

5º PRÊMIO TECNOLOGIA E DESENVOLVIMENTO METROFERROVIÁRIOS

CATEGORIA 3

GESTÃO DE INTERFERÊNCIAS NAS OBRAS CIVIS DAS ESTAÇÕES DA LINHA 15 –
PRATA – TRECHO SÃO LUCAS - SÃO MATEUS

INTRODUÇÃO

A execução de obras dentro da mancha urbana modifica o meio ambiente e gera interfaces com infraestruturas já consolidadas tais como redes aéreas com cabeadamentos elétricos e de utilidades, passando por instalações ao nível do terreno como postes de iluminação e de trânsito, ou ainda subterrâneas como redes de água, esgoto e cabeadamentos subterrâneos.

Um dos componentes de risco durante a execução de um empreendimento é a gestão das interferências, visto a precariedade comumente observada nos cadastros das utilidades subterrâneas, aliado a possíveis erros de execução destas utilidades, conforme ilustra a Figura 1, onde foi encontrada uma rede de águas pluviais de tubos de concreto de 800 mm

interligadas com um tubo de PVC de 100 mm durante a escavação da vala para execução de um bloco de fundação da via elevada do trecho Vila Prudente - Oratório:



Foto 1 - Rede de águas pluviais interligada com tubo de PVC

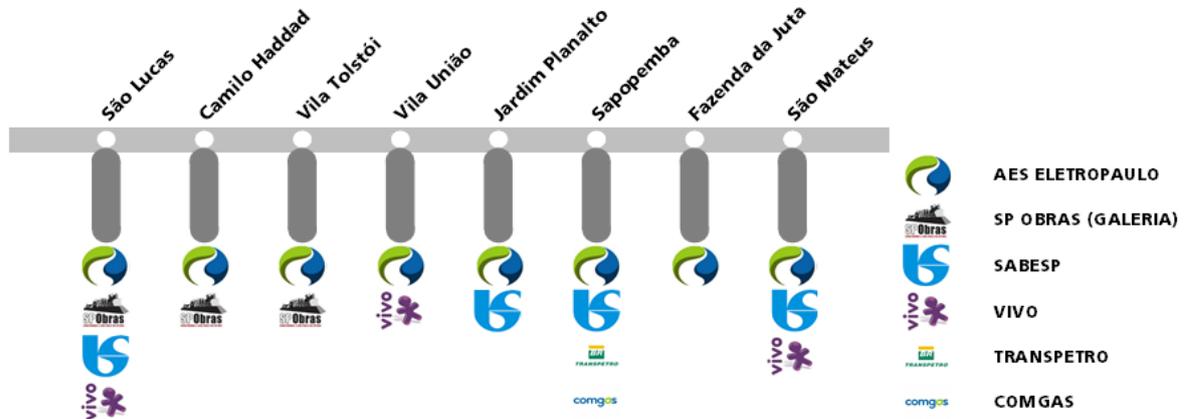
De modo a avaliar os impactos que as interferências podem ter na execução do empreendimento, diversas possibilidades foram incluídas na planilha geral de mapeamento de riscos do empreendimento da Linha 15 – Prata e foi realizado o acompanhamento dos riscos até sua conclusão.

DIAGNÓSTICO

As estações do trecho São Lucas – São Mateus da linha 15 - Prata se encontram distribuídas ao longo das avenidas Professor Luiz Ignácio de Anhaia Mello e Sapopemba, sendo que os corpos das estações se encontram no eixo destas avenidas, e os acessos em lotes lindeiros.

Dada a importância destes eixos viários, são diversas as redes de concessionárias neste trecho, passando por redes aéreas da AES Eletropaulo e empresas de TV a Cabo e Telefonia, redes subterrâneas da Sabesp, Comgás, Transpetro, Vivo, a Galeria do Córrego da Móoca e

redes de águas pluviais. A Figura 1 ilustra o mapa das estações do trecho São Lucas – São Mateus e as interferências gerenciadas:



Linha 15 Prata • Monotrilho

Figura 1 - Mapa das estações do trecho São Lucas - São Mateus e as concessionárias

Para o mapeamento das possíveis interferências a serem gerenciadas durante o empreendimento é emitido o projeto de cadastro de interferências (tipo 6D1), onde são previstas as redes cadastradas em determinada estação, conforme figura 2:

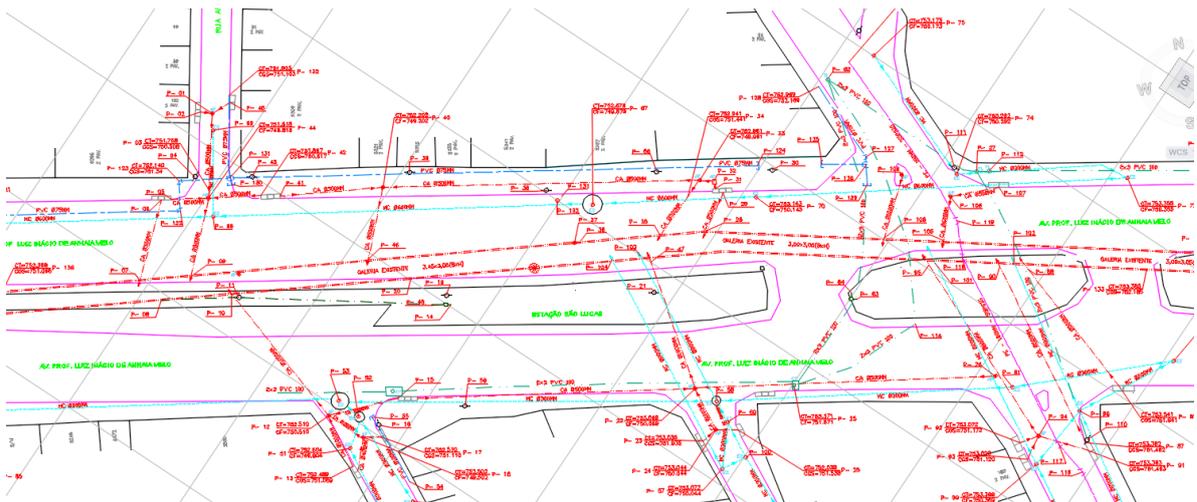


Figura 2 - Exemplo de projeto de cadastro de utilidades públicas (Fonte: Metrô-SP)

De posse do projeto de cadastro de utilidades públicas, é emitido o projeto de remanejamento de interferências (tipo 6D2), onde são previstos os remanejamentos necessários em relação às estruturas da estação previstas, conforme ilustra a figura 3:

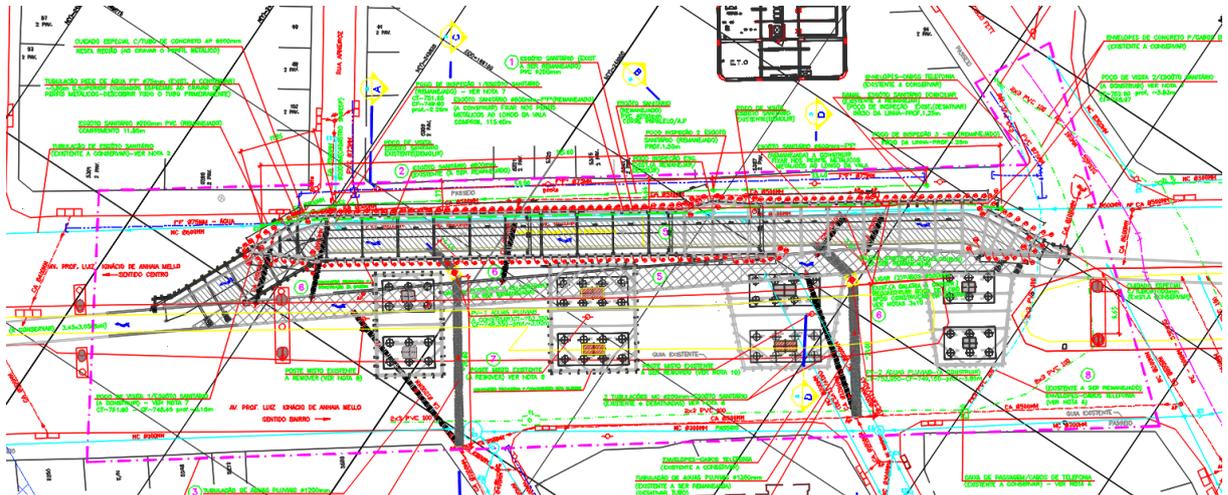


Figura 3 - Planta com os remanejamentos de utilidades da Estação São Lucas (Fonte: Metrô-SP)

Mesmo com o projeto de remanejamento de interferências, é necessário prever se alguma interferência, ainda que não tenha interface direta com os elementos estruturais da estação, ou mesmo com as valas de contenção provisória, possa ter riscos de ser avariada durante os trabalhos de escavação, cravação de perfis metálicos, passagem de equipamentos e/ou veículos e a concretagem dos elementos.

Para isso, é levada em consideração a necessidade de remanejar a interferência, em caso negativo, deve-se verificar se é necessário realizar o monitoramento da mesma. Caso seja necessário o remanejamento da interferência, pode-se recorrer a recursos próprios para a execução do serviço após tratativas com a empresa detentora da interferência, ou mesmo pagar para a concessionária e gerir sobre a mesma a execução dos trabalhos, em serviços

especializados, tais como remanejamentos de redes de alta tensão ou cabos de telefonia e/ou dados. A figura 4 ilustra o diagrama com as etapas de decisões com relação às interferências:

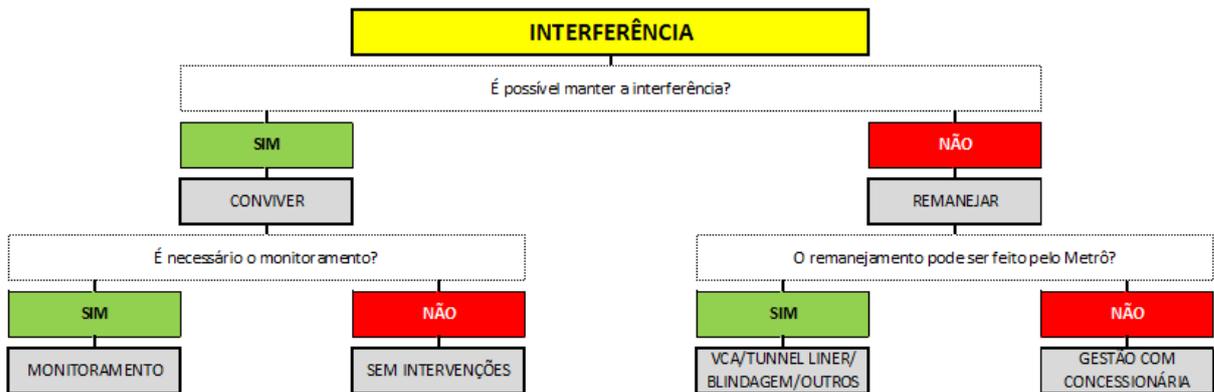


Figura 4 - Diagrama das decisões na gestão das interferências

Em vista da diversidade de interferências presentes ao longo do trecho São Lucas – São Mateus, foram realizadas diferentes decisões para cada tipo de interferência mapeada.

INTERFERÊNCIAS DURANTE O REMANEJAMENTO DE INTERFERÊNCIAS

Em alguns casos, durante o remanejamento de determinadas interferências, foi necessário verificar e eventualmente realizar o remanejamento de redes que não afetavam a execução das estruturas das estações, mas sim a nova locação das interferências remanejadas.

Estas segundas interferências podiam apresentar um risco complementar à execução do empreendimento, como no caso das redes de esgoto e cabos da vivo que conflitaram com o remanejamento da galeria do córrego da Móoca na Estação São Lucas, já previstas em projeto, ou acabaram tendo um efeito de oportunidade, como no caso da interferência não prevista de uma ponte durante o remanejamento da galeria na Estação Camilo Haddad.

Foram buscadas soluções que melhor atendessem ao remanejamento destas interferências secundárias sendo que em alguns casos as soluções previstas em projeto acabaram sendo alteradas em campo de modo a possibilitar uma economia de prazo e custo.

CONVIVÊNCIA E MONITORAMENTO DE INTERFERÊNCIAS

Em muitos casos devido à dificuldade de remanejamento de determinadas interferências, seja pelo alto custo para a execução do serviço, ou mesmo pela falta de tempo disponível, se a locação das mesmas não interferir diretamente com as estruturas de concreto do empreendimento, pode-se buscar conviver com elas.

Esta situação foi viável na execução das fundações do Acesso Norte da Estação Jardim Planalto, onde devido a proximidade de uma adutora de 2500 mm da Sabesp (Adutora Rio Claro) em tubos de concreto armado com idade aproximada de 70 anos, localizada a aproximadamente 3,20 m de profundidade e a uma distância média de 4,50 m em relação às fundações em estaca raiz, foi emitido um projeto de instrumentação, com a instalação de 14 tassômetros distantes 3 e 5 m entre si, com 5 marcos refletivos ao longo da rede.

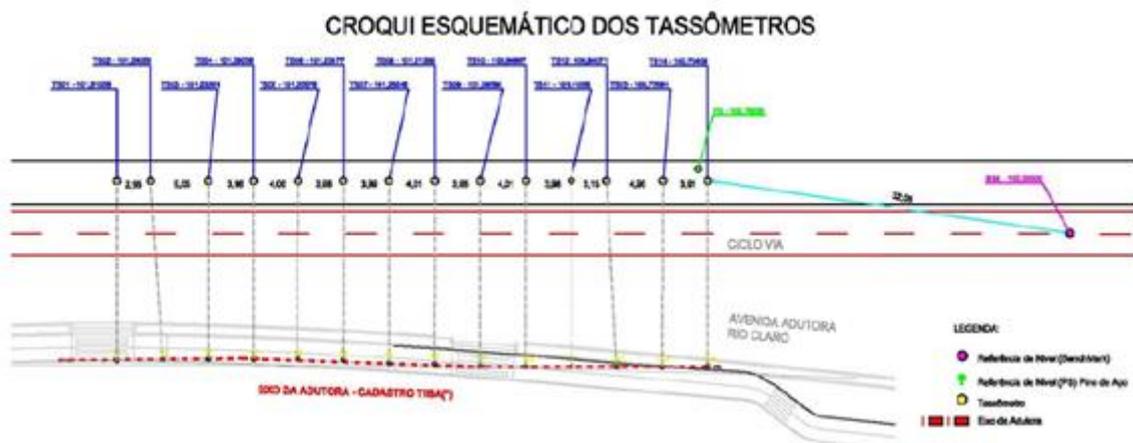
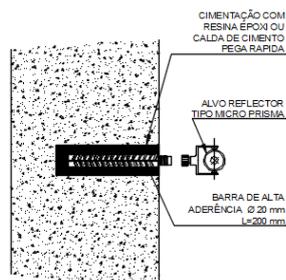
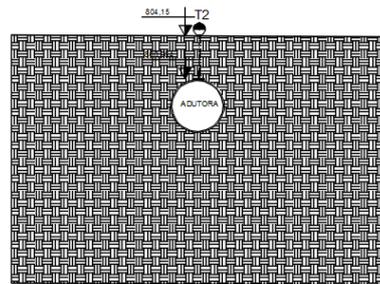


Figura 5 - Locação dos tassômetros para instrumentação da adutora (Fonte: Metrô-SP)



1 DETALHE DE INSTALAÇÃO DE MARCO REFLECTOR
sem es. cala



2 DETALHE DE INSTALAÇÃO DO TASSÔMETRO
sem es. cala

Figura 6 - Detalhes de instalação dos tassômetros e marcos refletores (Fonte: Metrô-SP)

Foram realizadas prospecções para locação da adutora em campo e instalados pontos de monitoramento da rede até que as estruturas de concreto do acesso fossem concluídas, de modo a garantir a integridade da rede. Ao longo da execução dos serviços, foram emitidos relatórios com o acompanhamento das eventuais movimentações da rede, conforme exemplo na figura 7:

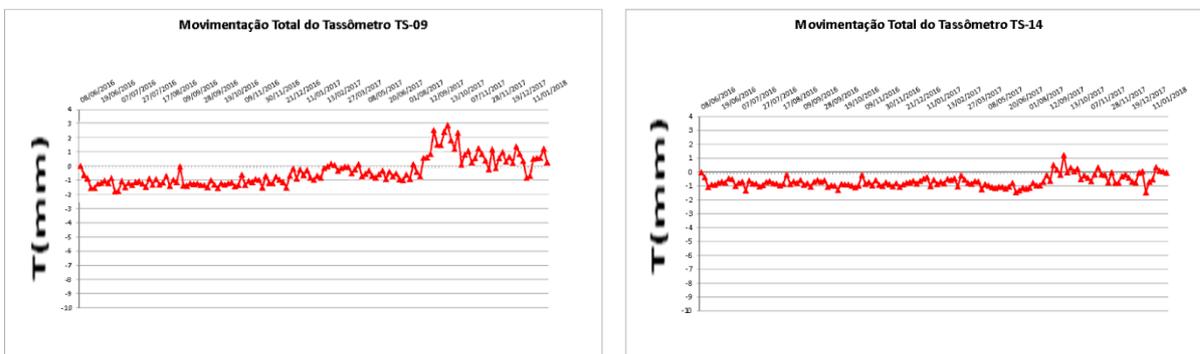


Figura 7 - Acompanhamento de movimentação da adutora (Fonte: Metrô-SP)

Na estação Sapopemba, diversas redes de utilidades subterrâneas tiveram impactos no andamento das obras da estação, como rede de gás (Comgás), combustíveis (Transpetro) e uma adutora de água da Sabesp. Devido à complexidade para o remanejamento das mesmas

com impactos significativos no tempo e no custo do empreendimento, foram necessárias adaptações nos projetos de fundações e contenções dos blocos de fundação do corpo da Estação.

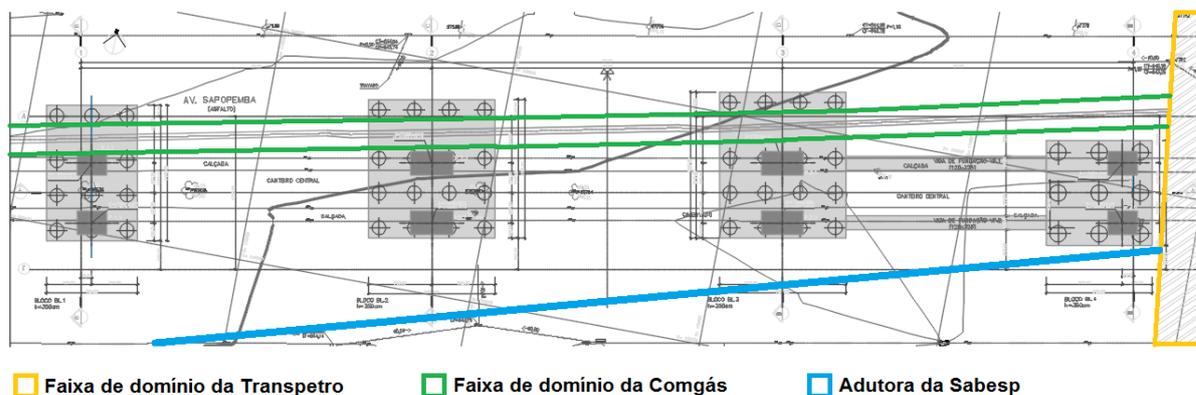


Figura 8 - Interferências e adaptações nos blocos de fundação da Estação Sapopemba (Fonte: Metrô-SP)

A rede da Comgás, de diâmetro 20PO e pressão de 250 PSIG, corre paralela ao corpo da estação. Inicialmente foi realizada uma prospecção para verificação da locação da rede com o uso de 2 poços de Tunnel Liner na região dos blocos de fundação 2 e 3, que chegaram até uma profundidade de aproximadamente 8,80 m para descobrir a rede, junto a um cadastro pré-existente de mais dois poços na região dos blocos 1 e 4, feito para as fundações da via elevada. Após tratativas com a concessionária foi definido que as estacas do corpo central poderiam ser executadas a uma distância segura da rede de 1 m. Desta forma, foi necessário alterar a locação das estacas dos blocos de fundação, deixando-as excêntricas em relação aos blocos 1, 2 e 3. Toda a execução das estacas próximas à rede foi acompanhada por um técnico da Comgás verificando possíveis riscos nas atividades.



Fotos 2 e 3 - Escavação e detecção da rede da Comgás

Na região do eixo 4 da estação existe uma rede de tubulações de combustíveis da Transpetro de 22" e 24" a uma profundidade variando entre 3,40 m a 5,02 m aproximadamente, que possui um faixa de limite de escavação delimitada. Esta faixa é indicada por meio de postes de concreto com topo amarelado nos limites, indicando a região onde, para a execução de quaisquer atividades, deve ser consultada a Transpetro. Dentro destes limites se encontram outros postes, com topo branco, que indicam a localização aproximada, a profundidade e o diâmetro das redes.

Foi realizada uma medição indireta da localização da rede por meio de georadar, e somada a faixa de domínio da rede da Transpetro onde se permitia a escavação segura com a localização da rede da Comgás, foi necessária a alteração da localização do bloco de fundação do eixo 4, sendo que os pilares deste blocos ficaram excêntricos em relação ao centro geométrico do mesmo, o que demandou uma solução de projeto com a execução de vigas de travamento junto ao Bloco 3.



Fotos 4 e 5 - Vistas dos marcos da Transpetro

Ainda na região do bloco 4 foi verificada a interferência com a adutora de água da Sabesp, de diâmetro de 600 mm em ferro fundido, sendo realizada uma prospecção por meio de poços de inspeção simples, visto que a rede se encontra a uma profundidade aproximada de 1,30 m. A rede foi escorada na contenção provisória do Bloco de Fundação 4 por meio de um berço de chapa metálica fixado aos perfis do estroncamento por meio de tirantes de barras CA-50 de $\varnothing 25\text{mm}$, sendo que o contato entre o berço de chapa e a tubulação foi preenchido com neoprene de espessura de 2mm para absorver as vibrações da rede em carga.

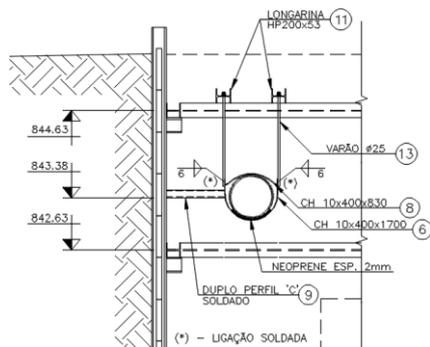


Figura 9 - Escoramento da adutora
Fonte: Metrô-SP



Foto 6 - Vista da adutora escorada

Na Estação São Mateus, existe uma adutora de distribuição de água da Sabesp de diâmetro de 500 mm que corre paralela ao eixo longitudinal da estação, e que estava interferindo na execução das valas para concretagem dos blocos de fundação. Como o processo para o remanejamento da rede seria bastante oneroso e demorado, a opção encontrada foi realizar o escoramento da adutora junto aos perfis de contenção das valas dos blocos de fundação, conforme fotos 7 e 8:



Fotos 7 e 8 - Vista do escoramento da adutora de água em São Mateus

A adutora ficou pendurada nos perfis metálicos de contenção com um berço de chapa metálica fixado por meio de tirantes de barras CA-50 de \varnothing 25 mm com o preenchimento por meio de neoprene de 2 mm. O procedimento de escoramento da adutora foi acompanhado a todo momento pela Sabesp até a conclusão dos serviços. Não foi registrado nenhum vazamento na tubulação.

Solução semelhante foi utilizada na interferência dos cabos de telefonia e dados encontrados na mesma estação, tendo sido aproveitados os perfis de contenção do

escoramento provisório dos blocos de fundação para fixação de um bandejamento provisório para os cabos, conforme fotos 9 e 10:



Fotos 9 e 10 - Vista do escoramento dos cabos de telefonia e dados na Estação São Mateus

REMANEJAMENTO DE INTERFERÊNCIAS

Quando as interferências acabam interferindo diretamente com as estruturas de concreto da estação, acaba sendo necessário providenciar o seu remanejamento, verificando as alternativas com o menor custo e prazo possíveis.

No trecho São Lucas – São Mateus foram diversas as soluções empregadas para a execução dos remanejamentos como a execução de valas a céu aberto (VCA) para o remanejamento da galeria do córrego da Móoca e tubulações de águas pluviais, execução de Tunel Linner para as redes de águas pluviais, blindagem no remanejamento de rede de esgoto e águas pluviais, quando a execução do serviço pode ser realizada pelo Metrô.

Quando o remanejamento exigiu a execução de serviços mais especializados, como é o caso do remanejamento de redes elétricas de alta tensão, ou cabos de telefonia e dados, a gestão foi realizada junto com as concessionárias dos serviços, que executariam a atividade.

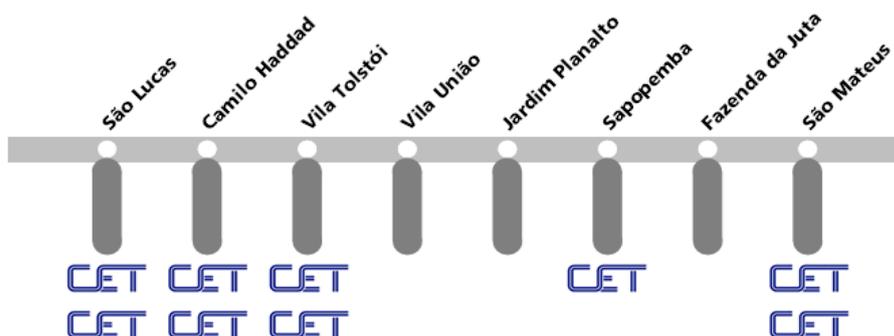
DESVIOS DE TRÁFEGO

A implantação das estações do Trecho São Lucas – São Mateus se dá no eixo movimentado das avenidas Professor Luiz Ignácio de Anhaia Mello e Sapopemba, importantes elos de ligação da zona leste da cidade com o centro.

A implantação da obra prevê o fechamento de algumas faixas da avenida para permitir a execução dos trabalhos, contudo em alguns casos foi necessário o remanejamento das faixas remanescentes devido à falta de espaço para execução das fundações ou para o próprio remanejamento das interferências cadastradas.

Desta forma, devido ao impacto que os desvios de tráfego acarretam ao cronograma e orçamento previstos na execução das estações, as vias acabam sendo tratadas como interferências a serem provisoriamente remanejadas para a continuidade dos serviços.

A figura 10 mostra a quantidade de desvios de tráfego necessários à execução das atividades nas estações:



CET COMPANHIA DE ENGENHARIA DE TRÁFEGO

Linha 15 Prata • Monotrilho

Figura 10 - Quantidade de desvios de tráfego por estação

No caso do trecho São Lucas – Vila Tolstói, os desvios de tráfego foram executados de modo a permitir o remanejamento da galeria do córrego da Móoca, seja desviando as pistas para o canteiro central, ou desviando as pistas invadindo os passeios públicos laterais.

Em São Lucas e Camilo Haddad, ocorreram desvios de tráfego que afetaram os imóveis lindeiros, retirando o acesso de veículos aos mesmos (no caso de São Lucas), ou transformando um trecho da Avenida Professor Luiz Ignácio de Anhaia Mello em uma rua sem saída (no caso de Camilo Haddad).

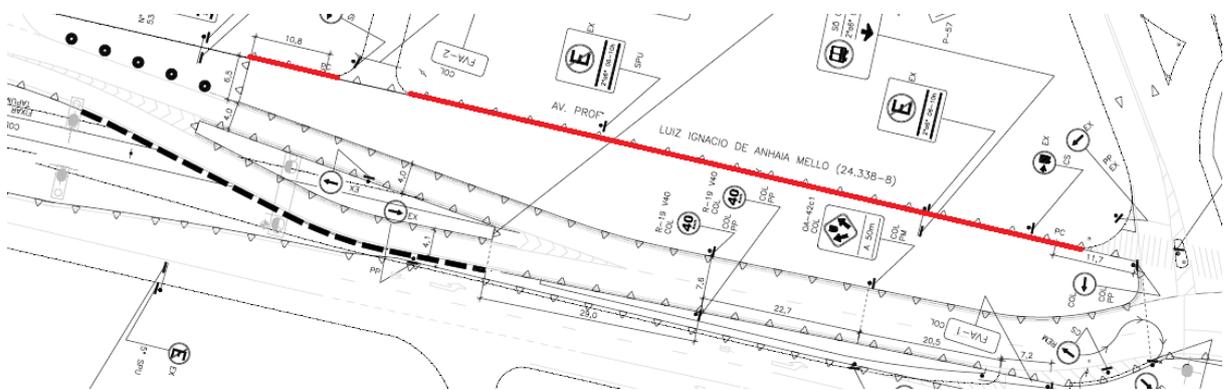


Figura 11 - Desvio de tráfego em São Lucas com detalhe do trecho interditado (Fonte: Metrô-SP)

O desvio executado em Camilo Haddad que criou a rua sem saída foi o segundo desvio a ser executado, sendo mais um complemento do desvio anterior devido ao surgimento de uma interferência não prevista em projeto, e possibilitou a execução completa da galeria, inclusive com os emboques na galeria antiga.

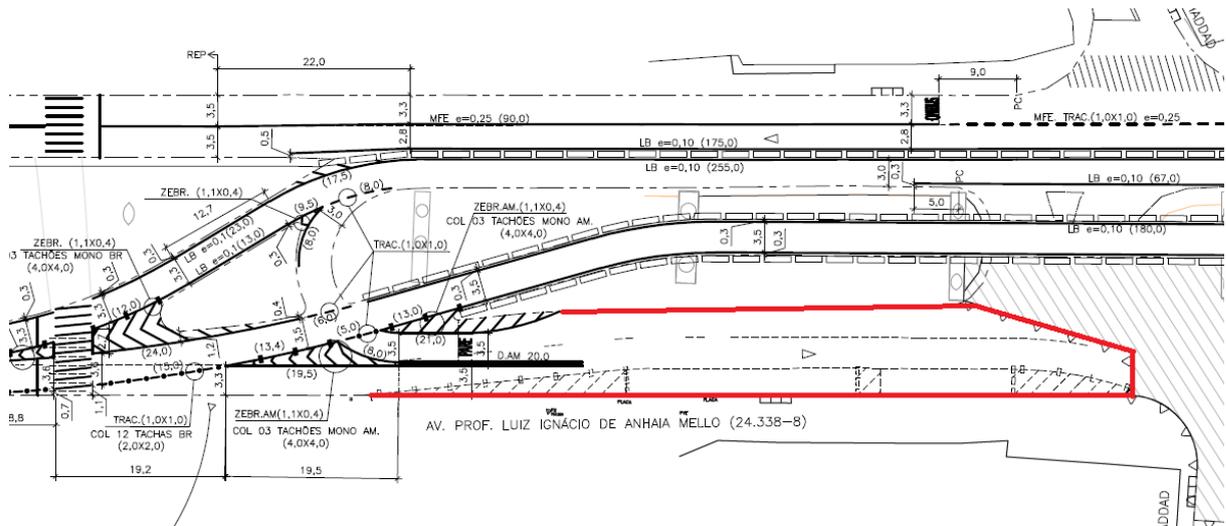


Figura 12 - Desvio de tráfego em Camilo Haddad com detalhe do trecho em rua sem saída (Fonte: Metrô-SP)

Antes da execução dos desvios foi realizado um trabalho de comunicação com os lindeiros afetados pelos desvios, de modo a minimizar o impacto das atividades no cotidiano e evitar transtornos junto às obras.



Fotos 11 e 12 - Desvio de tráfego em São Lucas e interdição do acesso aos imóveis

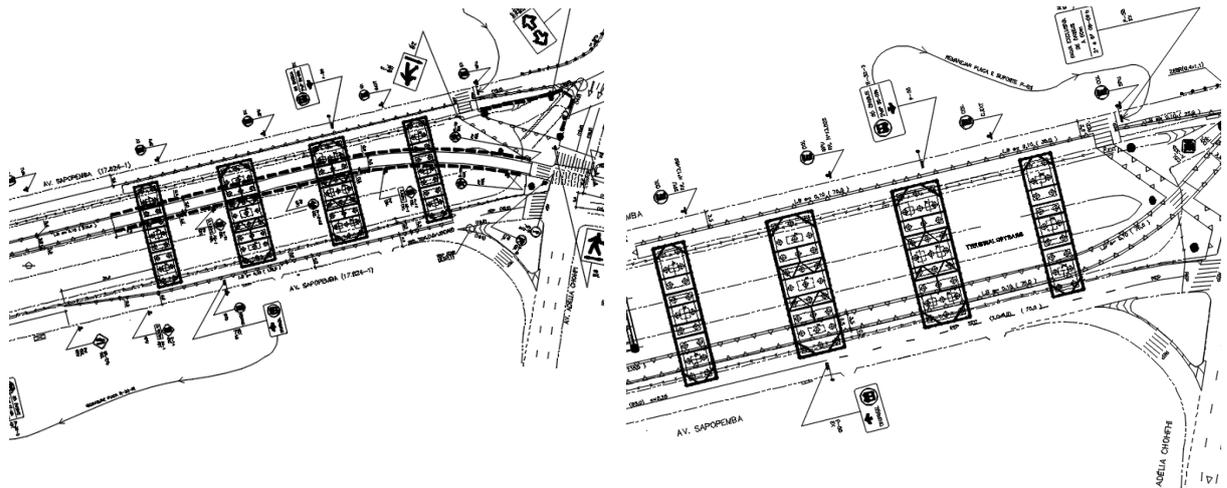
Estes desvios de tráfego foram executados de modo a permitir a construção do trecho central da galeria, sendo que o impacto dos desvios de tráfego para execução dos trechos de

interligação das galerias foi menor, visto que no caso de São Lucas foi necessário apenas um pequeno avanço nas calçadas dos imóveis lindeiros, após a realização de nova comunicação social com os proprietários.

No caso da Estação Vila Tolstói, os dois desvios de tráfego executados não interditaram o acesso de imóveis lindeiros e nem criaram ruas sem saída, visto que na região afetada pelos desvios, além do lote da estação, existe uma bifurcação de vias com uma praça.

Na estação Sapopemba, devido à necessidade de alteração da locação das estacas dos blocos de fundação por conta da rede de gás da Comgás, tanto estas estacas quanto os blocos de fundação acabaram por invadir a região da Avenida Sapopemba no sentido Bairro-Centro, sendo necessária a implantação de um desvio de tráfego para permitir a execução destas fundações, com o remanejamento de uma das duas pistas da avenida para o canteiro central.

Em São Mateus, devido à configuração diversa da estação em relação às demais, visto que possui 3 vias e duas lajes de Plataforma, o espaço disponível para a execução das fundações da estação não era o suficiente, tendo sido necessária a implantação de 2 desvios de tráfego diferentes, sendo o primeiro para a execução das fundações que interferiam com as pistas da Avenida Sapopemba no sentido bairro centro, com o remanejamento de uma faixa da avenida para o canteiro central, e o segundo de maneira inversa, devolvendo a faixa remanejada inicialmente e remanejando uma faixa do sentido centro-bairro.



Figuras 13 e 14 - Planta das duas etapas de desvio de tráfego em São Mateus (Fonte: Metrô-SP)

VCA – VALA A CÉU ABERTO

A execução de valas a céu aberto (VCA) é uma técnica construtiva consolidada no Metrô-SP, tendo sido empregada desde a execução da Linha 1 – Azul no trecho Jabaquara – Liberdade. Consiste na abertura de uma vala com contenções laterais ou taludes, onde são executados os trabalhos, e no final a vala é aterrada e as eventuais contenções desmontadas. Como vantagens desta técnica pode-se citar a facilidade de execução e o fato de ser um método construtivo já consolidado. Como desvantagem pode-se citar a forte interferência que ocorre com o entorno da obra devido à escavação.

O remanejamento da galeria do córrego da Móoca, executado nas estações São Lucas, Camilo Haddad e Vila Tolstói foi executado utilizando esta técnica, chegando a atingir uma profundidade de 5m. Foram utilizados para sua execução perfis metálicos cravados com estroncamento metálico e pranchões de madeira de espessura de 8 cm entre os perfis.

O método construtivo consistiu na cravação dos perfis metálicos, escavação até uma profundidade de 1,50m, instalação dos perfis de contraventamento e estroncamento e sequência da escavação com a instalação simultânea dos pranchões de madeira até a cota de fundo prevista em projeto.

Quando interceptados trechos de redes de águas pluviais que desaguavam para dentro da galeria antiga, quando possível os mesmos eram interligados provisoriamente com tubos de PVC com a galeria antiga, no caso de redes continuamente carregadas, ou se permitia o deságue das redes dentro da vala durante as chuvas, que seria drenado por meio de bombas após as intempéries.

O concreto estrutural da galeria foi especificado com Fck de projeto de 30 Mpa, com recobrimento da armação de aço CA-50 de 5 cm. A base das galerias foi executada com camada de aproximadamente 1 metro de rachão, após verificação das condições geológicas pelo ATO, sendo em seguida executado um concreto magro de fundo, para então serem executadas a laje de fundo da galeria e suas mísulas inferiores:



Foto 13 - Vala da galeria em Camilo Haddad

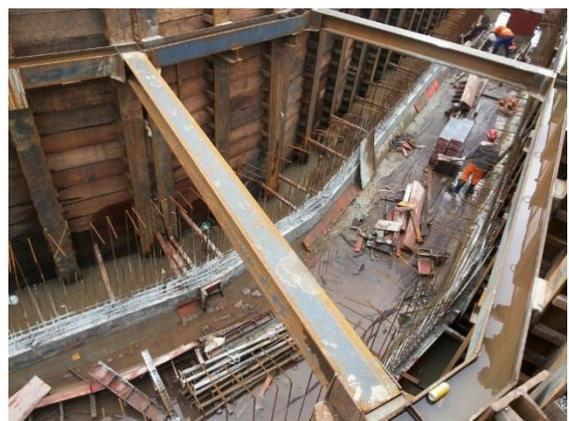


Foto 14 - Vala da galeria em São Lucas

Para a execução das paredes e laje superior da galeria, de modo a permitir um aumento de produtividade na execução dos trabalhos, o Consórcio construtor elaborou um conjunto de formas específico para serem utilizados na seção interna ao longo do corpo da galeria, sendo que para as paredes externas e os emboques foram empregados formas com painéis metálicos comuns. As formas específicas podem ser observadas nas fotos 15 e 16:



Fotos 15 e 16 - Vista do conjunto de formas para execução das galerias

Após a laje de fundo e mísulas inferiores da galeria concretadas, foram fixados dois trilhos longitudinais para o posicionamento do conjunto de formas, sendo posicionado inicialmente o conjunto de formas para as paredes, fixados e nivelados topograficamente e, após a concretagem e cura mínima, foram arrastados para frente para então vir o conjunto de formas do teto da galeria, que após fixado e nivelado topograficamente, só foram retirados após o rompimento de corpos de prova onde se constatasse a resistência mínima da laje que permitisse a instalação de escoramentos residuais.

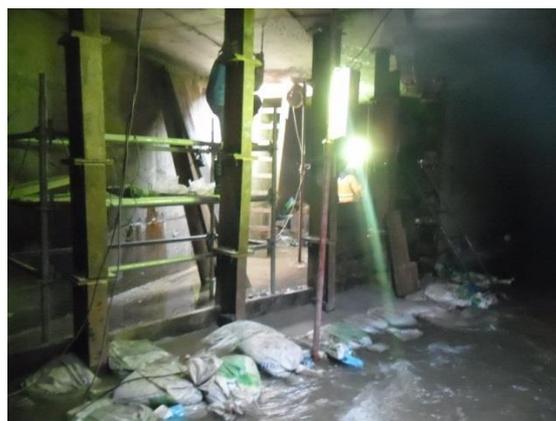
Devido às distâncias entre as estações, foi necessária a adaptação das formas para cada trecho a ser executado, visto que a seção interna da galeria se tornava menor quanto mais

se aproximava da montante do córrego, sendo as dimensões internas da galeria de 3,90 x 3,05 m em São Lucas, 3,40 x 3,05 m em Camilo Haddad e 2,75 x 2,35 m em Vila Tolstói.

Devido ao comprimento do corpo das galerias, foram previstas juntas de dilatação interligadas com o emprego de perfis tipo Waterstop com 200 mm de largura nas paredes e lajes. Os emboques das galerias foram executados com formas de painéis metálicos.

Foram executadas lajes de reforço superiores e vigas de concreto armado na ligação das galerias antigas com as novas. Nas juntas no encontro do concreto novo com o antigo, foi empregado um selante hidroexpansivo de modo a impedir o vazamento de água. Para a execução das lajes de reforço sobre as lajes antigas, foram executadas aberturas de 20 x 20 cm nas lajes para instalação de armadura de suspensão da carga da laje existente para a nova.

Quando da abertura da lateral da galeria existente para o emboque da nova, e a execução da parede interna de desvio dentro da galeria antiga foi empregado o uso de ensecadeiras de sacos de areia para desviar o curso das águas durante a execução dos trabalhos.



Fotos 17 e 18 - Vista das ensecadeiras executadas na galeria em São Lucas

Apesar dos emboques terem sido executados em período mais seco (entre Abril e Agosto de 2015), foram adotados dispositivos de alerta para condições inseguras em relação ao fluxo de água da galeria em serviço, tais como treinamentos em espaço confinado (NR33), rondas na região a montante do córrego da Móoca de modo a alertar a presença de chuvas que poderiam aumentar a vazão de água dentro da galeria, bem como acompanhamento da previsão do tempo para prever possíveis riscos às atividades.

A demolição da parede lateral da galeria antiga para o emboque da nova foi realizada com o emprego de equipamentos de corte com disco diamantado, executando os cortes em blocos de aproximadamente 1 x 1 m, que eram içados com o emprego de guindastes. O engaste da parede interna nova dentro da galeria antiga foi realizado por meio de arranques colados de aço CA-50 no concreto, que transpassaram com a armadura da parede interna nova.

Após a conclusão das concretagens dos emboques foi dado início à demolição do teto da galeria antiga. Para sua execução foram empregadas escavadeiras com rompedores hidráulicos, e o aterro foi realizado com bica corrida.



Fotos 19 e 20 - Demolição do teto da antiga galeria

Algumas redes de águas pluviais na estação São Lucas também foram remanejadas por meio do VCA, visto que se encontravam dentro do canteiro de obras. Neste caso, não foi necessário o escoramento da vala, sendo apenas executado um talude 1:1 durante a escavação, já garantindo a segurança durante os trabalhos.

Neste caso, as novas redes foram executadas com tubos de concreto assentados em berço de BGS, com caixas de passagem de alvenaria armada. O aterro foi executado com bica corrida.



Fotos 21 e 22 - Remanejamento de redes de águas pluviais por meio de VCA

Outras redes de águas pluviais foram remanejadas pelo mesmo método nas estações Jardim Planalto e Sapopemba, conforme projetos executivos.

TUNNEL LINER

Para o remanejamento de algumas redes de águas pluviais, devido à necessidade de cruzar as Avenidas Professor Luiz Ignácio de Anhaia Mello e Sapopemba e o impacto que a eventual interdição destas avenidas provocaria no tráfego de veículos na região, optou-se pela utilização do Tunnel Liner.

Sua execução consiste na escavação de poços de ataque com o emprego de arcos metálicos segmentados de aço corrugado para sua contenção, onde em sua base são escavados os túneis estruturados com o mesmo tipo de material até chegar ao local pretendido.

A escavação é manual, com avanços sucessivos de aproximadamente 50 cm, onde ao final de cada avanço é instalado mais um arco metálico que dará sustentação ao túnel. Ao final da escavação é injetado graute nas aberturas dos arcos metálicos para consolidar o túnel.



Fotos 23 e 24 - Vista dos anéis metálicos do Tunnel Liner

Sua utilização no remanejamento das redes de águas pluviais permitiu o aproveitamento dos túneis como a própria rede remanejada, tendo sido apenas executado um revestimento em concreto a meia altura para possibilitar o devido escoamento da água.



Fotos 25 e 26 - Vista do Tunnel Liner revestido para águas pluviais

Os poços de ataque foram aproveitados como poços de visita definitivos das redes de águas pluviais, conforme fotos 27 e 28:



Fotos 27 e 28 - Aproveitamento do Tunnel Liner como poço de visita de águas pluviais

Na estação São Lucas foi empregado o Tunnel Liner para remanejar redes de águas pluviais com diâmetro de 120 cm. Em Camilo Haddad o Tunnel Liner foi empregado para remanejamento de redes de águas pluviais com diâmetro de 50 cm.

BLINDAGEM

Nos remanejamentos onde o espaço era bastante limitado e a profundidade pequena (aproximadamente 3 m), foi empregada técnica de blindagem, que consiste na abertura de vala e colocação de um módulo metálico constituído de duas paredes metálicas ligadas entre si por estroncas, que garante a segurança dos funcionários contra o desmoronamento do solo adjacente.

Esta solução foi aplicada em locais onde os remanejamentos podiam ser executados sem interferência com as avenidas, mas o espaço para escavação era muito confinado.

Na estação São Lucas originalmente era previsto o remanejamento da rede coletora de esgoto da Sabesp de 600 mm de diâmetro de manilha cerâmica com o escoramento desta rede e emprego de tubulações de ferro fundido na face norte da vala de contenção do remanejamento da galeria, conforme figura 15:

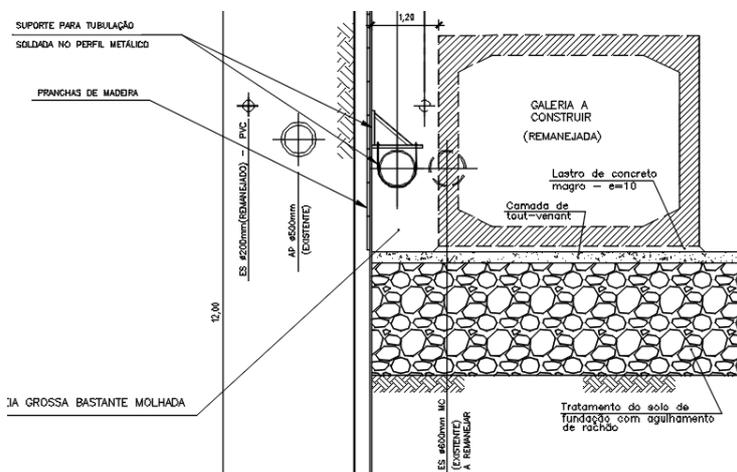


Figura 15 - Corte com o detalhe do escoramento da rede de esgoto (Fonte: Metrô-SP)

Para executar este remanejamento seria necessário dispor de tubulações de ferro fundido para esgoto, bem como executar as estruturas metálicas de suporte desta tubulação. Como haveria demora para a entrega deste material e o custo seria muito alto, foram realizadas

25

reuniões junto à Sabesp em busca de possíveis alternativas que melhor atendessem ao cronograma de execução da galeria e que tivessem o menor impacto possível na operação da rede de esgoto existente.

A solução mais viável foi executar a nova rede coletora de esgotos em tubos de concreto armado, sob e paralelamente ao remanejamento das tubulações de coleta de esgoto dos imóveis lindeiros à obra já previstos em projeto, em PVC e diâmetro de 200 mm. Para isso a opção empregada foi a utilização da blindagem, visto o espaço confinado para a execução dos serviços.

Desta forma, foi executada a nova rede paralela à existente em menor tempo, sendo a rede antiga de manilhas de cerâmica interceptada após a execução dos poços de visita, e assim pôde-se prosseguir a escavação da vala da galeria com a remoção da rede antiga. As fotos 29 e 30 ilustram a execução dos trabalhos de remanejamento da rede de esgotos com a utilização da blindagem:



Fotos 29 e 30 - Vista da aplicação da blindagem na estação São Lucas

Na estação Fazenda da Juta também foi adotada a blindagem para o remanejamento de interferências, mas neste caso foi realizado o remanejamento de redes de águas pluviais. Aqui também havia um espaço muito confinado para a execução dos serviços, o que não permitiria a execução valas com taludes 1:1, conforme fotos 31 e 32:



Fotos 31 e 32 - Vista da aplicação da blindagem na estação Fazenda da Juta

GESTÃO COM CONCESSIONÁRIAS

Determinados remanejamentos exigem a contratação direta das concessionárias detentoras das redes, visto a utilização de equipe especializada para executar as atividades, como é o caso das redes aéreas de alta tensão de energia elétrica, e cabos de telefonia e dados.

Nestes casos, com a contratação direta destas concessionárias para a execução do remanejamento, é realizada a gestão junto às empresas para a realização dos serviços.

Em todas as estações foi necessário o remanejamento ou aterro das redes de energia elétrica, sob responsabilidade da AES Eletropaulo, visto que interferiam no lançamento das

passarelas metálicas de ligação do Mezanino das Estações com os acessos, e há uma instrução de projeto (IP) do Metrô que prevê o enterramento das redes elétricas aéreas dentro dos limites dos lotes desapropriados para a execução das estações.

Desta forma, foram enviados croquis de localização dos postes a serem suprimidos para a AES Eletropaulo, para a elaboração do orçamento. Com o envio do orçamento, o mesmo era aprovado pelo Metrô e realizado o pagamento. O controle destes serviços era feito por acesso de cada estação por um número de nota específico. Para cada nota paga a AES Eletropaulo já previa um prazo de execução de até 210 dias. A figura 16 mostra um exemplo de croqui encaminhado do acesso sul da Estação Vila Tolstói, sendo possível ver a projeção da passarela metálica em linhas descontínuas vermelhas transversais à rede aérea:

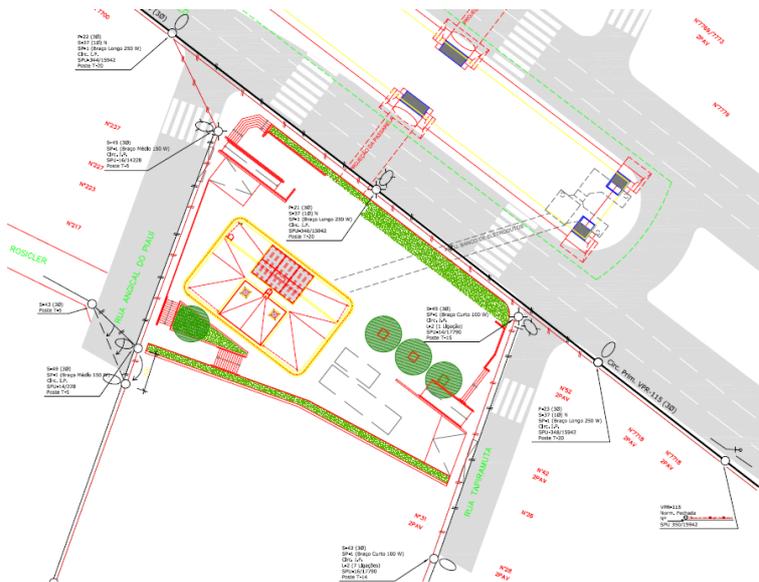


Figura 16 - Localização dos postes da AES Eletropaulo a serem remanejados na estação Vila Tolstói (Fonte: Metrô-SP)

Desta forma, as solicitações enviadas à Eletropaulo foram realizadas de forma a este prazo não interferir no cronograma de lançamento das passarelas metálicas das estações. A figura

17 ilustra um exemplo do controle criado para acompanhamento das solicitações, orçamentos, pagamentos e execução dos serviços:

METRÔ SITUAÇÃO DAS NOTAS PARA REMOÇÃO DOS POSTES E FIAÇÕES DA AES ELETROPAULO - LOTE 01 - 29/11/16			
SÃO LUCAS			
Local	Nota	Status	Última Atualização
Acesso Norte	325711090	CONCLUÍDO	Em 28/04/16 a Eletropaulo realizou a remoção dos postes e fiações deste acesso.
Acesso Sul	326810101	CONCLUÍDO	Em 28/04/16 a Eletropaulo realizou a remoção dos postes e fiações deste acesso.
CAMILO HADDAD			
Local	Nota	Status	Última Atualização
Acesso Norte	328889960	Aguardo da remoção das redes por parte da AES Eletropaulo (prazo de execução de 07/09/16 expirado)	Em 07/06/16 foi feito o pagamento do boleto. Em 31/10/16 foi enviado e-mail para o Alex da Eletropaulo questionando quando seria realizada a remoção dos postes e fiações deste acesso.
Acesso Sul	325624626	CONCLUÍDO	Em 22/01/16 a Eletropaulo realizou a remoção dos postes e fiações deste acesso.
VILA TOLSTÓI			
Local	Nota	Status	Última Atualização
Acesso Norte	326758994	CONCLUÍDO	Em 02/04/16 foi realizada a remoção dos postes e fiações da AES Eletropaulo.
Acesso Sul	328889846	Aguardo da remoção das redes por parte da AES Eletropaulo (previsão de início em 23/12/16 com previsão de término para 08/06/17 - 210 dias conforme orçamento)	Em 08/11/16 foi realizado o pagamento do boleto desta nota.
VILA UNIÃO			
Local	Nota	Status	Última Atualização
Acesso Norte	324899423	PENDENTE A RETIRADA DA FIAÇÃO DE CONCESSIONÁRIAS	Em Jan/16 a Eletropaulo realizou a remoção dos postes e fiações deste acesso. Está pendente a retirada dos cabos das concessionárias que se utilizam da infraestrutura da Eletropaulo
Acesso Sul	327959616	CONCLUÍDO	No primeiro semestre a Eletropaulo realizou a remoção dos postes e fiações deste acesso.

Figura 17 - Exemplo de controle de gestão com concessionária

Devido a diversos imprevistos, tais como a crise econômica que afetou as empresas, houve dificuldade no pagamento de algumas notas devido ao restrito fluxo de caixa da companhia, também foram observados atrasos da AES Eletropaulo na execução dos serviços, bem como problemas com fiações de concessionárias que “penduram” seus cabos nos postes da AES Eletropaulo sem autorização, criando-se uma dificuldade para a remoção destas redes. Diante destas dificuldades, foram realizadas diversas reuniões com a AES Eletropaulo e foram elencadas prioridades de acordo com os cronogramas de execução dos serviços.



Fotos 33 e 34 - Remanejamento de redes aéreas na Estação São Mateus

Na estação São Lucas, para a execução do emboque da galeria à montante, o projeto previu a execução de uma laje de reforço na região do emboque, que acarretou em uma interferência com os cabos de telefonia e dados da empresa VIVO que seguiam transversalmente à galeria, conforme figura 18:

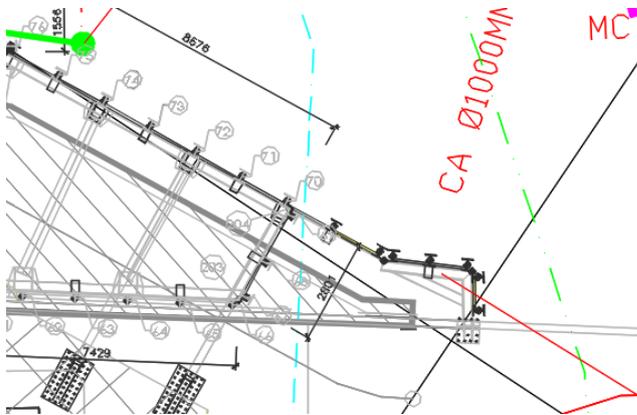
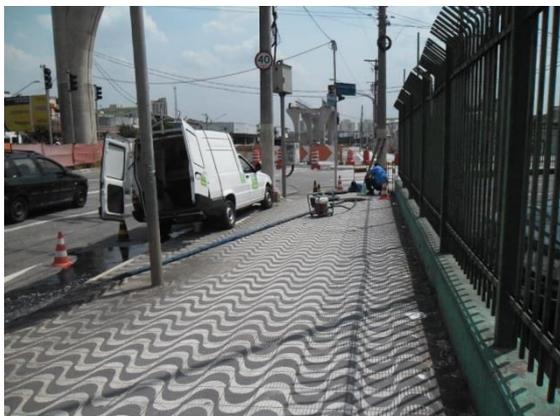


Figura 18 - Interferência da rede da VIVO (em azul) com a galeria (Fonte: Metrô-SP)

Neste caso, o detalhe do projeto executivo foi encaminhado à concessionária, que emitiu um croqui de remanejamento e o orçamento, que foi pago pelo Metrô. Foi realizada uma cobrança constante em cima da concessionária para a execução dos serviços, e a atividade

foi realizada a tempo de atender o cronograma de execução das obras do emboque da galeria, conforme fotos 35 e 36:



Fotos 35 e 36 - Execução do remanejamento de cabos da VIVO e detalhe da rede original

O remanejamento dos cabos de telefonia e dados foi realizado por meio de MND transversal à Avenida Professor Luiz Ignácio de Anhaia Mello, sem interferência com o tráfego ou a execução das obras da estação.

Situação semelhante ocorreu na estação Vila União, onde a rede de telefonia da VIVO seria interceptada pelas fundações dos blocos 1 e 5 do corpo da estação e foi remanejada pela concessionária por meio do MND antes dos trabalhos na estação.

OPORTUNIDADE NA GESTÃO DE INTERFERÊNCIAS

No início dos trabalhos de remanejamento da galeria do córrego da Móoca na Estação Camilo Haddad, durante a cravação dos perfis metálicos para o escoramento provisório do VCA, foi encontrada uma laje de concreto armado com vigas e pilares, com um grande vazio sob a mesma.

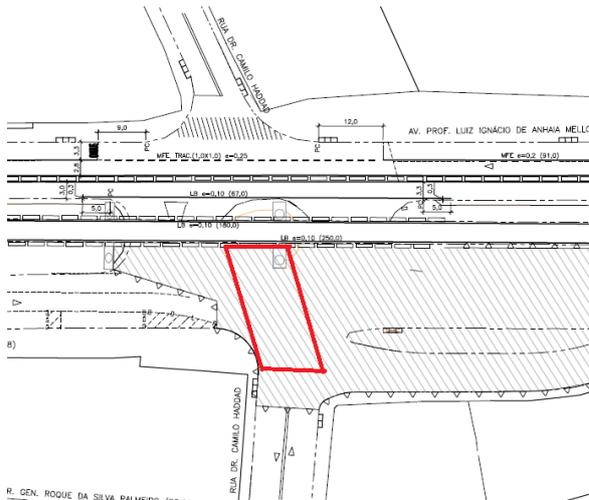


Figura 19 - Locação em planta da região onde foi encontrada a ponte (Fonte: Metrô-SP)

Após a paralisação da cravação dos perfis, foi realizada uma abertura na laje para avaliação da nova interferência encontrada, onde se constatou que se tratava de uma antiga ponte desativada não cadastrada que cruzava o córrego da Móoca, e que não chegou a ser demolida quando da construção da Avenida Professor Luiz Ignácio de Anhaia Mello, tendo sido a mesma apenas aterrada, conforme fotos 37 e 38:



Fotos 37 e 38 - Vista da ponte descoberta na estação Camilo Haddad

Na época, para o remanejamento desta galeria foram previstos 3 desvios de tráfego, sendo o primeiro prevendo a execução de um trecho do corpo da galeria, o segundo a complementação do corpo, e o terceiro os emboques a jusante e montante. Esta quantidade de desvios foi uma necessidade da CET, de modo a ter a melhor operação da avenida sem maiores impactos com os imóveis lindeiros. Desta forma, esta nova interferência logo foi tratada como um risco que poderia impactar significativamente o prazo previsto para a execução do remanejamento da galeria e envolveria maiores custos de execução, visto que seria necessária a demolição da antiga ponte para permitir a continuidade dos trabalhos.

Contudo, após terem sido realizados estudos para a demolição da ponte, constatou-se a necessidade de ampliar o desvio de tráfego na avenida que fatalmente interditaria a entrada da Avenida Doutor Camilo Haddad, e criaria uma rua sem saída em trecho da Anhaia Mello com imóveis lindeiros, contudo esta solução permitiu eliminar uma etapa de desvio de tráfego, visto que permitia executar todo o corpo da galeria de uma única vez.

Esta situação acabou por criar uma oportunidade dentro da matriz de riscos do empreendimento, visto que com a eliminação de um desvio de tráfego foi reduzido o tempo de execução total de remanejamento da galeria, e também a redução de custos de implantação deste desvio, ficando a demolição da antiga ponte quase concomitante à execução do corpo da nova galeria.

Deste modo, o desvio de tráfego foi implantado e tão logo o mesmo foi liberado à circulação de veículos, foi iniciada a demolição das estruturas de concreto armado da ponte, e assim possibilitada a conclusão das estruturas de concreto da nova galeria.



Fotos 39 e 40 - Demolição da ponte em Camilo Haddad

ANÁLISE DOS RESULTADOS

1. Convivência e monitoramento de interferências

a. Estação Jardim Planalto

O monitoramento da adutora de água da Sabesp com o uso de tassômetros, realizado durante a execução das fundações e estruturas de concreto do Acesso Norte não acusou desvios significativos. Com a conclusão das estruturas de concreto o monitoramento foi encerrado.

b. Estação Sapopemba

Devido a uma variedade de redes complexas que não permitiam seu remanejamento sejam pelo custo ou pela dificuldade técnica empreendida com reflexos no prazo do empreendimento, houve a necessidade de adaptações nos projetos estruturais das fundações do corpo da estação.

Os blocos BL1 a BL3 foram impactados pela rede da Comgás, onde após verificação da locação da mesma, suas estacas foram desviadas da rede e os blocos adaptados, de

forma a não invadir a faixa de segurança de escavação. O bloco BL4 foi o mais afetado, visto que foi cercado pelas redes da Comgás, Transpetro e Sabesp, tendo que ficar com uma locação excêntrica em relação ao seu pilar, sendo necessária a inclusão de 2 vigas de travamento com o bloco 3 para permitir sua execução.

Mesmo com todas estas alterações na geometria e locação das fundações, constatou-se que a solução aplicada foi eficaz, visto as dificuldades que existiriam para eventualmente remanejar as redes cadastradas.

c. Estação São Mateus

Com a interferência paralela ao eixo da estação da adutora da Sabesp, foi necessária a adaptação da contenção das valas dos blocos de fundação da estação de modo a escorar esta rede com o maior cuidado possível. Apesar do aumento do prazo e dos custos para executar este escoramento, estes são desprezíveis em relação ao prazo e custos que seriam somados caso fosse realizado o remanejamento desta rede.

2. Remanejamento de interferências

a. Desvios de Tráfego

Nas estações São Lucas, Camilo Haddad e Vila Tolstói os desvios de tráfego foram necessários para o remanejamento da galeria. Em alguns casos, como em relação à ponte descoberta em Camilo Haddad, os projetos foram modificados para atender à nova situação encontrada, e ocorreram impactos no acesso dos lindeiros devido às interdições para os remanejamentos.

Nas estações Sapopemba e São Mateus os impactos dos desvios de tráfego foram menores, visto a possibilidade de remanejamento de apenas uma faixa por sentido da Avenida Sapopemba, desta forma não interditando os acessos aos imóveis. Sua necessidade se deveu à falta de espaço no canteiro central da avenida para execução das fundações do corpo das estações.

b. VCA (Vala a Céu Aberto)

A aplicação de vala a céu aberto com escoramento por meio de perfis metálicos e pranchões de madeira realizada principalmente nos remanejamentos das galerias das Estações São Lucas, Camilo Haddad e Vila Tolstói, apesar dos reflexos na região pela abertura das valas, ocorreu sem maiores transtornos.

Foram observados alguns recalques pontuais e fissuramento do pavimento no entorno das valas, devido aos pequenos vazios que a escavação deixa durante as atividades, que foram prontamente preenchidos com calda de cimento.

Em relação às valas abertas para o remanejamento das tubulações de águas pluviais com o emprego de taludes escavados, a técnica se mostrou eficaz, visto a facilidade de execução e o baixo custo envolvido.

c. Blindagem

Visto a dificuldade de remanejamento das redes de esgoto na Estação São Lucas e de águas pluviais na Estação Fazenda da Juta pelo espaço bastante confinado onde seriam realizados os trabalhos, a técnica de blindagem se mostrou versátil, sendo os serviços executados com boa velocidade e segurança necessários.

Devido à falta de prática na execução desta técnica, foram observados recalques pontuais nas imediações do remanejamento em São Lucas, em parte devido à demora no aterro junto às faces externas da blindagem para impedir o desmoronamento do solo adjacente, e também devido ao solo pouco coeso da região, que se encontra em fundo de vale.

d. Gestão com Concessionárias

Mesmo com o acionamento das concessionárias e pagamento dos serviços conforme prazo estipulado para sua execução sem que acarretasse em prejuízos aos cronogramas das estações, foi necessário um diligenciamento junto às mesmas para a efetiva conclusão dos serviços, visto que alguns atrasos apurados na realização dos trabalhos.

Esta situação se mostrou mais crítica na execução dos acessos norte de Jardim Planalto e sul de Vila Tolstói, sendo que no primeiro, dada a proximidade das estruturas do acesso em relação à rede de alta tensão, os trabalhos tiveram que ser paralisados até a remoção desta rede. Em relação à Vila Tolstói, o atraso da concessionária acabou atrasando data de lançamento da passarela metálica, impactando os serviços posteriores.

Mesmo com a remoção das redes elétricas, em diversos casos as redes de concessionárias de telefonia, dados e redes clandestinas acabavam ficando penduradas devido à demora das responsáveis em realizar os trabalhos.

3. Oportunidade na Gestão com a Ponte em Camilo Haddad

Em uma gestão de riscos de empreendimento, a princípio interferências não previstas são tratadas como riscos, visto os impactos em termos de prazo e custo para a resolução.

Isto foi o que ocorreu quando da descoberta da ponte que interferia na execução do remanejamento da galeria na Estação Camilo Haddad, contudo, devido à urgente necessidade de demolição desta interferência e os riscos de ruína deste elemento, houve a supressão de uma etapa de desvio de tráfego previsto, o que acarretou em uma economia de prazo e custo no remanejamento da galeria.

CONCLUSÕES

O impacto das interferências nas estações do monotrilho da Linha 15 - Prata foi relevante, visto que apesar da aparente maior facilidade de execução das estações elevadas, suas fundações acabam por interceptar uma diversidade de redes subterrâneas existentes. O lançamento de estruturas metálicas, como no caso das passarelas, interceptaram redes aéreas de energia elétrica que demandaram a remoção das redes.

A possibilidade de convivência e o monitoramento de algumas interferências constituiu um desafio de projeto e execução, visto os riscos que eventuais danos às redes existentes acarretariam, como vazamentos de gás ou vazamento de uma adutora de água que abastece milhares de residências. Desta maneira, verificou-se que a mudança na geometria das fundações do corpo de uma estação pode ser a alternativa mais viável a fim de garantir as metas do empreendimento.

Quando necessária a execução do remanejamento da interferência, pôde-se contar com uma série de diferentes técnicas executivas que se adaptaram às condições de campo, permitindo economias de prazo e muitas vezes de custo, especialmente quando se analisa o

custo indireto que se pode ter com a interdição de eixos viários por longos períodos de tempo.

Algumas dificuldades observadas quando da execução dos remanejamentos pelas próprias concessionárias no que tange aos prazos puderam ser superadas com o diligenciamento nas concessionárias por meio de reuniões periódicas e cobranças frequentes. Mesmo assim atrasos foram registrados, que deverão influenciar nas próximas gestões de riscos em obras futuras onde existam estas interferências.

A gestão de riscos foi uma ferramenta eficaz no planejamento dos problemas que poderiam surgir na gestão das interferências, bem como permitiu um acompanhamento constante do ciclo de vida do risco de interferência apontado.

Apesar de lembradas a todo o momento como eventuais problemas na execução dos empreendimentos, observou-se como lição aprendida que uma interferência não mapeada pode vir a se tornar uma oportunidade na matriz de riscos.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Corsini, R. (2013). Blindagem de Valas. Acesso em 08 de 06 de 2018, disponível em:

<http://infraestruturaurbana17.pini.com.br/solucoes-tecnicas/34/1-blindagem-de-valas-302624-1.aspx>

METRÔ – COMPANHIA DO METROPOLITANO DE SÃO PAULO. Documento interno DE-15.23.03.00/6D1-001 Cadastro Unificado das Concessionárias, 2014.

_____ Documento interno DE-15.23.03.00/6D2-001 Planta Geral Final das Interferências Executadas, 2015.

_____ Documento interno DE-15.23.03.00/6D2-003 Cortes C-C e D-D – Poço de Visita de Águas Pluviais – Alvenaria Armada – Forma e Armação, 2015.

_____ Documento interno DE-15.23.11.03/6I7-001 Acesso Nordeste (NE) – Contenção da Escavação – Locação e Detalhes da Instrumentação, 2017.

_____ Documento interno DE-15.23.13.01/6J2-101 Corpo da Estação – Implantação e Formas, 2015.

_____ Documento interno DE-15.23.13.01/6H1-305 Corpo da Estação – Vala para Bloco BL.4 – Escoramento Provisório, 2015.

_____ Documento interno DE-15.23.17.00/6F6-008 Projeto Sinalização Horizontal, Vertical de Reg/Adv. E Semafórico – Av. Sapopemba entre Av. Claudio Augusto Fernandes e Pça. Felisberto Fernandes da Silva, 2015.

_____ Documento interno DE-15.23.17.00/6F6-010 Projeto de Locação de Tapume, Vertical de Obra, Segurança e Horizontal – Av. Sapopemba entre Av. Claudio Augusto Fernandes e Pça. Felisberto Fernandes da Silva, 2015.

_____ Documento interno IP-9.00.00.00/3N3-001 Instrução de Projeto Básico de Reurbanização - Paisagismo, 2013.

Nakamura, J. (2012). Execução de tunnel liner. Acesso em 08 de 06 de 2018, disponível em:

<http://infraestruturaurbana17.pini.com.br/solucoes-tecnicas/18/execucao-de-tunnel-liner-sistema-nao-destrutivo-composto-por-265044-1.aspx>