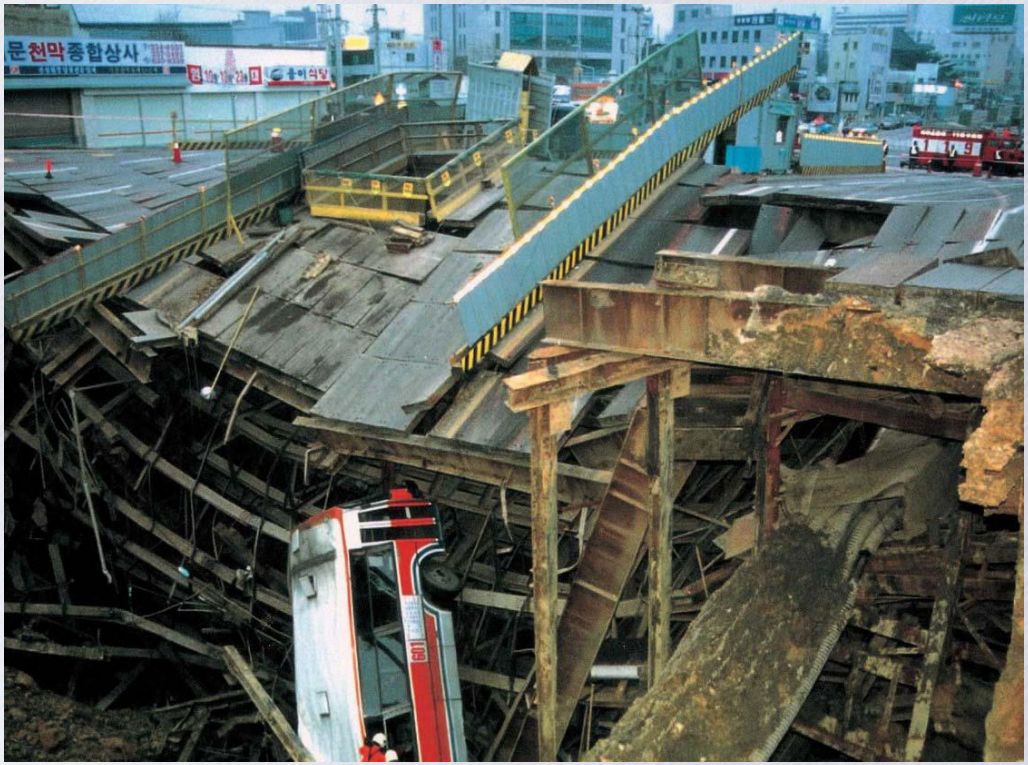
INSTITUTO DE ENGENHARIA 1916

- Algumas empresas abandonaram o mercado
- Necessidade de promover procedimentos pró-ativos de gerenciamento de riscos

Objetivos e Resultados do Procedimento de Planejamento de Redução em Obras Subterrâneas Urbanas de Riscos

- Estabelecer padrões mínimos de avaliação de riscos e procedimentos de gerenciamento de riscos
- Definir claramente as responsabilidades das partes envolvidas
- Reduzir as probabilidades de ocorrência de riscos identificados
- Reduzir o número e tamanho das demandas ("claims")

Colapso em Túnel em Construção na Suíça



- Colapso do Metro de Taegu (Cut and Cover), Coréia do Sul, 2000

Colapso do Metro de Shangai, China, 2003

Colapso no Metro de Shangai, China, 2003

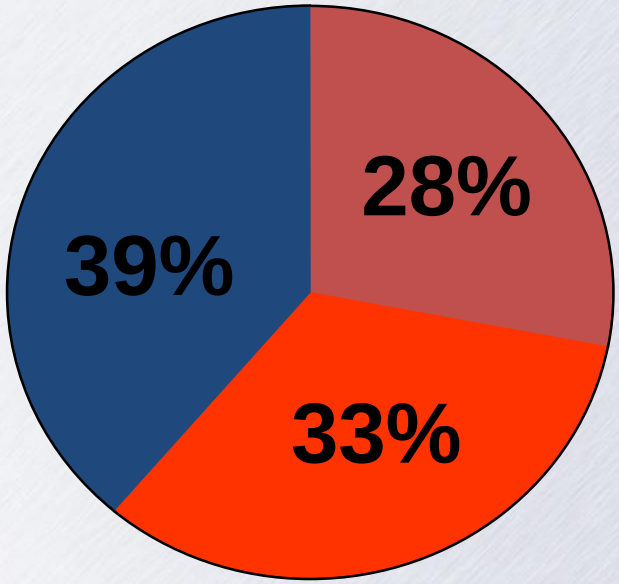
Colapso em Cut and Cover de Sistema Viário em Cingapura, 2004

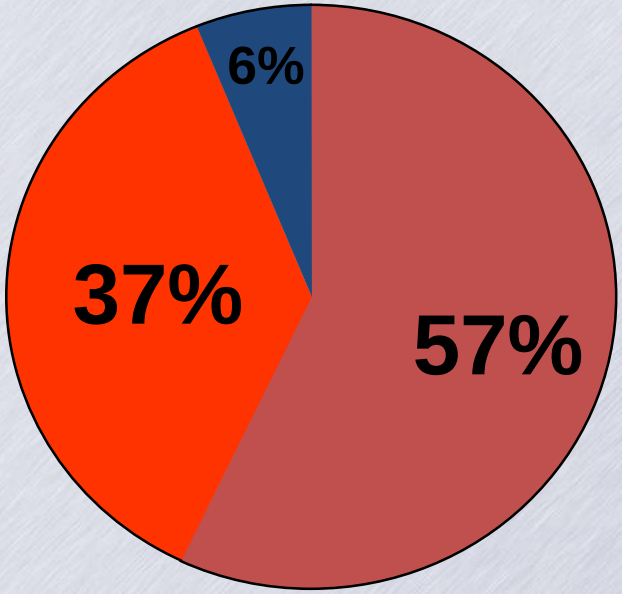
- **<u>Casos históricos recentes de ruptura ou colapso de túneis</u>**

HSE (1996) analisou 39 acidentes de 1973 a 94 Dividiu em 5 causas de ruptura:

- **Causas geológicas não identificadas (# de imprevisível)**
- **Erros de especificação e planejamento**
- **Erros numéricos ou de cálculo**
- **Erros de construção**
- **Erros de controle e gerenciamento**

Causas dos acidentes



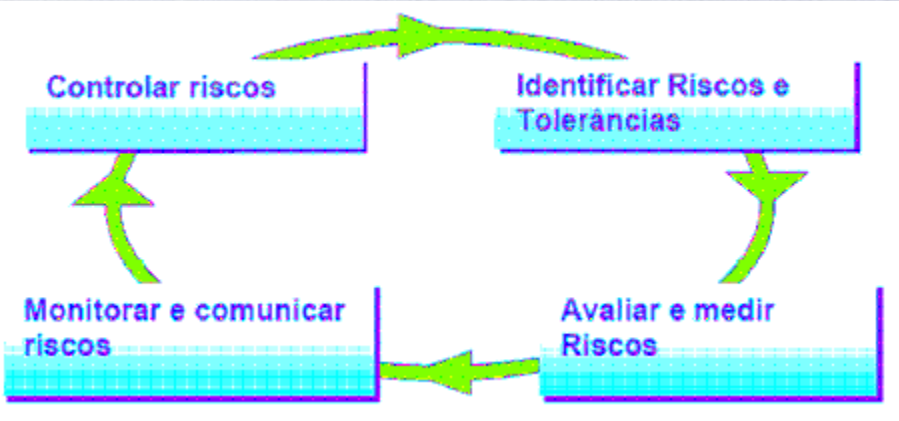


Fonte tcheca:
Tesar (1996)

- **Condições geológicas**
- **Método construtivo**
- **Influência de escavações próximas**

Plano de Gerenciamento de Riscos

Inclui uma sequência obrigatória de atividades:



Risco = f (danos, probabilidade, consequências)

O que pode dar errado (danos) ?

Quanto isso é provável (probabilidade) ?

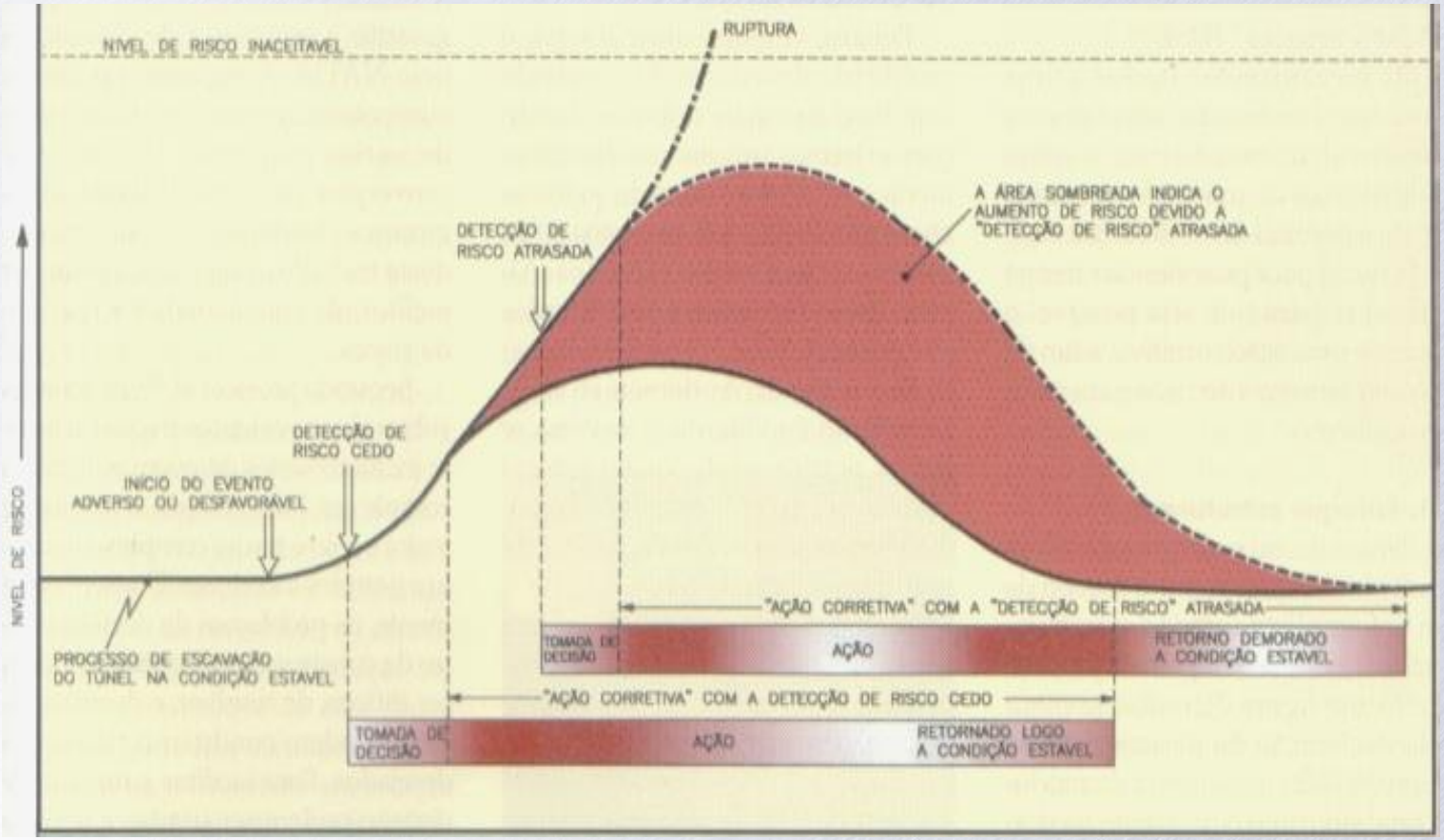
Que perdas (materiais, ambientais, vidas, etc.) isto causará (consequência) ?

Risco = Probabilidade x Impacto

Gerenciamento de Riscos no Projeto, Construção e Operação

- “Detecção de Risco” e “Ação Corretiva”
- Risco Conceitual
- Enfoque Estruturado
- Recomendações para incremento da segurança
- Questionário (complementação de informações)
- Lista de verificação (“check list”)

Detecção de Risco - Ação Corretiva



Risco Conceitual

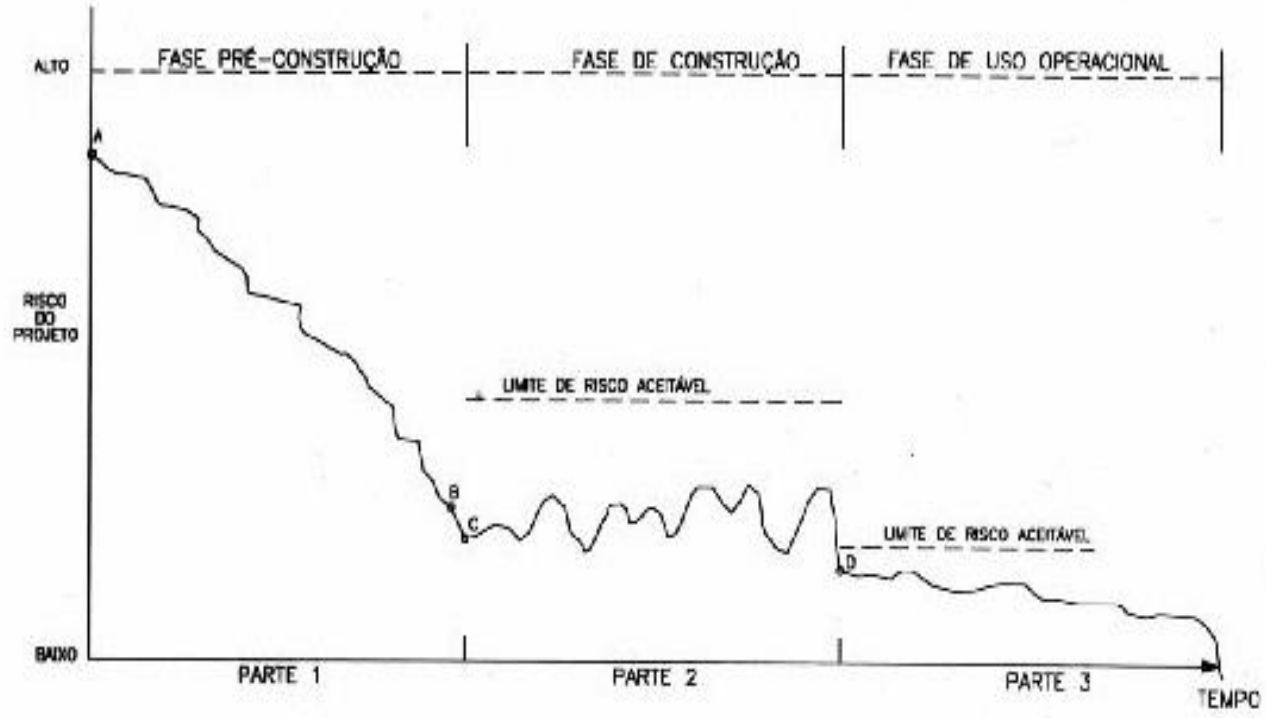
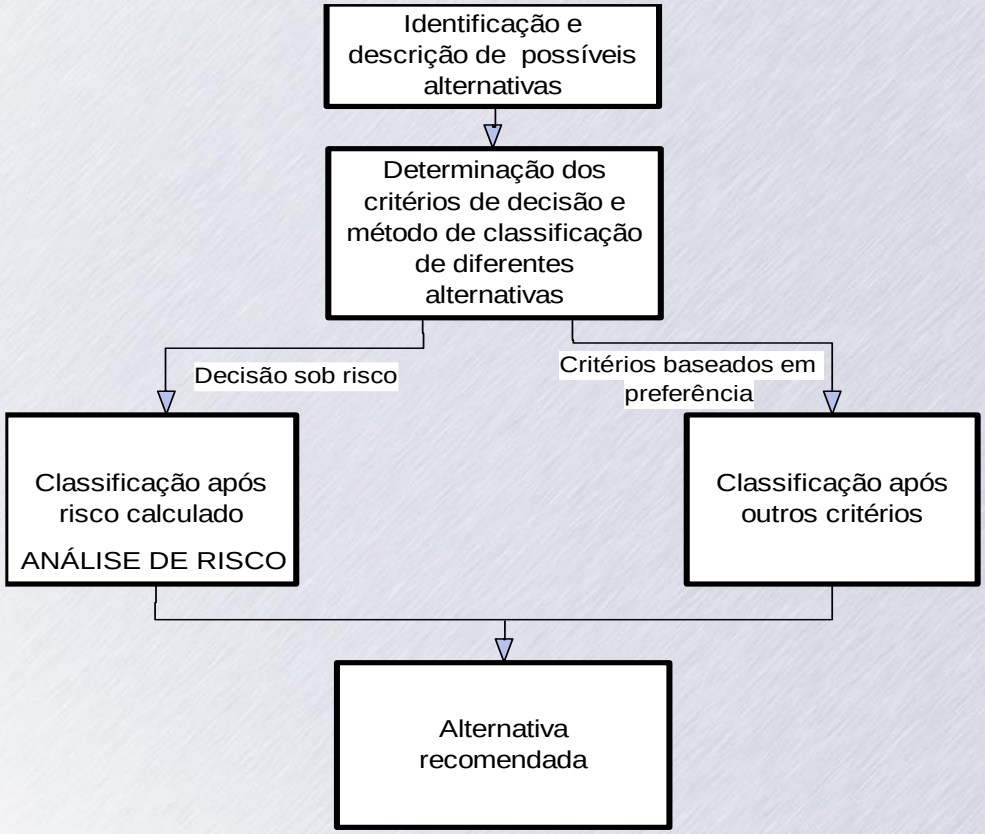
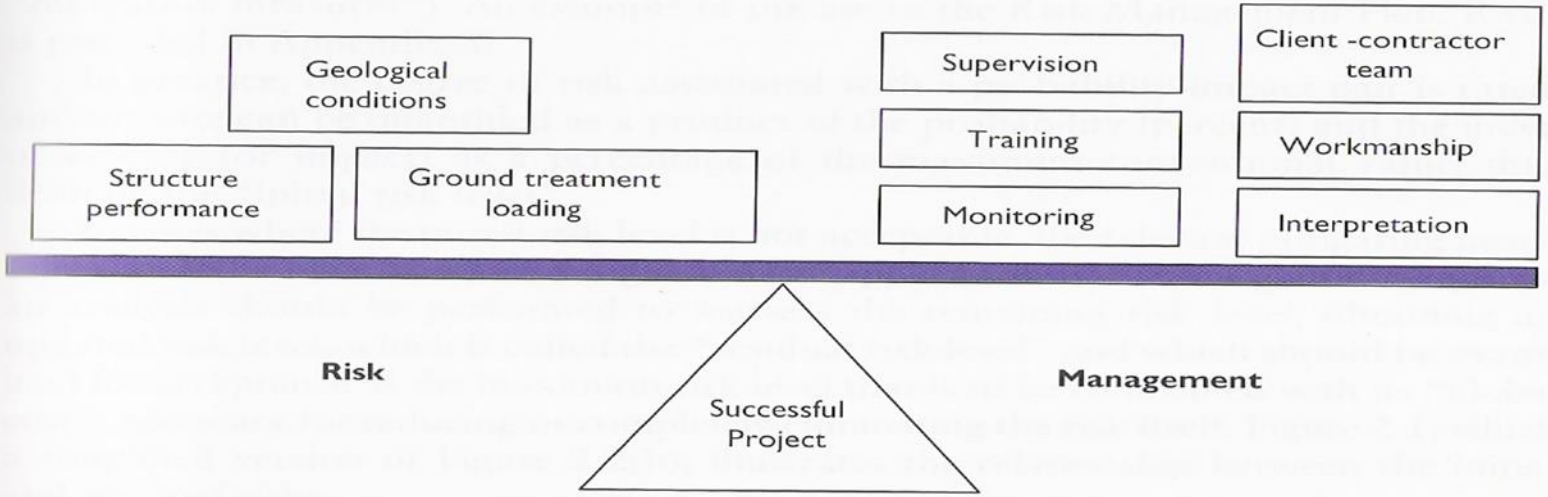


FIGURA 5.2 – Gráfico do risco de projeto desde sua concepção até o final da vida útil do túnel

Processo de Decisão para Obra de Construção Pesada



ANÁLISE DE DECISÃO


Geological conditions
Structure performance
Ground treatment loading
Supervision
Training
Monitoring
Client -contractor team
Workmanship
Interpretation
Risk
Management
Successful Project

Consequências de Investigações Geológicas & Geotécnicas – Projeto – ATO – Construção – Gestão de Riscos Aquém do Ideal

Diferença de inclinações entre os taludes esquerdo e direito (menos acentuado).

Trinca na laje de fundo decorrente da distorção do túnel.

Trinca no encontro da calota com o pé-direito (segunda ruptura).

Trinca verificada na primeira ruptura.

Projeto Executivo e ATO (Acompanhamento Técnico de Obra) do túnel de dutos, com 5 km de extensão, sendo 300 m escavado pelo método convencional (NATM) e 4,9 km escavado por tuneladora (TBM) em rocha.

Tuneladora para escavação de 4.900 m de rocha.

- **Riscos e imprevistos Geológicos-Geotécnicos;**

- **Detecção antecipada de riscos;**

- **Ações corretivas para minimizar riscos;**

- **Matriz de riscos de projeto e construção (túneis, barragens, rodovias, ferrovias, metrô, petroquímicas, dutos, etc.);**

- **Impactos na superfície e em edificações próximas;**

- **Compartilhamento de riscos construtivos, geológicos e geotécnicos;**

- **Gestão da segurança em áreas urbanas e não urbanas;**

Riscos Geológicos, Geotécnicos e de Segurança

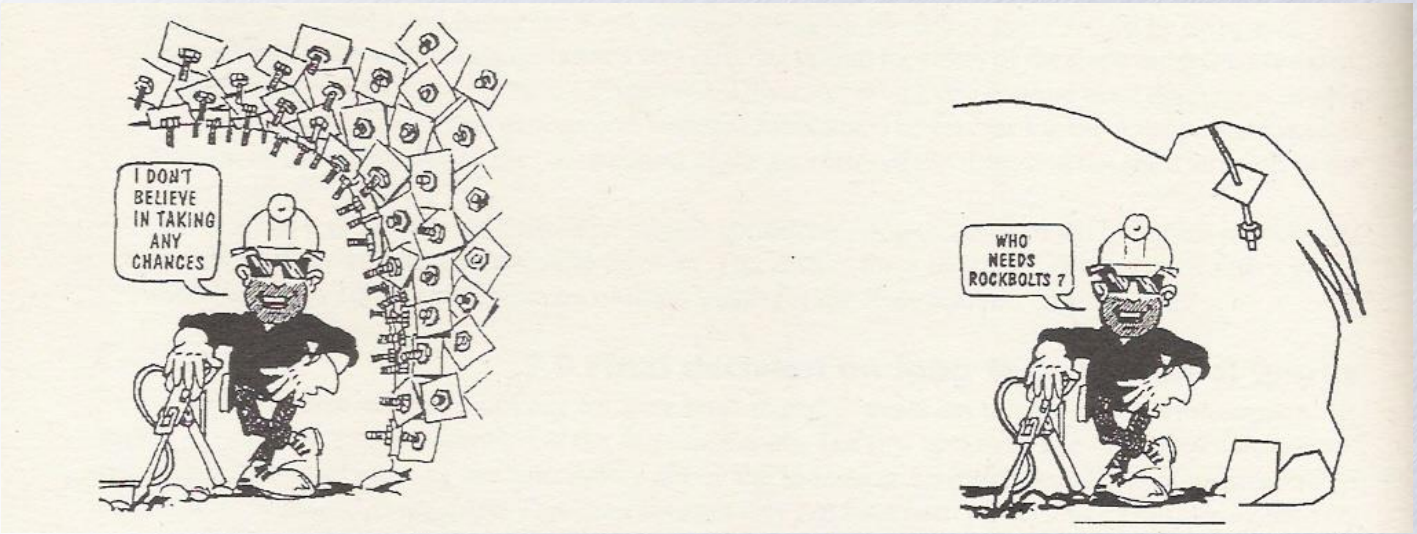
- Análise crítica do projeto e identificação de riscos;
- O melhor momento para reduzir riscos é na fase de projeto (estudos de viabilidade, projeto básico, projeto executivo), antes de iniciar a obra;
- Procedimentos de controle e protocolos de gestão de risco;

Procedimentos de controle e protocolos de gestão de risco.

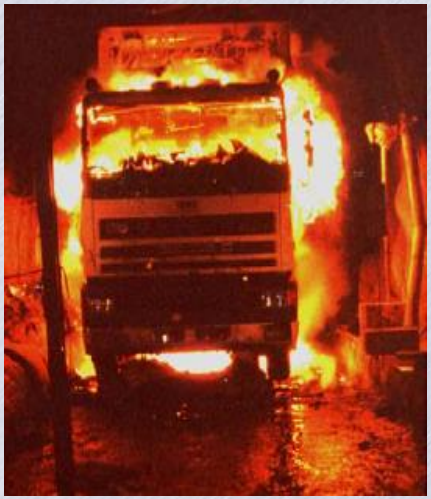
- Plano de gestão de riscos da obra (PGR);
- Registro de riscos (Risk Register);
- Monitoramento e acompanhamento técnico da obra (A.T.O.);

RISCO

- É o evento ou condição desconhecida, que poderá ter efeitos positivos e/ou negativos (o risco é subjetivo!).



- Prevenir-se ante o imprevisível, ANTECIPAR impactos na construção;
- Custos;
- Segurança:
  - Acidentes durante a obra;
  - Acidentes durante a operação;



Análises de riscos em obras civis

- Identificar riscos em potencial;
- Identificar modos de ruptura;
- Estimativa estatística de riscos;
- Avaliar medidas de redução de riscos;
- Avaliar medidas corretivas necessárias;
- Estabelecer estratégia para reduzir os riscos;

Considerações Finais

Principais causas de acidentes:

- O desconhecimento da hidrogeologia e Geotecnia, devido à investigações insuficientes;
- Falta de planejamento, controle e gestão das obras;
- Subestimação dos riscos;

Sugestões para minimizar a probabilidade de encontrar condições inesperadas de natureza crítica:

- Planejamento e estudo geológico executados em mais do que uma fase e, dependendo do método de construção selecionado;
- Selecionar o método construtivo com base nas condições geológicas, usando análise de riscos e de decisão;
- No principio do projeto, identificar os riscos e melhorar as estratégias de controle de riscos efetivos .

- Apoio de A.T.O (Acompanhamento Técnico de Obra);
- Elaborar planos e procedimentos de contingência;
- Contratação pelo melhor preço (menor preço final para o projeto como um todo – trabalho - operação – manutenção) e não o menor custo de construção;

Conclusões

Implantação da cultura de segurança entre:

- Projetistas;
- Construtores;
- Proprietários;

Junto com a lista de verificação (check list)

Todos estes procedimentos e ações, reduzirão os riscos no projeto, construção e operação das obras de construção pesada.

Como resultado, os sucessos irão tornar-se cada vez mais frequente e, consequentemente, os insucessos irão tornar-se cada vez menos frequentes.

“Nenhum projeto de construção está livre de riscos. Os riscos podem ser administrados , minimizados, compartilhados , transferidos e aceitos, mas jamais podem ser ignorados”

- ✓ **Para Minimizar Riscos em Obras Subterrâneas Urbanas:**
- ✓ **Ações Preventivas e Planejamento com:**
- ✓ **MAIS ENGENHARIA!**

- ✓ **Muito Obrigado!**
- ✓ **Roberto Kochen**
- ✓ **kochen@geocompany.com.br**