

Detecção dos Elementos dos Sistemas de Drenagem e de Irrigação do Gramado do Estádio Maracanã, Palco das Cerimônias de Abertura e Encerramento dos Jogos Olímpicos Rio 2016

Paola Machado Barreto Manhães e José Tavares Araruna Júnior, Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro

Copyright 2016, SBGf - Sociedade Brasileira de Geofísica

Este texto foi preparado para a apresentação no VII Simpósio Brasileiro de Geofísica, Ouro Preto, 25 a 27 de outubro de 2016. Seu conteúdo foi revisado pelo Comitê Técnico do VII SimBGf, mas não necessariamente representa a opinião da SBGf ou de seus associados. É proibida a reprodução total ou parcial deste material para propósitos comerciais sem prévia autorização da SBGf.

Resumo

O presente trabalho apresenta os resultados do levantamento geofísico que empregou o GPR na detecção e localização dos elementos dos sistemas de drenagem e irrigação presentes no gramado do Estádio do Maracanã. Os resultados da campanha de investigação geofísica permitiram identificar interferências, na forma de hipérbolos nos radargramas, que podem estar relacionadas aos elementos dos sistemas de drenagem e de irrigação presentes sob o gramado do Estádio do Maracanã. Verificou-se ainda uma concordância entre o posicionamento dos elementos instalados com as especificações constantes no projeto executivo.

Introdução

As cerimônias de abertura e de encerramento dos Jogos Olímpicos Rio 2016 ocorrerão no Estádio do Maracanã. Face à instalação de estruturas provisórias em seu gramado há um temor que as solicitações impostas pelas estruturas venham a danificar os sistemas de drenagem e irrigação existentes.

Estes sistemas foram instalados quando da última reforma do Estádio finalizada em 2013 para a realização da Copa do Mundo de Futebol. No entanto, não houve na ocasião uma confecção do projeto *as built* e a Comissão Organizadora dos Jogos Olímpicos Rio 2016 receava que a posição dos elementos dos sistemas instalados pudessem não corresponder ao prescrito no projeto executivo.

No entanto, devido ao exíguo prazo para a execução do projeto das fundações das estruturas que formarão o palco para as referidas cerimônias, a Comissão Organizadora do evento optou pelo emprego de métodos não destrutivos para verificar se o posicionamento dos elementos dos sistemas de drenagem e irrigação correspondia ao prescrito no projeto executivo. O método *ground penetrating radar* (GPR) foi o escolhido para realizar a missão.

O GPR é uma ferramenta de prospecção de subsuperfície que induz ondas eletromagnéticas no meio por intermédio de uma fonte que emite e absorve as ondas refletidas através de antenas. Assim é possível identificar materiais com diferentes propriedades eletromagnéticas devido à presença de zonas com

grande intensidade de reflexão. Portanto, esse instrumento pode ser utilizado para mapear utilidades em subsuperfície.

Diversos estudos comprovam a aplicação dessa ferramenta no mapeamento de utilidades em áreas urbanas (Rashed e Al-Garni, 2013; Metwaly, 2015; Li *et al.*, 2016; Jaw e Hashim, 2013). Ocasionalmente, o método pode ser aplicado para identificar os materiais constituintes das tubulações como indica El-Mahallawy e Hashim (2013). No Brasil, o GPR foi utilizado por Porsani *et al.* (2012) para mapear as utilidades presentes no subsolo onde seria construída a linha 4 do metrô de São Paulo.

O presente trabalho apresenta os resultados do levantamento geofísico que empregou o GPR na detecção e localização dos elementos dos sistemas de drenagem e irrigação presentes no gramado do Estádio do Maracanã.

Metodologia/ Problema Investigado

O levantamento geofísico empregou um radar de penetração (GPR) da marca MalâGeoscience, modelo Ramac. O equipamento, apresentado na Figura 1, consiste de uma unidade de aquisição e controle instalada em um carrinho plástico onde os sinais das ondas eletromagnéticas, emitidos e recebidos, são transferidos para um monitor a ele acoplado. Através do monitor é possível visualizar os sinais eletromagnéticos como também armazená-los em meio digital.



Figura 1: Equipamento empregado

O posicionamento da antena foi realizado através de um odômetro, instalado na roda traseira esquerda do carrinho, que fornece a distância percorrida à unidade de aquisição e controle. Com isso é possível posicionar o local onde há possíveis interferências presentes em subsuperfície.

A calibração do odômetro foi realizada por intermédio da comparação entre os valores obtidos de uma trena graduada de 50m com resolução de 0,01m com os sinais emitidos pelo odômetro. A Figura 1 apresenta o procedimento de calibração sendo efetuado para a antena blindada de 500MHz.

Os dados foram adquiridos através do emprego do programa *Groundvision*.

Os dados adquiridos foram processados utilizando-se o programa *RadExplorer*. Nesta etapa foram utilizados os seguintes recursos de processamento:

- o filtro *Time-Zero Adjustment* foi empregado para determinar, no radargrama a superfície do terreno;
- o procedimento de ajuste por hipérbole foi empregado para determinar a velocidade de propagação das ondas eletromagnética no meio físico;
- o filtro *Amplitude Correction* foi utilizado para equalizar a amplitude do sinal ao longo dos traços do radargrama. O procedimento empregou o controle de ganho automático, e
- o filtro *Bandpass Filtering* foi empregado para reduzir ruídos de alta frequência.

A campanha de investigação constou de levantamentos em quatro locais distintos, vistos na Figura 2, a saber: Seção Centro no sentido norte-sul; Seção Leste no sentido sul-norte; Seção Oeste no sentido norte-sul, e Seção Transversal no sentido oeste-leste.

Os locais onde foram realizadas as investigações buscaram a interceptar os elementos do sistema de irrigação e o sistema de drenagem.

Apresentação e Discussão dos Resultados

Os resultados das investigações estão apresentados na forma de radargramas. Primeiramente, para cada seção, apresenta-se o radargrama com os recursos de processamento empregados. Logo em seguida, serão apresentados os radargramas contendo a localização dos elementos dos sistemas de drenagem e irrigação detectados.

A Figura 3 apresenta os resultados para a Seção Centro no sentido norte-sul, Seção Leste no sentido sul-norte e Seção Transversal no sentido oeste-leste. Face à limitação de espaço não foi possível apresentar os resultados da Seção Oeste no sentido norte-sul.

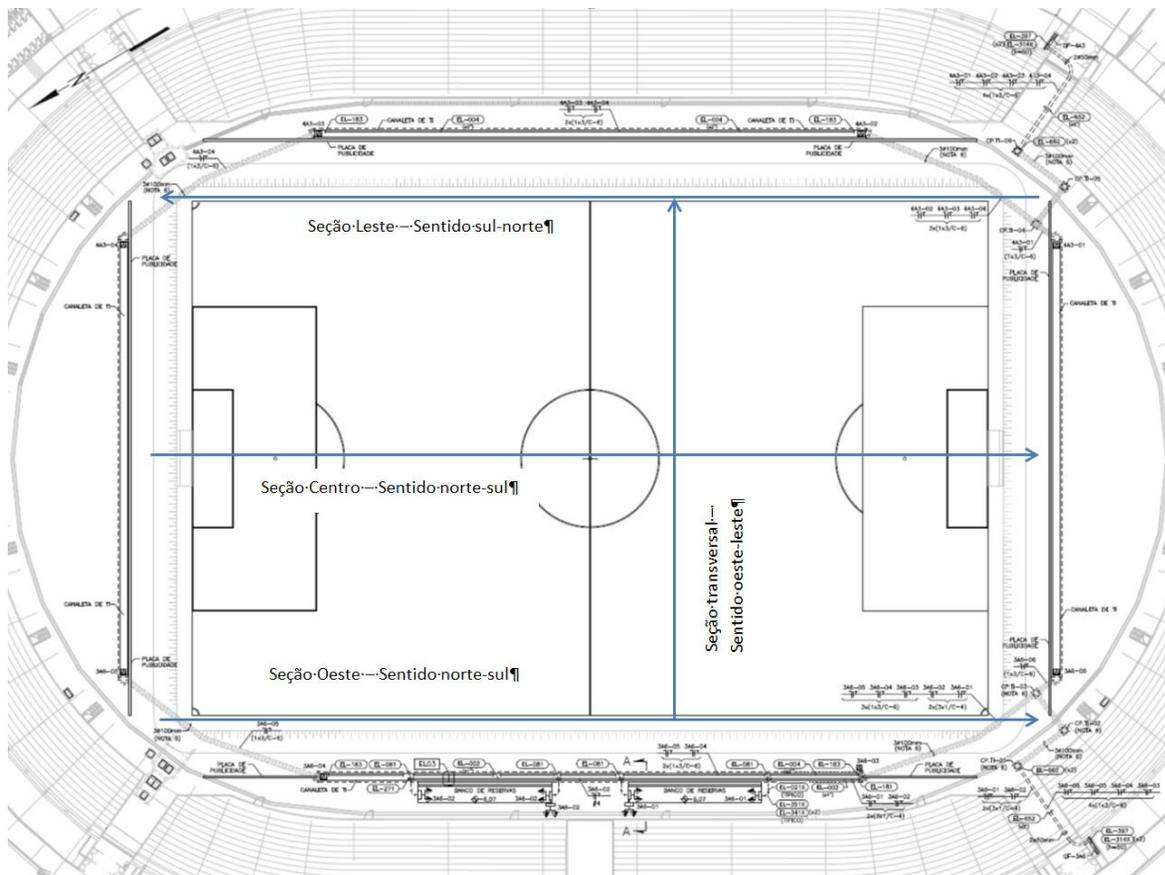


Figura 2: Localização das seções investigadas

Verificou-se que a primeira camada de solo, ressaltada em verde nas imagens correspondentes as seções interpretadas, apresenta uma espessura entre 37cm e 49cm. Observou-se ainda a presença de tubulações em profundidades distintas.

Com base no projeto de irrigação e drenagem que foi disponibilizado pelo Comitê Rio 2016, resolveu-se identificar as tubulações pertencentes à rede de drenagem com circunferências azuis nos radargramas interpretados.

Similarmente, resolveu-se atribuir as tubulações de irrigação com circunferências vermelhas. Constatou-se ainda que o espaçamento horizontal das tubulações de drenagem e irrigação eram variáveis, porém possuíam um padrão específico.

Adicionalmente, verificou-se que as profundidades das tubulações da rede de irrigação se encontram entre 50cm e 55cm de profundidade. Já as tubulações pertencentes à rede de drenagem encontram-se entre 77cm e 89cm de profundidade.

Conclusões

Os resultados da campanha de investigação geofísica permitiram identificar interferências, na forma de hipérboles nos radargramas, que podem estar relacionadas aos elementos dos sistemas de drenagem e de irrigação presentes sob o gramado do Estádio do Maracanã.

Verificou-se ainda uma concordância entre o posicionamento dos elementos instalados com as especificações constantes no projeto executivo.

Ressalta-se, porém, que o levantamento GPR é um processo não invasivo de investigação. É necessário que as constatações obtidas neste procedimento de investigação sejam complementadas por outros procedimentos de investigação realizados *in loco*.

Agradecimentos

Os autores desejam manifestar os seus agradecimentos ao Comitê Organizador dos Jogos Olímpicos Rio 2016 pela oportunidade de realizar o levantamento.

Referências

El-Mahallawy, M. S.; Hashin, M., 2013. Material Classification of Underground Utilities From GPR Images Using DCT-Based SVM Approach. IEEE Geoscience and Remote Sensing Letters, 10: 1542-1546.

Jaw, S. W.; Hashin, M., 2013. Locational accuracy of underground utility mapping using ground penetrating radar. Tunnelling and Underground Space Technology, 35:20-29.

Li, S.; Cai, H. Abraham, D. M.; Mao, P., 2016. Estimating Features of Underground Utilities: Hybrid GPR/GPS Approach. Journal of Computing in Civil Engineering, 30(1): 04014108.

Metwaly, M., 2015. Application of GPR technique for subsurface utility mapping: A case of study from urban area of Holy Mecca, Saudi Arabia. Measurement, 60:139-145.

Rashed, M. A.; Al-Garni, 2013. On the application of GPR for locating underground utilities in urban areas. Arabian Journal of Geosciences, 6: 3505-3511.

Porsani, J. L.; Ruy, Y. B.; Ramos, F. P.; Yamanouth, G. R. B., 2012. GPR applied to mapping utilities along the route of the Line 4 (yellow) subway tunnel construction in São Paulo City, Brazil. Journal of Applied Geophysics, 80: 25-31.

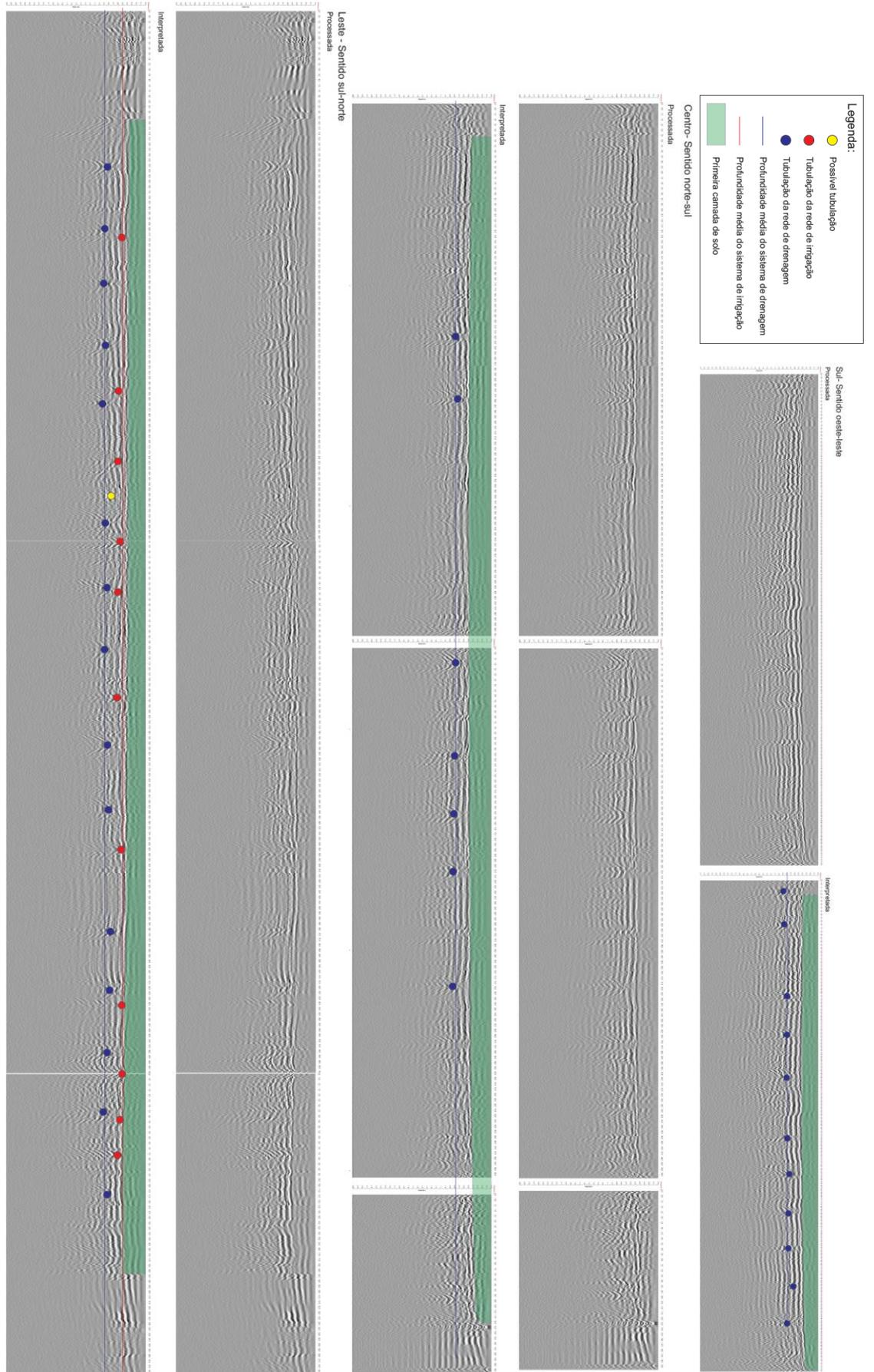


Figura 3 - Resultados do levantamento