

ESCAVAÇÃO DE TÚNEL URBANO DE DRENAGEM EM SÃO BERNARDO DO CAMPO – SP

D.F.M. Melo

Geocompany Tecnologia, Engenharia e Meio Ambiente Ltda, Barueri - SP - Brasil

T.H.L. Jesus

Geocompany Tecnologia, Engenharia e Meio Ambiente Ltda, Barueri – SP – Brasil

H.G. Jarrouge Neto

Geocompany Tecnologia, Engenharia e Meio Ambiente Ltda, Barueri – SP – Brasil

I.G.Bastos

Geocompany Tecnologia, Engenharia e Meio Ambiente Ltda, Barueri - SP - Brasil

R. Kochen

Geocompany Tecnologia, Engenharia e Meio Ambiente Ltda, Barueri - SP - Brasil

Resumo: O objetivo deste trabalho é apresentar os principais tópicos do projeto e execução do túnel principal de drenagem pertencente ao Projeto Drenar, junto à Rua Jurubatuba, no município de São Bernardo do Campo. O túnel hidráulico tem como função realizar um caminho alternativo para a drenagem de águas pluviais na região do Ribeirão dos Meninos através de uma ligação paralela à galeria previamente existente, e servindo de deságue ao piscinão construído Praça Samuel Sabatini, em frente ao Paço Municipal.

Foram observadas duas características determinantes no projeto e execução do túnel, a existência de diversos prédios antigos no centro da cidade, alinhados com a via principal, e a existência de um solo de característica arenosa, que limitou a distância do avanço e limitou os tratamentos eficientes.

Para os poços foram utilizadas colunas de jet grouting que não se mostraram completamente eficientes, sendo observada durante a escavação, o distanciamento das colunas com o aumento da profundidade, sendo observado fluxo de água e carreamento de solo arenoso para o interior da escavação.

Para a escavação do túnel foram utilizados, como tratamento de teto, enfilagens tubulares e colunas de CPPH e, para a frente de escavação, enfilagens de bulbo contínuo. Foi realizado rebaixamento pontual do nível de água através de DHP's a vácuo e sistemáticos.

Foi realizada ampla campanha de instrumentação, para avaliar os efeitos da escavação e do rebaixamento nos imóveis da área de influência, que permitiram um acompanhamento pari passu de deslocamentos durante a escavação.

A execução do túnel foi realizada em 4 frentes de escavação. A configuração da obra se deu com 2 poços, sendo que um deles permitiu a abertura de duas frentes de escavação do túnel.

O artigo apresenta as dificuldades encontradas durante a escavação e as alterações realizadas que possibilitaram a execução da obra com sucesso.

1 INTRODUÇÃO

O Projeto Drenar tem como objetivo eliminar ou diminuir as inundações recorrentes, as quais são geradas por chuvas intensas de curta duração na bacia superior do Ribeirão dos Meninos, na região central de São Bernardo do Campo (SP), as quais passaram a ter uma periodicidade praticamente anual nas últimas décadas. Uma mudança gradual do comportamento hidrológico da bacia vem sendo



observada, principalmente no que se refere à redução dos tempos de concentração e aumento da área impermeabilizada do solo.

O curso d'água do Ribeirão dos Meninos, que segue canalizado ao longo da Avenida Brigadeiro Faria Lima - importante sistema viário do município - recebe, entre a via Anchieta e o Paço Municipal, as águas dos córregos Rotary, Casagrande, das Palmeiras, Santa Terezinha, Saracantan e Água Mineral, além de galerias de drenagem.

Para sanar o problema, o projeto contempla o reforço hidráulico no trecho do Ribeirão dos Meninos, entre a Avenida Prestes Maia e o exutório da bacia, na confluência com o córrego Taióca, composto por um Túnel hidráulico de aproximadamente 1.000 m e reservatório com capacidade três vezes superior à do piscinão do Pacaembu. Tal reforço prevê a criação de um Túnel by-pass paralelo à galeria existente e com capacidade para receber todo o volume de água que hoje sobrecarrega o canal. Assim, a estrutura já instalada hoje, com déficit de capacidade, ficará livre para absorver apenas o fluxo de água excedente em caso de superação dos níveis atuais de cheia.

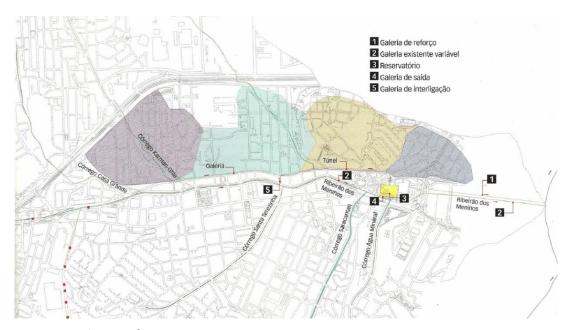


Figura 1: Mapa da região.

Este Túnel sob a Rua Jurubatuba teve por finalidade coletar as águas pluviais advindas parcialmente da galeria da Avenida Brigadeiro Faria Lima e das bacias contribuintes da margem esquerda, incluindo o Córrego dos Lima e galerias de drenagem. A escolha de um Túnel do tipo by-pass se justifica pelo fato da região ser uma área densamente ocupada, impedindo a ocupação da superfície, com muitas redes e interferências. Outra vantagem é que não ocorre interferência no tráfego local.

Para a execução do Túnel Principal, será necessária a construção de outras três estruturas enterradas denominadas Poço 01, Poço 02 e Túnel de Serviço. A Figura a seguir apresenta um esquema da obra.



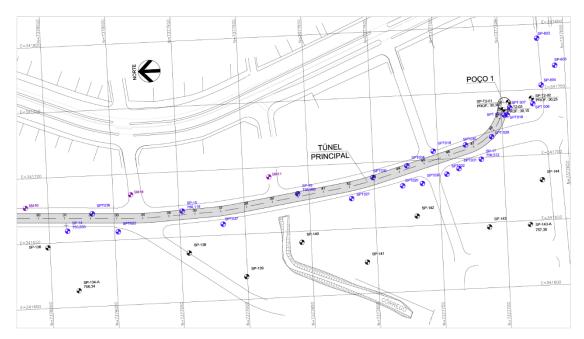


Figura 2: Planta geral de localização do túnel – parte 1. (Fonte: Projeto Executivo GeoCompany)

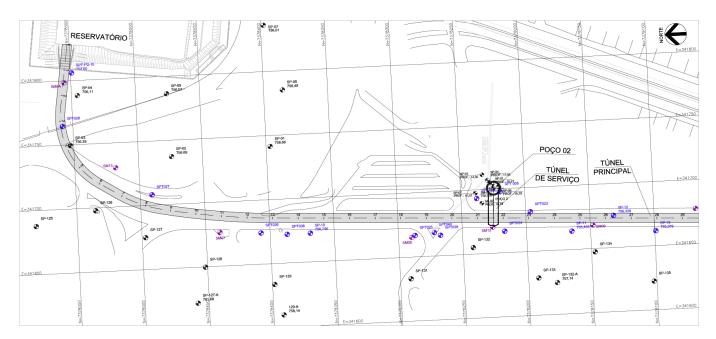


Figura 3: Planta geral de localização do túnel – parte 2. (Fonte: Projeto Executivo GeoCompany)

2 POÇOS

Os poços 1 e 2 foram executados com diâmetro de 9,60m, para permitir o emboque da seção do túnel. A profundidade foi de, aproximadamente, 20m para os poços. A escavação em NATM foi realizada de forma parcializada em 5 setores de forma a manter a integridade do maciço ao longo da escavação e do avanço da profundidade do poço.

A escavação foi realizada sem o rebaixamento do lençol freático, sendo utilizadas colunas secantes de jet grouting para manter a estanqueidade da parede do poço. Durante a escavação as colunas não se



mostraram completamente eficientes, ocorrendo entrada de água, principalmente quando a escavação atravessava materiais arenosos. As colunas foram executadas com diâmetro de 60cm e espaçamento de 40cm, no entanto, no solo arenoso da região, com elevado nível de águia, em muitos pontos, pode-se observar a ausência da sobreposição e até a ausência da coluna de JG.



Figura 4: Mapa da região. (Fonte: ATO GeoCompany)

O poço 1 foi construído na esquina da Alameda Glória com a Rua Jurubatuba. Este poço, após o término da fase construtiva, será utilizado para receber efluentes excedentes de galerias da Av. Brigadeiro Faria Lima de forma a ser transportado pelo Túnel de drenagem até o reservatório junto ao Paço Municipal. O poço 2 foi construído entre as Ruas José Pelosini e Domingos João Ballotin.

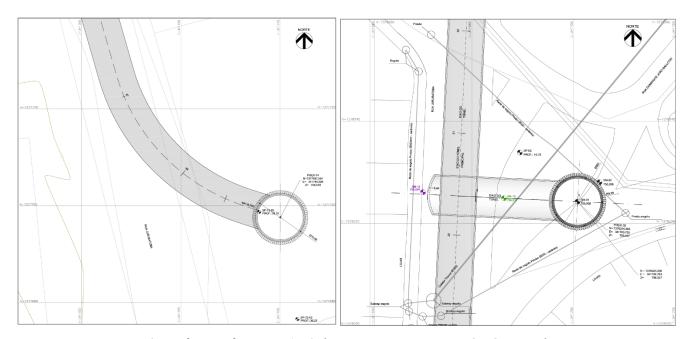


Figura 5: Localização dos poços 1 e 2. (Fonte: Projeto Executivo GeoCompany)

Após o término das escavações, os Poços 01 e 02 foram tamponados com lajes de cobertura que funcionam como ponte sob os poços.





Figura 6: Poço 1 (a) detalhe das infiltrações na face do concreto projetado e (b) atividade de escavação e limpeza do solo escavado. (Fonte: ATO GeoCompany)



Figura 7: Detalhe do poço 1 (a) instalação da tela metálica da armação sendo possível observar a descontinuidade das colunas de JG e (b) escavação em solo siltoso coesivo. (Fonte: ATO GeoCompany)



Figura 8: Detalhe do poço 2 (a) início do esgotamento de água e (b) escavação com picão em trecho de solo saprolítico. (Fonte: ATO GeoCompany)



3 TÚNEL PRINCIPAL E DE SERVIÇO

O Túnel Principal foi escavado preponderantemente em solo de alteração de rochas do embasamento cristalino, sendo encontrados alguns trechos de escavação com rocha no arco invertido, já previsto na etapa de projeto, graças à extensa campanha de sondagens junto ao alinhamento do Túnel. As figuras a seguir apresentam o perfil geológico.

Em menores profundidades foram encontradas camadas de aterro, seguidas por camadas alternadas de argila e areia fina a média. A predominância na escavação do túnel é de silte areno argiloso e silte argilo arenoso.

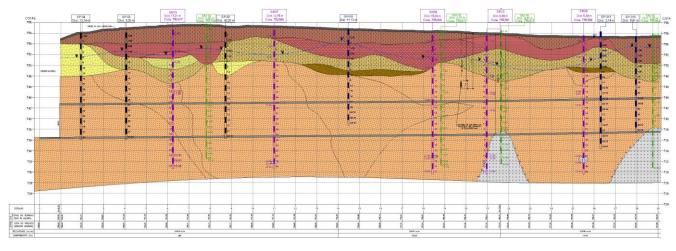


Figura 9: Perfil geológico do túnel - parte 1. (Fonte: Projeto Executivo GeoCompany)

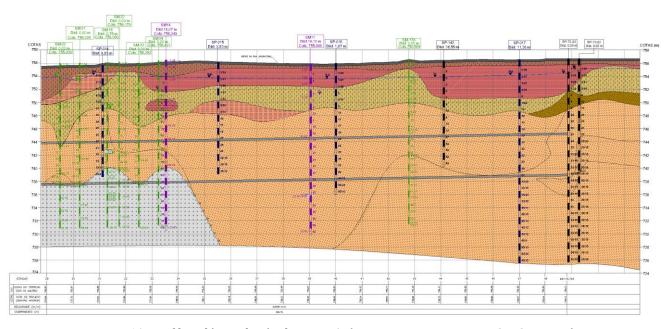


Figura 10: Perfil geológico do túnel – parte 2. (Fonte: Projeto Executivo GeoCompany)

A escavação do túnel se deu em 3 frentes de escavação a partir de dois poços de serviço de grande diâmetro, denominados Poços 01 e 02. No poço 02 partirão duas frente de serviço, uma em direção ao reservatório no Paço Municipal e outra em direção ao Poço 01, o qual tinha outra frente que foi de encontro à frente que partiu do Poço 02.



A área da seção de escavação era de 34,80 m² e a extensão total foi de, aproximadamente, 980 m. A escavação se deu apenas com drenagem pontual, a profundidade em relação à superfície foi da ordem de 18,00 m até sua geratriz inferior.

O método de escavação utilizado é o NATM, sendo parcializado em 3 etapas, a primeira etapa foi a escavação da calota, seguida por escavação do arco invertido provisório e do arco invertido definitivo.

Foram adotados dois diferentes tratamentos de teto sendo definido de acordo com o subsolo local. Quanto o subsolo era composto por areia o tratamento sistemático para a escavação do Túnel era de colunas CCPH Ø60 cm e quando o subsolo da calota era de argila o tratamento foi de enfilagens injetadas tubulares com Ø10cm com tubo SCH-40 Ø2 ½".

Para a frente de escavação foi utilizado um tratamento eventual com enfilagem de bulbo contínuo (PVC). Para a escavação foi utilizado um rebaixamento pontual do lençol freático com a utilização de DHP's a gravidade e a vácuo.

O revestimento primário do Túnel é de concreto projetado armado com cambota treliçada na calota e telas soldada no arco invertido. O revestimento secundário foi composto por concreto projetado armado com tela soldada. As figuras a seguir apresentam algumas das etapas de construção do túnel principal.

O túnel de serviço foi escavado em condições parecidas com o principal, a extensão foi de 24,44m a partir do Poço 2, com parcialização.



Figura 11: Fotos da frente de escavação que foi executada mantendo o núcleo central. (Fonte: ATO GeoCompany)



Figura 12: (a) Execução de tratamento em colunas de CCPH e (b) execução de tratamento através de enfilagens. (Fonte: ATO GeoCompany)





Figura 13: Vista da frente de escavação sendo possível visualizar em (a) as colunas de CCPH e em (b) as enfilagens. (Fonte: ATO GeoCompany)



Figura 14: Vista de escavação de arco invertido em rocha em (a) durante carregamento para desmonte de rocha e (b) maciço rochoso detonado. (Fonte: ATO GeoCompany)



Figura 15: (a) instalação da armação para concretagem ao arco invertido definitivo e (b) trecho do túnel com AID já concluído. (Fonte: ATO GeoCompany)



4 CONCLUSÃO

Este artigo apresentou as principais características do projeto e execução de túnel de drenagem executado sob a avenida Jurubatuba em São Bernardo do Campo, como parte integrante do Programa Drenar. O objetivo do programa é eliminar as enchentes através da intervenção em diversos pontos da cidade.

O túnel e poço foram escavados sem rebaixamento do nível de água e, em alguns trechos em solos arenosos, exigindo a utilização de mecanismos pontuais para o alívio das pressões hidrostáticas, como a utilização de DHPs na frente de escavação e de drenos tipo barbacã em alguns pontos do revestimento dos poços.

O acompanhamento técnico foi fundamental na obra fornecendo agilidade nas tomadas de decisão face a imprevistos e verificação da prática correta de execução.

REFERENCIAS

[1] ATO e PROJETO EXECUTIVO, GeoCompany Tecnologia, Engenharia e Meio Ambiente, 2015 – 2018.