

**CONDICÕES GEOLÓGICO-GEOTÉCNICAS E AS INTERVENÇÕES  
APLICADAS NAS ESCAVAÇÕES COM O TBM NAS OBRAS DO  
METRÔ NO BAIRRO DE IPANEMA, NA CIDADE DO RIO DE  
JANEIRO**

Newton dos Santos Carvalho<sup>1</sup>

**Resumo**

As escavações do túnel de via do metrô – linha 4, no bairro de Ipanema, na Cidade do Rio de Janeiro, foram desenvolvidas através de equipamento TBM, especialmente, encomendado para perfurar os tipos de solo e rocha encontrados ao longo do traçado projetado. Estudos desenvolvidos pelo autor mostram que as condições geológicas-geotécnicas do subsolo poderiam ter sido interpretadas com mais apuro, no intuito de auferir ao terreno em subsuperfície intervenções que minimizassem os transtornos e acidentes que ocorreram em superfície, causados pelo uso do TBM ao longo da rua Barão da Torre, em Ipanema.

**Abstract**

The excavations of subway's tunnels (line 4) in the Ipanema Station, in Rio de Janeiro, are being developed by TBM equipment, that is the machine responsible to drill the lands and rocks found along the project way. However, the author's studies show that the geologic geotechnical conditions could have been better interpreted in order to reduce accidents and disorders caused by the use of TBM equipment in the Barão da Torre Street, in Ipanema.

**Palavras-Chave**

- TBM metrô Ipanema; escavações e intervenções; condições geológico-geotécnicas.

---

<sup>1</sup> Geól. MSc, GUIDICINI & ASSOCIADOS: Rio de Janeiro – RJ, (21) 99644 9589, ncavalho50@gmail.com

## 1. INTRODUÇÃO

As escavações do túnel de via do metrô – linha 4, no bairro de Ipanema, estão sendo executadas através de equipamento Tunnel Bohring Machine (TBM), especialmente encomendado para perfurar os tipos de solo e rocha encontrados ao longo do traçado projetado.

Todo o equipamento TBM foi montado dentro de uma caverna rochosa, construída para abrigar uma futura estação de metrô da linha 4, denominada General Ozório II; a partir daí foram iniciadas as escavações do túnel, ao final do ano de 2103.

Aos cerca de cinco meses depois, em 21 de abril de 2014, foi noticiado no jornal OGLOBO (2014) que surgiram rachaduras em alguns prédios situados na rua Barão da Torre, em Ipanema; moradores vizinhos da obra afirmavam que o TBM (Tatuzão) estaria causando trepidações e fissuras nos prédios, próximos ao número 98 da citada rua.

Mesmo assim, os trabalhos de escavação com o TBM continuaram e, em 12 de maio de 2014, o jornal OGLOBO (2014) informou que as obras foram suspensas após o afundamento de calçadas e fissuras nos prédios situados entre os números 130 e 150 da rua Barão da Torre.

Somente ao final desse ano de 2014 o TBM voltou a operar, depois de várias intervenções em superfície e em profundidade; logo em seguida no dia 13 de janeiro de 2015 (OGLOBO, 2015), porém, novo acidente ocorreu atribuído, agora, a um “vazamento de polímero na superfície da rua Barão da Torre”, de acordo com informações do Consórcio Construtor da linha 4 – Sul.

Estudos desenvolvidos pelo autor mostram que as condições geológicas geotécnicas subterrâneas poderiam ter sido interpretadas e utilizadas com mais apuro, no intuito de auferir ao terreno em profundidade intervenções que minimizassem os transtornos e acidentes que ocorreram em superfície, causados pelo uso do TBM ao longo da rua Barão da Torre, em Ipanema.

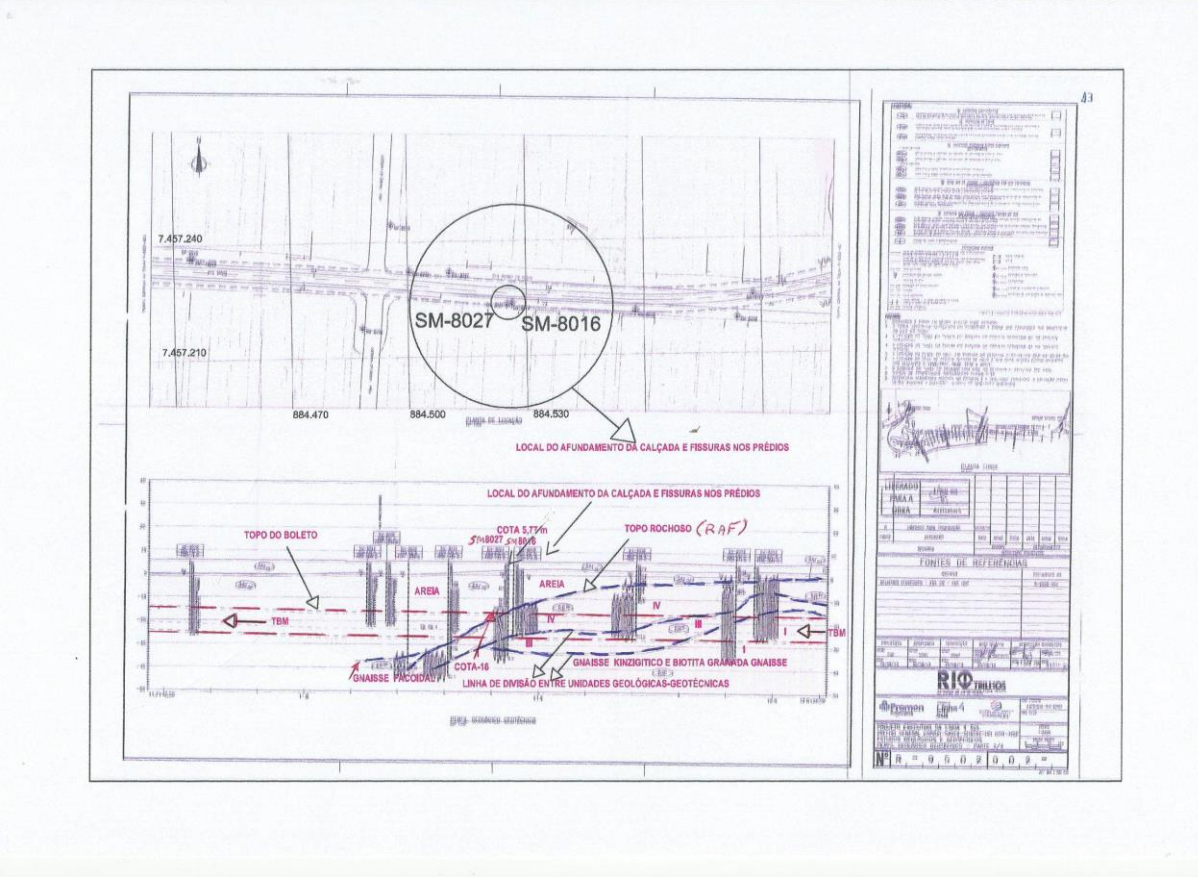
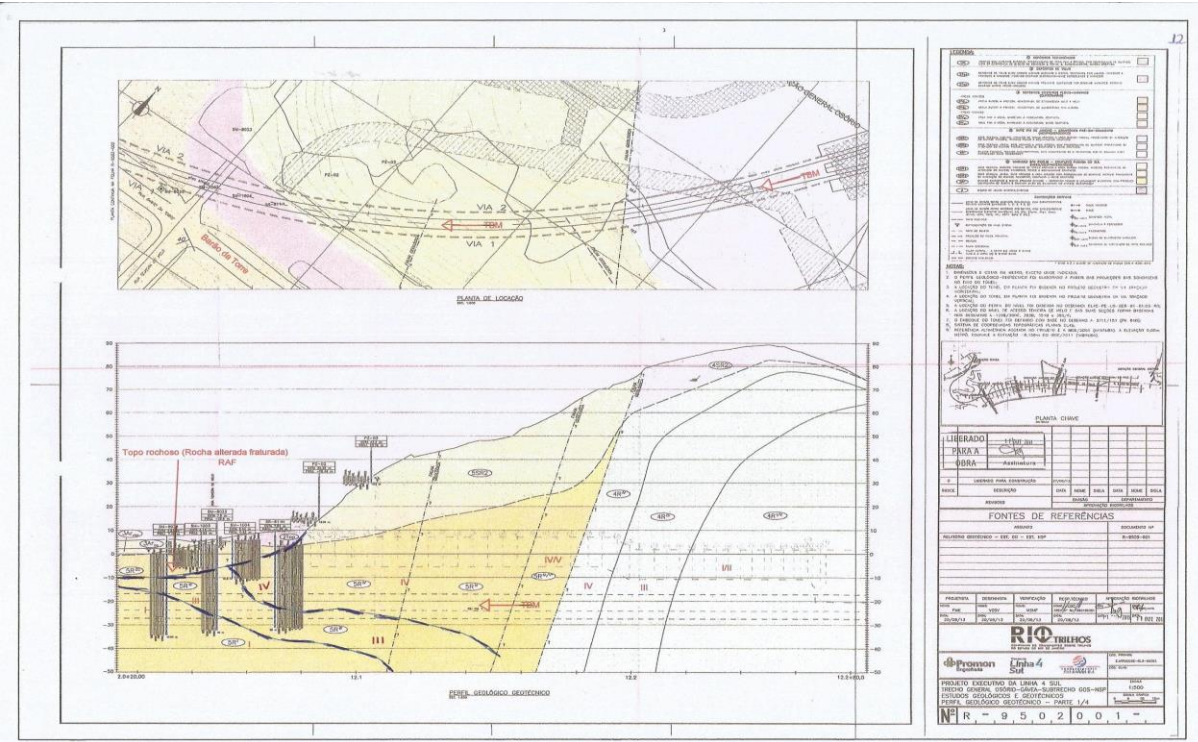
## 2. CONDIÇÕES GEOLÓGICAS GEOTÉCNICAS DA ÁREA ESTUDADA

A partir da caverna rochosa da estação General Ozório II os primeiros 100 metros, aproximadamente, foram escavados com o TBM em rocha gnáissica, caracterizada como gnaiss kinzigítico e biotita granada gnaiss, com estrutura foliada e localmente milonítica, de classes I e II (rocha são a quase são, com descontinuidades praticamente seladas).

Ao se aproximar da rua Barão da Torre, o TBM passou a atravessar essa mesma litologia gnáissica, porém de classes III, IV e V (rocha alterada a extremamente alterada, bastante estruturada, com muitas descontinuidades), como ressaltado nas Figuras 1 e 2, do Projeto Executivo da Rio Trilhos (2013), adiante.

Após os trechos com predominância de rocha classes III a V, sob a rua Barão da Torre, as escavações com o TBM seriam executadas em terrenos com areia fina a média, amarelada a acinzentada, compacta a muito compacta, predominantes até cerca de 20 metros de profundidade do topo da escavação, no trecho afetado, relatado a frente.

O solo e o subsolo arenoso são compostos, em sua maior parte, por sedimentos litorâneos do Quaternário, caracterizados por areias quartzosas, por vezes mal selecionadas, podendo apresentar feldspato e matriz argilosa, com coloração esbranquiçada, marinhas, de cordões litorâneos, de acordo com DRM-RJ (1981).



### 3. AS INTERVENÇÕES PROJETADAS NO TRECHO AFETADO

Na passagem da rocha para o solo arenoso, foram projetadas e executadas intervenções a base de tratamento do solo com colunas de Jet Grouting, em trecho sob a rua Barão da Torre, quase esquina com uma rua transversal (Farme de Amoedo), como mostrado na Figura 3, do Projeto Executivo da Rio Trilhos (2013).

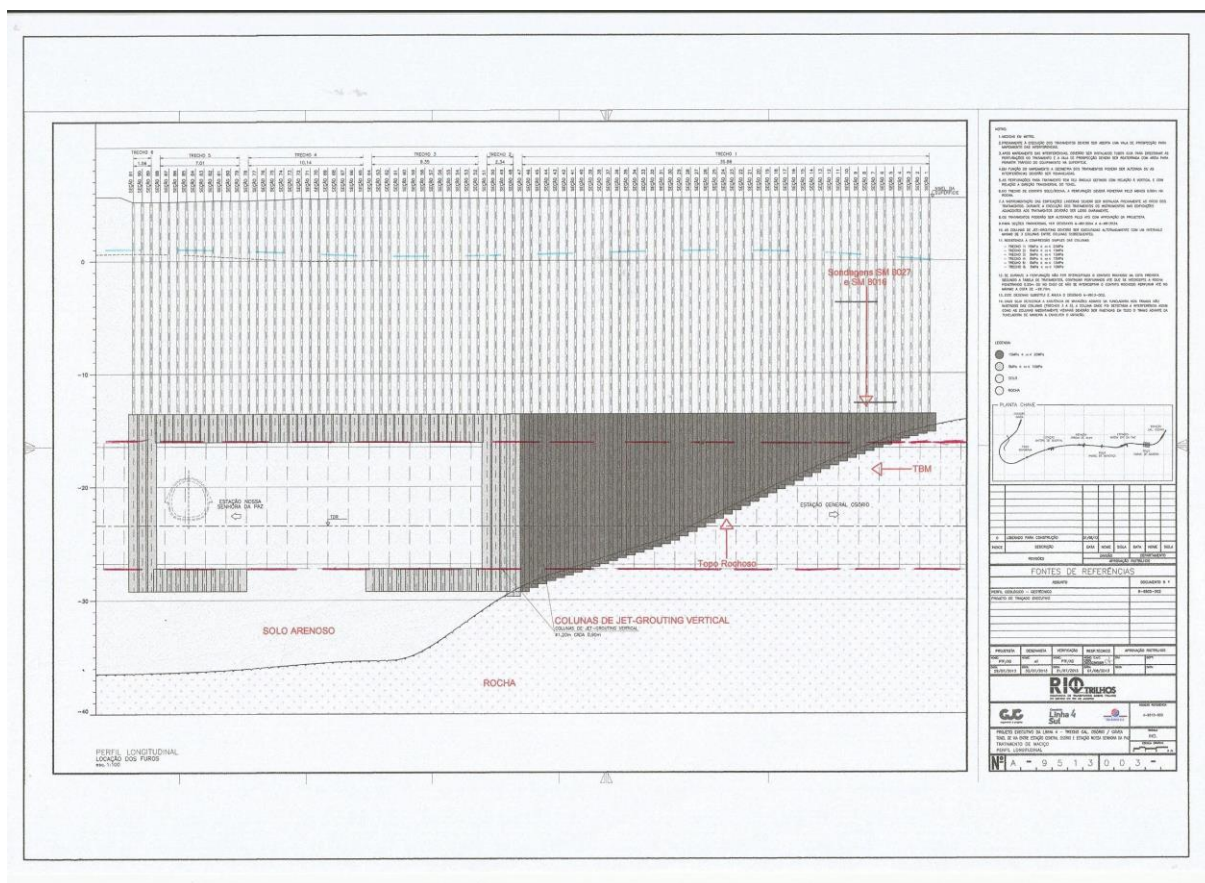


Figura 3 – Perfil Longitudinal – Tratamento do Maciço – Projeto Executivo

É notório nessa Figura 3 que as colunas de Jet Grouting verticais foram executadas diretamente sobre o topo da rocha e que não estão assinaladas as classes do maciço rochoso, como identificado na seção geológica da Figura 2 e interpretados a partir das sondagens SM's 8016 e 8027.

Essas intervenções com Jet Grouting seriam necessárias, de acordo com o interpretado no Projeto Executivo, no intuito de homogeneizar os terrenos a serem escavados pelo TBM, na passagem da rocha para o solo arenoso.

### 4. CONSIDERAÇÕES A RESPEITO DO ACIDENTE OCORRIDO

Como ressaltado nas Figuras 1 e 2 pode-se afirmar que, quando surgiram as primeiras rachaduras em alguns prédios situados na rua Barão da Torre, próximos ao número 98, o equipamento TBM (Tatuzão) já estava escavando litologia gnáissica, de classes III, IV e V (rocha alterada a extremamente alterada, bastante estruturada, com muitas descontinuidades).



Na sequência das escavações, as obras foram suspensas após o afundamento de calçadas e fissuras nos prédios situados entre os números 130 e 150 da rua Barão da Torre; nesse ponto o Consórcio Linha 4 Sul, responsável pelas escavações, informou que “ocorreu a fratura de uma rocha, que se desprendeu e afetou pequenos blocos vizinhos” (OGLOBO – 2014). Com essa declaração do Consórcio pode-se confirmar que o TBM realmente estava escavando aquele pacote de rochas alteradas e fraturadas, destacados nas Figuras 1 e 2, sem nenhuma forma de tratamento aplicada previamente.

No intento de reforçar a rocha para a continuidade das escavações, várias intervenções foram realizadas e, entre elas, destaca-se na Figura 4 do Projeto Executivo da Rio Trilhos (2014), as injeções de Microcimento justamente em horizontes de rocha alterada e fraturada, para consolidar o maciço rochoso.

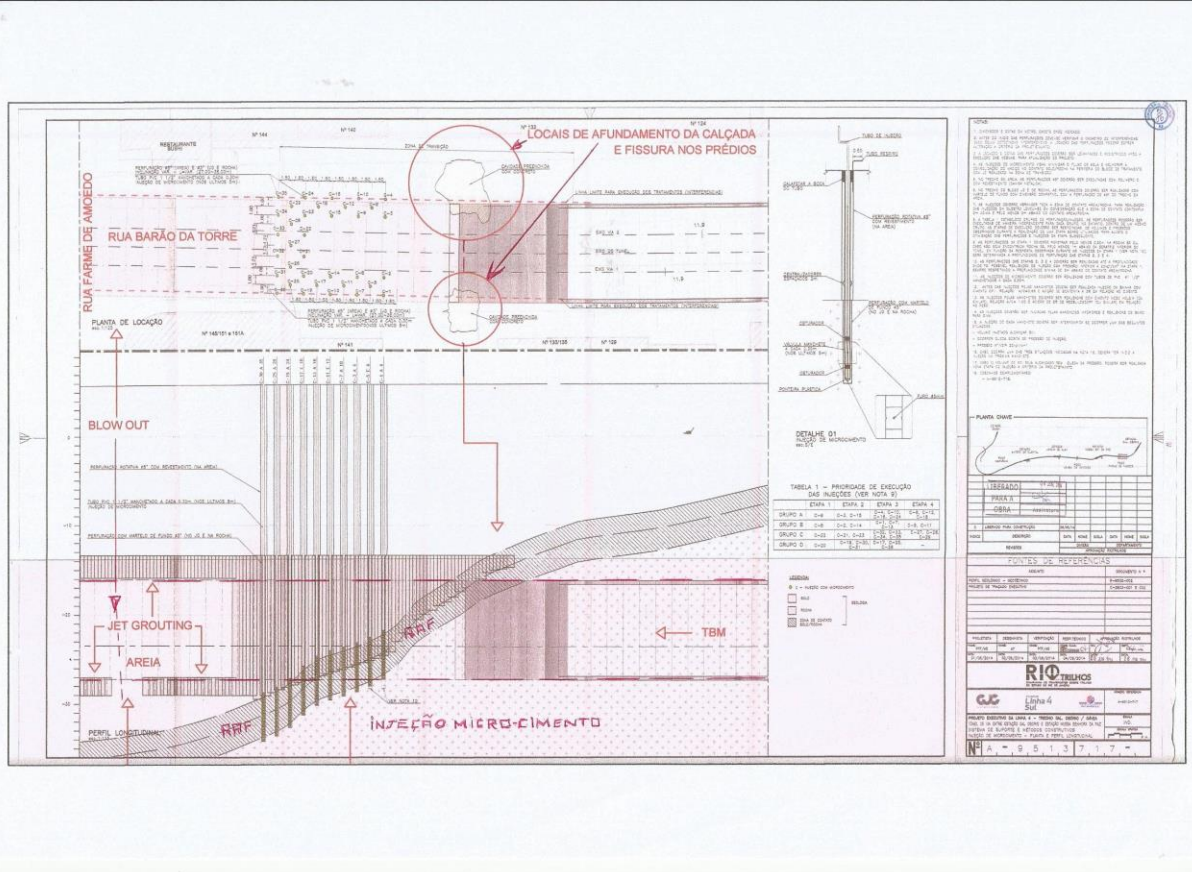


Figura 4 – Planta e Perfil Longitudinal – Injeção de Microcimento – Projeto Executivo

Somente no final do ano de 2014 foram retomados os trabalhos de escavação com o TBM, porém logo ao sair zona de rocha alterada e fraturada, entrando no domínio das colunas de Jet Grouting e solo arenoso, ocorreu um novo acidente, como noticiado pelo OGLOBO, em 13 de janeiro de 2015.

Apesar de informado, pelo Consórcio Construtor, que foi apenas um simples vazamento de polímero, na verdade tratou-se de um típico fenômeno de “blow out”, como assinalado na Figura 4. Nesse trecho, onde ocorreu o “blow out”, coincide com o ponto nas escavações onde o fundo do trecho escavado não foi contemplado com Jet Grouting; assim sendo, pode-se explicar que o vazamento do polímero em superfície, foi oriundo de um descontrole nas pressões aplicadas pelo TBM, no interior da frente de escavação, no piso com solo arenoso, saturado de água.

## 5. CONCLUSÕES

Pode-se concluir que as rachaduras e fissuras em alguns prédios e o afundamento de calçadas, na rua Barão da Torre, poderiam ter sido evitadas caso fossem executados os serviços de injeção de microcimento, prévias as escavações com o TBM, nas zonas onde as sondagens identificaram a rocha gnáissica, de classes III, IV e V (rocha alterada a extremamente alterada, bastante estruturada, com muitas descontinuidades).

Vários outros acidentes e problemas técnicos ocorreram não só em obras de escavação, mas também em cortes de taludes e fundações de estruturas de concreto justamente por ter sido omitido nos documentos executivos das obras civis esses horizontes de rocha alterada e fraturada.

Em diversos projetos e obras, onde foi considerado esse horizonte de rocha classes III a V, aplicaram-se as devidas formas de tratamento nos cortes de taludes e paredes de túneis escavados, ou mesmo a remoção desse tipo de material em fundações de estruturas de concreto. Essa providência vem sendo adotada, pelo autor, desde a publicação de Guidicini (2005) que trata e destaca, sinteticamente, como maciço A (a rocha alterada e fraturada) e maciço B (a rocha sã, com pouca ou nenhuma descontinuidade importante).

## AGRADECIMENTOS

Ao Promotor de Justiça, José Alexandre Maximimo (Ministério Público do Estado do Rio de Janeiro), pela defesa magnificente dos interesses dos moradores de Ipanema perante o acidente ocorrido e pela liberação da documentação referente ao Projeto Executivo.

## REFERÊNCIAS

DRM-RJ (1981) - Projeto Carta Geológica do Estado do Rio de Janeiro, Mapa Geológico da Folha Baía da Guanabara - escala 1:50:000.

GUDICINI, G. et al. (2005) "Classificação de rochas gnáissicas em fundações de barragens na região Sudeste" – ABGE, in 11<sup>o</sup> Congresso Brasileiro de Geologia de Engenharia e Ambiental, Florianópolis - SC.

OGLOBO (2014, 2015) – Jornais datados de 21 de abril, 12 e 21 de maio, de 2014 e 13 de janeiro de 2015.

RIO TRILHOS (2013) - Projeto Executivo da Linha 4 Sul, Trecho General Ozório – Gávea, Subtrecho GOS-NSP, Estudos Geológicos e Geotécnicos, Perfil Geológico-Geotécnico – partes 1-4 e 2-4, números R-9502-001 e R-9502-002.

RIO TRILHOS (2013) - Projeto Executivo da Linha 4 Sul, Trecho General Ozório – Gávea, Túnel de Via entre Estação General Ozório e Estação Nossa Senhora da Paz, Tratamento do Maciço – Perfil Longitudinal, número A-9513-003.

RIO TRILHOS (2014) - Projeto Executivo da Linha 4 Sul, Trecho General Ozório – Gávea, Túnel de Via entre Estação General Ozório e Estação Nossa Senhora da Paz, Sistema de Suporte e Métodos Construtivos, Injeção de Microcimento – Planta e Perfil Longitudinal, número A-9513-717.