



O Momento Atual da Engenharia Brasileira Sucessos e Acidentes na Engenharia

Eng. Roberto Kochen

Instituto de Engenharia de São Paulo

Diretor do Departamento de Engenharia Civil

www.institutodeengenharia.org.br

Março/2007

O Momento Atual da Engenharia Brasileira Sucessos e Acidentes na Engenharia



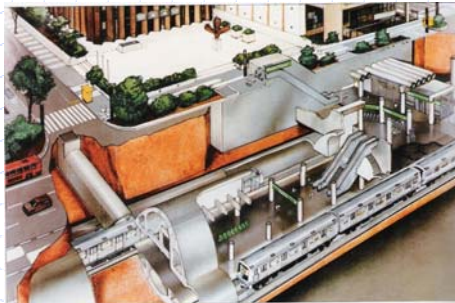
- ◆ **Objetivo : mostrar sucessos e acidentes na Engenharia, não só brasileira, como no restante do mundo.**
- ◆ **Sucessos : tendem a passar despercebidos**
- ◆ **Acidentes : chamam a atenção de todos**
- ◆ **Sempre que a Tecnologia da Engenharia avança, podem ocorrer acidentes, em qualquer tipo de obra (edificações, rodovias, barragens, túneis, dutos, etc.)**
- ◆ **Necessário aprender com os acidentes e continuar avançando, apesar dos riscos**

www.institutodeengenharia.org.br
7 de março de 2007

O Momento Atual da Engenharia Brasileira Sucessos e Acidentes na Engenharia



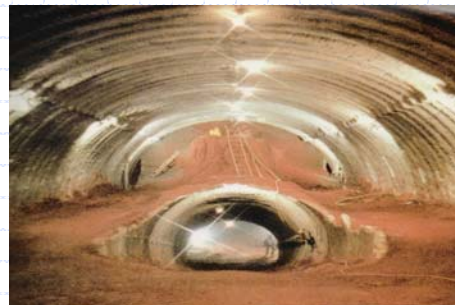
- ◆ **Sucessos – Linha 2 (Paulista) do Metrô São Paulo**
- ◆ **Estações Brigadeiro e Trianon**



Perspectiva das Estações Brigadeiro e Trianon

www.institutodeengenharia.org.br
7 de março de 2007

O Momento Atual da Engenharia Brasileira Sucessos e Acidentes na Engenharia



Túnel de Acesso à Calota Superior da Estação Brigadeiro durante a Construção

www.institutodeengenharia.org.br
7 de março de 2007

O Momento Atual da Engenharia Brasileira Sucessos e Acidentes na Engenharia



◆ Estação Consolação



Vista do Interior da Estação durante a escavação

www.institutodeengenharia.org.br
7 de março de 2007

O Momento Atual da Engenharia Brasileira Sucessos e Acidentes na Engenharia



◆ Estação Vila Madalena



Vista do Interior da Estação durante a escavação

www.institutodeengenharia.org.br
7 de março de 2007

O Momento Atual da Engenharia Brasileira Sucessos e Acidentes na Engenharia



- ◆ Linha 1 (Norte - Sul) do Metrô São Paulo
- ◆ Estação Jardim São Paulo



Vista do Interior da Estação no final da construção

www.institutodeengenharia.org.br
7 de março de 2007

O Momento Atual da Engenharia Brasileira Sucessos e Acidentes na Engenharia



- ◆ Linha 1 do Metrô de Salvador
- ◆ Estação Campo da Pólvora



Vista do Poço de Acesso

www.institutodeengenharia.org.br
7 de março de 2007

O Momento Atual da Engenharia Brasileira Sucessos e Acidentes na Engenharia



Vista do Interior da Estação

www.institutodeengenharia.org.br
7 de março de 2007

O Momento Atual da Engenharia Brasileira Sucessos e Acidentes na Engenharia



◆ Metrô de Brasília, DF



Estação na Asa Sul

www.institutodeengenharia.org.br
7 de março de 2007

O Momento Atual da Engenharia Brasileira Sucessos e Acidentes na Engenharia



Túnel Via Dupla – Metrô DF

www.institutodeengenharia.org.br
7 de março de 2007

O Momento Atual da Engenharia Brasileira Sucessos e Acidentes na Engenharia



Passagem sob Estrutura com Fundação Profunda – Metrô DF

www.institutodeengenharia.org.br
7 de março de 2007

O Momento Atual da Engenharia Brasileira Sucessos e Acidentes na Engenharia



- ◆ **Acidentes** – Ver artigo “Segurança de Túneis NATM Urbanos”,
◆ Revista Engenharia no. 540, ano 2000



FOTO 01: Tabela 4.4, item nº 38
Colapso de Túnel em Munique, Alemanha – 1994 (ANDERSON, 1997a)

Metrô de Munich, Alemanha, 1994

www.institutodeengenharia.org.br
7 de março de 2007

O Momento Atual da Engenharia Brasileira Sucessos e Acidentes na Engenharia



- ◆ **Metrô de Londres, Inglaterra**
- ◆ **Aeroporto de Heathrow, Ligação Expressa
Heathrow – Paddington, 1994**



www.institutodeengenharia.org.br
7 de março de 2007

O Momento Atual da Engenharia Brasileira Sucessos e Acidentes na Engenharia



Heathrow – Ruptura do Túnel junto ao Poço de Emboque

www.institutodeengenharia.org.br
7 de março de 2007

O Momento Atual da Engenharia Brasileira Sucessos e Acidentes na Engenharia



Heathrow – Ruptura do Túnel e Edifícios Sobrejacentes

www.institutodeengenharia.org.br
7 de março de 2007

O Momento Atual da Engenharia Brasileira Sucessos e Acidentes na Engenharia



◆ Acidentes no Metrô SP (6 ocorrências de 1981 a 1997)

- Extensão Norte da Linha Norte Sul (1981), Extensão Leste, Túnel Itaquera (1989), Linha Paulista 1ª Etapa - Túnel Cardoso de Almeida - Poço Sorocaba (1989), Linha Paulista 1ª Etapa - Túnel de Acesso - Cardoso de Almeida (1989), Linha Paulista 2ª Etapa - Estação Vila Madalena - Poço Cristovam de Burgos (1991), Linha Paulista 2ª Etapa - Túnel Jaciporã entre Estação Sumaré e Vila Madalena (1997)

◆ Acidentes de Túneis NATM em São Paulo (7 ocorrências de 1982 a 1998)

- Sanegran (1982 - 9 vítimas), Complexo Viário Maria Maluf - Mini Anel (1993), Tribunal de Justiça (Santo Amaro - ruptura dupla, em dois trechos, antes e após a Av. Santo Amaro - 1993), Túnel 3 - Pista Direita - Rod. Carvalho Pinto (ruptura do emboque - 1994), Túnel Senna Madureira (acesso ao Aírton Senna sob o Ibirapuera - 1996), Túnel 3 - Pista Direita - Rod. Carvalho Pinto (1997), Túnel Eletropaulo (1998)

◆ Acidentes de Túneis NATM no exterior (mais 40 ocorrências de 1973 a 2005)

- Paris - França (1973), Metro de Bochum - Alemanha (1984 - Túnel Landrucken), Metro de Bochum - Alemanha (1985 - Túneis Richtoff & Kaiserau), Túnel Kriebberg - Alemanha (1986), Metro de Munique - Alemanha (1987 - 5 colapsos), Túnel Weitkugel - Alemanha (1987), Túnel Karawanken - Áustria (1987), Túnel Kerenberg - Alemanha (1988), Túnel Michaels - Alemanha (1988), Túnel Kwachon - Coreia (1991), Metro de Seul - Coreia (1992), Túnel Lambach - Áustria (1992), Túnel Fumagata - Japão (1992), Metro de Seul - Coreia (1993 - 4 colapsos), Taipei - Taiwan (1993), Toscana - Itália (1993), Túnel Montemor - Portugal (1994 - 2 colapsos), Túnel Galgenburg - Áustria (1994), Metro de Munique - Alemanha (1994), Aeroporto de Heathrow - Londres - Inglaterra (1994), Metro Taipei - Taiwan (1995), Túnel Motorway - Turquia (1995 e 1996), Los Angeles - USA (1996), Metro de Atenas - Grécia (1996), Túnel Adler - Suíça (1996), Toulon - França (1996), Eidsvoll - Noruega (1996), Metro de Atenas - Grécia (1997), Metro de Moscow - Rússia (1998), Hull Yorkshire Tunnel - Inglaterra (1999), TAV Bolonha - Florença, Itália (1999), Anatolia Motorway - Turquia (1999), Metro Taegu - Coreia (2000), Taiwan High Speed Railway (2002), Shangai Metro (2003), Singapore Metro (2004), Barcelona Metro (2005), Lausanne Metro (2005), Lane Cover Tunnel - Sydney - Austrália (2005), Kaohsiung Metro - Taiwan (2005)

www.institutodeengenharia.org.br

7 de março de 2007

O Momento Atual da Engenharia Brasileira Sucessos e Acidentes na Engenharia



◆ Projetos subterrâneos extensos frequentemente incluem séries de eventos técnicos complexos.

◆ Túneis em Shield (tatzões) também apresentam frequência significativa de acidentes, com custo de reparação elevado.

◆ É importante identificar os riscos envolvidos, e administrá-los

◆ HSE (2006) - mesmo que haja bons sistemas de gerenciamento, treinamento de pessoal, trabalho de super-visão e procedimentos de controle de qualidade, falhas humanas e a erraticidade do maciço não podem ser eliminadas.

◆ Ribeiro (1999) - Causas de acidente em túneis: 40% imprevistos geológicos - 40% imprevistos construtivos - 20% motivos diversos

www.institutodeengenharia.org.br

7 de março de 2007

O Momento Atual da Engenharia Brasileira Sucessos e Acidentes na Engenharia



- ◆ Na maioria dos casos de acidentes com túneis em NATM, os acidentes ocorreram tanto em países com ampla experiência, como em países com pouca experiência em NATM.
- ◆ A implantação da "Cultura de Segurança" entre projetistas, construtores e proprietários, provavelmente proporcionará uma redução dos acidentes com túneis em NATM.

www.institutodeengenharia.org.br
7 de março de 2007

O Momento Atual da Engenharia Brasileira Sucessos e Acidentes na Engenharia



- ◆ O que podemos fazer no Momento Atual da Engenharia Brasileira ?
 - Aprimorar processos de Engenharia, Projeto e Construção
 - Necessário implementar a prática corrente em outros países do "Peer Review" (Análise Crítica – Revisão e Validação de Projetos)
 - Necessário aprimorar procedimentos correntes na Engenharia Brasileira
 - ◆ Planejamento, Planejamento e Planejamento!
 - ◆ Contratação pelo Melhor Preço (menor preço final para o conjunto Projeto – Obra – Operação – Manutenção), e não pelo menor preço de construção
 - ◆ Iniciar obra com projeto executivo detalhado

www.institutodeengenharia.org.br
7 de março de 2007

O Momento Atual da Engenharia Brasileira Sucessos e Acidentes na Engenharia



- ◆ Necessário valorizar Qualidade, Durabilidade, Funcionalidade e Projeto
- ◆ Necessário Continuidade e Previsibilidade nos Investimentos em Infra Estrutura
- ◆ Necessário acompanhamento independente de Projetos e Obras
- ◆ Necessário Buscar a Excelência no Projeto e na Prática da Engenharia
- ◆ Necessário Fiscalizar o Exercício Profissional

www.institutodeengenharia.org.br
7 de março de 2007

O Momento Atual da Engenharia Brasileira Sucessos e Acidentes na Engenharia



Em Suma, é necessário:

- ◆ Formar bons engenheiros
- ◆ Qualificar e habilitar bons profissionais
- ◆ Coordenar o Projetista, o Consultor e o Executor de Forma Harmoniosa
- ◆ Investigar previamente e monitorar a execução de obras civis
- ◆ Avaliar Risco e Segurança em Engenharia
- ◆ Adotar boas práticas na Licitação e Contratação em Engenharia
- ◆ **Com isto, os Sucessos serão mais frequentes, e os Acidentes mais infreqüentes**

www.institutodeengenharia.org.br
7 de março de 2007