

# Zurich RE Workshop 2017



## Gestão de Riscos para Túneis em Áreas Urbanas

**Rafael Moreno Jr, Eng. M.Sc.**

Senior Risk Engineer - Construction - LatAm  
Zurich Risk Engineering - Brazil

**Sheraton São Paulo WTC Hotel - São Paulo - Brazil**

**19/09/2017**



# Zurich Insurance Group



**Fundada em 1872**

**Cerca de 54.000 funcionários**

**Presente em 210 países e territórios**

**Há mais de 70 anos no Brasil**





# RE Construction



## Prospecção e Gestão de Riscos de Engenharia

Apoio para Sinistros, Responsabilidade Civil, entre outras

## Prestação de Serviços



### Prospecção de Negócios

- Análise de projetos
- DTR / DTA



### Gestão de Riscos

- Avaliação
- Inspeções
- RIA e SD



### Sinistros

- Causas
- Suporte técnico na regulação



### Treinamentos

- IREC
- IMIA
- IRMI-CRIS
- Funenseg



### Consultoria e Serviços

- ZHA
- X-Ray
- DTR / DTA



# Programa

## Introdução

**Demandas**

**Soluções**

**Exemplos de Acidentes**

**Engenharia Tuneleira**

**Coberturas Securitárias**

**Gestão de Projetos | Riscos**

**Conclusões**



# Introdução

Grandes Cidades, Grandes Projetos

## Demanda

Aumento da população

Centros urbanos maiores

Água, alimentos, bens de consumo

Controle de enchentes

## Soluções

Melhorias no transporte público

Melhorias no trânsito

Melhorias no acesso dos diversos recursos

Melhorias na drenagem

## Túneis

**Metropolitanos | Avenidas | Estradas | Ferrovias**

**Galerias de Drenagem | Reservatórios**

**Zurich RE Workshop 2017**



# **QUESTÃO INTERATIVA 1**



**Zurich RE Workshop 2017**



# **QUESTÃO INTERATIVA 2**





# Introdução

Metropolitanos

Metrô-RJ Line 4 - Rio de Janeiro - RJ / BR





# Introdução

## Metropolitanos

Subte Línea H - Buenos Aires - BA / AR





# Introdução

Avenidas

Corredor Gal Costa - Salvador - BA / BR



# Introdução

Estradas

BR 101 - Tubarão - SC / BR  ZURICH®





# Introdução

Ferrovias

Soterramiento Sarmiento - Buenos Aires - BA / AR





# Introdução

Controle de Enchentes

Canalização - Barranquilla / CO



# Lições Aprendidas

Acidente

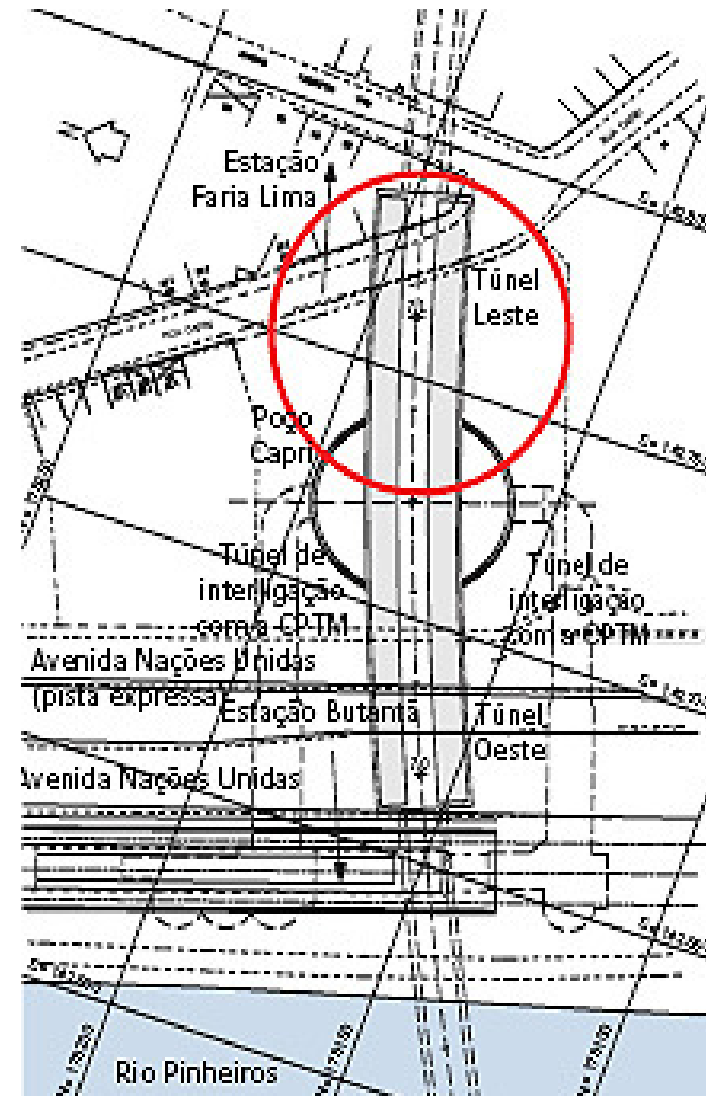
**Metrô-SP Linha 4 Amarela (12 de Janeiro de 2007)**



NATM | Estação Pinheiros  
Consórcio de 5 | Shaft Capri  
VSE | Profundidade de 36 m

## Consequências:

Ø 30 m → Ø 80 m | 7 mortes  
? BRL 70 mi (USD 35 mi)



# Lições Aprendidas



Accidente **Rodoanel Norte Mário Covas (6 de Dezembro de 2014)**

NATM		Túnel Rodoviário		Processo de Escavação
Consórcio de 3 empresas				Avanço ~ 143 m

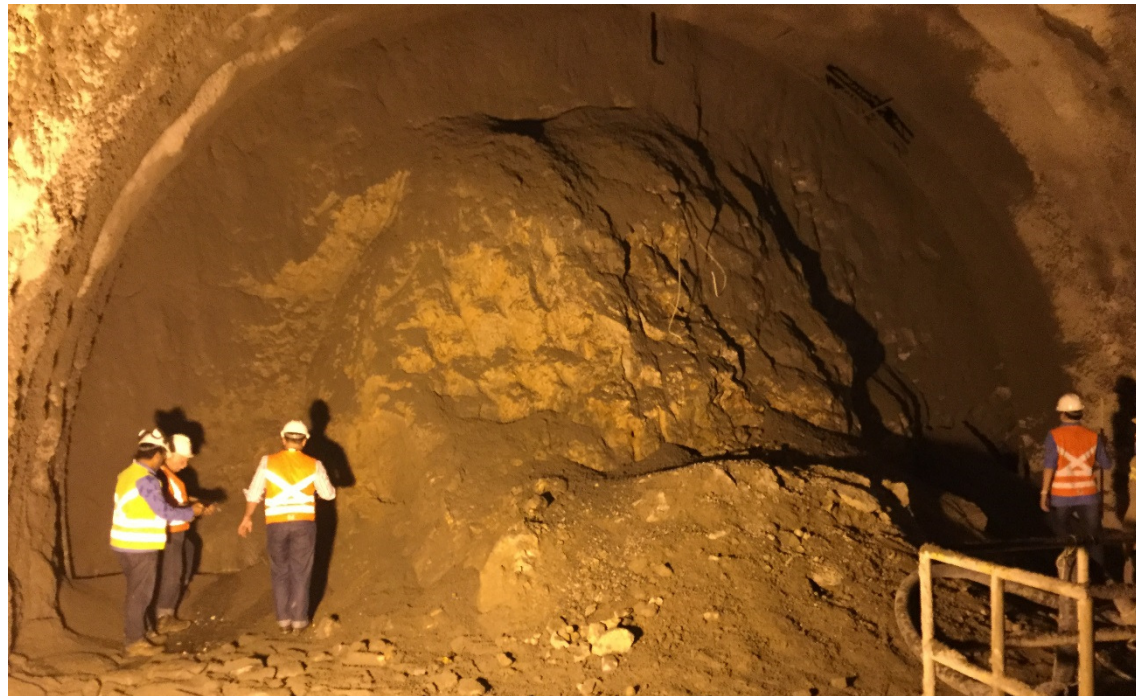
## Consequências:

Colapso ~ **143 m**

**Não houve mortes**

**BRL 39 mi**

**(USD 15 mi)**





# Lições Aprendidas

Acidente

Colapso do Nicoll Highway (20 de Abril de 2004)





# Lições Aprendidas

Acidente

Colapso do Nicoll Highway (20 de Abril de 2004)



# Lições Aprendidas

Acidente

Colapso do Nicoll Highway (20 de Abril de 2004)



## Consequências:

Atraso de

8 meses

Houve 4 mortes

??? USD ???





# Lições Aprendidas

Acidente

Consórcio Transoceânico (3 de Outubro de 2015)



NATM

Túnel Rodoviário

Processo de Escavação

Consórcio de 2 empresas

Avanço ~ 110 m

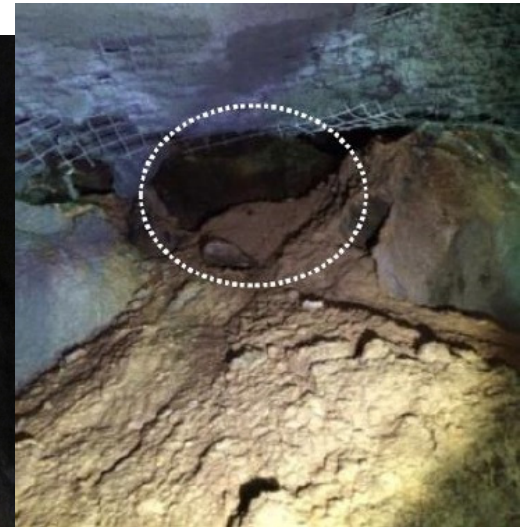
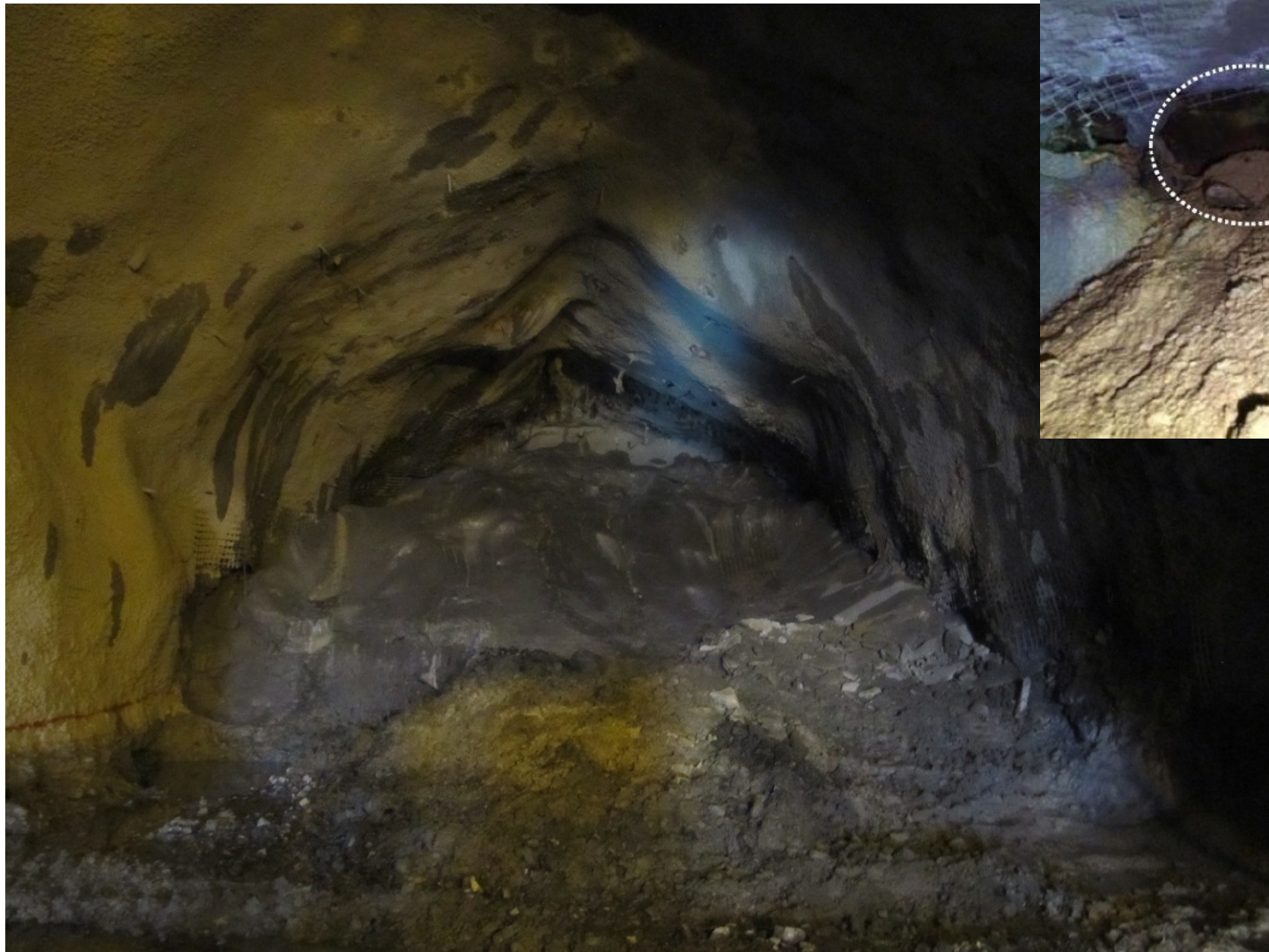




# Lições Aprendidas

Acidente

Consórcio Transoceânico (3 de Outubro de 2015)





# Lições Aprendidas

Acidente

Consórcio Transoceânico (3 de Outubro de 2015)





# Lições Aprendidas

Acidente

Consórcio Transoceânico (3 de Outubro de 2015)



## Consequências:

Colapso localizado de uma intrusão mineral com  $\varnothing$  2 m

Contrato com outra companhia especializada em túneis

Melhoraram as proteções

Reforço da seção que colapsou

Reduziram a velocidade de avanço para o máximo de 1,0 m

Melhoraram o plano de fogo introduzindo mais cargas

CAR ~ BRL 2,2 mi (USD 700 mil), em regulação

Responsabilidade Civil ~ BRL 3,5 mi (USD 1,1 mi), em regulação

# Lições Aprendidas

Acidente

Consórcio Transoceânico (3 de Outubro de 2015)





# Construção de Túneis, uma Atividade de Alto Risco

Danos materiais

Terceiros

Trabalhadores

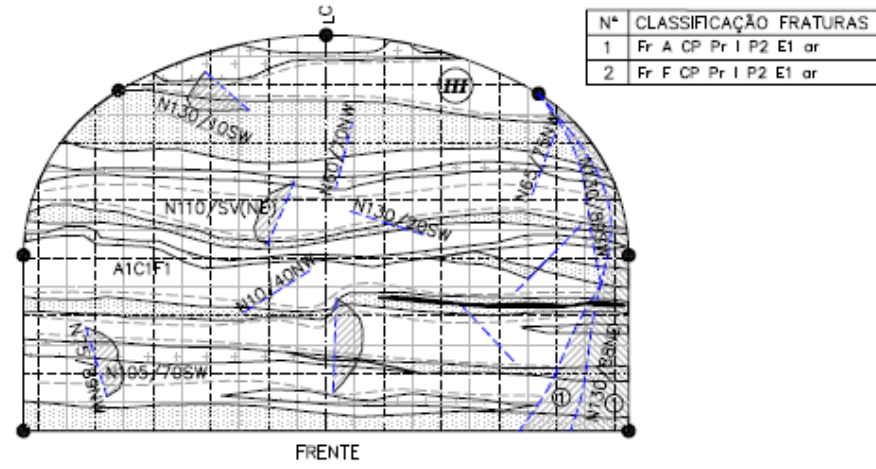
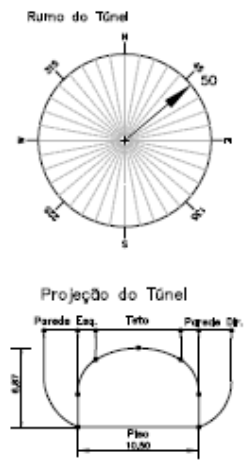
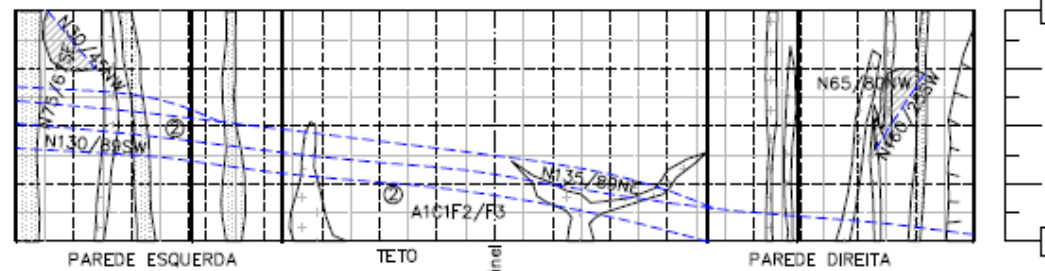
Engenharia

Projeto

Planejamento

Gestão Geral

**Gestão de Riscos**



# Tunneling Boring Machine





# Tunneling Boring Machine



# Tunneling Boring Machine

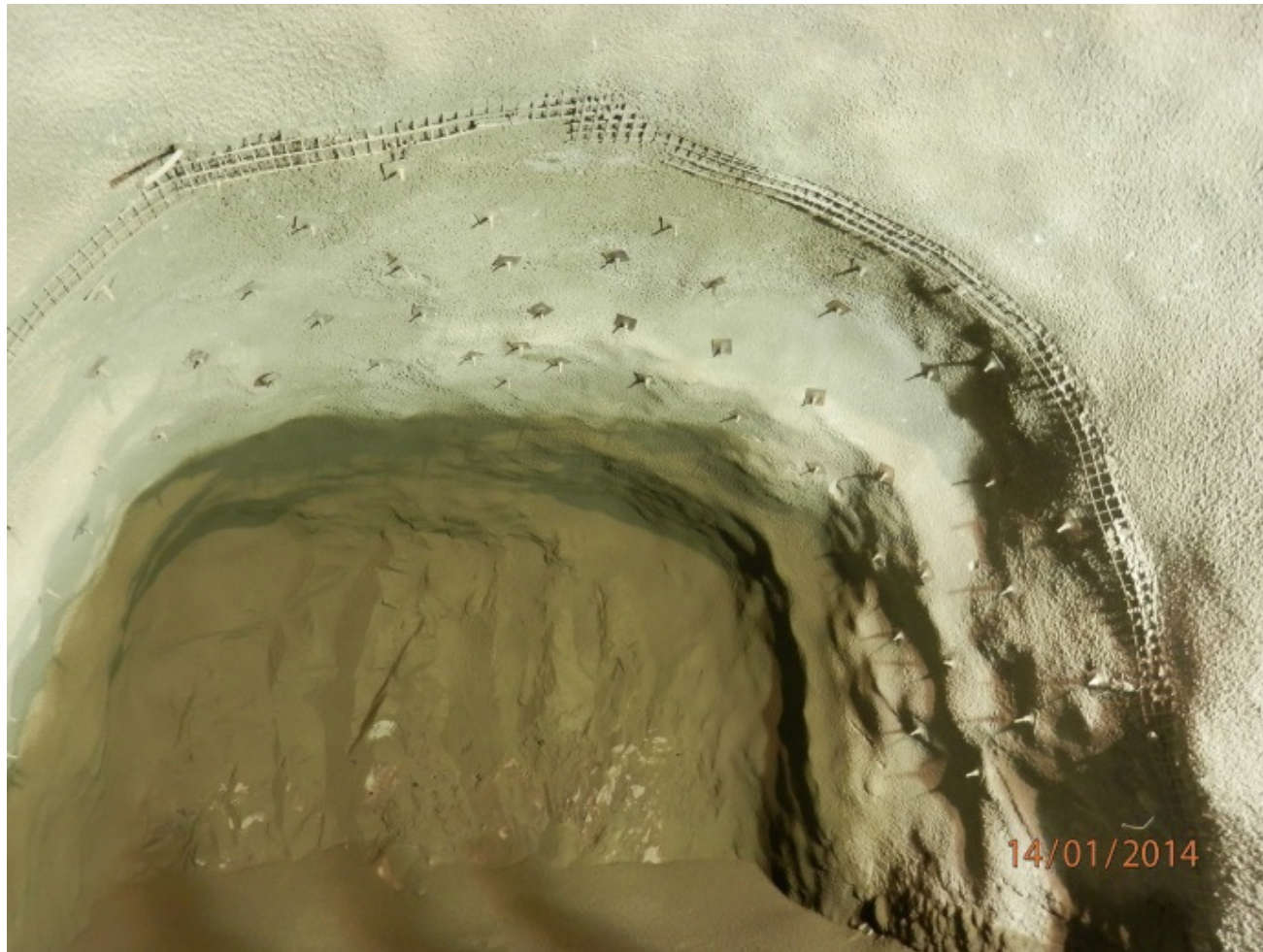




# NATM - New Austrian Tunneling Method



# NATM - New Austrian Tunneling Method





# NATM - New Austrian Tunneling Method





# Engenharia

## Métodos Construtivos

# Cut and Cover





# Cut and Cover



# Engenharia

## Métodos Construtivos

# Cut and Cover





# Engenharia

## Métodos Construtivos

### “Túnel Falso”





# Engenharia

## Métodos Construtivos

### “Túnel Falso”





# Engenharia de Riscos

## Causas | Exposições



Erros de projeto

Falhas da mão de obra e na operação de equipamentos

Condições geotécnicas desconhecidas, inclusive lençol freático

Deficiência de materiais

Proteções falhas e insuficientes

Controles e monitoramentos estruturais defeituosos

Perigos da Natureza: Alagamentos, Terremotos

Explosões por gases ou por situações não identificadas

Recalques e vibrações na superfície

Questões políticas e econômicas

# Coberturas Securitárias

Danos Materiais



## **CAR / EAR | Builders Risk**

**Colapso das Frentes de Escavação**

**Danos a Equipamentos**

**Recalques**

**Mudanças de Projeto**

**Atrasos no Cronograma**

**Altos Custos para Correção**

**ALoP / DSU**



# Coberturas Securitárias

Danos a Terceiros



## Responsabilidade Civil Geral

**Danos a Edifícios e Ruas**

**Acidentes Ocupacionais**

**Danos às Redes:**

**Água**

**Esgoto**

**Elétrica**

**Comunicação**

**Gás**

**Acidentes Ambientais**

**Danos a Propriedades de Terceiros**

# Coberturas Securitárias

Perdas Financeiras



## Seguro Garantia

**Perda de Performance**

**Atrasos ao Cronograma**

**Multas e Penalidades**

**Projetos Públicos: 5 a 10%**

**Projetos Privados: < 20%**

**Compensação Financeira**

**Depende das Leis de cada País**



# Engenharia de Riscos

Conhecimento em Gestão e Normatização

## Gestão de Projetos

**PMBOK 5 - Project Mg. Body of Knowledge (PMI, 2013)**

## Certificações e Normas Técnicas

**NBR**

**BSI**

**ASTM**

**ISO...**

**ISO 31000 - Gestão de Riscos (ABNT, 2009)**

## Engenharia de Segurança

**NR - Normas Regulamentadoras**

**NR-18**

**NR-19**

**NR-33**

**NR-35...**

**BS - Occupational Health and Safety Assessment Series**

**OHSAS 18001**

# Engenharia de Riscos

Conhecimento em Gestão e Normatização

## Instituições Internacionais

**IMIA** - The International Association of Engineering Insurers

**The Tunnel Code of Practice for Risk Management**

**ITA** - International Tunneling Association

**Guidelines for tunneling risk management (ITA, 2004)**

**ITIG** - International Tunneling Insurance Group

**A Code of Practice for Risk Management of Tunnel Works (ITIG, 2006)**



# **Engenharia de Riscos**

Gerenciamento de Obras Tuneleiras

## **Composição das Equipes e Profissionais**

## **Cultura Corporativa**

## **Gerenciamento Geral**

**Sistema de Gestão Integrada**

**Procedimentos Executivos Formais**

## **Gerenciamento de Riscos**

**Análise de Riscos e Perigos (Registro de Riscos)**

**Matriz de Riscos**

**Plano de Contingências**

## **Educação e Treinamento das Diversas Equipes**

# Engenharia de Riscos

Gerenciamento de Obras Tuneleiras

## Planejamento

### Gerenciamento da Qualidade QA/QC

Gestão dos Laboratórios e/ou Prestadores

Adoção de Formulários de Controle

Gestão das Não-Conformidades

### Gerenciamento de Segurança e Meio Ambiente

DDS / APR / PT | TI / App / Uso de Imagens

Reuniões - Escopo e Frequência

Adoção de Formulários de Controle

Comitês de Riscos e Crise



# Engenharia de Riscos

Critérios de Projeto para Obras Tuneleiras

## Considerações de Projeto

Atuação da Engenharia de Projetos e de Produção

Composição das Projetistas

Adoção de Revisão de Projetos, ou “Peer Review”

Atuação do ATO

Modelo de Contrato do Empreendimento

Empreitada Global

Valor Unitário

Concessões

RDC

Licitações (Lei 8.666/93)

Cronograma e Plano de Operação Comercial

Orçamentos

# Gestão de Riscos

Proteções e Monitoramento



## Procedimentos Formais

## Registro de Riscos - Matriz 5x5

## Instrumentação Estrutural

Pinos de Convergência

Marcos Superficiais

Piezometria

Inclinômetros

Pinos de Recalque

Tassômetros

## Comitês de Risco e de Crise

## Plano de Contingências



# Gestão de Riscos

Proteções e Monitoramento



**Identificação dos Riscos**

**Avaliação dos Riscos**

**Definições de controles, procedimentos e contingências**

**Estabelecer Níveis de Alerta**

**Matriz de Riscos 3x3 a 5x5**

## Probabilidade X Severidade

Table 8  
Risk matrix (example)

Frequency	Consequence				
	Disastrous	Severe	Serious	Considerable	Insignificant
Very likely	Unacceptable	Unacceptable	Unacceptable	Unwanted	Unwanted
Likely	Unacceptable	Unacceptable	Unwanted	Unwanted	Acceptable
Occasional	Unacceptable	Unwanted	Unwanted	Acceptable	Acceptable
Unlikely	Unwanted	Unwanted	Acceptable	Acceptable	Negligible
Very unlikely	Unwanted	Acceptable <sup>a</sup>	Acceptable	Negligible	Negligible

<sup>a</sup> Depending on the wording of the risk objectives it may be argued that risk reduction shall be considered for all risks with a consequence assessed to be “severe”, and thus be classified as “unwanted” risks even for a very low assessed frequency.

**Figura 8 - Exemplo de uma matriz 5x5 recomendada pelo ITA, Working Group N° 2 (ITA, 2004).**

# Gestão de Riscos

## Registro de Riscos



Risco		Resposta								
Tipo	RISCO (Um evento de risco negativo futuro em potencial)	Probabilidade	Impacto	Índice de Risco	Proprietário	Plano de Resposta ao Risco	Data	Status		
1	Ameaça	Indefinição do traçado na Central do Brasil impacta a Etapa 2, impossibilitando estimativas de prazo.	3	2	8	Engenharia	1. Agenda entre equipe técnica e diretoria de implantação para apresentação e análise de todas as alternativas para definição de diretriz a ser seguida. 2. Aprovar projeto de traçado na Central do Brasil (definir qual alternativa será seguida: seguir opção CPR ou invadir Supervia)	10/01/2014	Aberto	Fechado
2	Ameaça	Indefinições técnicas e falta de detalhamento de escopo podem impactar nas contratações de serviço e/ou aquisição de equipamentos, gerando necessidade de novas negociações, erros de dimensionamento de prazo e custo mais elevado que o necessário	4	3	17	Engenharia	1. Realizar as definições técnicas necessárias nas reuniões operacionais ou sub-grupos de trabalho que sejam criados durante o processo.	10/01/2014	Aberto	Paralizado
3	Ameaça	Atraso na contratação do projeto básico do CIOM (indefinição do layout funcional, perímetro e área disponível para construção) e, conseqüentemente, do projeto executivo.	2	3	9	Engenharia	1. Tomar conhecimento do projeto PLS para o CIOM 2. Definir projeto conceitual do CIOM 3. Desenvolver projeto legal para alternativa CIOM selecionada (PLS). 4. Submeter projeto escolhido à CDURP 5. Identificar necessidade de aval de outros órgãos 6. Fatiar os projetos e buscar planejamento da PLS para iniciar as obras que forem possíveis. 7. Realizar alteração de projeto de	10/01/2014	Aberto	Aberto

# Gestão de Riscos

## Matriz de Riscos



Item N°		Revisão do item	Descrição do Perigo	Descrição do Impacto	Prob.	Imp.	Classif. do Risco	Mitigação do Risco	Ação Implantada/ Data Prazo	Reincidência	Prob.	Imp.	Classif. do Risco residual																																	
<p><b>CONSORCIO CONSTRUTOR RIO BARRA</b></p> <p><b>LINHA 4 - METRÔ BARRA - ZONA SUL</b></p> <p><b>TRECHO OESTE</b></p> <p><b>MATRIZ DE RISCO</b></p> <p>Código: _____ Revisão: <b>AD</b> Data da revisão atual: <b>20/08/2013</b></p>																																														
<p><b>CLASSIFICAÇÃO DO RISCO</b></p> <table border="1"> <tr> <td colspan="2"></td> <td colspan="3">Impacto</td> <td colspan="2"></td> </tr> <tr> <td colspan="2"></td> <td>B</td> <td>M</td> <td>A</td> <td colspan="2"></td> </tr> <tr> <td rowspan="3">Probabilidade</td> <td>B</td> <td>3</td> <td>3</td> <td>2</td> <td colspan="2"></td> </tr> <tr> <td>M</td> <td>3</td> <td>2</td> <td>1</td> <td colspan="2"></td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>2</td> <td>1</td> <td>0</td> <td colspan="2"></td> </tr> </table>																Impacto							B	M	A			Probabilidade	B	3	3	2			M	3	2	1			A	2	1	0		
		Impacto																																												
		B	M	A																																										
Probabilidade	B	3	3	2																																										
	M	3	2	1																																										
	A	2	1	0																																										
<p><b>RISCO RESIDUAL</b></p>																																														
<p><b>Estudos de viabilidade e projeto básico</b></p> <p>Encerrado</p>																																														
<p><b>Projeto</b></p> <p>Encerrado</p>																																														
<p><b>Construção</b></p>																																														
<p><b>C0</b></p> <p><b>Comum para todas as estruturas</b></p>																																														
<p><b>RESPONSÁVEL</b></p> <p><b>Comercial</b></p>																																														
C0.1	Rev. L	Problemas envolvendo o bota-fora	Paralisação do bota-fora e da obra, Acidentes envolvendo equipamentos/pessoas	M	M	2	Intervenção do CCRB junto ao bota-fora e Plano B (caso necessário).	SIM		B	M	3																																		
C0.2	Rev. J	Interrupção do Trânsito de Caminhões para SCD e Gávea.	Interrupção do fornecimento/Paralisação da frente de serviço; Impacto Financeiro no Cronograma.	B	M	3	Credenciamento de novos fornecedores próximo à Zona Sul.	SIM		B	B	3																																		



# Gestão de Riscos

## Instrumentação e Monitoramento





# Gestão de Riscos

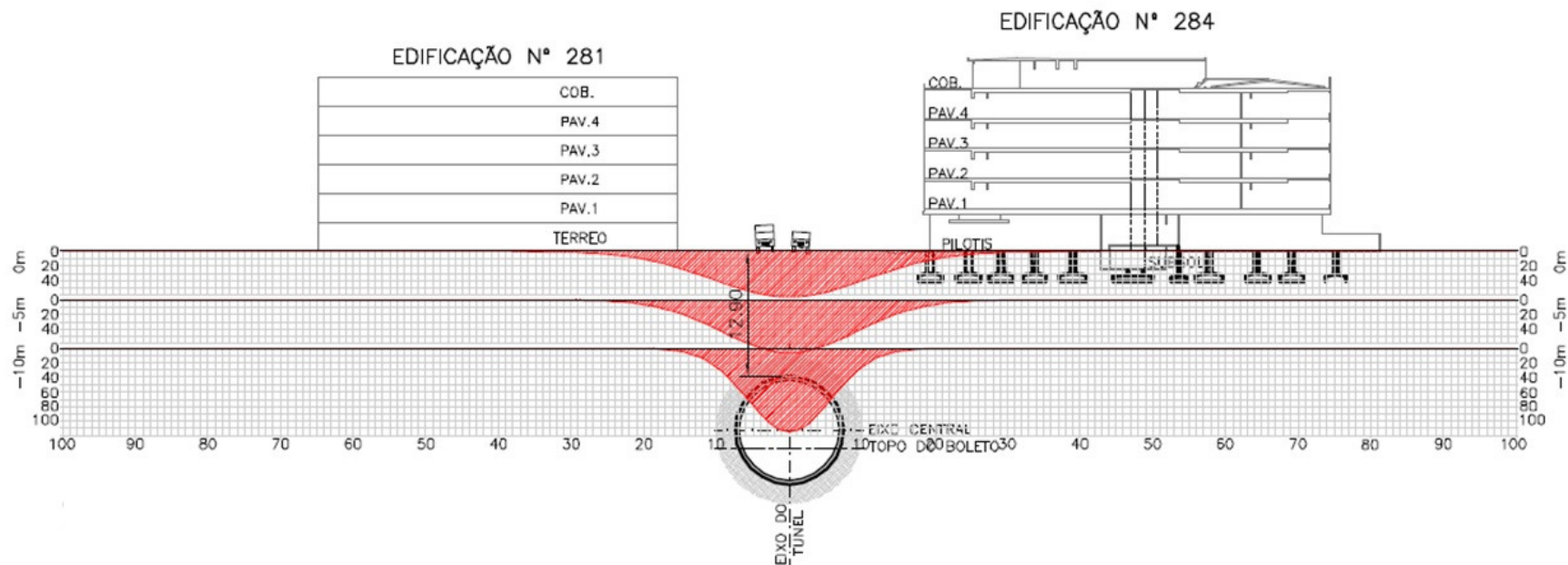
## Instrumentação e Monitoramento



# Gestão de Riscos

## Instrumentação e Monitoramento

# Metrô-RJ Line 4



	RECALQUE MÁXIMO NAS FUNDAÇÕES DO EDIFÍCIO (mm)	DISTORÇÃO MÁXIMA NAS FUNDAÇÕES DO EDIFÍCIO (1/x)
0m (SUPERFÍCIE)	-26	255
-5m	-22	235
-10m	-6	489



# Gestão de Riscos

Instrumentação e Monitoramento



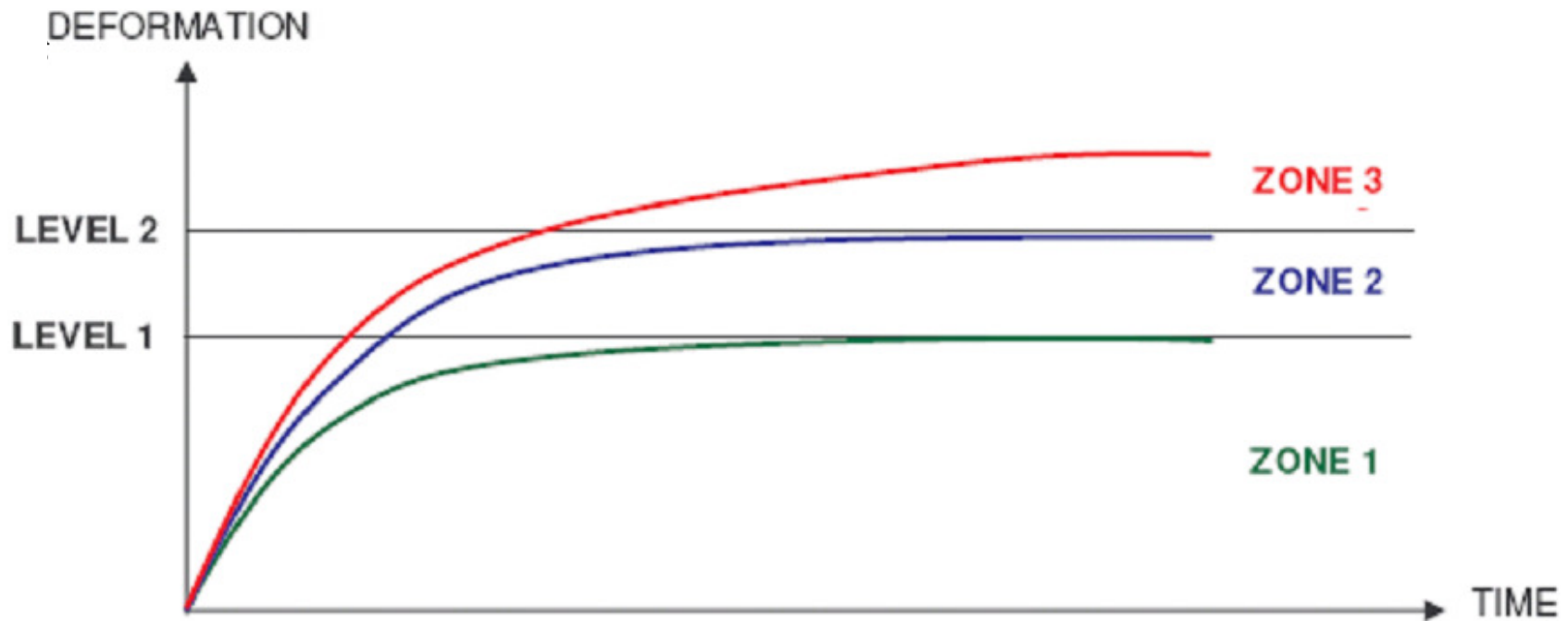
## Proteger e Monitorar

Gatilhos

**Alerta**

**Emergência**

**Crise**



# Gestão de Riscos

Instrumentação e Monitoramento



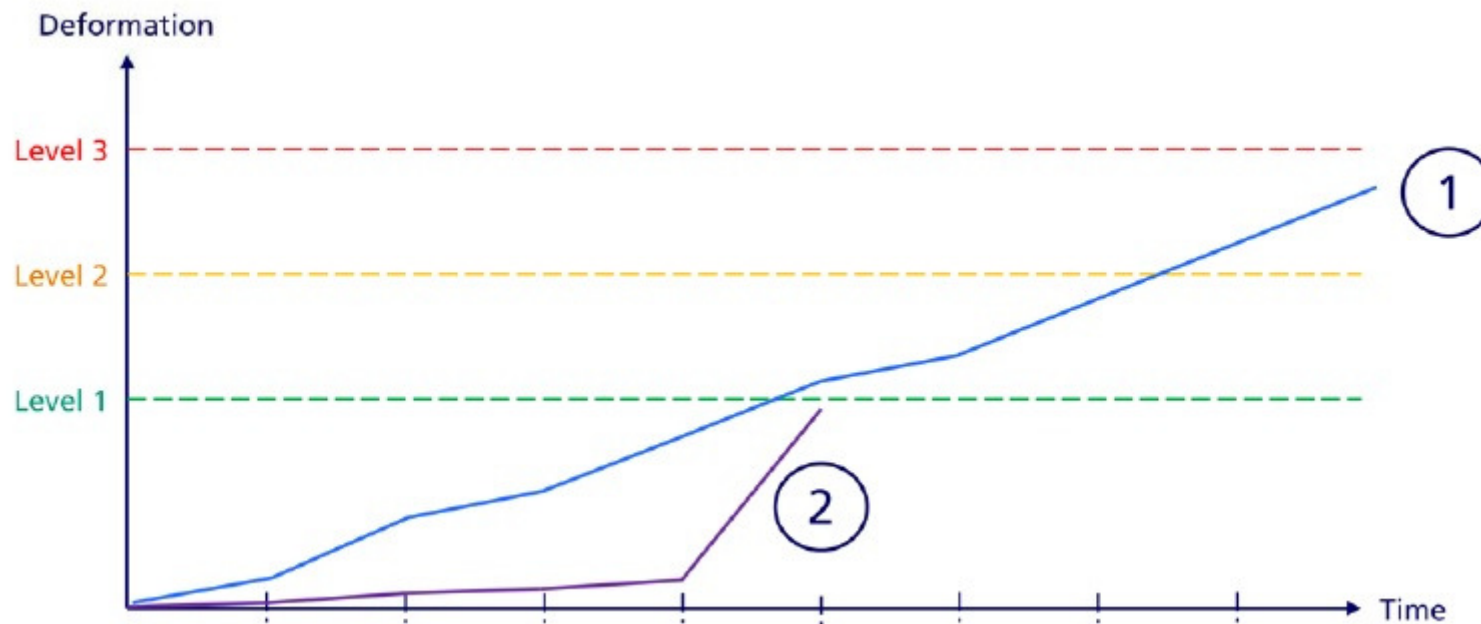
## Proteger e Monitorar

Gatilhos

**Alerta**

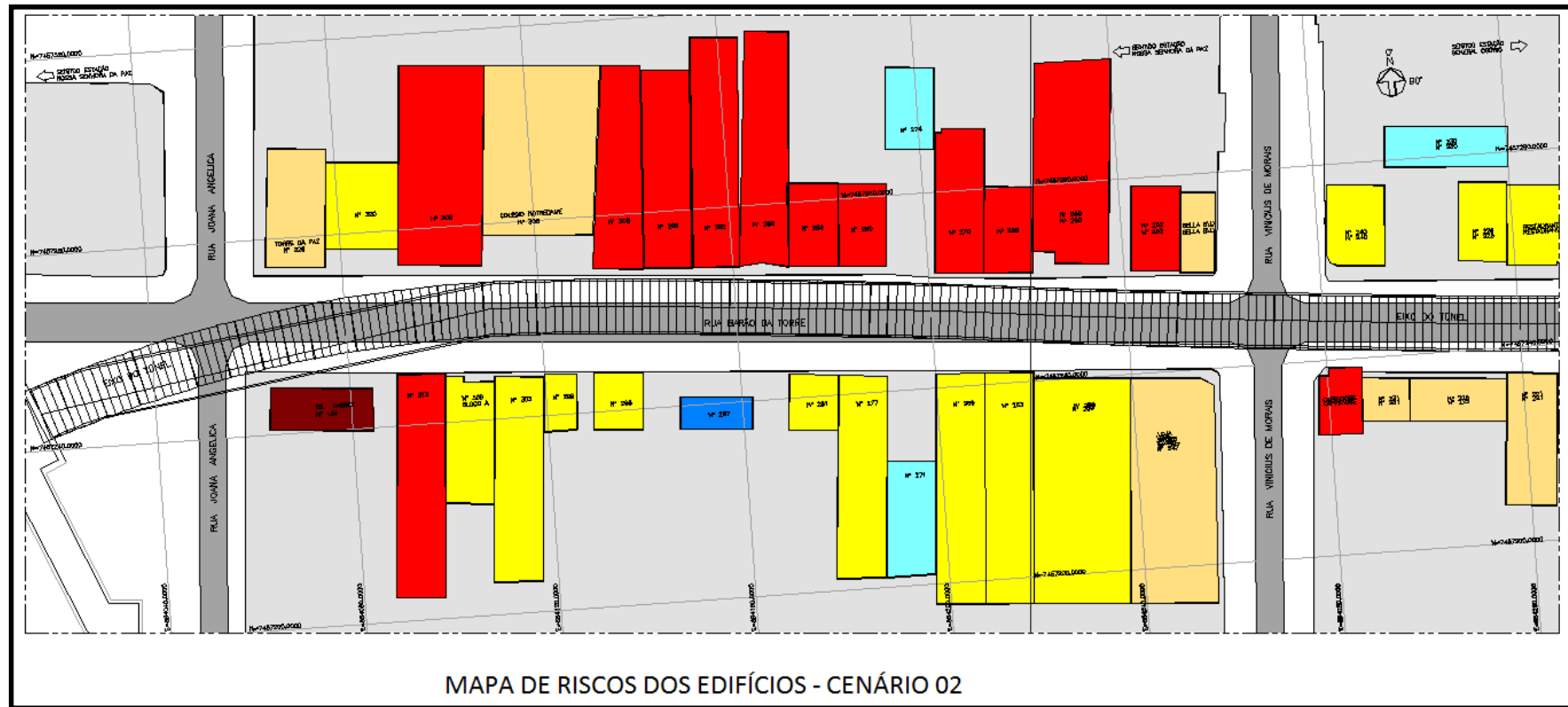
**Emergência**

**Crise**



# Gestão de Riscos

## Instrumentação e Monitoramento



MAPA DE RISCOS DOS EDIFÍCIOS - CENÁRIO 02





# Gestão de Riscos

## Plano de Contingência



# Engenharia de Riscos

Conclusões



## Túneis

Projeto e Engenharia

**Guias e Normas Técnicas Qualitativos e Quantitativos**

Equipe de Gestão de Riscos

**Procedimentos Formais**

**Registro Dinâmico**

**Instrumentação Estrutural Eficiente**

**Training Plan**

**Plano de Contingências**

**Comitês de Riscos e Crise**

Política Interna de Total Aversão aos Riscos

**Quem?**

**Como?**

**O que?**

**Modelo de Contrato?**



**Zurich RE Workshop 2016**



# **QUESTÃO INTERATIVA 3**



# Zurich RE Workshop 2017

