

Gestão para execução de empreendimentos lindeiros às estruturas metroviárias em operação. Estudo de caso: Edifício Grande Ufficiale Evaristo Comolatti - Avenida Paulista x Rua da Consolação

Karina Gonçalves de Oliveira
Guilherme Braidato Robbe
Paula Maia Ribeiro Avesani
Hugo Cássio Rocha

23ª Semana de Tecnologia Metroferroviária



INTRODUÇÃO

Objetivo

Apresentar a condução do projeto do edifício Comolatti pelo Departamento de Projetos Básicos de Engenharia Civil (DPC) da Gerência de Projetos Básicos de Transportes Metropolitanos (GPR) Metrô SP, dada a interação direta desse empreendimento com estruturas metroviárias existentes no local.



INTRODUÇÃO

- **Relevância**

- Impacto positivo que o sistema metroviário normalmente gera em seu entorno;
- Recorrência de consultas;
- Expansão do modal na cidade possivelmente provocará maior quantidade de áreas com potencial construtivo.



CONTEXTUALIZAÇÃO

Média de 250 consultas/semestre recebidas pelo DPC (empresas privadas ou entidades públicas)

As consultas são respondidas, a partir de caracterização preliminar apresentada em matriz de criticidade abaixo,

Influência com estruturas do Metrô SP \ Complexidade do Empreendimento	Simples (sem escavações)	Mediana (escavações rasas ou localizadas para fundações)	Alta (soluções construtivas de grande interface com estruturas metroviárias)
Terreno distante das estruturas do Metrô e muito fora da área de influência			
Próximo à área de influência Metrô			
Dentro da área de influência Metrô			
Sob e/ ou justaposta às estruturas do Metrô			ED. COMOLATTI

Fonte: Metrô SP

Criticidade

Nula	Baixa	Média	Alta	Muito alta
------	-------	-------	------	------------

CONTEXTUALIZAÇÃO

Requisitos básicos ao empreendedor (normalmente para casos de maior criticidade):

- Projeto proposto não poderá provocar interferência física, nem alívios ou carregamentos adicionais à condição existente;
- Devem ser encaminhados ao Metrô SP os projetos civis, com as soluções construtivas (escavações, contenções e fundações);
- Parecer técnico de consultor especializado em geotecnia com a análise dos efeitos decorrentes da implantação do edifício nas estruturas metroviária, assegurando que esta não causará danos à integridade das estruturas e/ou equipamentos metroviários.



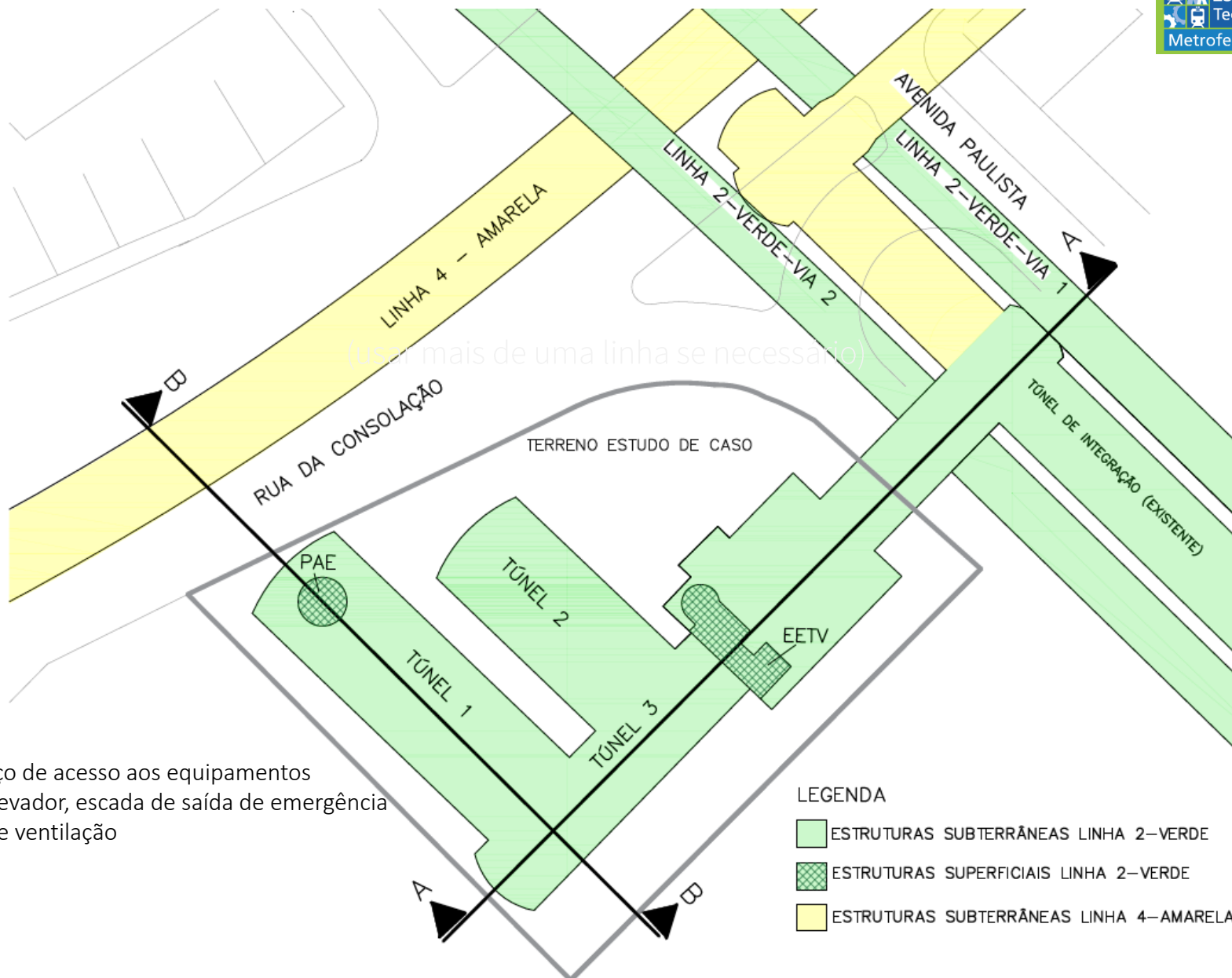
ESTUDO DE CASO : Edifício Comolatti

Terreno na Av. Paulista x Rua da Consolação :

- rigorosas restrições construtivas
- foi objeto de diversas consultas (usar mais de uma linha se necessário)

Em 2014, a empresa STAN Paulista Empreendimentos Ltda, após obter informações em consulta preliminar ao Metrô SP, iniciou a elaboração dos projetos de um edifício comercial.

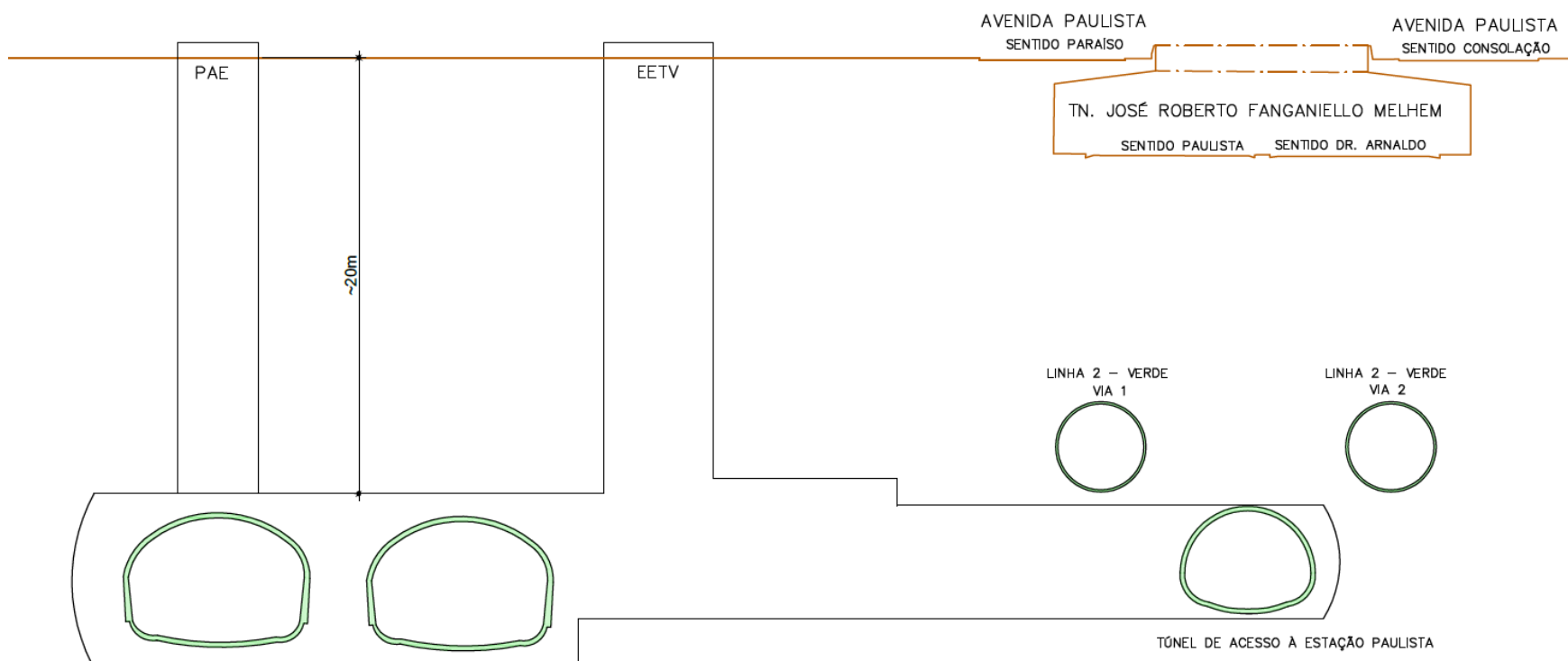




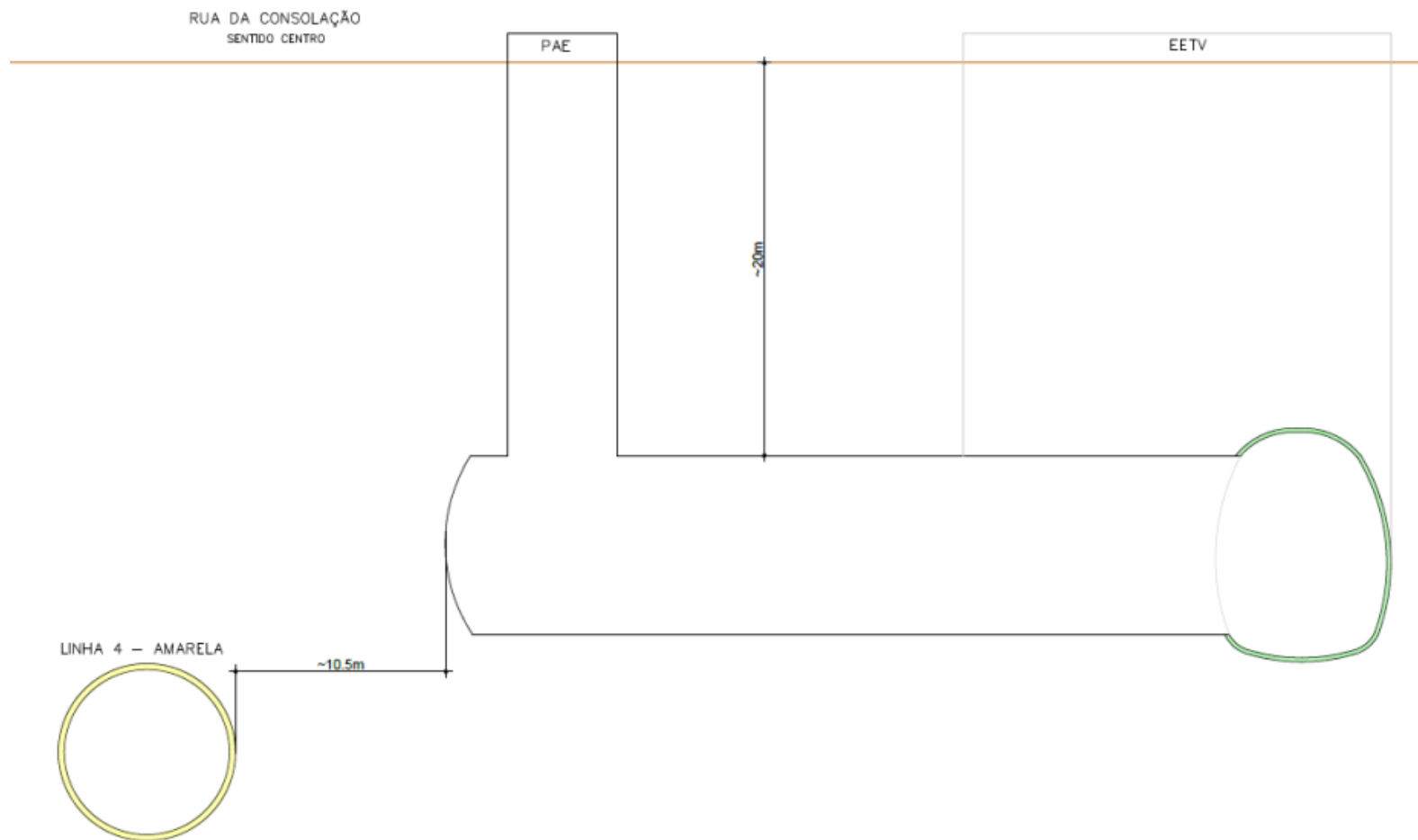
-PAE: poço de acesso aos equipamentos
-EETV: elevador, escada de saída de emergência e torre de ventilação

LEGENDA

- ESTRUTURAS SUBTERRÂNEAS LINHA 2-VERDE
- ESTRUTURAS SUPERFICIAIS LINHA 2-VERDE
- ESTRUTURAS SUBTERRÂNEAS LINHA 4-AMARELA



CORTE ESQUEMÁTICO AA



CORTE ESQUEMÁTICO BB

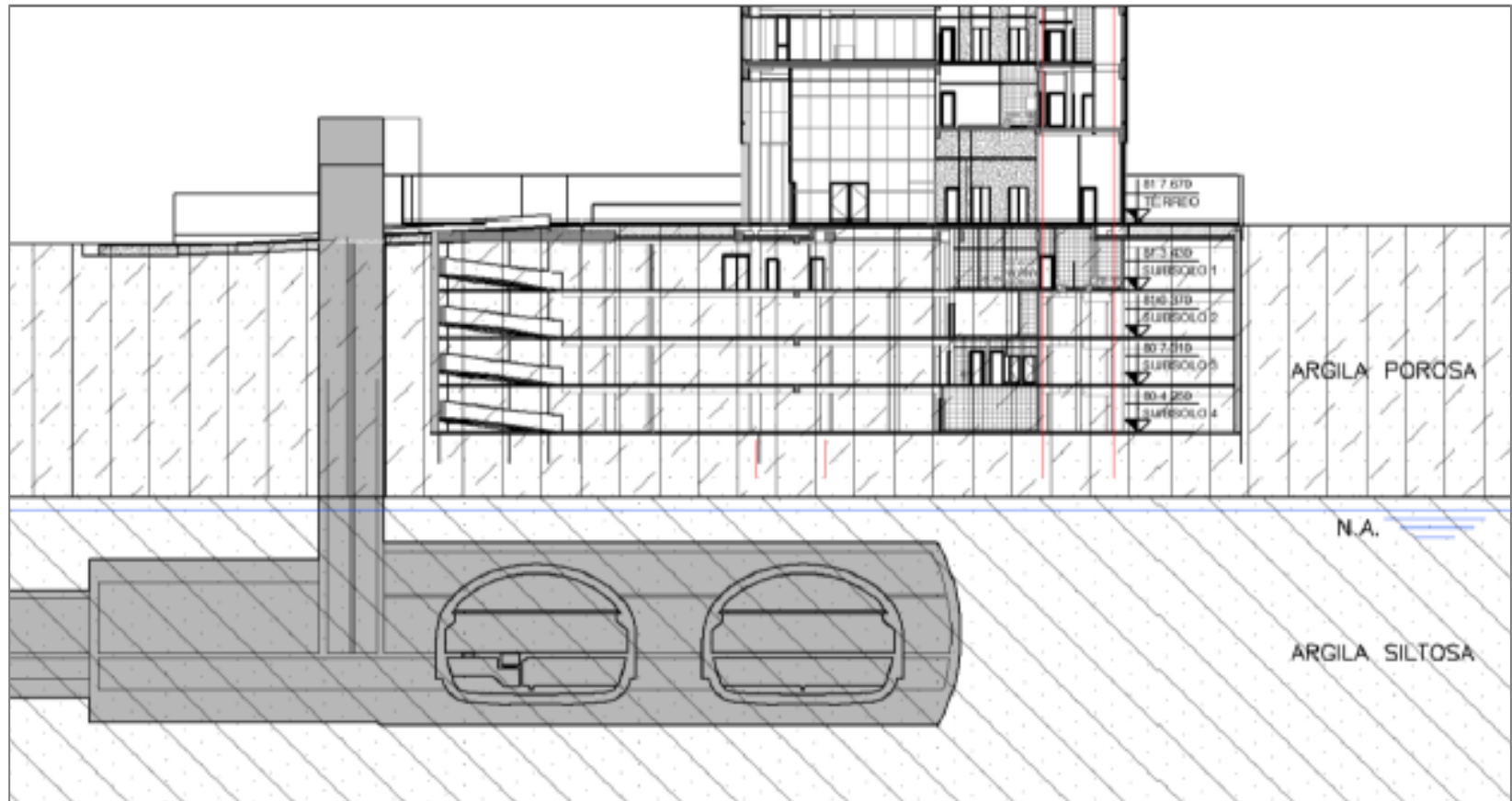
TRATATIVAS PELO METRÔ SP

1. Fase inicial do projeto
2. Fase de execução da obra
3. Fase de encerramento



ESTUDO DE CASO : Edifício Comolatti

Edifício projetado com 11 andares e 4 subsolos (escavação de ~16m de profundidade).



1. FASE INICIAL DO PROJETO

Encaminhados ao Metrô SP:

1. Projetos e detalhamentos construtivos do empreendimento
2. Relatório técnico de consultor geotécnico com:
 - Avaliação da influência da implantação do edifício;
 - Parecer técnico;
 - Recomendações do consultor: monitoramento por instrumentação, acompanhamento *pari passu* das obras geotécnicas, acompanhamento técnico de obra (ATO), vistorias das estruturas metroviárias.

- Processo resultou em diversas interações entre Metrô-SP e empreendedor /consultor geotécnico -



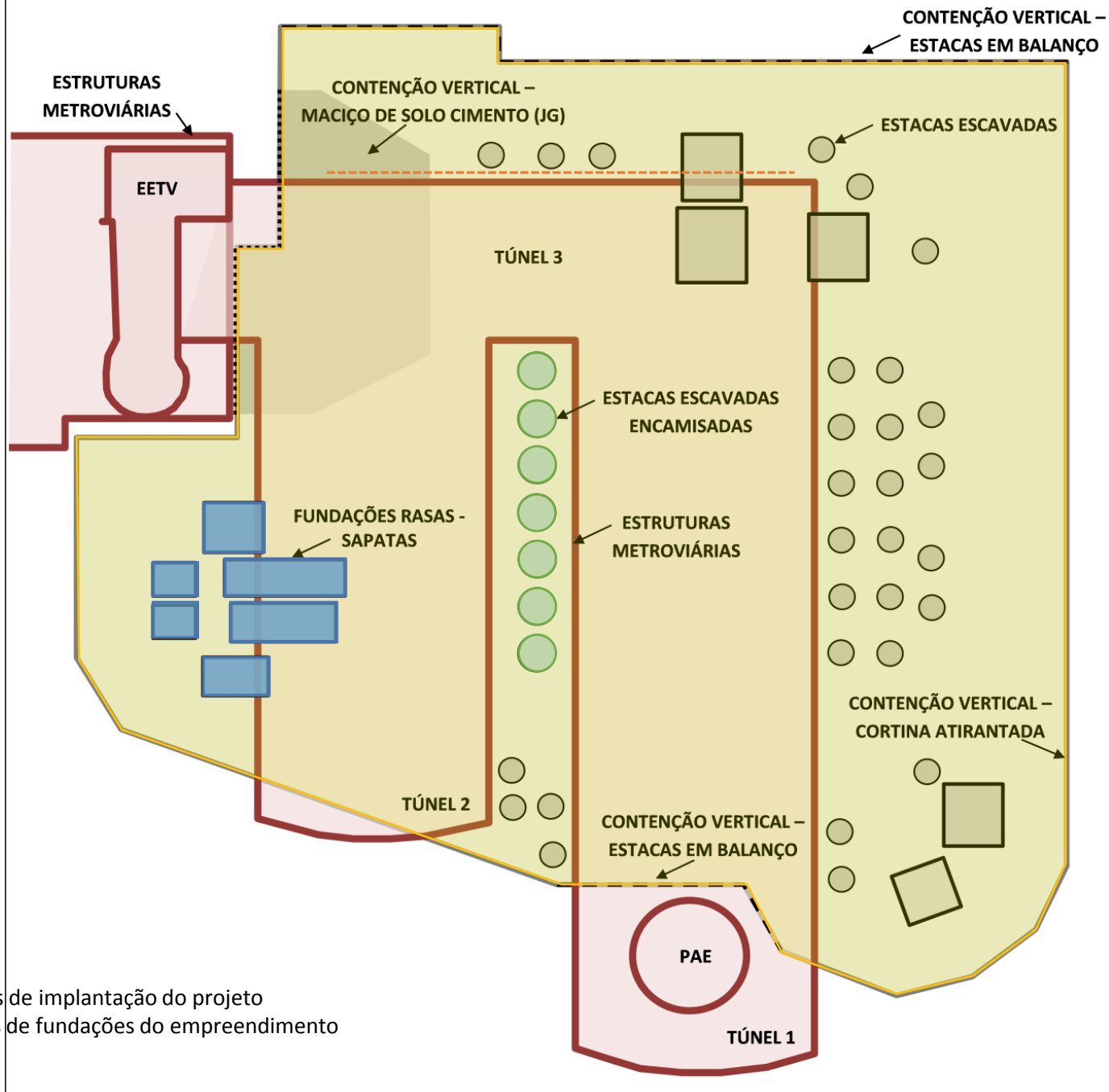


Figura : Croquis de implantação do projeto

Fonte: Projetos de fundações do empreendimento

ESTUDO DE CASO : Edifício Comolatti

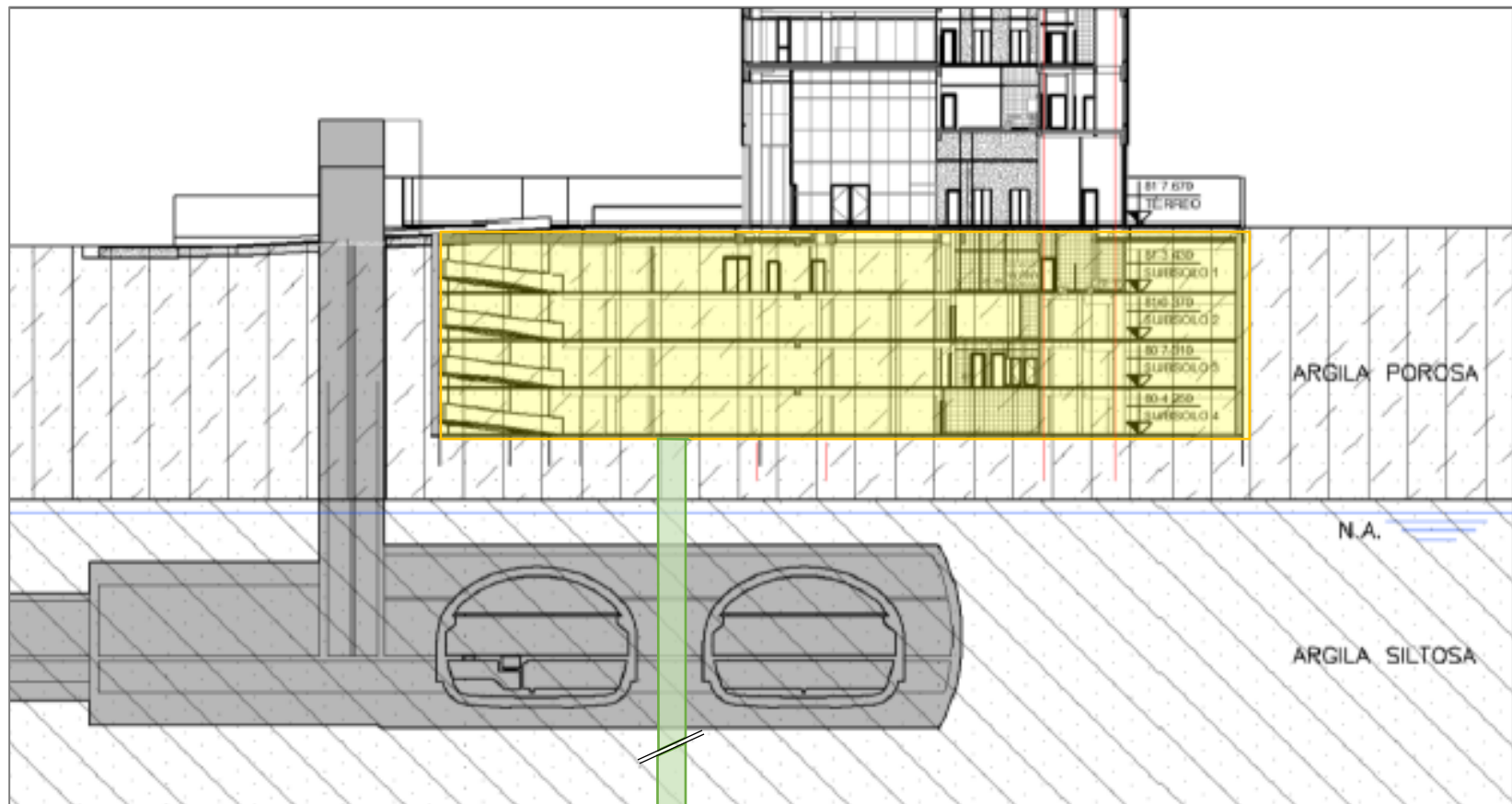




Figura: Implantação do empreendimento
Fonte: Site Stan (stan.com.br)

1. FASE INICIAL DO PROJETO

Preocupações em destaque:

- Comportamento do revestimento face os potenciais deslocamentos induzidos pelas escavações.
- Mecanismo de transferência de carga do edifício para o maciço de solo através de suas fundações.



1. FASE INICIAL DO PROJETO

Soluções adotadas pelo projetista para solucionar a questão da transferência de carga do edifício para o maciço:

- 1) **nos pilares menos carregados:** fundações diretas do tipo sapata
- 2) **nos pilares mais distantes da projeção dos túneis:** estacas escavadas com lama bentonítica
- 3) **pilares com cargas mais elevadas, próximos ao túnel:** estacas escavadas de grande diâmetro com camisa metálica envolta em graxa e lona plástica, com o objetivo de reduzir o atrito lateral em trecho próximo ao túnel

↑ **Metodologia construtiva inovadora**





Fonte: Metrô SP



Fonte: Metrô SP

Tirantes: efeito do carregamento dos tirantes que poderiam vir a solicitar e danificar a estrutura existente

-Bulbos dos tirantes foram previstos fora da área de influência das estruturas metroviária
-Execução alternada dos tirantes

Tirantes: Possibilidade de interferir fisicamente com estruturas existentes adjacentes provocando danos

-Execução de furos exploratórios

Estacas escavadas adjacentes aos túneis: Possibilidade de interferir fisicamente com estruturas existentes provocando danos

-Execução de pré-furo

Estacas escavadas adjacentes aos túneis: Influência do atrito lateral transferido das estacas para o maciço

-Encamisamento das estacas profundas
-Instrumentação
-Vistoria túneis

Escavação da vala: Deslocamentos acima do esperado que poderiam comprometer as estruturas e equipamentos metroviários

-Instrumentação
-Vistoria

Fundações diretas (sapatas): Influência das cargas transmitidas

-Instrumentação
-Vistoria

Túneis: Possibilidade de ocorrência de infiltração de água ocorridas devido aparecimento de fissuras causadas por deslocamentos, visto a comportamento rígido da impermeabilização,

-Instrumentação
-Vistoria

1. FASE INICIAL DO PROJETO

Além das questões geotécnicas (GPR), havia outros aspectos a serem considerados .

Outras gerências envolvidas:

- Gerência de Manutenção (GMT)
- Gerência de Operações (GOP)



REQUISITOS AO EMPREENDEDOR



Requisitos Metrô SP ao empreendedor

Requisitos	Objetivo	Requerente
Vistoria cautelar nas estruturas metroviárias	Documentar o estado das estruturas metroviárias anterior à execução da obra	GPR GMT
Seguro de responsabilidade civil	Proteger o patrimônio metroviário	GPR GMT
Plano de Gestão de riscos e Plano de contingenciamento	Formalizar a estratégia de respostas e ações para controlar possíveis situações de alerta/emergência que poderiam ocorrer	GPR GMT
Monitoramento geotécnico por instrumentação	Controlar o comportamento das estruturas metroviárias	GPR
Plano operacional de instrumentação	Viabilizar a instalação e leitura dos instrumentos em dependências metroviárias	GPR GMT GOP
Relatório de acompanhamento de monitoramento	Promover a comunicação e registro do desempenho da obra, com enfoque às estruturas metroviárias	GPR

Requisitos Metrô SP ao empreendedor

Requisitos	Objetivo	Requerente
Acompanhamento contínuo dos serviços de escavação e execução das fundações por engenheiro especializado	Acompanhar instrumentação e avaliar se estão de acordo com o previsto em parecer do consultor	GPR
Matriz de responsabilidade	Caracterizar as funções e responsabilidades dos <i>stakeholders</i>	GPR
Plano de comunicação	Definir e documentar o fluxo de informações	GPR
Torre de ventilação (captação de ar): não poderá ter suas entradas obstruídas e nem estar sujeita a captar impurezas	Evitar a contaminação do ar a ser insuflado no interior da estação	GMT
PAE: não pode ter a sua entrada obstruída e nem eliminada a sua cobertura de proteção contra chuvas	Garantir a integridade dos equipamentos e a possível retirada	GMT
PAE: A região acima da abertura do poço deve estar sempre livre para permitir a utilização de caminhão guincho ou outro dispositivo	Caso eventual retirada de equipamentos da sala técnica.	GMT

Aplicações de ferramentas de gestão de projetos

Ferramentas de gestão recomendada pelo PMI – Project Management Institute (2011) utilizadas:

Matriz de responsabilidades:

formalização dos papéis e as responsabilidades de cada uma das partes envolvidas no projeto

Atividades	Construtora	Gerenciadora	ATO (Consultoria)	Consultor	Instrumentadora	Projetista	Empreendedor Incorporadora/	Metrô SP
Detalhamento do projeto a fim de atender premissas do consultor	A	A	A	C	A	R	A	I
Medição e disponibilização diária de leituras de instrumentos	A	A	A	A	R		A	I
Verificação para eliminação de erros sistemáticos e controle dos erros aleatórios na instrumentação	A	A	A	A	R		A	I
Acompanhamento e interpretação diária dos dados da instrumentação: Confirmação dos dados obtidos nos modelos utilizados na fase de avaliação. Interpretação dos dados face a etapa de execução da obra	A	A	R	C			A	I
Acompanhamento <i>pari passu</i> da execução dos tirantes, escavação e fundações	R	A	R	C		C	A	I
Inspeção diária nas estruturas metroviárias	R	A	A	A	R	A	A	I
Informação de atividades importantes na obra tais como tirantes, escavação e fundação	R	A	A	A	A	A	A	I
Informação de eventuais anomalias nas estruturas metroviárias	R	A	C	C	C	C	A	I
Elaboração de relatório de acompanhamento	A	A	R	C			A	I
Fiscalização da obra, garantia da qualidade dos serviços geotécnicos e atendimento às restrições e diretrizes do consultor	R	A	R	A	A	A	A	I

Fonte: Gerenciadora (modificado por Metrô SP)

Legenda:

R	Responsável
A	Acompanha
C	Consultado
I	Informado

Aplicações de ferramentas de gestão de projetos

Ferramentas de gestão recomendada pelo PMI – Project Management Institute (2011) utilizadas:

Plano de comunicação: a fim de formalizar o fluxo de informações entre os *stakeholders*.

Stakeholder	Tipo de informação	Conteúdo	Forma de comunicação	Frequência	Responsável
Consultor ATO Gerenciadora Construtora Metrô SP	Dados de medição dos instrumentos geotécnicos	Leituras instrumentos	Site empresa de instrumentação	Diária	Instrumentadora
Consultor ATO Gerenciadora Construtora Metrô SP	Relatório de acompanhamento	Parecer técnico sobre resultados obtidos por meio de instrumentação relacionado ao andamento da obra	E-mail	- Semanal: Durante a execução dos tirantes e escavação - Mensal: Durante o período de monitoramento da obra	ATO/ Consultor
ATO Gerenciadora Metrô SP	Registros fotográficos das vistorias	Fotos das inspeções visuais feitas nas estruturas metroviárias	1 vez ao dia	Mensal	Construtora

Fonte: Gerenciadora (modificado por Metrô SP)



2. FASE DE EXECUÇÃO

- O acompanhamento técnico da obra (ATO) foi realizado pela mesma equipe de especialistas da consultoria em geotecnia;
- Monitoramento por meio de sistema de instrumentação convencional;
- Leituras dos instrumentos disponibilizadas pela internet;
- Inspeções visuais das estruturas metroviárias;
- Acompanhamento pela equipe de projeto do Metrô.



2. FASE DE EXECUÇÃO

Dificuldades:

1) Realização de trabalhos de inspeção e instrumentação em áreas restritas, abaixo:

- Calota dos túneis 1 e 2: necessário desligar equipamentos de ventilação;
- PAE: dificuldade na instalação dos instrumentos devido equipamentos existentes na projeção do poço, sendo necessária a elaboração de procedimento detalhado emitido pelo executor e validado por Engenheiro de Segurança de Trabalho do Metrô SP;
- Necessário NR-10 e NR-35.





Figura: Calota túnel 2

Fonte: Metrô SP



Figura : Poço de acesso à equipamentos - PAE

Fonte: Metrô SP

2. FASE DE EXECUÇÃO

Dificuldades:

2) Instrumentação: Perturbação e danos de instrumentos, como tassômetros, visto a dinâmica da execução da obra.

OBS: Porém esse fato não comprometeu o adequado monitoramento das estruturas, tendo em vista a redundância do sistema de instrumentação instalado.





Fonte: Metrô SP



Fonte: Metrô SP

2. FASE DE EXECUÇÃO

Ocorrência: -----

Conforme previsto pelo consultor: As regiões de encontro entre túneis eram mais suscetíveis à deslocamentos e nesses locais poderiam ocorrer fissuras devido aos deslocamentos induzidos pela execução da obra.

Foi constatada abertura de fissura vertical com infiltração de água em região de ligação entre túnel 1 com o túnel 3.

Como não foram verificados deslocamentos relevantes na instrumentação, a orientação do ATO foi monitorar a evolução da abertura e extensão da fissura.

↑
A ser corrigido ao fim das intervenções



3. FASE DE ENCERRAMENTO

Em janeiro/2017 :

Monitoramento por instrumentação suspenso:

- Leituras dos instrumentos estáveis,
- Estruturas e alvenarias do edifício concluídas,
- Tirantes provisórios desativados.

Contudo, a equipe de ATO recomendou que as inspeções visuais das estruturas metroviárias fossem mantidas uma vez ao mês com o objetivo de identificar regiões com eventual infiltração de água.

Previsão de entrega do Edif. Comolatti: novembro de 2017



CONCLUSÃO

- A implantação do empreendimento ocorreu dentro da normalidade em suas diversas etapas.
 - A aplicação de ferramentas de gestão de projeto auxiliou o acompanhamento do projeto por parte do Metrô SP.
 - A interação das equipes do Metrô SP, inclusive por meio do acompanhamento da obra, promoveu o estreitamento e eficácia na comunicação entre os envolvidos;
 - Poderão ser implementadas melhorias no processo dentro do Metro SP.
-



**Gestão para execução de empreendimentos
lindeiros às estruturas metroviárias em operação.
Estudo de caso: Edifício Grande Ufficiale Evaristo
Comolatti - Avenida Paulista x Rua da Consolação**

Karina Gonçalves de Oliveira
Guilherme Braidato Robbe
Paula Maia Ribeiro Avesani
Hugo Cássio Rocha

23ª Semana de Tecnologia Metroferroviária