

# ENGENHARIA DE TÚNEIS

uma experiência de

# GESTÃO DO CONHECIMENTO

Argimiro Alvarez Ferreira  
Hugo Cássio Rocha  
Maria Beatriz Barbosa

---

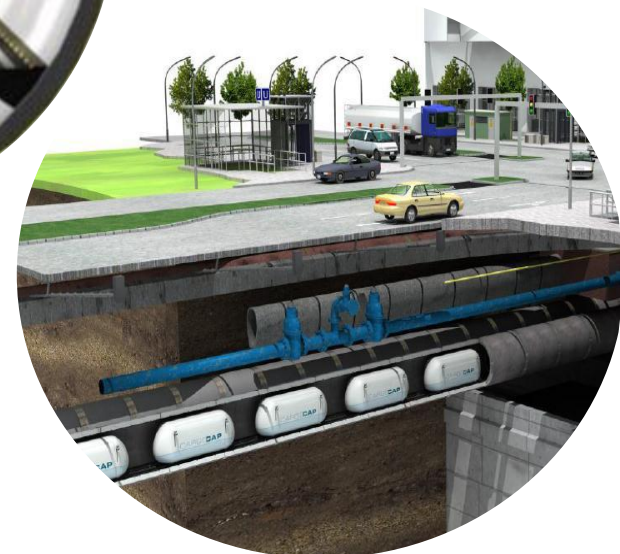
**23ª Semana de Tecnologia Metroferroviária**



# SOLUÇÕES SUBTERRÂNEAS PARA PROBLEMAS URBANOS

---

- para a mobilidade de pessoas e mercadorias – transporte de massa e vias expressas
- para a rede de utilidades públicas
- para armazenamento e controle de enchentes
- para revitalização de áreas urbanas centrais



# COMPLEXIDADE DE OBRAS SUBTERRÂNEAS EM ÁREAS URBANAS

---

- **desafios técnicos** - escavações subterrâneas impactam e são impactadas pelas edificações e pelas redes de utilidade pública do entorno
- **imagem** – grande repercussão gerada quando da ocorrência de incidentes.



# AVANÇOS NA ENGENHARIA DE TÚNEIS

---

- Melhor entendimento do comportamento do solo
  - controle de recalques e deslocamentos do maciço
  - avaliação de danos induzidos em edificações
- Avanços tecnológicos
  - obras mais seguras
  - obras mais baratas
  - obras construídas em menor tempo
- Nova geração de tuneladoras com face pressurizada
  - uso em locais antes considerados inapropriados
  - industrialização do processo construtivo



# PREPARAÇÃO DOS PROFISSIONAIS

---

- Linha 2 – Verde do MSP / Trecho Vila Prudente-Dutra aproximadamente 15 quilômetros de túneis
  - túneis com variadas dimensões, mecanizados e convencionais  
(usar mais de uma linha se necessário)
  - maciços com variados materiais, desde rochas duras até solos moles.
- qualificação dos profissionais responsáveis pela aprovação do projeto executivo e pela fiscalização das atividades relacionadas à implantação civil de obras subterrâneas
- infraestrutura subterrânea requer, em todas as suas fases:
  - engenharia com qualidade
  - Gestão de Riscos quanto à segurança, cronograma e custos



# MOTIVAÇÃO

---

- cursos disponíveis no mercado são caros, esporádicos, extensos, incompletos e inadequados à realidade das condições técnicas e comerciais dos contratos firmados
- experiência anterior (2007) em parceria com a POLI/PECE, complementada com palestras internas (PIC) ao longo dos anos
- indisponibilidade de recursos para realização de treinamentos em grande escala para todos os profissionais envolvidos
- ajuste do conteúdo às demandas imediatas, utilizando apenas os recursos internos, para promover a reciclagem e atualização profissional de engenheiros, arquitetos, geólogos e tecnólogos que atuam nas áreas de planejamento, projeto e implantação de empreendimentos de metrô



# OBJETIVO

---

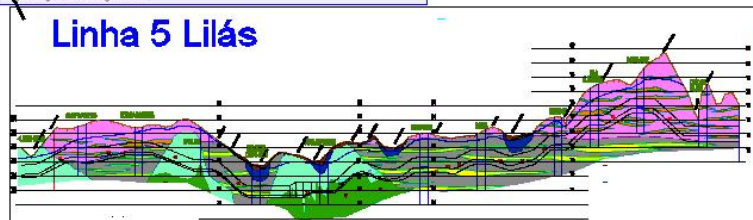
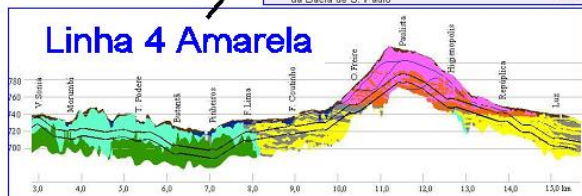
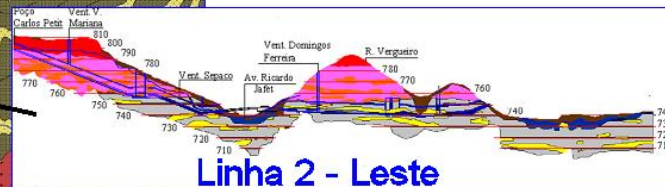
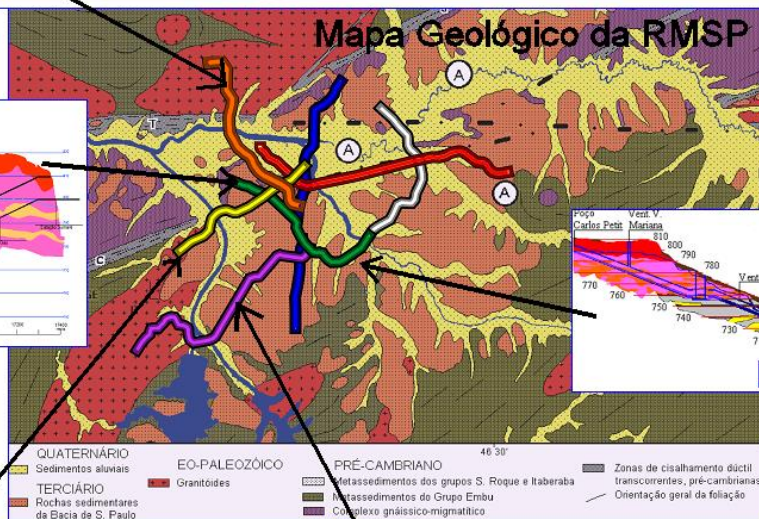
- Disseminar conhecimentos sobre:
  - geologia, mecânica dos solos e das rochas
  - túneis convencionais e/ou mecanizados
  - aspectos construtivos de túneis, poços e valas  
(usar mais de uma linha se necessário)
  - interação entre maciços e estruturas
  - condicionamento e instrumentação de maciços e estruturas
  - concreto moldado e projetado
  - impermeabilização de estruturas
  - implantação de escavações subterrâneas em diferentes contextos
  - gerenciamento de riscos associados à construção de obras subterrâneas
  - impacto em estruturas urbanas (redes de utilidades e edificações)
  - peculiaridades e desafios da construção de túneis urbanos





**Linha 6 Laranja**

This topographic profile illustrates the elevation changes along the proposed Linha 6 Laranja. The vertical axis on the left indicates elevation in meters, ranging from 675 to 850. The horizontal axis represents the route, with key stations and landmarks labeled from left to right: PLATO MORRO GRANDE, BRASÍLIA, VILA CARDOSO, TABOERA - HOSP. VIA PENTEADO, JOÃO PAULO I, PREGUEIRA DO O, SANTA MARIA, ÁGUA BRANCA, SESC - PONPEIA, PERDIZES, PIC. CAROSO DE AMÉLIA, ANGELICA-PHACABU, HIGIENÓPOLIS - MICHANIZ, 14 BIS, ÁRVORE DE MAO, and SÃO JOAQUIM. The profile shows a general downward trend from the left, with a significant elevation gain near the end of the route. A legend on the right side of the profile identifies the 'Linha 6 Laranja' route and the 'Elevação Topográfica' (Topographic Elevation) data.





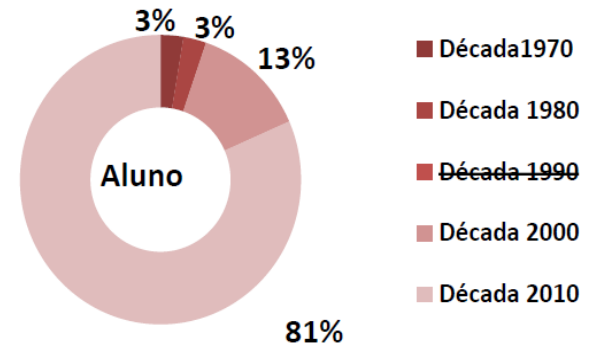
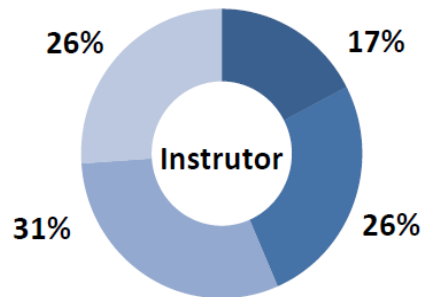
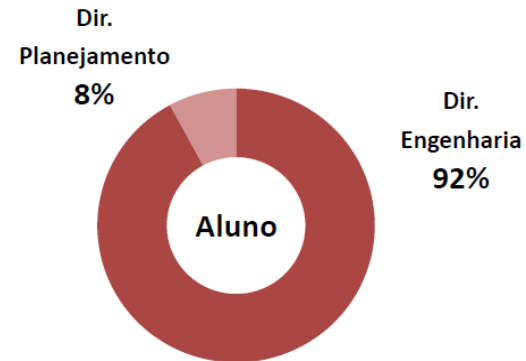
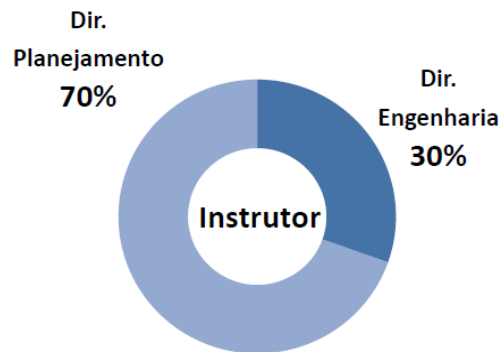
# ETAPAS

---

- definição dos temas das 20 palestras visando o compartilhamento dos conhecimentos e experiências vividas ao longo dos 48 anos de história
  - elaboração das ementas, conteúdos, temas e subtemas, evitando repetições  
(usar mais de uma linha se necessário)
  - identificação de profissionais com proficiência e/ou experiência para elaborar os conteúdos e ministrar as palestras, preparando-os para transmitir o conhecimento para as equipes de projeto civil e de fiscalização das obras
  - prospecção e priorização do público-alvo – demanda inicial aprox. 150 profissionais
  - coordenação dos conteúdos em conjunto com os palestrantes, preparação das palestras, identificação de textos para leitura prévia e elaboração dos exercícios de fixação
- 



# PERFIL DOS PARTICIPANTES



# DISPONIBILIZAÇÃO DO MATERIAL NO MOODLE

The screenshot shows a Moodle course interface. The top navigation bar includes links for 'Meus Cursos', 'Home', 'Portal Unimetro', and 'Estação Conhecimento'. The user 'Maria' is logged in. The course title is 'Aula 2 - Investigações geotécnicas e noções de classificação geomecânica'. The page is organized into several sections:

- Leitura Prévia**: Contains two PDF documents: 'Texto - Avaliação da qualidade das sondagens geotécnicas à percussão nos projetos metroviários' (1.7Mb) and 'Investigações de campo' (1.5Mb).
- Materiais de Aula**: Contains two PDF documents: 'Aula 2 - Investigações geológicas-geotécnicas para obras de Metrô - parte 1' (1.4Mb) and 'Aula 2 - Investigações geológicas-geotécnicas para obras de Metrô - Parte 2' (18.8Mb).
- Atividade**: Contains one activity: 'Exercício Prático - Aula 2 - Investigações geotécnicas e noções de classificação geomecânica'.
- Vídeos**: Contains one video: 'Vídeos da Aula 2 - Investigações geotécnicas e noções de classificação geomecânica'.
- Saiba mais...**: Contains four PDF documents: 'Diretrizes para Investigações de Campo em Projetos de Túneis' (1.5Mb), 'Planning and site Investigation in tunnelling' (1.9Mb), 'Aplicação do televisionamento óptico na análise de estabilidade das paredes da vala da Estação Largo do Taboão - Linha 4 Amarela Fase 3 Metrô SP' (941Kb), and 'Perspectivas de Aplicação do ensaio sísmico "Cross hole"' (996.8Kb).

On the right sidebar, there is a 'CALENDÁRIO' for March 2016, a 'CHAVE DE EVENTOS' section with links to 'Ocultar eventos globais', 'Ocultar eventos de curso', 'Ocultar eventos de grupo', and 'Ocultar eventos de usuário', and a 'ÚLTIMAS NOTÍCIAS' section with a link to 'Acrescentar um novo tópico...' and a list of recent news items. At the bottom of the sidebar, there is a 'PRÓXIMOS EVENTOS' section.



# GERAÇÃO DE CONTEÚDOS

---

aulas teóricas	67 h
visita técnica	3 h
aula magna	2 h
slides das aulas teóricas	4002 (média 222/ palestra)
artigos pra leitura prévia	25 textos/artigos
material complementar – "saiba mais"	71 textos/artigos + 7 vídeos
exercícios complementares	25



# AULAS EXPOSITIVAS



# ANÁLISE DE AMOSTRAS DE SOLO





# ANÁLISE DE AMOSTRAS DE ROCHA



# VISITA À OBRA da Linha 5





# VISITA À OBRA da Linha 5



# AVALIAÇÃO DAS PALESTRAS



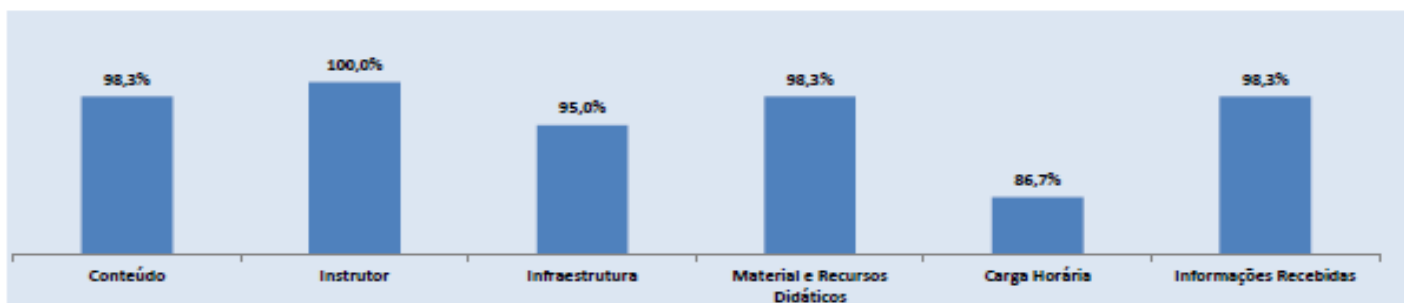
## CURSO ENGENHARIA DE TÚNEIS Aula 1 - GEOLOGIA E SUA IMPORTÂNCIA NA GEOTECNIA

Fornecedor:	Unimetro
Instrutor:	Marcelo Denser Monteiro
Período:	17.02.2016
Carga Horária:	3 hs
Local:	Augusta G2

Total de Participantes	60
Avaliações Recebidas	34

Nota Atribuída (média):	9,4
Nota atribuída as informações pertinentes à atuação no dia-a-dia:	9,2

Itens de Avaliação	% de Satisfação
Conteúdo (os assuntos abordados ou atividades e dinâmicas realizadas)	98,3%
Instrutor (domínio do assunto, habilidade de condução do grupo, capacidade de se comunicar, etc.)	100,0%
Infraestrutura (sala de aula, recursos, etc.)	95,0%
Material e Recursos Didáticos (apostilas, vídeos, etc.)	98,3%
Carga Horária	86,7%
Informações recebidas sobre a atividade (local, data/horário, programa e resultados esperados)	98,3%



# AVALIAÇÃO DAS PALESTRAS

- *"Excelente e enriquecedora iniciativa da Companhia: demonstra interesse de compartilhamento de conhecimento entre todos os colaboradores. Importantíssima troca de conhecimento entre execução e projeto. O conhecimento passado nesse treinamento auxilia muito na comunicação com equipe de projeto, no acompanhamento do projeto e planejamento."*
- *"Assunto importantíssimo, de conhecimento obrigatório para o exercício de minhas funções na obra. Conteúdo complexo e extenso tratado de forma clara e objetiva. O curso ajuda a compreender como atuar na solução de problemas. Sabemos da importância da teoria... Porém, é bastante interessante quando há uma ligação com a parte prática. Palestras dosam as questões teóricas e práticas. Aula extremamente prática e muito didática."*
- *"Material de aula bem preparado, bons exemplos gráficos. Material prévio excelente, disponibilizado antes das aulas. Assunto bastante técnico e com grande profundidade, mas necessário para o domínio do tema."*



# AVALIAÇÃO DE APLICABILIDADE

---

*“Senhores, gostaria de informar a todos que a escavação do túnel do acesso secundário Pinheiro da Estação Borba Gato foi finalizado. Gostaria de agradecer e parabenizar a participação de todos os envolvidos nesse processo.*

*O resultado final foi muito positivo, tanto no âmbito técnico e financeiro, como na questão de relacionamento entre áreas distintas da Companhia, e também para o engrandecimento profissional de todos os envolvidos.*

*Tivemos a oportunidade de aplicar o conhecimento adquirido durante o curso de túneis de forma prática. Sabemos que a metodologia aplicada foi uma exceção dentro da Companhia, espero que essa metodologia se torne padrão para as demais frentes de obra.*

*Em nome da fiscalização do departamento, nosso muito obrigado!”*

---





# AVALIAÇÃO DA EXPERIÊNCIA

---

- valorização e reconhecimento da expertise interna
  - compartilhamento de conhecimentos, atualização e reciclagem de profissionais especialistas em suas áreas de atuação  
(usar mais de uma linha se necessário)
  - entrosamento entre os palestrantes – antes, durante e após o curso
  - disponibilidade para atuação conjunta na solução dos desafios e problemas cotidianos
  - introdução do conhecimento para novos profissionais
  - integração entre diferentes gerações – profissionais experientes e iniciantes e entre áreas – compartilhamento de conhecimento e experiências entre as equipes de planejamento, de projeto e de obra
- 



# AVALIAÇÃO DA EXPERIÊNCIA

---

- apresentação de casos de sucesso e de lições aprendidas, trazendo os problemas vivenciados para discussão pelas equipes, evitando-os nos próximos empreendimentos.
- uso dos recursos internos – profissionais e instalações  
(usar mais de uma linha se necessário)
- oportunidade de registrar e sistematizar o conteúdo relacionado ao tema Engenharia de Túneis, considerado um conhecimento crítico da organização
- produção de vídeo-aulas para os demais profissionais da empresa



# PALESTRANTES

---



# ENGENHARIA DE TÚNEIS

uma experiência de

# GESTÃO DO CONHECIMENTO

Maria Beatriz Barbosa  
Argimiro Alvarez Ferreira  
Hugo Cássio Rocha

---

**23ª Semana de Tecnologia Metroferroviária**

