

UTILIZAÇÃO DE TÉCNICAS DE LEVANTAMENTO TOPOGRÁFICO PARA O MONITORAMENTO DE OBRAS DE CONTENÇÃO NA CIDADE DE MARECHAL DEODORO - AL

Talvanes Lins e Silva Junior¹

Monaira Cristiane Alcides da Costa²

Celiane Mendes da Silva³

Bárbara Cristiane Alcides da Costa⁴

Aline da Silva Inácio Cavalcante⁵

Lucas Barbosa Cavalcante⁶

Engenharia Civil



ISSN IMPRESSO 1980-1777

ISSN ELETRÔNICO 2316-3135

RESUMO

Sabe-se que a maioria das obras de escavação no âmbito da construção civil necessita de estruturas de contenção, as quais são formadas pela introdução de uma estrutura cuja rigidez é distinta daquela do terreno que conterà. Com isso, tem-se que o carregamento da estrutura pelo terreno provoca deslocamentos que por sua vez alteram o carregamento, num processo mútuo, ou seja, o projeto dessas estruturas é vinculado a cargas que dependem de deslocamentos. Em vista disso, torna-se necessária a avaliação dessas condicionantes neste tipo de estrutura e, principalmente, por meio do monitoramento dos deslocamentos da estrutura de contenção. A medição e previsão do desempenho do sistema de contenção confere maior segurança à obra, na identificação e tratamento dos fatores potencialmente críticos que possam afetar sua estabilidade estrutural, obtendo-se, assim, alternativas que possibilitem o impedimento do colapso da estrutura. Sendo assim, o presente artigo visa demonstrar os resultados obtidos do acompanhamento de uma estrutura de contenção em muro de arrimo, por meio de um estudo de caso na cidade de Marechal Deodoro, município alagoano, a qual foi monitorada, utilizando-se técnicas e instrumentais topográficos, a fim de se analisar a magnitude dos deslocamentos sofridos por essa estrutura dia-cronicamente. A partir das verificações, pode-se perceber que o muro sofreu deslocamentos da ordem de centímetros durante o período estudado, porém, dentro dos parâmetros determinados pelas normatizações vigentes.

PALAVRAS-CHAVE

Topografia. Deslocamentos. Contenções.

ABSTRACT

Metallic structures are construction systems that use relatively slim parts with high support capacity. Consequently, they are lighter structures compared to reinforced concrete, for example. For this reason, this type of structure becomes more susceptible to external actions like a wind. On the other hand, new technologies in the field of execution engineering developed with the aim of providing designers with more complex panoramas of the structures and dynamic components under which a building may be subjected. This study aims at a graphic representation through the computer modeling of the Sanctuary of Mercy with the use of the Autodesk Flow Design software. For this, a scale model was used, submitted to a virtual wind tunnel simulation, duly parameterized and proportional to the real scale. It was possible to represent graphically by computational modeling as persistence of the wind flow, expansion and pressures on the structure of the sanctuary with its variations from the passage in it.

KEYWORDS

Topography. Displacements. Containment.

1 INTRODUÇÃO

O crescimento gradativo de obras da construção civil vem ocasionando um acúmulo de cargas que se depositam sobre áreas que outrora não eram submetidas a tais solicitações. Desse modo, percebe-se que tal crescimento provoca alterações no comportamento da mesma e, principalmente, no que diz respeito a sua estabilidade, tendo como principal consequência os recalques diferenciais.

Na expectativa de se evitar um possível colapso da estrutura, tem-se que a mensuração da ordem de grandeza de tais deformações é de extrema importância a fim de se avaliar tanto à magnitude da solicitação a qual está submetida e a futuras evoluções do quadro de recalques sofridos, como ao grau de risco do acidente que poderá ser causado se a estrutura vier a colapsar.

Nesse contexto, tem-se que uma das principais vertentes que evidencia a importância do monitoramento geodésico são os desastres ambientais que podem ser ocasionados quando do seu rompimento. Os desastres podem ser caracterizados em função da sua origem, ou seja, tendo em vista o princípio que o desencadeia. Podem ter sua ocorrência por ações naturais ou antrópicas, sendo esta causadora de grandes

impactos sociais, desestruturando a sociedade e expondo-a a riscos, além de trazer danos e prejuízos tanto ambientais quanto socioeconômicos.

Como exemplos recentes de desastres ambientais ocorridos no Brasil, pode-se citar os rompimentos das barragens de rejeitos de Mariana e Brumadinho, acidentes que devastaram municípios inteiros, com inúmeras mortas e perdas irreparáveis.

Em vista disso, percebe-se que desastres desse nível ou menores podem ser evitados ou reduzidos com um monitoramento adequado das estruturas de contenção, por meio da produção de informações que demonstrem o comportamento da estrutura, tornando, assim, possível a identificação da causa dos problemas, permitindo planejar o tipo de intervenção mais adequada a patologia encontrada.

Segundo Nadal (2008), uma das maneiras de executar o monitoramento do deslocamento de pontos ao longo do tempo é a aplicação de técnicas geodésicas, sendo as convencionais baseadas no uso de instrumentos como estações totais e níveis e na aplicação de métodos como triangulação, trilateração, poligonação e nivelamento geométrico.

As técnicas de mensuração geodésicas visam determinar a ocorrência de variações de um ponto ou de um conjunto destes em relação às suas coordenadas gradativamente. De acordo com Nadal (2008), as medidas com a finalidade de monitoramento podem ser feitas tanto verticalmente como horizontalmente, com o objetivo de determinar as coordenadas tridimensionais dos pontos.

Nesse cenário, a topografia se apresenta como uma importante ferramenta no processo de monitoramento de estruturas, podendo ser aplicado em diversas situações. Segundo Glisic & Inaudi (2003), o monitoramento estrutural pode ser aplicado de forma permanente, contínua ou periódica, seguindo o comportamento da estrutura.

Assim sendo, com o aperfeiçoamento tecnológico dos equipamentos disponíveis a topografia se torna cada vez mais precisa. Atualmente, o mercado dispõe de estações totais, receptores GNSS, níveis e demais equipamentos de altíssima precisão o que permite a medição de pontos com alta acurácia.

Em função do exposto, o presente escrito tem por objetivo a realização de análises e monitoramentos de obras de contenção, utilizando-se de técnicas inerentes ao levantamento topográfico, para que assim se possa contribuir com a prevenção da integridade estrutural delas.

2 MÉTODOS

Para alcançar o objetivo estabelecido, adotaram-se como metodologia de trabalho os métodos de Revisão bibliográfica e Estudo de Caso. O Estudo de Caso presume que a obtenção de conhecimento do fenômeno estudado se dá a partir da exploração intensa de um único caso, por meio da reunião do maior número possível de informações detalhadas, por meio de diversas técnicas (CORDEIRO, 2005).

Já o método de revisão bibliográfica, de acordo com Cervo e Bervian (1983) utiliza o procedimento bibliográfico para explicar conceitos e/ou problemas por meio

de referenciais teóricos publicados em documentos, sendo esta, segundo Gil (1999), desenvolvida diante material já elaborado, principalmente livros e artigos científicos.

O trabalho foi desenvolvido em três etapas (QUADRO 1). Após a fase de pesquisa e revisão bibliográfica, realizou-se o levantamento topográfico no local de estudo, sendo a cidade de Marechal Deodoro a escolhida para o estudo, instalando a estação total num ponto geograficamente determinado por coordenadas e realizando a medição de cinco pontos determinados na estrutura de contenção.

A primeira medição realizou-se dia 06/04/2020 e as medições posteriores com intervalo de quinze dias entre uma e outra. E por fim, cálculo da movimentação total.

Quadro 1 – Etapas para elaboração da pesquisa

| Etapa 1 | Etapa 2 | Etapa 3 |
|---|--|---|
| Revisão de literatura acerca dos conceitos de: 1. Levantamentos topográficos; 2. Obras de contenção; | Realização de levantamento topográfico por irradiação para medição dos deslocamentos na estrutura da obra. | Análise dos resultados e geração dos gráficos |

Fonte: Autores (2020).

3 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Com a determinação do local em que o equipamento foi instalado, foi possível a obtenção das coordenadas dos pontos a serem verificados na estrutura de contenção, conforme apresentado no Quadro 2.

Quadro 2 – Coordenadas dos pontos no levantamento

| Pontos | Coordenadas | |
|---------------|--------------------|--------------|
| P | 182355,1510 | 8924216,0813 |
| P1 | 182361,2416 | 8924223,1214 |
| P2 | 182373,2860 | 8924233,2540 |
| P3 | 182384,3554 | 8924242,5623 |
| P4 | 182394,2015 | 8924251,1018 |
| P5 | 182406,1426 | 8924263,2530 |
| Estação | 182386,3026 | 8924230,3048 |

Fonte: Autores (2020).

Os Quadros de 3 a 8 dispõem das novas coordenadas dos pontos obtidas primeiramente no dia 06/04/2020 e com a realização novas medições com intervalos de 15 dias e conseqüentemente a obtenção das distâncias.

Quadro 3 – Cálculo das distâncias no Ponto P0

| Data do levantamento | P | | Distância (m) |
|----------------------|-------------|--------------|---------------|
| | X | Y | |
| 06/04/20 | 182355,1510 | 8924216,0813 | 34,2490 |
| 20/04/20 | 182355,1505 | 8924216,0810 | 34,2496 |
| 04/05/20 | 182355,1502 | 8924216,0818 | 34,2495 |
| 11/05/20 | 182355,1480 | 8924216,0780 | 34,2531 |
| 18/05/20 | 182355,1420 | 8924216,0770 | 34,2589 |
| 25/05/20 | 182355,1410 | 8924216,0805 | 34,2584 |

Fonte: Autores (2020).

Quadro 4 – Cálculo das distâncias no Ponto P1

| Data do levantamento | P1 | | Distância (m) |
|----------------------|-------------|--------------|---------------|
| | X | Y | |
| 06/04/20 | 182361,2416 | 8924223,1214 | 26,0750 |
| 20/04/20 | 182361,2410 | 8924223,1145 | 26,0775 |
| 04/05/20 | 182361,2410 | 8924223,1200 | 26,0760 |
| 11/05/20 | 182361,2420 | 8924223,1216 | 26,0746 |
| 18/05/20 | 182361,2400 | 8924223,1315 | 26,0738 |
| 25/05/20 | 182361,2415 | 8924223,1205 | 26,0754 |

Fonte: Autores (2020).

Quadro 5 – Cálculo das distâncias no Ponto P2

| Data do levantamento | P2 | | Distância (m) |
|----------------------|-------------|--------------|---------------|
| | X | Y | |
| 06/04/20 | 182373,2860 | 8924233,2540 | 13,3538 |
| 20/04/20 | 182373,2800 | 8924233,2510 | 13,3590 |
| 04/05/20 | 182373,2750 | 8924233,2535 | 13,3644 |
| 11/05/20 | 182373,2840 | 8924233,2530 | 13,3556 |
| 18/05/20 | 182373,2810 | 8924233,2500 | 13,3578 |
| 25/05/20 | 182373,2805 | 8924233,2555 | 13,3595 |

Fonte: Autores (2020).

Quadro 6 – Cálculo das distâncias no Ponto P3

| Data do levantamento | P3 | | Distância (m) |
|----------------------|-------------|--------------|---------------|
| | X | Y | |
| 06/04/20 | 182384,3554 | 8924242,5623 | 12,4169 |
| 20/04/20 | 182384,3553 | 8924242,5620 | 12,4167 |
| 04/05/20 | 182384,3554 | 8924242,5625 | 12,4171 |
| 11/05/20 | 182384,3555 | 8924242,5622 | 12,4168 |
| 18/05/20 | 182384,3553 | 8924242,5622 | 12,4169 |
| 25/05/20 | 182384,3552 | 8924242,5627 | 12,4174 |

Fonte: Autores (2020).

Quadro 7 – Cálculo das distâncias no Ponto P4

| Data do levantamento | P4 | | Distância (m) |
|----------------------|-------------|--------------|---------------|
| | X | Y | |
| 06/04/20 | 182394,2015 | 8924251,1018 | 22,2487 |
| 20/04/20 | 182394,2016 | 8924251,102 | 22,2487 |
| 04/05/20 | 182394,2014 | 8924251,1019 | 22,2488 |
| 11/05/20 | 182394,2015 | 8924251,1022 | 22,2491 |
| 18/05/20 | 182394,2012 | 8924251,1020 | 22,2488 |
| 25/05/20 | 182394,2011 | 8924251,1022 | 22,2490 |

Fonte: Autores (2020).

Quadro 8 – Cálculo das distâncias no Ponto P5

| Data do levantamento | P5 | | Distância (m) |
|----------------------|-------------|--------------|---------------|
| | X | Y | |
| 06/04/20 | 182406,1426 | 8924263,2530 | 38,4613 |
| 20/04/20 | 182406,1425 | 8924263,2531 | 38,4613 |
| 04/05/20 | 182406,1427 | 8924263,2529 | 38,4613 |
| 11/05/20 | 182406,1426 | 8924263,2532 | 38,4615 |
| 18/05/20 | 182406,1424 | 8924263,2530 | 38,4612 |
| 25/05/20 | 182406,1428 | 8924263,2534 | 38,4617 |

Fonte: Autores (2020).

Com os dados em mãos, foi possível calcular a movimentação total do muro durante todo o período de monitoramento, conforme Quadro 8.

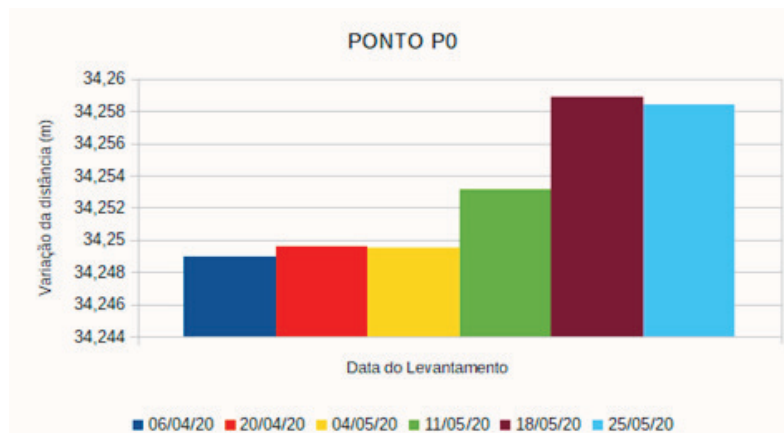
Quadro 8 – Cálculo do movimento total nos pontos de controle

| Pontos | Movimento Total |
|--------|-----------------|
| P | 0,94 |
| P1 | 0,03 |
| P2 | 0,57 |
| P3 | 0,04 |
| P4 | 0,02 |
| P5 | 0,04 |

Fonte: Autores (2020).

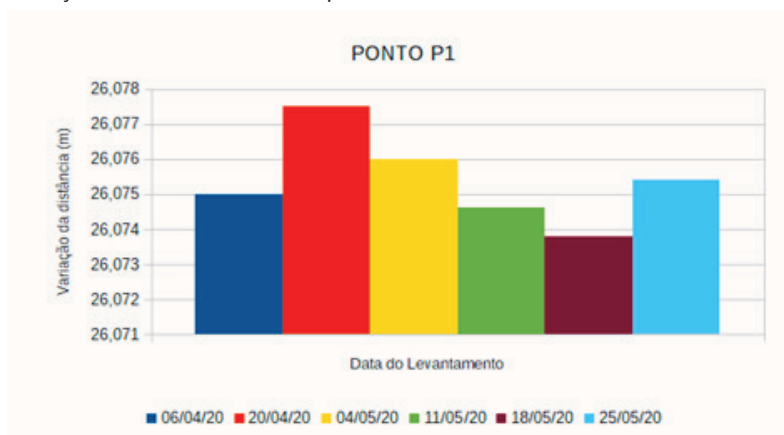
Os Gráficos de 1 a 6 apresentam a variação das distâncias obtidas em metro, com relação à data do levantamento.

Gráfico 1 – Variação da distância no ponto P0



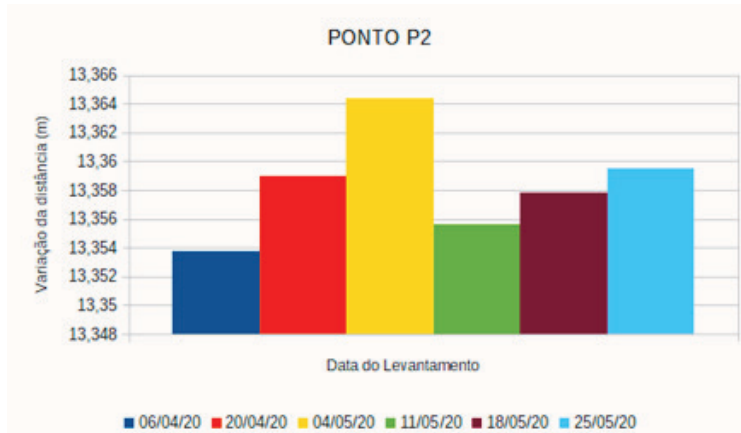
Fonte: Autores (2020).

Gráfico 2 – Variação da distância no ponto P1



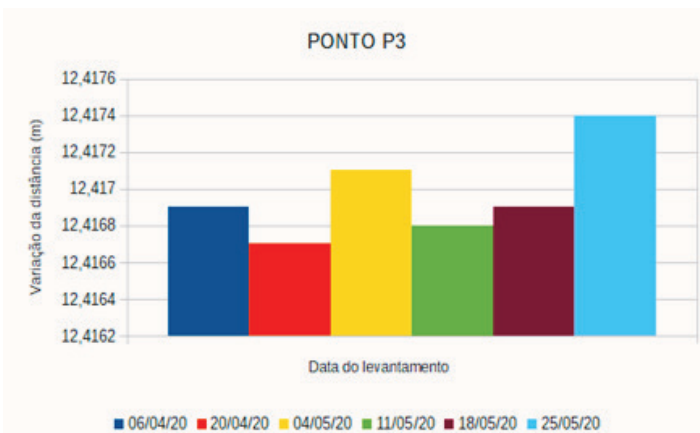
Fonte: Autores (2020).

Gráfico 3 – Variação da distância no ponto P2



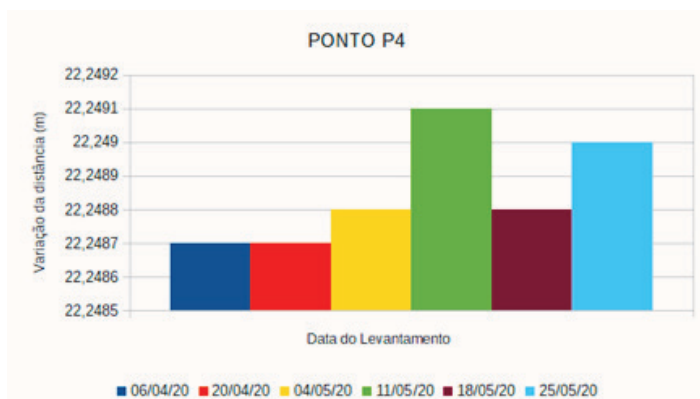
Fonte: Autores (2020).

Gráfico 4 – Variação da distância no ponto P3



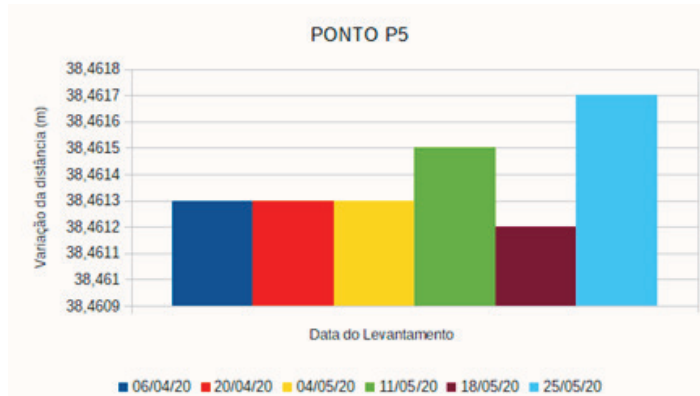
Fonte: Autores (2020).

Gráfico 5 – Variação da distância no ponto P4



Fonte: Autores (2020).

Gráfico 6 – Variação da distância no ponto P5

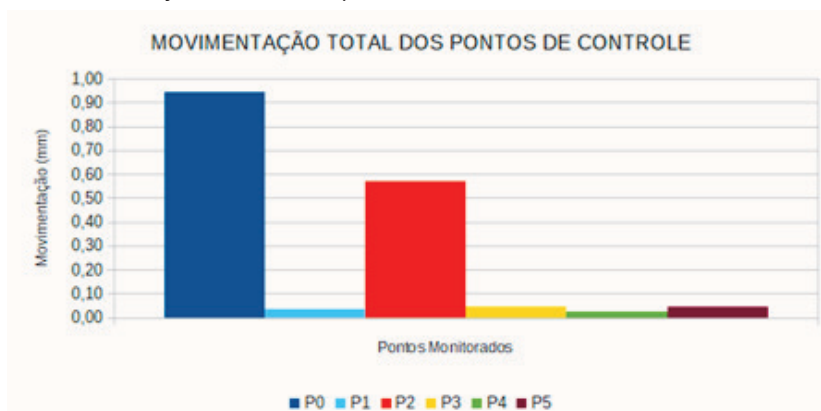


Fonte: Autores (2020).

Após o cálculo das diferenças entre as coordenadas dos pontos monitorados, entre as datas de estudo, considerando o primeiro levantamento realizado em 06/04/2020, com o último levantamento realizado em 25/05/2020, pode ser observado que algumas variações chegam perto da ordem do centímetro.

No Gráfico 7, observando os valores, fica claro que ocorreu um movimento significativo em dois dos pontos, sendo eles P0 e P2

Gráfico 7 – Movimentação total nos pontos de controle



Fonte: Autores (2020).

4 CONCLUSÕES

O presente trabalho teve como objetivo analisar a eficiência do monitoramento, utilizando técnicas de levantamento topográfico, especificamente o método de irradiação em obras de contenção, utilizando uma estação total.

De acordo com os resultados obtidos nos pontos de controle do muro, todas as movimentações foram abaixo de 5cm e de acordo com a Norma Técnica de Estabilidade de Taludes (NBR 11.682), esse valor apresenta deslocamento de baixo risco.

Dessa forma, conclui-se que a utilização de levantamentos topográficos, no caso deste trabalho, o de irradiação, torna-se eficaz no monitoramento de estruturas de contenção e torna-se uma ferramenta adicional tanto para a fase de execução da obra, quanto para o período posterior da obra finalizada.

É válido enfatizar o baixo custo da operação e a segurança das informações, quando o levantamento é realizado corretamente, de acordo com as normas vigentes.

REFERÊNCIAS

CERVO, A.; BERVIAN, P. **Metodologia científica**: para uso dos estudantes universitários. São Paulo: McGraw-Hill do Brasil, 1983.

GIL, A. **Métodos e técnicas de pesquisa social**. 5. ed. São Paulo: Atlas, 1999.

GLISIC, B.; INAUDI, D. **Components of structural monitoring process and selection of monitoring system**. 6th International Symposium on Field Measurements in Geo-Mechanics (FMGM 2003), Oslo, Norway, 2003. p. 755-761.

NADAL, M. A. D. **Controle e operação remota de estações totais robotizadas voltado à auscultação geodésica**. 2008. Dissertação (Mestrado em Ciências Geodésicas) – Setor de Ciências da Terra, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2008.

Data do recebimento: 23 de novembro de 2020

Data da avaliação: 11 de dezembro de 2020

Data de aceite: 12 de dezembro de 2020

1 Discente do Curso de Engenharia Civil do Centro Universitário Tiradentes – UNIT.

E-mail: talinsjr@hotmail.com

2 Discente do Curso de Engenharia Civil do Centro Universitário Tiradentes – UNIT.

E-mail: monairacristiane@hotmail.com

3 Discente do Curso de Engenharia Civil do Centro Universitário Tiradentes – UNIT.

E-mail: celianems@hotmail.com

4 Discente do Curso de Engenharia Civil do Centro Universitário Tiradentes – UNIT.

E-mail: barbara.bcc@hotmail.com

5 Engenheira Agrimensora, Pedagoga e Mestre em Meteorologia da Universidade Federal de Alagoas. UFAL.

E-mail: alineinacio91@gmail.com

6 Docente do Curso de Engenharia Civil do Centro Universitário Tiradentes – UNIT.

E-mail: cavalcante.lb@gmail.com