# 25/06/2011 - A utilização do georadar (GPR) como ferramenta de ensaio não destrutivo (END)

*(Para a localização da manta de impermeabilização e verificação da espessura do concreto num bloco teste)*

*Por Debora S. Carvalho* e Roberto Okabe***

O GPR é um método geofísico que utiliza a propagação de ondas eletromagnéticas de alta frequência, variando de 10 MHz a 1 000 MHz (Annan, 1992). Quando a onda eletromagnética atinge a interface entre materiais geológicos com diferentes permissividades dielétricas, parte da onda é refletida em direção a superfície e parte da onda é refratada (Davis & Annan, 1989). O sinal recebido é amplificado, gravado e processado. As aplicações do GPR para o mapeamento de estruturas geológicas, arqueológicas, de tubulações, tanques e estruturas enterradas, já estão consagradas. Porém, com a criação de novas tecnologias, novas antenas estão sendo testadas para a caracterização de estruturas em profundidades bastante rasas (até 0,50 m). Neste contexto, sua aplicação está voltada principalmente para a inspeção de estruturas e patologias do concreto. As frequências destas novas antenas variam entre 1,20 GHz a 2,00 GHz. A escolha da antena fica condicionada à relação apresentada na figura 1.Isto significa que quanto mais alta a frequência da antena, maior a resolução do sinal, menor a profundidade investigada e mais compacta a antena. Isto viabiliza a aplicação em END (ensaio não destrutivo), com antenas de dimensões pequenas, que geram resultados de alta resolução alta, em profundidades rasas. O objetivo principal deste levantamento geofísico foi identificar a manta de impermeabilização do bloco teste, verificando dessa maneira também as espessuras moldadas do revestimento secundário. Este bloco foi construído com as mesmas especificações do concreto que reveste o túnel das obras do metrô.

## Metodologia

O equipamento utilizado foi o IDSK2_ TR1200, com antena de 1,2 GHz fabricada pela IDS

(Ingegneria dei Sistemi, S.p.A.). É uma antena blindada, com as seguintes características físicas: Comprimento = 0,13 m; largura = 0,12 m; altura = 0,08 m; peso = 1,60 kg; cabo de 15 m e roda métrica acoplados.
Para digitalização dos dados, foi utilizada uma unidade de controle DAD-IDS, e para armazenamento e apresentação dos dados, foi utilizado um computador Panasonic modelo CF-18. O equipamento GPR (Ground Penetrating Radar) é composto por quatro componentes: antena transmissora, antena receptora, unidade de controle e unidade de armazenamento e apresentação do dado. Um pulso – onda – de energia eletromagnética é irradiado para o interior do solo pela antena transmissora. Parte da energia desta onda é refletida de volta para a antena receptora sendo amplificada, digitalizada
e registrada em um meio magnético digital para processamento e armazenamento dos dados, como mostra de forma esquemática a figura 4. As linhas de aquisição foram posicionadas na lateral do bloco teste, de maneira que as ondas fossem emitidas na direção perpendicular à manta, obtendo assim varredura no sentido da espessura mais delgada para a mais espessa (figura 5).

## Resultados

Foram realizadas quatro linhas de aquisição com a antena de 1,2 GHz, com aproximadamente 0,85 m de comprimento, para cada linha. As linhas foram espaçadas em 0,10m, a partir do topo em sentido à base do bloco, nas coordenadas locais de 0,10, 0,20, 0,30 e 0,40m. Foi gerada uma seção (radargrama) para cada linha; as quatro seções apresentaram boa resolução, e a interface entre o concreto e a manta de impermeabilização foi claramente detectada, como apresentado no radargrama LAA10001, na figura 6. No radargrama processado digitalmente, foi feita uma interpretação geofísica, onde foi possível verificar a proximidade das medidas encontradas no radargrama e a figura esquemática do bloco. Para o revestimento delgada do radargrama encontramos espessura entre 0,09m e 0,11m; e na porção mais espessa, encontramos espessura entre 0,33m e 0,35m. Foi determinada uma medida central, com espessura entre 0,21m e 0,23m. O levantamento realizado neste bloco teste proporcionou a obtenção do intervalo de velocidade de propagação da onda eletromagnética para a especificação deste concreto: V = 0,11 a 0,12 m/ns. Sua aplicação não apresentou riscos aos operadores e aos colaboradores em trânsito, próximos ao local do ensaio. O GPR, utilizado como método END, não apresenta riscos de perfuração da manta de impermeabilização quando usado in loco.

## Conclusões

O método geofísico GPR utilizado como END pode ser utilizado para identificação da manta de

impermeabilização e a espessura do concreto secundário. Sua aplicação in loco em obras de túneis para linhas de metrô pode se tornar uma ferramenta importante para agregar dados às auditorias internas e externas. Sua aplicação pode evitar perfurações da manta de impermeabilização, bem como pode ser uma poderosa ferramenta para a verificação e validação de cumprimento de projetos, bem como normas e especificações de espessuras de segurança em obras e construções. O método GPR utiliza a emissão ondas eletromagnéticas em frequências que não acarretam riscos à saúde do colaborador.

**Referências Bibliográficas**

[1] ANNAN, A.P. - Ground Penetrating Radar – Workshop Note. Sensor and Software, Inc., Internal Report. 130 p. 1992.
[2] CARVALHO, D.S. - Gestão de áreas contaminadas: detecção e mapeamento pelo uso de métodos geofísicos. São Paulo, 2006, 79 p. Dissertação (Mestrado em Sistemas Integrados de Gestão.). Centro Universitário SENAC.
[3] DAVIS, J.L. & ANNAN, A.P. - Ground Penetrating radar for high resolution mapping of soil and rock stratigraphy. Geophysical Prospecting, v. 37, n.5, p. 531- 551, 1989.

** Debora S. Carvalho é geofísica, MSc., consultora independente*
*** Roberto Okabe é geólogo sênior da Sollum Geofísica Ltda.*