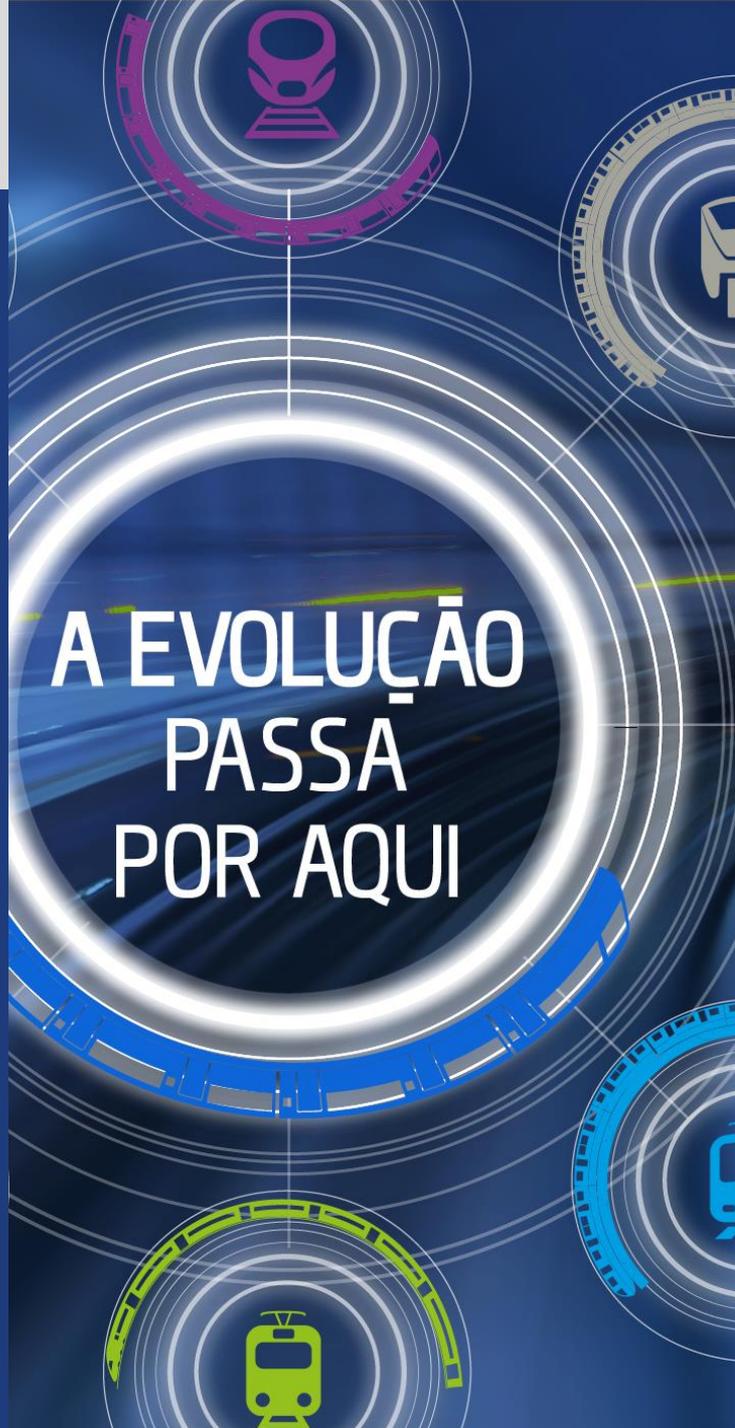


Prática de Fiscalização e ATO na Execução de Túnel de Baixa Cobertura Estudo, segmento e desafio

Aryane Lya A. Guimarães
Davide Agnella
Flávio Caloni
Valmir Santos de Castro



A EVOLUÇÃO
PASSA
POR AQUI

INTRODUÇÃO

- Prática conjunta de fiscalização e ATO para caracterização do maciço e definição de medidas buscando solução dos problemas e desafios encontrados durante a escavação
- Túnel Singelo em região de baixa cobertura inserido em área de influência de “solos moles”
- Acompanhamento sistemático do sistema de instrumentação, geologia de escavação e dados hidro geológicos nos avanços

INTRODUÇÃO

- 1ª. parte: apresentação do perfil geológico encontrado, peculiaridades, método construtivo adotado e detalhamento da drenagem e tratamentos utilizados
- 2ª. Parte: Resultado da atuação conjunta da fiscalização METRO e equipe de ATO onde é feito o controle de recalques, análise do mapeamento geológico encontrado e análise da instrumentação instalada

A OBRA



Figura 1 - Localização do Túnel Singelo. Fonte: google

CONDIÇÕES ESPECÍFICAS

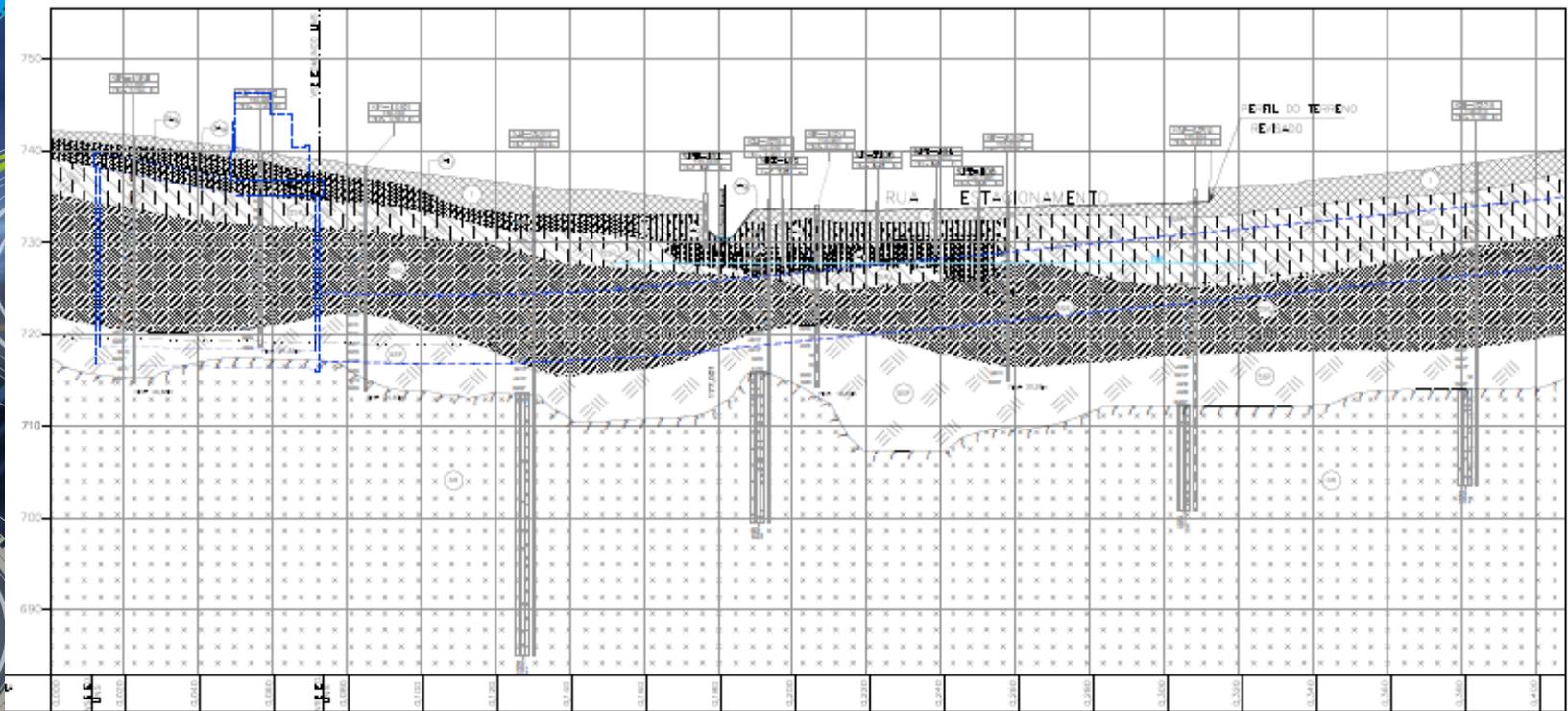
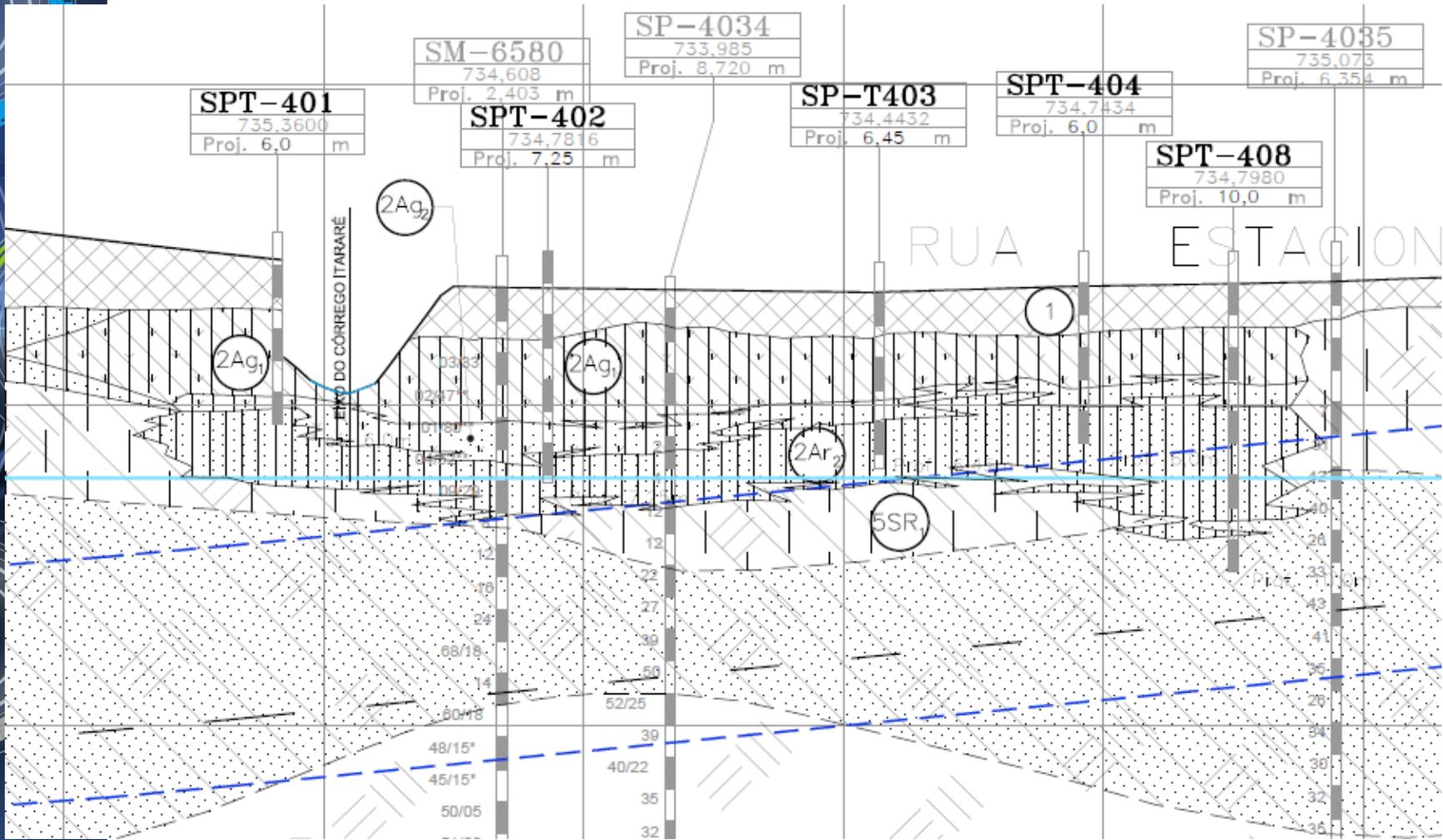
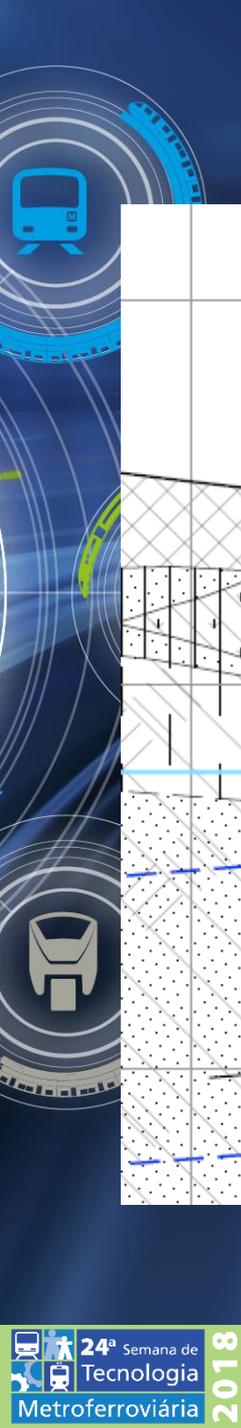
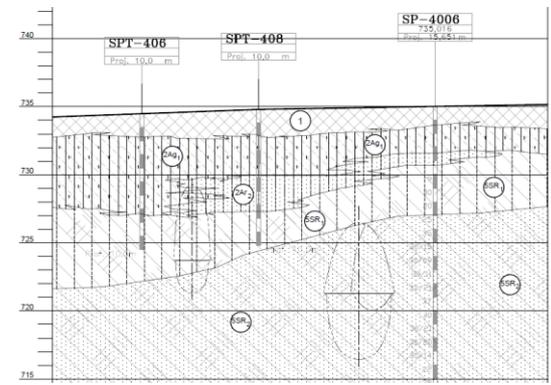
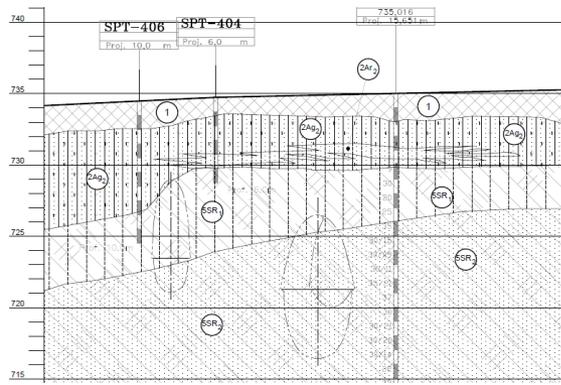
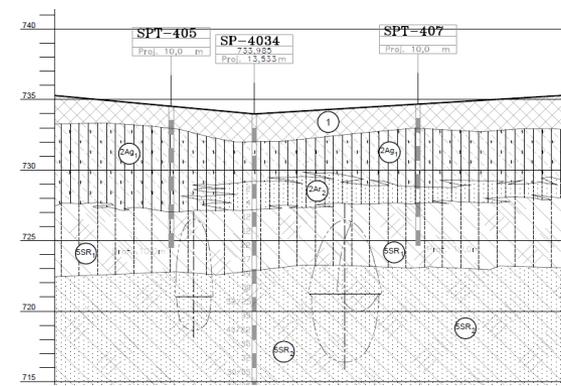
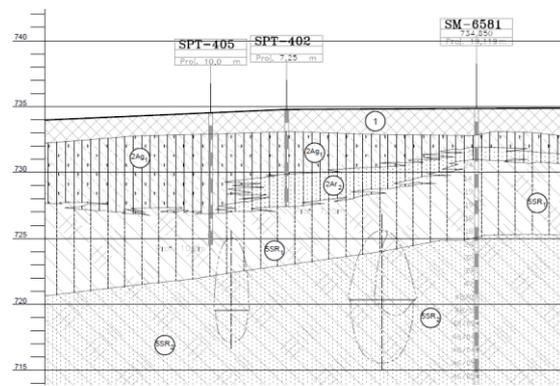
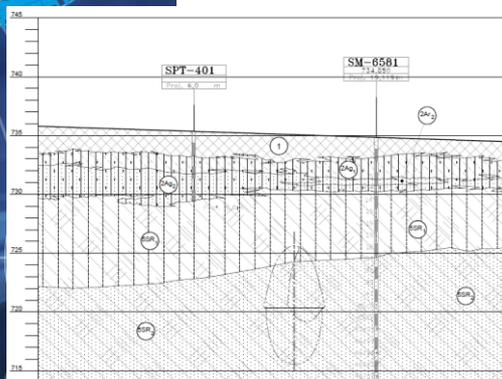
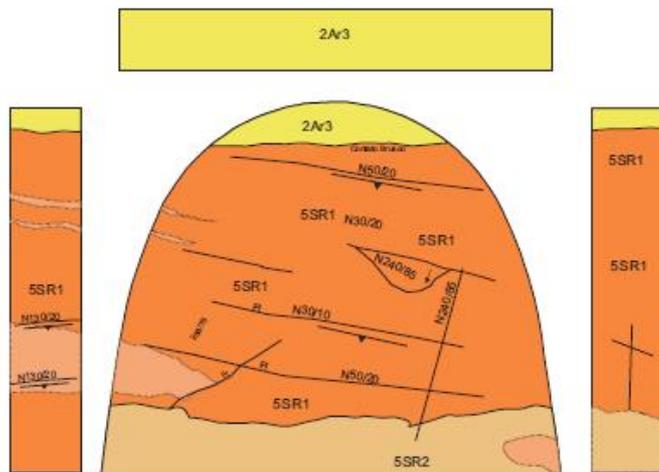


Figura 2 – Mapeamento geológico

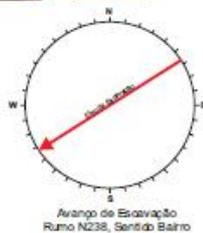




TÚNEL SINGELO - CAMBOTA 223



- 2A3 - Areia aluvionar, areia média a grossa argilosa com pedregulhos
- 5SR1 - Silte argiloso pouco arenoso, pouco a medianamente compacto (Solo Residual Maduro).
- 5SR2 - Silte arenoso (areia fina e média), micáceo, compacto a muito compacto (solo residual jovem).
- Porções Cauliniticas disseminadas ao solo de alteração.
- Surgência de Água



Superfície das descontinuidades		
	Abertura	Paredes - Alteração/Decomposição
E1	Selada	D1 Sã
E2	<0,1 mm	D2 Pouco decomposta
E3	0,1 - 1,0 Mm	D3 Medianamente decomposta
E4	1,0 - 5,0 Mm	D4 Muito decomposta
E5	>5,0 mm	D5 Extremamente decomposta

Família de Juntas e Persistência (leitura em Dip/Direction)

Fam. 1 - 240/80 (Fratura).
Espaç. 70 cm.

Fam. 2 - 30/20 (Foliação).
Espaç. 30 cm.

Preenchimento	Superfície
SP S / preenchimento	PL Plana
PR Resistente	ON Ondulada
PB Brando	IR Irregular
(q) Veio de quartzo	RG Rugosa
(c) Veio de caulín - pegmatito	LI Lisa
(a) Concentração de argila	ES Estrizada

- Tratamento de Frente com aplicação de colunas de CCPH, armadas com barra de fibra de vidro.
- Na Região de Teto, Geratriz Superior, o tratamento é armado com tubo Schedule em colunas de 20 Ø
- Tratamento conforme previsto na ICS 4.20.05.00-013-2017_R00.
- Avanços de escavação com adoção de rebaixamento interno, com 4 DHP's, conforme ICS 4.20.05.00-012-2017.

REGISTRO FOTOGRÁFICO - CAMBOTA 223



Flanco Esquerdo

Flanco Direito

PECULIARIDADES GEOLÓGICAS E CONSTRUTIVAS



- Contato brusco entre quaternário e solo residual
- Aquífero suspenso instalado nos depósitos quaternários

Figura - Escavação Região de Baixa Cobertura

EVENTO OCORRIDO

- Soerguimento do piso de estacionamento da empresa Plásticos Mueller



Figura 3 - Local da Ocorrência - área do estacionamento afetada

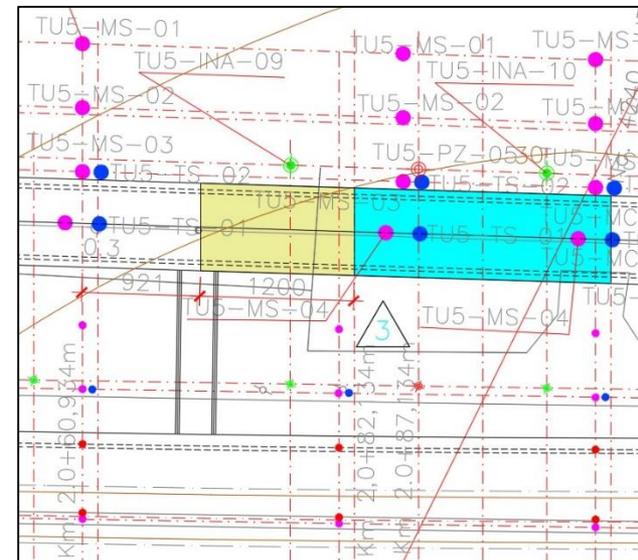


Figura 4 - Localização da frente de escavação em relação à área afetada.

LOCALIZAÇÃO



Figura - Localização da ocorrência de vazamento superfície terreno empresa Plásticos Mueller (fonte: google)

TOPOGRAFIA: REVISÃO PERFIL TERRENO

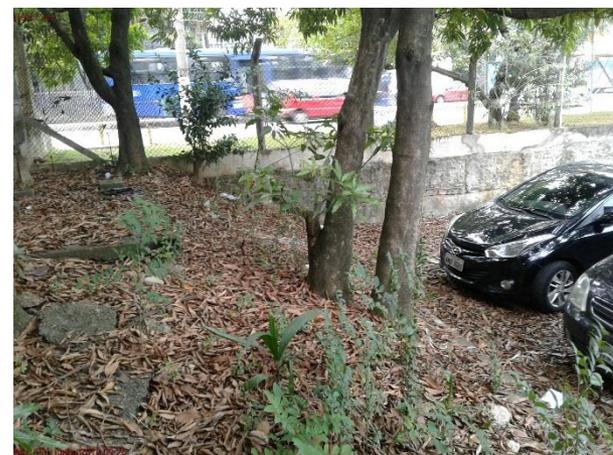
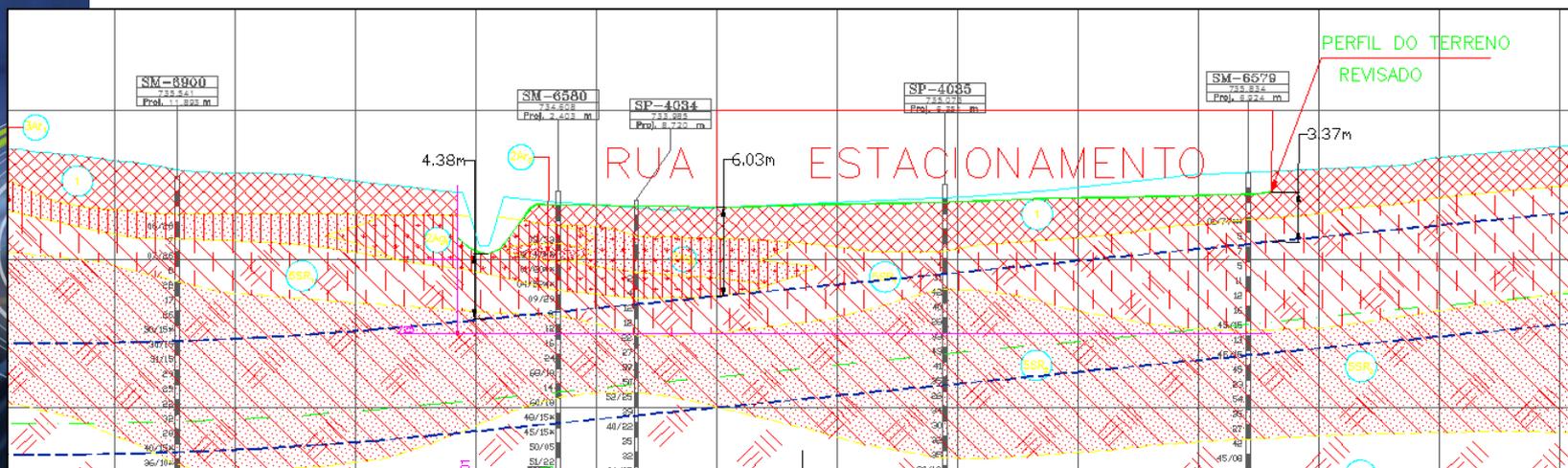


Figura – Desnível estacionamento.

REGIÃO DE BAIXA COBERTURA

Foram tomados cuidados adicionais durante a escavação sob baixa cobertura:

- Escavação cautelosa
- Diminuição avanços de 80 cm para 60 cm
- Reforço com tela na região da calota
- Alteração do tratamento de calota
- Monitoramento dos parâmetros de injeção do jet grouting
- Maior utilização de DHPs além dos PBS propostos em projeto

TRATAMENTOS



- Alteração do modelo especificado em projeto devido situação baixa cobertura, vazamentos
- Diminuição diâmetro CCP-h
- Melhoria suporte com colocação de tubos schedule
- Diminuição espaçamento entre colunas
- Otimização efeito longitudinal e menor arqueamento da seção
- Mitigação das ocorrências de soerguimento do terreno e vazamento de calda

TRATAMENTOS

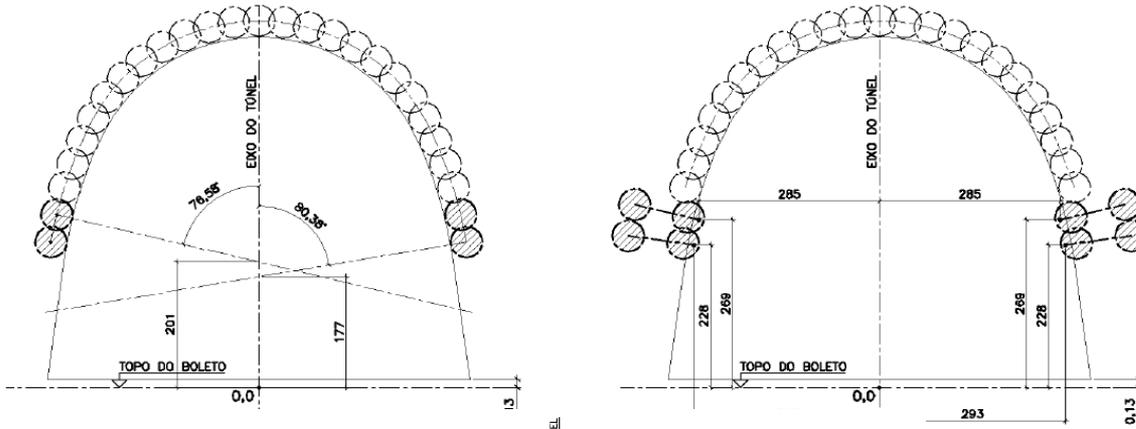
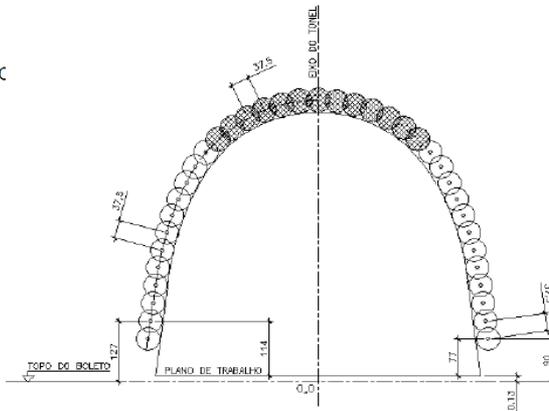


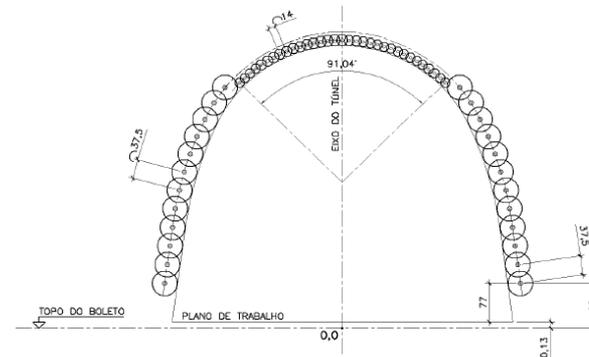
Figura - Tratamento de teto executado fora da área de baixa cobertura

EXECUÇÃO DE 4 C (2+10m).



- TIPO 2 ○ EXECUÇÃO DE 22 COLUNAS DE CCPH NO CONTORNO DE ESCAVAÇÃO: Ø50, L=10m (2+10m), COM INCLUSÃO DE 1 TUBO DE AÇO SCHEDULE 40 - 2 1/2"
- TIPO 3 ● EXECUÇÃO DE 13 COLUNAS DE CCPH NO CONTORNO DE ESCAVAÇÃO: Ø60, L=10m (2+10m)
- TIPO 4 ○ EXECUÇÃO DE 2 COLUNAS DE CCPH NO CONTORNO DE ESCAVAÇÃO: Ø50, L=10m (2+10m), COM INCLUSÃO DE 1 TUBO DE AÇO SCHEDULE 40 - 2 1/2" ***VERIFICAR A POSSIBILIDADE DE EXECUÇÃO DEVIDO A BAIXA ALTURA)

Figura - Tratamento de teto a partir CB. 303



- TIPO 1 ○ EXECUÇÃO DE 24 COLUNAS DE CCPH NO CONTORNO DE ESCAVAÇÃO: Ø50, L=10m (2+10m), COM INCLUSÃO DE ENFILAGEM TUBULAR INJETADA NO CENTRO DE CCPH (TUBO DE AÇO SCHEDULE 40 - 2 1/2" - 9m)
- TIPO 2 ○ EXECUÇÃO DE 33 COLUNAS DE CCPH NO CONTORNO DE ESCAVAÇÃO: Ø20, L=10m (2+10m), COM INCLUSÃO DE 1 TUBO DE AÇO SCHEDULE 40 - 2 1/2" - 9m

Figura - Tratamento de teto a partir CB. 294

INSTRUMENTAÇÃO

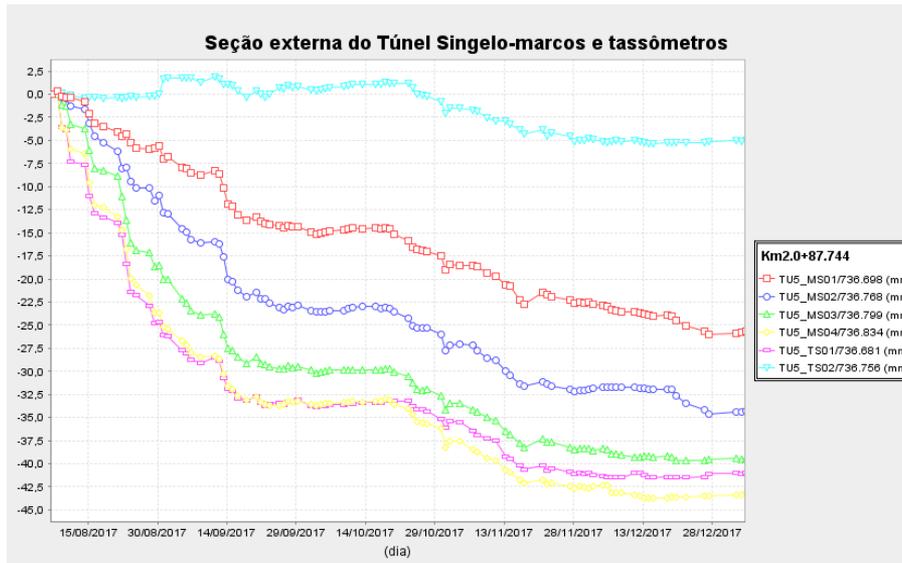


Figura - Gráfico Seção de Instrumentação KM 2.0+87,744

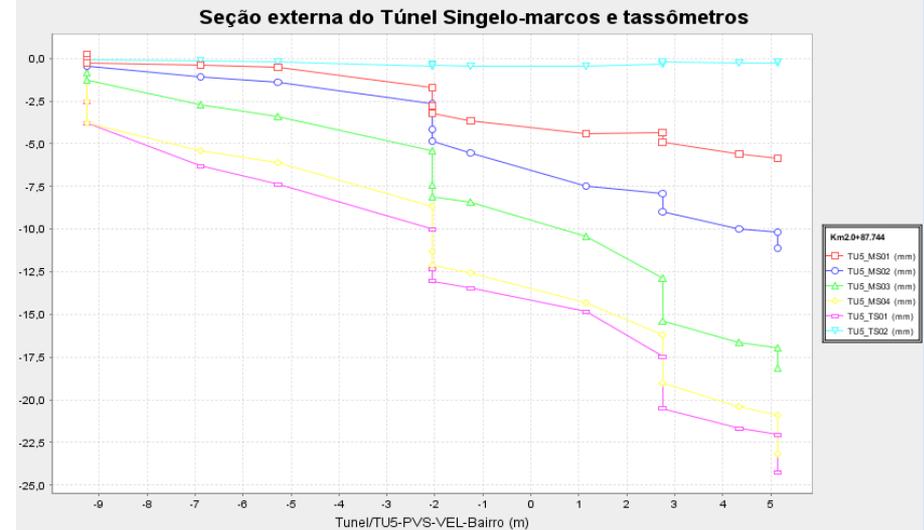


Figura - Gráfico Seção de Instrumentação KM 2.0+87,744 (Recalques x Avanço)

INSTRUMENTAÇÃO

Seção externa do Túnel Singelo-marcos e tassômetros

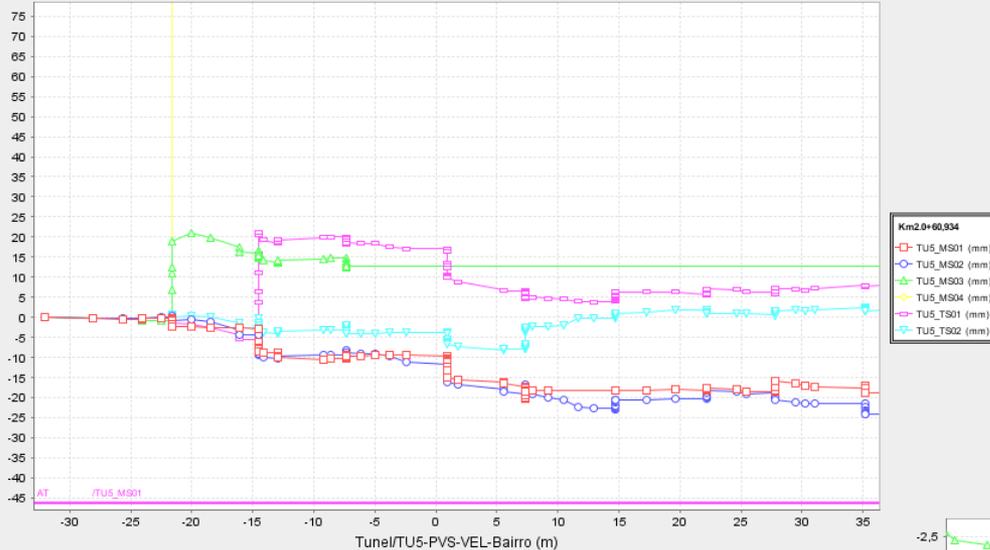


Figura - Instrumentação Seção 2.0+60,934 Avanços x Recalques

Diminuição dos recalques após modificação dos tratamentos

Seção externa do Túnel Singelo TU5-marcos e tassômetros

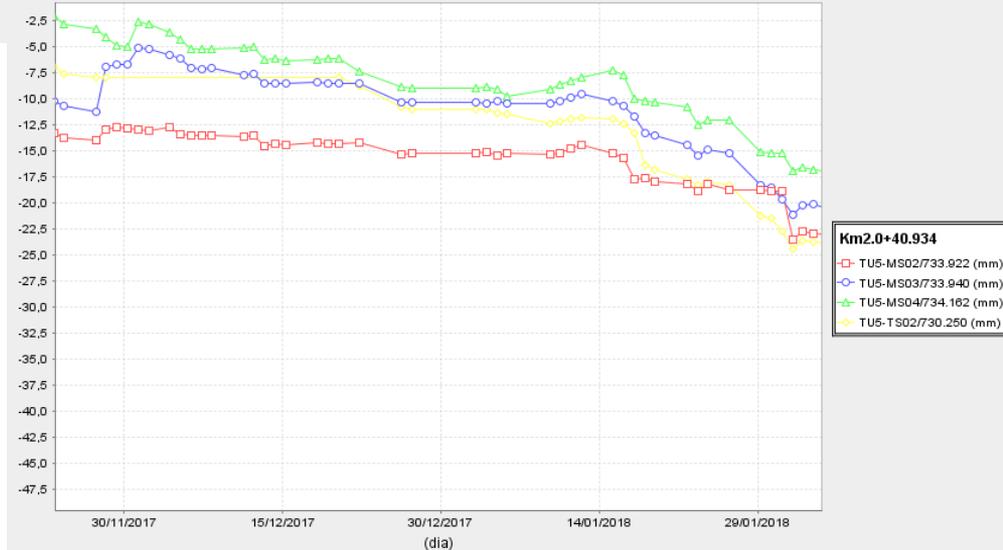


Figura - Seção 2.0+40,934 (Região Baixa Cobertura)

CONCLUSÃO

A complexidade encontrada nos modelos de solos mistos e moles (Complexo Embu) somados com a baixa cobertura encontrada in loco tornou-se um desafio a ser superado.

A prática do corpo técnico atuante - ATO, METRO e Consórcio Construtor – com soluções, estudos, avaliações e um rigoroso acompanhamento diário garantem o êxito e sucesso deste empreendimento ainda em execução.

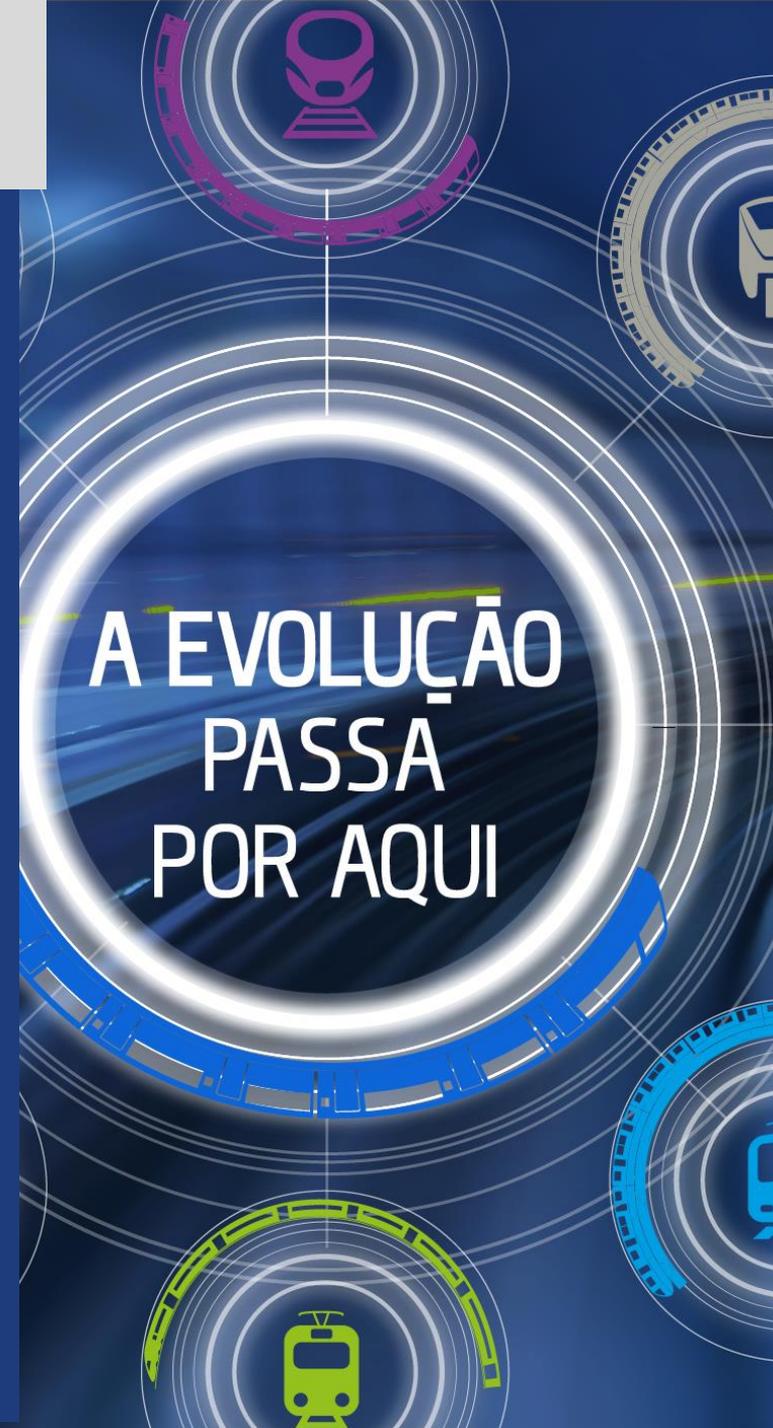
CONCLUSÃO

- Atuação conjunta entre equipes ATO e fiscalização foram fundamentais para êxito nas escavações do túnel singelo;
- O acompanhamento revelou uma situação de baixa cobertura não prevista em projeto e maior interferência em solos aluvionares;
- Acompanhamento da instrumentação permitiu melhor controle do método executivo e solução de tratamentos aplicados
- Mitigação de riscos intrínsecos à escavação, ao entorno e imóveis lindeiros

Prática de Fiscalização e ATO na Execução de Túnel de Baixa Cobertura

Estudo, segmento e desafio

Aryane Lya A. Guimarães
Davide Agnella
Flávio Caloni
Valmir Santos de Castro



A EVOLUÇÃO
PASSA
POR AQUI