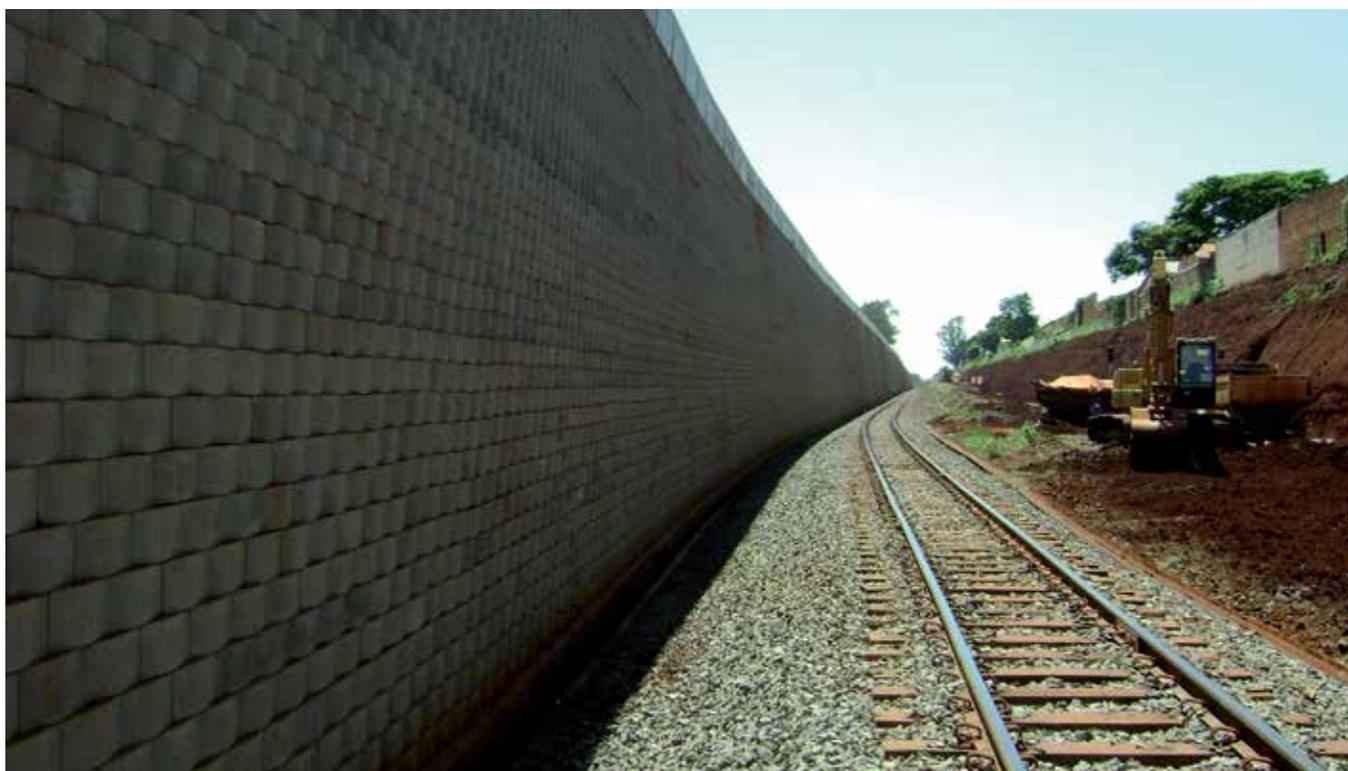




REBAIXAMENTO DA LINHA FÉRREA DE MARINGÁ UTILIZANDO MUROS EM SOLO REFORÇADO



Paulo J. Brugger

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

Rosângela de Oliveira Munhoz Gomes

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

Marcelo Conte

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

rea na cidade de Maringá, no Paraná. 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 construídos avenidas urbanas e viadutos nas transversais apoiados diretamente sobre os muros em solo reforçado.

Como parte portante 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, no 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 atra-

Este artigo 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 fér-



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

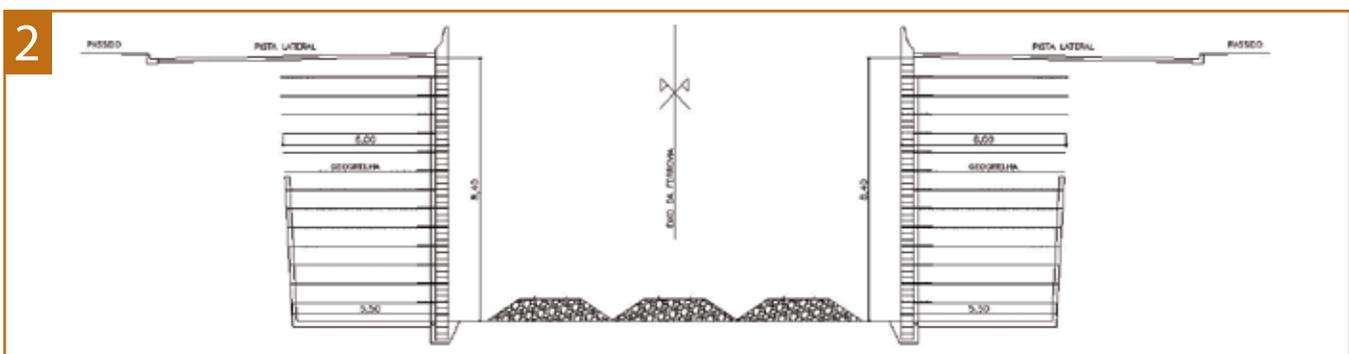


Figura 2 – Seção tipo da trincheira para o rebaixamento da linha férrea

vés 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 para 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. Também foram utilizados aproximadamente oitocentos mil metros quadrados de geogrelhas de poliéster com módulos de deformação entre 500 e 1.100 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 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 DNIT (Departamento Nacional de Infraestrutura e Transportes). Os projetos básicos e executivo ficaram a cargo da empresa VEGA Engenharia e Consultoria Ltda., sob a coordenação do engenheiro Luiz Spinato Ribeiro (*in memoriam*), que contou com a consultoria especializada da Winners Engenharia e Consultoria. Os projetos e a responsabilidade técnica

dos muros de solo reforçado foram de autoria da engenheira Rosângela de Oliveira Munhoz Gomes. A obra foi executada pela construtora CR Almeida S/A, com supervisão da VEGA. As geogrelhas foram fornecidas pela empresa Huesker Ltda. A figura 1 apresenta uma imagem da cidade com a posição do trecho central existente e os prolongamentos para leste e oeste.

SOLUÇÃO ADOTADA

A opção para o sistema de contenção foi o Muro Terraé (Brugger e Montez, 2003), em solo reforçado com geogrelhas de poliéster da marca Fortrac-T e blocos segmentais de face do tipo Terraé-W. As geogrelhas foram especificadas pela projetista e gerenciadora da obra, com base nas análises técnicas e detalhamento das estruturas de contenção a 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 1.200 kN/m. A utilização de geogrelhas com quatro valores de rigidez distintas possibilitou a redução do custo global da obra pela otimização do consumo de geogrelhas, posicionando ca-

3

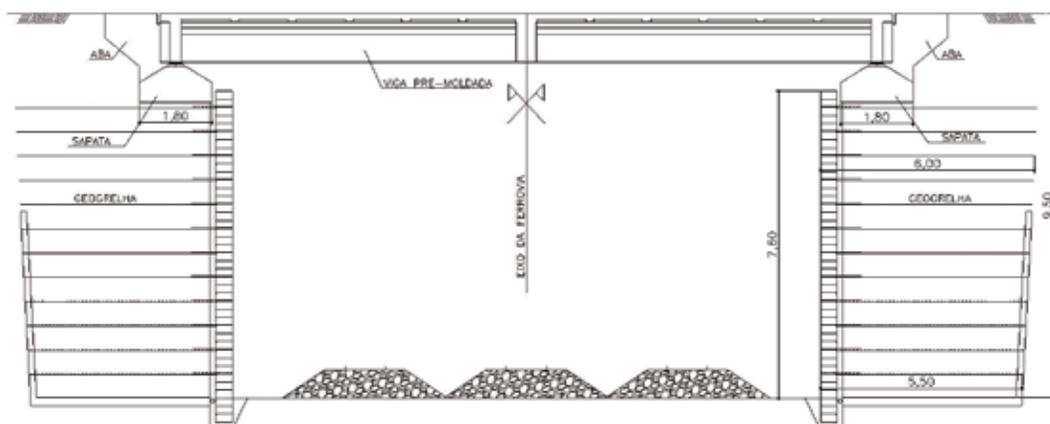


Figura 3 – Seção tipo da trincheira portante nos trechos com viadutos

4



5



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

madras com resistências adequadas à solicitação em cada cota das camadas de reforço. Os blocos segmentais foram todos blocos com face ondulada, dimensões de 40 x 40 x 20 cm (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 sete viadutos projetados, cinco 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. 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 (ALL – América Latina Logística) e resultou em 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 a 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 o bota-fora, mas também percorrer grandes distâncias de transportes, contribuindo 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, este 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. A obra foi executada com uma velocidade muito elevada, tendo sido atingidas produtividades de 120 m² de face de contenção acabada/dia. O fato de não exigir grande frota de equipamento e o de haver a possibilidade de se trabalhar internamente à área de implantação da estrutura em todas as fases de execução do muro de contenção foram decisivos para a manutenção da operação da linha durante todo o período da obra.



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 pronta estrutura tem um aspecto estético muito interessante, o que valorizou bastante 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 (Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes), do Ministério do Desenvolvimento e de representantes de diversos municípios que possuem linhas férreas cortando áreas urbanas.

LEITURAS COMPLEMENTARES

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.



PRÊMIO MILTON VARGAS: RECONHECIMENTO QUE GERA INCENTIVO

Trabalho “Rebaixamento da Linha Férrea de Maringá Utilizando Muros em Solo Reforçado”, que fez uso de geogrelhas fornecidas pela empresa Huesker Ltda., ganha na categoria *Geossintéticos*

Por Dellana Wolney

Troféus do terceiro
Prêmio Milton Vargas





A engenheira Rosângela de Oliveira Munhoz Gomes e o engenheiro Paulo Brugger recebem o troféu do presidente do IGS Brasil, Lavoisier Machado pelo trabalho "Rebaixamento da Linha Férrea de Maringá Utilizando Muros em Solo Reforçado"

O Instituto de Engenharia em São Paulo (SP), no dia 17 de outubro, foi palco da terceira edição do Prêmio Milton Vargas, que recebe este nome como forma de homenagear o engenheiro Milton Vargas, pelo seu pioneirismo na área de mecânica dos solos no Brasil. Promovido pela Editora Rudder e pela revista *Fundações & Obras Geotécnicas*, a premiação foi patrocinada pela empresa Sistemas Dywidag. O evento tem como objetivo premiar os melhores trabalhos técnicos publicados e obras descritas pela revista durante o ano anterior ao ano da publicação, considerando as características de contribuição para o avanço da prática da engenharia e inovação dos trabalhos.

CATEGORIA GEOSINTÉTICOS

O vencedor nesta categoria foi o artigo "Rebaixamento da Linha Férrea de Maringá Utilizando Muros em Solo Reforçado" dos autores Marcelo Conte, Paulo Brugger e Rosângela de Oliveira Munhoz Gomes. Na ocasião, o troféu foi entregue pelo presidente da IGS

Brasil, Lavoisier Machado aos autores Paulo Brugger e Rosângela de Oliveira Munhoz Gomes.

"É gratificante receber um prêmio como este, pois a geotecnia, por ser uma comunidade pequena, não possui muitos canais de divulgação. Sem dúvida a revista *Fundações & Obras Geotécnicas* no Brasil é a mais importante no segmento, é o veículo de comunicação que assino e leio, e assim como eu, os outros assinantes devem ler o que publicamos. Eventos como este também nos possibilitam encontrar os amigos, falar dos trabalhos que estão sendo desenvolvidos na área e acima de tudo, trocar experiências, o que é sempre um aprendizado", ressalta Brugger.

Ele também enfatiza a importância do trabalho apresentado pelo artigo. "Trata-se de uma grande obra de infraestrutura muito importante para o Brasil, pois possibilitou mostrar e dar credibilidade a um sistema de projeto que tem gerado bons frutos, pois hoje ela é vista como alternativa possível, interessante e que contribuiu muito

para a cidade de Maringá (PR), que tinha um trânsito caótico. O trabalho teve o envolvimento de vários profissionais e instituições, começando pela Prefeitura de Maringá que era o cliente direto, o Governo Federal através do DNIT (Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes) que patrocinou a obra e a engenheira da Vega Engenharia e Consultoria, que foi a grande idealizadora do projeto, Rosângela de Oliveira Munhoz Gomes". "A publicação do trabalho, bem como a sua premiação é de grande importância para a Vega Engenharia e Consultoria, principalmente para o fundador da empresa, o engenheiro José Eustáquio de Matos e em memória do engenheiro Luiz Spinato Ribeiro, que foi o coordenador desse projeto em Maringá, onde tive a grande felicidade de ser a engenheira projetista responsável. É relevante ter um prêmio como este voltado para a comunidade geotécnica, pois é um reconhecimento", completa a engenheira da Vega Engenharia e Consultoria, Rosângela de Oliveira Munhoz Gomes. 🌐

15

Deutsche Technologie e um toque brasileiro.

Fundada há mais de 150 anos na Alemanha, a Huesker é hoje uma referência mundial em geossintéticos. Aqui no Brasil, há 15 anos adicionamos um **toque bem brasileiro** a toda a qualidade e tecnologia dos

nossos produtos. Proximidade, envolvimento e flexibilidade são os fatores que nos permitem desenvolver soluções sob medida para cada caso e manter **relações duradouras** com nossos clientes.

Isso é a **tecnologia alemã** e o **abraço brasileiro** a seu serviço.

Fale com a Huesker:
www.huesker.com.br
huesker@huesker.com.br
 (12) 3903 9300



HUESKER

Tecnologia alemã, *Deutsche Technologie,*
 abraço brasileiro. *brasilianische Umarmung.*