



Contenção em Solo Grampeado Vertical com Mínimos Deslocamentos Horizontais Verificados Através de Instrumentação com Inclinômetros a Montante da Contenção

Sheila Henn Moura

Tecnóloga, Solotrat Engenharia Geotécnica, São Paulo, Brasil, sheila@solotrat.com.br

George Joaquim Teles de Souza

Engenheiro civil, Diretor, Solotrat Engenharia Geotécnica, São Paulo, Brasil, georgeteles@solotrat.com.br

José Mendes de Lima Neto

Engenheiro civil, Nough Engenharia Ltda, nouh@noughengenharia.com.br

Yoshikazu Oshio

Engenheiro civil, Nough Engenharia Ltda, oshio@noughengenharia.com.br

Francisco Lusvarghi

Engenheiro civil, NF Gerenciadora e Construtora Ltda, francisco@nfconstrutora.com.br

RESUMO: A implantação de um conjunto de edifícios residenciais no bairro Vila Andrade, em São Paulo exigiu uso total da área do terreno e, para isso, foi projetada uma contenção em Solo Grampeado vertical na divisa de fundos e lateral direita do terreno, que chega 18,40 m de altura. Aqui apresentaremos as técnicas utilizadas para execução da contenção e os dados da instrumentação com inclinômetros, que ratificam que, quando executado com os devidos cuidados e sob sondagens a percussão confiáveis, o solo grampeado tende a apresentar deslocamentos horizontais mínimos, comparado a outros sistemas construtivos.

PALAVRAS-CHAVE: Contenção, Solo grampeado, Grampo injetado.

ABSTRACT: The implementation of a set of residential buildings in Vila Andrade neighborhood, in São Paulo, required full use of the land area. For this a vertical Stapled Soil containment, which reaches 20m 18,400m high, was designed in the back boundary and in the right side of the land. Here we will present the techniques used to perform the containment and the instrumentation data with inclinometers. This information confirms that, compared to other construction systems, the nailed soil tends to present minimal horizontal displacements when executed with due care and under reliable percussion soundings.

KEYWORDS: Containment, Soil Nailing, Injected Staple

Aponte a câmera do seu
smartphone para o
QR Code ao lado e salve o
evento na sua agenda.



1. Introdução

A implantação de um conjunto residencial prevê o uso total da área do terreno, com topografia muito acidentada e, grande desnível entre a cota do terreno e a cota do piso acabado do subsolo. Como solução para este desafio o projetista dimensionou retaludamento na crista e contenção em solo grampeado vertical com 1.652 m² e altura de até 18,40 m.

As sondagens descrevem o solo como silte areno argiloso e silte arenoso medianamente compacto a compacto, com N SPT variando entre 15 e 40.

2. Histórico

Em data anterior ao início das obras deste empreendimento, o vizinho a esquerda executou a terraplenagem em seu terreno e avançou a escavação do talude no terreno objeto deste trabalho, resultando em um talude com inclinação desfavorável à segurança. Como consequência, foi necessário executar contenção em solo grampeado também neste trecho, que não estava contemplado no projeto inicial, como mostra a figura 1.



Figura 1. Vista geral do terreno, antes do início da contenção – Talude com inclinação superior a 45°

3. A obra

A contenção tem 1.652,0 m² com 18.332,0 m de grampos CA-50 $\phi=25$ mm, executados, com comprimento variável entre 8,0 e 18,0 m, distribuídos em malha de 1,0m x 1,0m a 1,3m x 1,3m. A cota de topo do solo grampeado é 820,75 e a Rua Catarinenses está aproximadamente na cota 805,50.

A maior dificuldade para a execução da contenção foi a logística, uma vez que todo acesso da obra foi feito pela parte inferior, Rua Catarinenses, e era necessário levar os grampos de CA-50 $\phi=25$ mm, com 18,0 m de comprimento, para a parte superior do talude, onde seriam instalados.

Aponte a câmera do seu
smartphone para o
QR Code ao lado e salve o
evento na sua agenda.





Figura 2. Configuração do terreno antes do início do solo grampeado



Figura 3. Transporte do grampo montado para o local de instalação

Aponte a câmera do seu
smartphone para o
QR Code ao lado e salve o
evento na sua agenda.





Figura 4. Vista antes do início da contenção – O terreno a montante da contenção foi retaludado
- A linha vermelha representa o alinhamento da contenção em solo grampeado

3.1. Sequência executiva da contenção:

- a. Locação topográfica e instalação de gabaritos
- b. Escavação de nichos e acerto manual
- c. Instalação de dreno fibroquímico
- d. Aplicação de camada fina de concreto projetado
- e. Perfuração, instalação e preenchimento de bainha dos grampos
- f. Reinjeção setorizada dos grampos
- g. Abertura dos nichos intermediários
- h. Repetição dos passos c, d, e, f
- i. Instalação de tela metálica
- j. Instalação de barbacãs
- k. Execução das mestras em concreto projetado
- l. Aplicação de camada final de concreto projetado
- m. Acabamento sarrafeado do concreto



Figura 5. Início da contenção em solo grampeado – primeiros nichos abertos

Aponte a câmera do seu
smartphone para o
QR Code ao lado e salve o
evento na sua agenda.





Figura 6. Contenção em solo grampeado – Alinhamento e verticalidade



Figura 7. Contenção em solo grampeado – Abertura de nichos, acerto manual e acabamento sarrafeado

Foram consumidos durante a execução dos serviços 5.319 sacos de cimento na injeção dos grampos, 6.514,63 kg de tela eletrosoldada Q-196, 349 unidades de barbacãs instalados e 304 m³ de concreto projetado aplicados. Foram executados 12 ensaios de arrancamento em grampos injetados.

Aponte a câmera do seu
smartphone para o
QR Code ao lado e salve o
evento na sua agenda.





Figura 8. Contenção em solo grampeado – Execução de mestras e concreto projetado



Figura 9. Contenção em solo grampeado em andamento

Aponte a câmera do seu
smartphone para o
QR Code ao lado e salve o
evento na sua agenda.





Figura 10. Vista aérea da contenção em solo grampeado concluída

4. Instrumentação

Foram instalados 3 inclinômetros a montante da contenção, para monitoramento dos deslocamentos horizontais do maciço, durante a execução e após a conclusão da contenção.

Aponte a câmera do seu
smartphone para o
QR Code ao lado e salve o
evento na sua agenda.



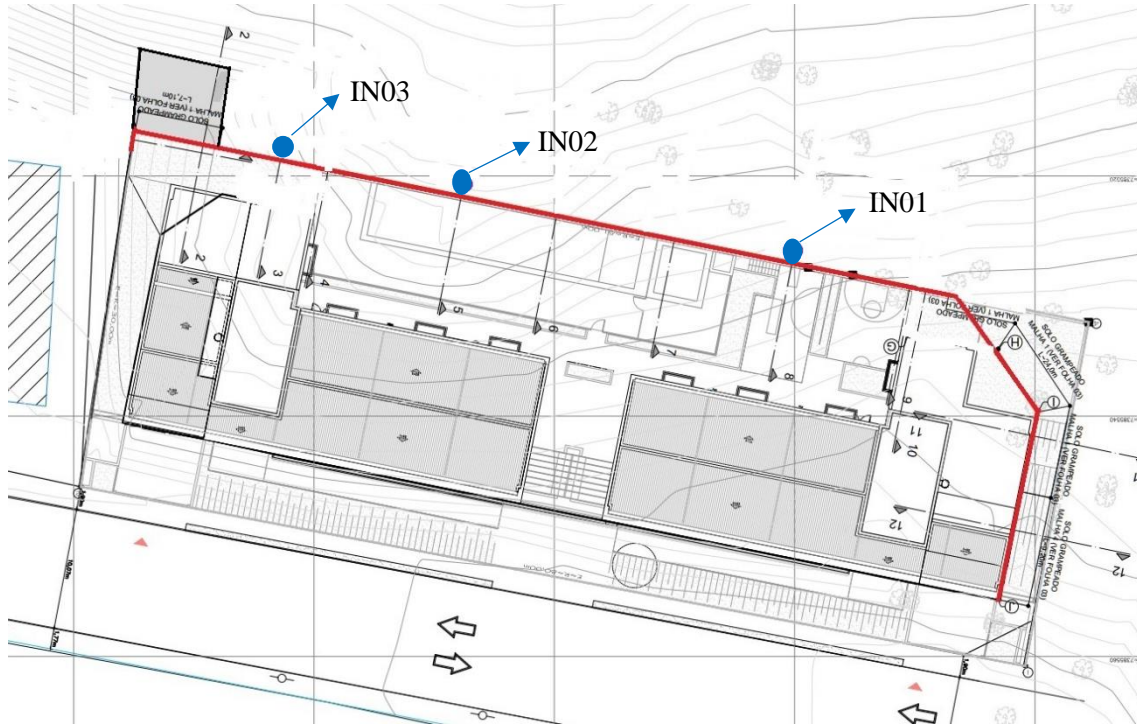
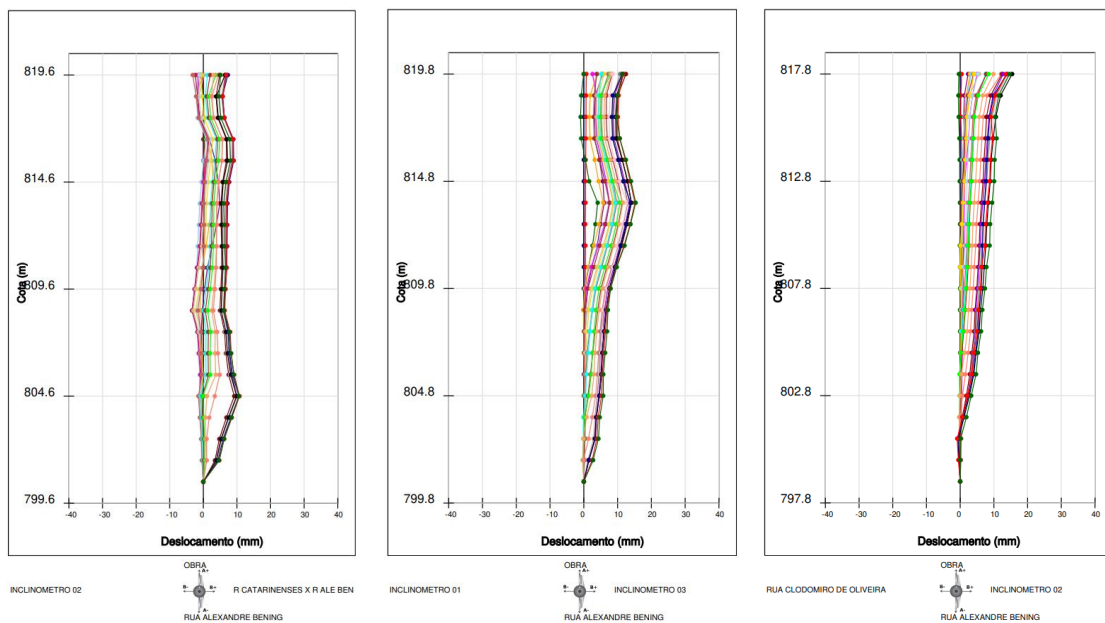


Figura 11. Implantação da obra e locação dos inclinômetros



Inclinômetro 3

Inclinômetro 2

Inclinômetro 1

Figura 12. Gráficos de deslocamentos dos inclinômetros com 24 leituras no período 06/09/22 até 14/04/23

Aponte a câmera do seu smartphone para o QR Code ao lado e salve o evento na sua agenda.





O inclinômetro 01 apresentou deslocamento máximo na cota 817,8 de 14,2 mm, para uma altura de 15,45m, com relação a cota final da contenção. Isso representa 0,092% da altura.

O inclinômetro 02 apresentou deslocamento máximo na cota 819,80 de 10,6mm, para altura de 17,45 m, com relação a cota final da contenção, representando 0,061% da altura. O mesmo também apresentou um deslocamento um pouco maior, de 14,9 mm, na cota 812,8, representando 0,13% da altura com relação a cota final.

Já o inclinômetro 03, apresentou deslocamento máximo de 5,5 mm na cota 819,6, para altura de 17,25m, com relação a cota final da contenção, o que representa 0,032% da altura. Observa-se também, um deslocamento atípico na cota 804,6, a partir do dia 05/01/23, que coincide com o início das escavações de blocos de fundação adjacentes ao pé da contenção em solo grampeado. Este deslocamento se mostrou estável posteriormente, ratificando a hipótese da causa.

5. Conclusão

A instrumentação com inclinômetros comprovou que a contenção em solo grampeado, quando bem executada, com os devidos cuidados, respeitando a sequência executiva recomendada e com projeto bem elaborado, apresenta deslocamentos horizontais mínimos e muito inferiores a outros tipos de contenção e aos limites estabelecidos por normas técnicas.

Embora alguns pontos ao longo dos inclinômetros apresentem um deslocamento um pouco maior que o ponto mais alto, ainda assim são insignificantes ou desprezíveis.

Pode-se afirmar que as escavações de blocos de fundação adjacentes à contenção em solo grampeado devem ser bem planejadas e, se for o caso, prever o prolongamento da contenção até a cota de fundo do bloco de fundação, evitando deformações indesejadas na contenção.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Associação Brasileira de Normas Técnicas (2021). NBR 16920-2. *Muros e taludes em solos reforçados Parte 2: Solos grampeados*. Rio de Janeiro.

Solotrat Engenharia Geotécnica. (2018) Manual de Serviços Geotécnicos Solotrat. São Paulo. p. 5-21.

Brendolan, R.; Moura, S.H.; Souza, G.J.T. (2023) Solo grampeado no Brasil: Histórico, aplicações práticas e avanços nas últimas décadas (2003 – 2023), ABMS. p. 31 - 46.

Aponte a câmera do seu
smartphone para o
QR Code ao lado e salve o
evento na sua agenda.

