

Rebaixamento da Linha Férrea de Maringá Utilizando Muros em Solo Reforçado

Paulo J. Brugger

Brugger Engenharia Ltda., São José dos Campos, SP, Brasil, paulo@brugger.eng.br

Rosângela de Oliveira Munhoz Gomes

Vega Eng. e Cons. Ltda., Curitiba, PR, Brasil, rosangela.munhoz@vegaconsultoria.com.br

Marcelo Conte

Viacelo Representações Ltda., Curitiba, PR, Brasil, viacelo@terra.com.br

RESUMO: O trabalho apresenta um caso de obra onde foi executado um muro de contenção em solo reforçado com geogrelhas e face em blocos segmentais para o rebaixamento da linha férrea na cidade de Maringá-PR. O sistema utilizado para o rebaixamento foi o de escavação de trincheira com muros de contenção nas laterais em dois trechos com aproximadamente três quilômetros cada, adjacentes ao trecho central em falso túnel de concreto já existente. Ao todo foram construídos quatro muros com comprimentos de três quilômetros e alturas variando entre seis e nove metros. Sobre os muros foram construídas avenidas urbanas e viadutos nas transversais apoiados diretamente sobre os muros em solo reforçado.

PALAVRAS-CHAVE: Contenção, Aterros, Reforço, Geogrelhas, blocos segmentais.

1 - Introdução

Como parte importante do Projeto Novo Centro de revitalização do centro da Cidade de Maringá (município ao noroeste do Paraná) a Prefeitura Municipal investiu, com o apoio financeiro federal, em um projeto de rebaixamento da linha ferroviária no trecho que corta a região central da cidade. Trata-se da segunda fase de implantação do rebaixamento, com aproximadamente 6 km no total, juntando-se aos 1,6 km então existentes.

A linha fora rebaixada anos antes em um trecho de 1,6 km através de uma estrutura de concreto simulando um falso túnel, com gabarito para até três vias férreas. Para a segunda fase, no entanto, por questão de maior adequação paisagística e por apresentar menor custo de implantação, a alternativa adotada foi o rebaixamento em vala aberta, com a previsão de estruturas de contenção das duas laterais. A extensão total da segunda fase chega a aproximadamente 3 km pra cada lado do falso túnel, chamados de segmento leste e oeste. No total foram executados entre os anos de 2007 e 2012 cinquenta mil metros quadrados de face de muro, e utilizados aproximadamente oitocentos mil metros quadrados de geogrelhas de poliéster com módulos de deformação entre 500 e 1100 kN/m. Ao longo do trecho, exceto nas extremidades onde a linha retoma a cota original, a trincheira tem tipicamente 16 metros de largura e 9 m de profundidade, resultando em contenções com até 10 m de altura e face com inclinação 1:10 (H:V) em ambas a laterais.

A obra foi iniciada no ano de 2007 e foi executada em várias fases até 2012. É de propriedade da Cidade de Maringá e foi executada com recursos da própria prefeitura e do governo federal através do Departamento Nacional de Infraestrutura e Transportes (DNIT). O projeto ficou a cargo da Vega Engenharia e Consultoria Ltda. e a execução a cargo da construtora CR Almeida S/A Engenharia de Obras. Participaram do projeto como consultores a Winners Consultoria de Geotecnia Ltda. e a Brugger Engenharia Ltda. As geogrelhas foram fornecidas pela Huesker Ltda.

A figura 1 apresenta uma imagem da cidade com a posição do trecho central existente e os prolongamentos para leste e oeste.



Figura 1 – Imagem de satélite da Cidade de Maringá (Google Maps) com a indicação dos trechos.

2 – Solução Adotada

A opção para o sistema de contenção foi o Muro Terrae (Brugger e Montez, 2003), em solo reforçado com geogrelhas de poliéster da marca Fortrac-T e blocos segmentais de face do tipo Terrae-W. As geogrelhas foram especificadas pela projetista e gerenciadora da obra com base nas análises técnicas e detalhamento das estruturas de contenção partir da experiência do seu corpo técnico e ensaios de cisalhamento realizados em amostras de solo compactado. A especificação técnica dos materiais foi feita com base em dimensionamento pelo método de Ehrlich e Mitchel, 1994 e também para atender critérios de deformação máxima limite para o uso de acordo com a norma inglesa BS8006, tanto nos muros da trincheira quanto nos muros portantes.

Foram fornecidas geogrelhas com 10% de deformação máxima e com módulo de rigidez a 5% de deformação variando de 400 a 1200 kN/m. A utilização de geogrelhas com 4 valores de rigidez distintas possibilitou a redução do custo global da obra pela otimização do consumo de geogrelhas, posicionando camadas com resistências adequadas à solicitação em cada cota das camadas de reforço. Os blocos segmentais foram todos blocos com face ondulada, dimensões de 40x40x20cm (largura, profundidade, altura) e resistência à compressão de 12 Mpa.

No contexto do projeto, para todas as ruas que cruzam a linha no trecho rebaixado foram executados viadutos. De um total de 7 viadutos projetados, 5 foram executados apoiados diretamente sobre os muros em solo reforçado. Nestes trechos os muros foram dimensionados como estruturas portantes para uma sobrecarga de 200 kN/m². As figuras 2 e 3 apresentam as seções transversais tipo utilizadas para a trincheira e para os muros portantes respectivamente.

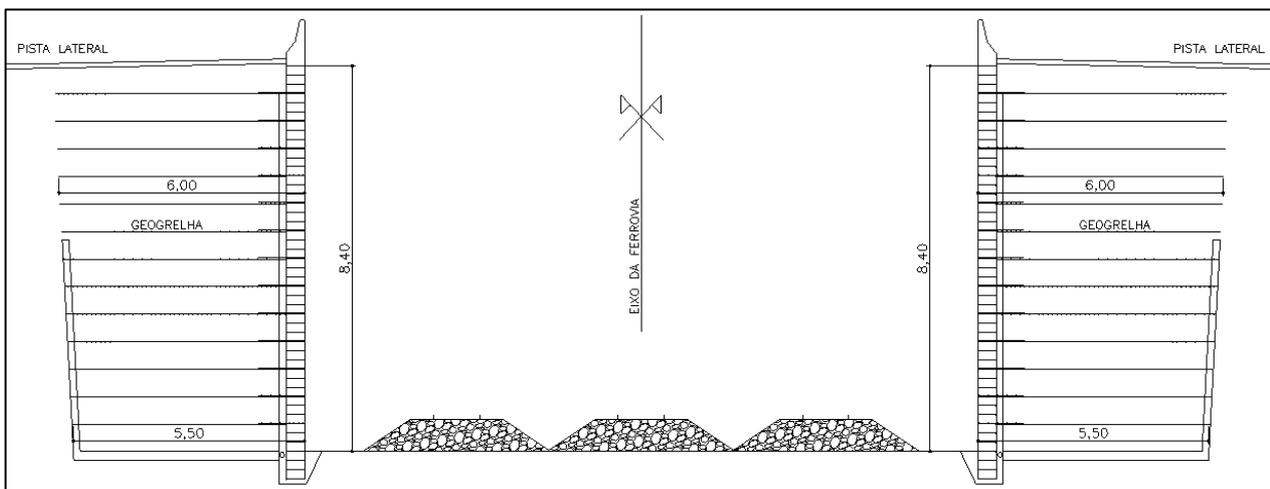


Figura 2 – Seção tipo da trincheira para o rebaixamento da linha férrea.

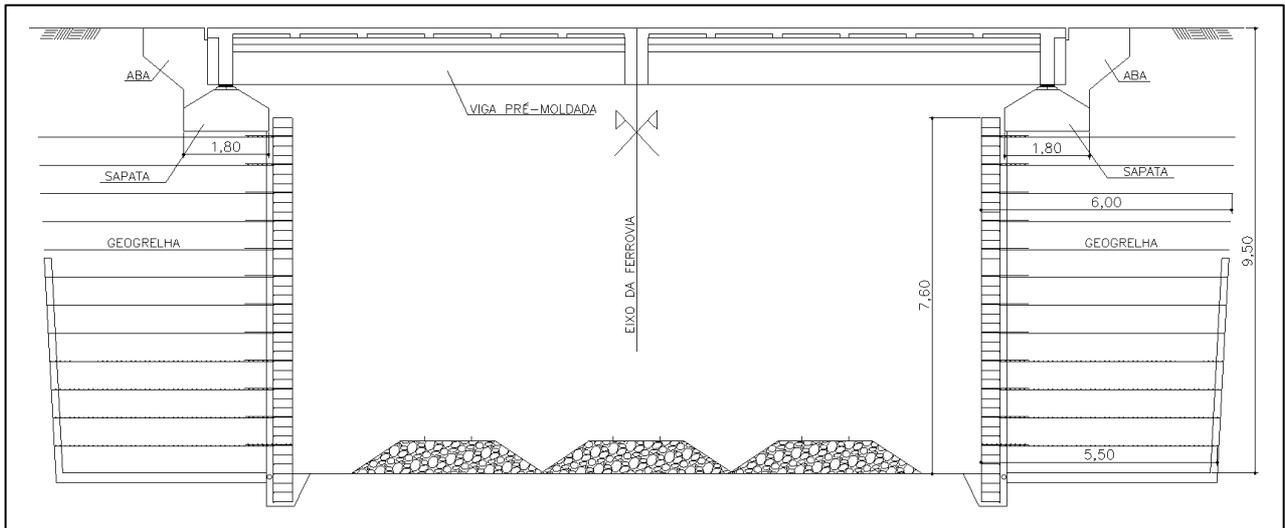


Figura 3 – Seção tipo da trincheira portante nos trechos com viadutos.

A solução adotada restringiu o volume de escavação e bota-fora, permitiu a operação praticamente ininterrupta da linha férrea por parte da Concessionária do trecho (America Latina Logística – ALL) e resultou uma estrutura com face esteticamente valorizada sem fugir ao objetivo de isolar a linha férrea da cidade, para que esta não mais interferisse no tráfego e circulação na região central. Esta alternativa ainda propiciou à implantação de vias expressas paralelas à linha, para as quais as estruturas de contenção fazem o arrimo.

Outro aspecto importante foi a possibilidade de uso do solo local como material de aterro para as estruturas de contenção em solo reforçado, o que, não só evitou bota-fora, mas também grandes distâncias de transportes e contribuiu para a agilidade da obra. Basicamente, o solo escavado era utilizado como material de aterro para o trecho anterior em fase de execução do muro. Ensaios de laboratório indicavam que o solo local é uma argila vermelha bastante porosa e colapsível no estado natural, o que poderia provocar deformações e colapsos em estruturas ancoradas no terreno. Por outro lado esse mesmo material apresenta ótimas propriedades mecânicas quando escavado e recompatado na umidade ótima.

As figuras 4 a 9 apresentam alguns detalhes de colocação das geogrelhas, montagem dos blocos, lançamentos das vigas e a obra finalizada.



Figuras 4 e 5 – Detalhes da colocação da geogrelha e dos blocos.



Figuras 6 e 7 – Vista dos viadutos e detalhe do apoio sobre o muro em solo reforçado.



Figuras 8 e 9 – Lançamento das vigas dos viadutos e foto da obra finalizada.

A obra foi executada com uma velocidade muito elevada, tendo sido atingidas produtividades de 120m² de face de contenção acabada/dia. A não exigência de grande frota de equipamento e a possibilidade de se trabalhar internamente à área de implantação da estrutura em todas as fases de execução do muro de contenção foram decisivas para a manutenção da operação da linha durante todo o período da obra.

A estrutura tem um aspecto estético muito interessante o que valorizou muito o ambiente da região central da cidade. Os objetivos da obra, traçados desde a sua concepção e projeto, foram plenamente alcançados.

A obra, pelo seu vulto e pela sua inovação, motivou a visita de representantes do DNIT, do Ministério do Desenvolvimento e de diversos municípios que possuem linhas férreas cortando em áreas urbanas. Trata-se, sem dúvida, de uma obra de grande importância e muito valorizada atualmente no Município de Maringá.

3 – Referências

- BS 8006. Code of Practice for Strengthened and Reinforced Soils and Other Fills. *British Standard*, London, Inglaterra.
- Brugger, P.J., e Montez, F.T. (2003) Muros de Contenção em Solo Reforçado com Geogrelhas e Blocos Segmentais. *Geossintéticos 2003*, Porto Alegre, Brasil.
- Ehrlich, M. e Mitchel, J. K. (1994) Working Stress Design Method For Reinforced Soil Walls. *Journal of Geotechnical Engineering*. Vol 120, No. 4, pp. 625-647.