



Mapeamento GPR das ruínas do Convento de São Boaventura, Itaboraí/RJ

Carlos Eduardo X. Oliveira (carlos@geopesquisa.com, Geopesquisa Investigações Geológicas Ltda.)

Welitom Rodrigues Borges (welitom@geopesquisa.com, Geopesquisa Investigações Geológicas Ltda.)

Rinaldo Moreira Marques (rinaldo@geopesquisa.com, Geopesquisa Investigações Geológicas Ltda.)

Maria Elisa Fontes Tourinho (maria.tourinho@antt.gov.br, Instituto de Dinâmica e Estudos Culturais)

Enrico Leonardo Santos (enrico@geopesquis.com, Geopesquisa Investigações Geológicas Ltda.)

Sueli Lima de Almeida (sueli@geopesquisa.com, Geopesquisa Investigações Geológicas Ltda.)

Copyright 2008, SBGf - Sociedade Brasileira de Geofísica

Este texto foi preparado para a apresentação no III Simpósio Brasileiro de Geofísica, Belém, 26 a 28 de novembro de 2008. Seu conteúdo foi revisado pelo Comitê Técnico do III 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

Este trabalho mostra resultados de investigações GPR 3D na área do Convento São Boaventura, município de Itaboraí, RJ. O objetivo foi a identificação da estrutura física soterrada do Convento. A aquisição dos dados foi realizada, a cada 0,5 metro, nos arredores das ruínas do convento com uma antena blindada de 400 MHz (GSSI). Os resultados possibilitaram a identificação de paredes e alicerces constituídos de blocos de rochas, bem como de antigas construções. Os levantamentos geofísicos forneceram, dessa forma, informações no intuito de racionalizar o programa de escavações, diminuindo custos e tempo de trabalho, além de permitir uma demarcação mais precisa dos alvos enterrados.

Introdução

O Convento São Boaventura é um patrimônio histórico tombado pelo Instituto do Patrimônio Histórico e Artístico Nacional (IPHAN) e começou a ser construído em 1660. É cronologicamente a quinta construção conventual da Ordem Franciscana no Brasil. A Igreja de Nossa Senhora da Conceição, também chamada de Igreja de Porto das Caixas data de 1595 e é um pólo de turismo religioso localizado na Fazenda Macacu, distrito de Porto das Caixas, Itaboraí, RJ (**Figura 1**). A área supracitada está inserida, atualmente, nas dependências do Complexo Petroquímico do Rio de Janeiro (COMPERJ).

Em março de 2008, em uma parceria do Instituto de Dinâmica e Estudos Culturais (IDEC) com a Geopesquisa Investigações Geológicas Ltda, foi elaborado um levantamento geofísico através do método *ground penetrating radar* (GPR) objetivando a construção de blocos tridimensionais que auxiliassem na detecção de possíveis estruturas arqueológicas soterradas.

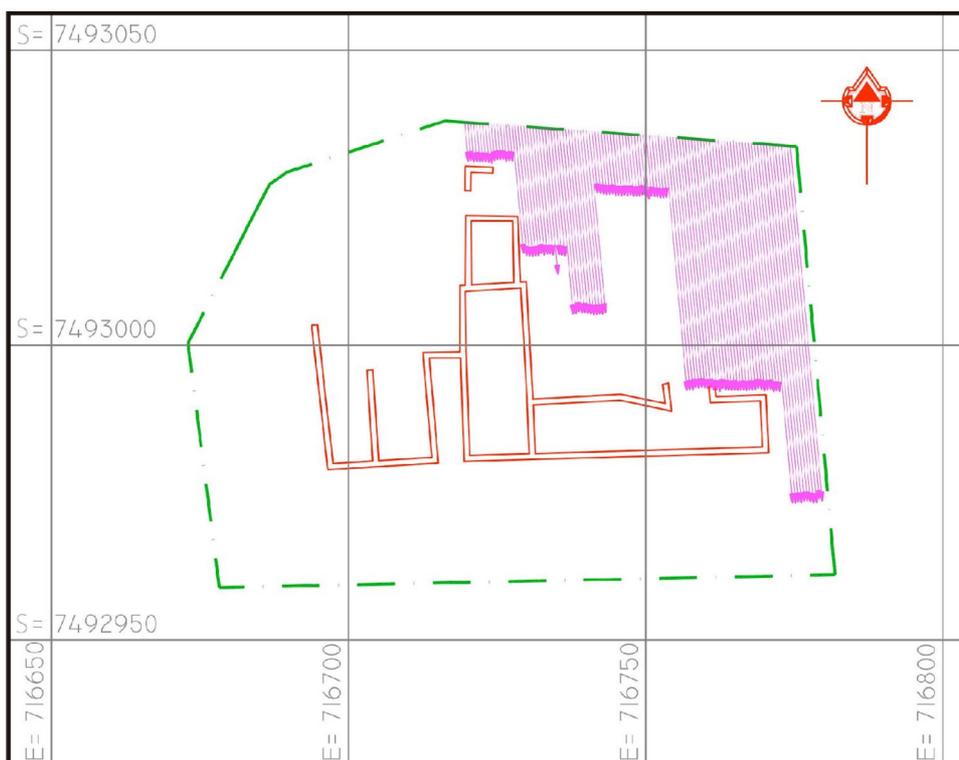
O presente trabalho sintetiza as etapas de investigação desenvolvidas na área supracitada, assim como toda metodologia envolvida, objetivando a geração de um produto final baseado na demarcação de alvos para criação de frentes de escavação arqueológica.

Metodologia

O método GPR é um método eletromagnético que emprega ondas de rádio em frequências elevadas (10 a 2500 MHz) para localizar estruturas, feições geológicas ou objetos enterrados pelo homem em subsuperfície (Annan, 1992; Annan, 2002; Daniels, 1996; Kruk et al., 1999). Um pulso eletromagnético é irradiado para o interior do solo por uma antena transmissora. Mudanças nas propriedades elétricas do meio fazem com que partes do sinal sejam refletidas para a superfície e partes sejam transmitidas. Parte da energia é refletida e retorna para a superfície, sendo registrada pela antena receptora. Este sinal é então, amplificado, formatado, armazenado e visualizado em uma unidade de controle ou computador.

Os principais fatores que influenciam a profundidade de penetração do sinal GPR são o espalhamento geométrico, a atenuação pelo terreno e a partição da energia nas interfaces, todos relacionados à perda de energia durante a propagação da onda eletromagnética. Para amenizar estas perdas, a frequência de operação é escolhida de modo a fornecer a relação mais vantajosa entre a penetração e a resolução para um determinado tipo de trabalho. A maioria dos sistemas pode operar sob diferentes frequências, porém as frequências na faixa de 50 a 400 MHz são as mais comuns para os estudos em pequenas profundidades. A frequência do sinal e a profundidade de investigação são ordens de grandeza inversamente proporcionais, ou seja, quanto maior for a frequência da antena menor será sua capacidade de penetração no solo, e vice-versa. Além disso, em terrenos mais arenosos nota-se melhor penetração do sinal do GPR do que em terrenos argilosos, fator este atribuído a relação entre a porosidade e a permeabilidade do meio investigado.

As principais características que tornam o GPR indicado às finalidades de levantamentos arqueológicos são: 1) o fornecimento de perfis ao longo dos ensaios, produzindo seções em tempo real; 2) os registros gráficos podem ser frequentemente interpretados no campo e; 3) a possibilidade de identificação de objetos enterrados em solo, pavimentos e paredes (Conyers & Goodman, 1997; Issacson, *et al.*, 1999; Seren, *et al.*, 2007).



LEGENDA



Figura 1 – Mapa de localização do Convento de São Boaventura, Itaboraí/RJ, com a disposição das linhas de GPR na área.

Aquisição e Processamento dos Dados

Para a execução dos trabalhos foi utilizado o equipamento SIR-3000 fabricado pela *Geophysical Survey Systems Inc.* (GSSI). Esse sistema consistiu em dois módulos interligados por cabos coaxiais: o primeiro composto por uma antena blindada de 400 MHz e o segundo por uma unidade de controle e armazenamento de dados.

A disposição das linhas no campo foi estabelecida em função da disponibilidade de áreas livres (sem obstáculos na superfície; tais como, paredes, entulhos e árvores). Foram realizadas 110 (cento e dez) linhas de GPR 2D para geração de uma área de GPR 3D, perfazendo um total de aproximadamente 1520 m². O espaçamento entre as linhas foi de 0,5 metro, e a distância entre os pontos de coleta (traços) foi de 0,02 metro, com uma janela temporal de 80 ns. A **Figura 2** evidencia algumas aquisições GPR efetuadas dentro da área de estudo.

As etapas de processamento foram realizadas no software REFLEXW versão 4.5 (Sandmeier, 2008) e foram desenvolvidas de forma a destacar as anomalias alvo deste trabalho.

O processamento dos dados envolveu: determinação da chegada da primeira onda (ajuste do tempo zero); aplicação de ganhos (linear, exponencial e decaimento de energia); filtragens 1D (bandpass butterworth e bandpass frequency) e 2D (remoção do background); conversão da escala de tempo para profundidade; interpolação dos perfis 2D, elaboração de cubos tridimensionais e de cortes em profundidades escolhidas.

Para conversão dos perfis em profundidade foi realizado um ajuste hiperbólico de alguns pontos difratores encontrados na área investigada. A velocidade obtida foi de 0,09 m/ns, utilizada na inversão dos dados adquiridos em escala de tempo para profundidade.

Resultados

Análises dos resultados de GPR obtidos na área possibilitam ao intérprete identificar e correlacionar os refletores com interfaces geológicas e com interferências (paredes, blocos de rocha, raízes, etc.) presentes na área.

Os refletores relacionados a interfaces pedológicas são comumente retilíneos, contínuos e subhorizontais a inclinados. O solo superficial mostra uma forte reflexão até a profundidade média de 1 metro. Na região ocorre um solo concrecionário sobrepondo um latossolo vermelho amarelo, confirmando o aumento da amplitude do sinal do GPR. Já o latossolo provoca uma atenuação do sinal eletromagnético nas seções de GPR devido a sua maior quantidade de argila.



Figura 2 – Fotos das aquisições de dados GPR no Convento São Boaventura, município de Itaboraí/RJ.

Os cortes realizados no volume de dados GPR 3D evidenciam a presença de estruturas arqueológicas próximo ao convento (**Figura 3**).

No corte realizado na profundidade de 0,5 metro nota-se uma anomalia de forte amplitude na parte mais a noroeste da área (**Figura 3a**). Esta anomalia possui o formato retangular, sendo relacionada a uma construção. Esta anomalia possui as dimensões de 10,8 metros por 6,5 metros, e mostra uma espessura (alicerce ou parede) de 1,5 metro.

Na **Figura 3b** (corte realizado na profundidade de 1 metro) além da anomalia identificada em 0,5 de profundidade, notam-se anomalias retilíneas na parte leste e nordeste da área. Estas anomalias são relacionadas também a vestígios de construções devido a sua configuração estrutural. Estas anomalias possuem uma espessura não superior a 0,5 metro.

Para visualizar melhor a anomalia encontrada na parte noroeste da área foram realizados dois perfis GPR 2D sobre esta estrutura (**Figura 4**). No primeiro perfil (A – A'), esta anomalia mostra duas zonas de reflexão que ocorrem entre as distâncias de 6,5 a 8 metros e entre 15,5 a 17 metros, ambas até a profundidade de 2,5 metros. No segundo perfil GPR (B – B'), esta anomalia ocorre continuamente de 5,5 a 16,5 metros de distância, até a profundidade de 2,4 metros.

Discussão e Conclusões

As anomalias de GPR encontradas nas proximidades do Convento São Boaventura evidenciam a presença de antigas construções soterradas. Devido as dimensões da anomalia encontrada na parte noroeste da área, e por analogia com as construções do Convento, interpreta-se esta anomalia como uma parede de blocos de rocha. Já as demais anomalias podem ser outras edificações de menor porte, só podendo ser evidenciadas após as etapas de escavação.

Os resultados mostram que o GPR proporcionou um imageamento das principais estruturas arqueológicas presentes nas vizinhanças do Convento, auxiliando do direcionamento das escavações arqueológicas na área.

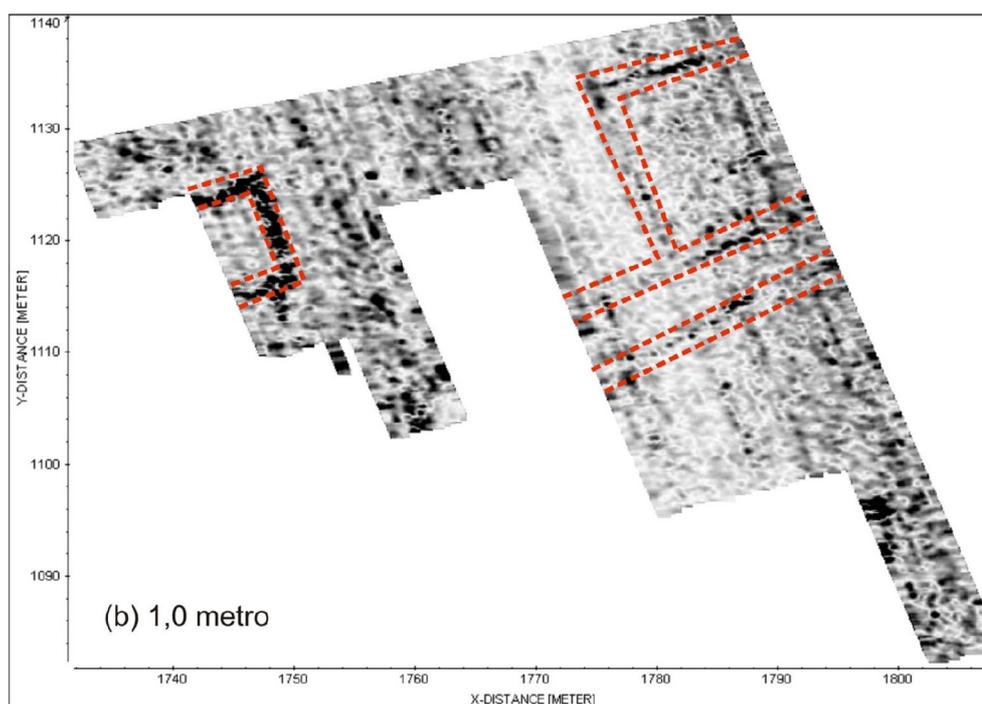
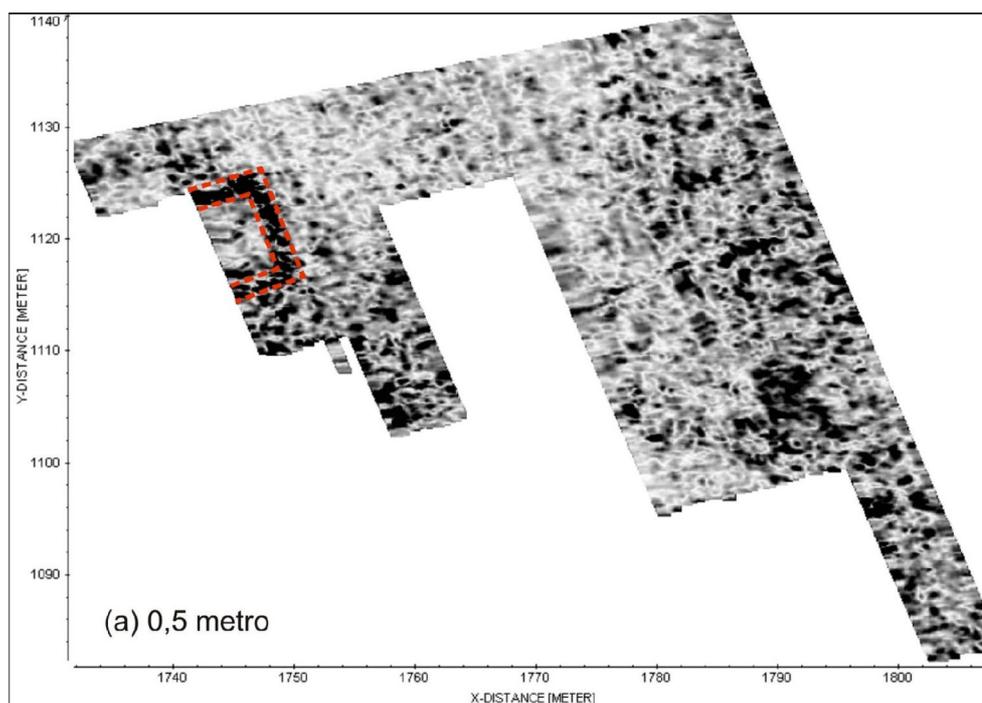
Agradecimentos

A Petrobrás pela autorização da publicação dos dados.

Ao IDEC e a Geopesquisa Investigações Geológicas Ltda. pelo apoio técnico durante as etapas de campo.

Referências

- ANNAN, A.P., 1992. Ground penetration radar workshop notes. Sensors & Software, Inc., Internal Report, 130 p.
- ANNAN, A.P. 2002. GPR – History, Trends, and Future Developments. *Subsurface Sensing Technologies and Applications*, 3 (4): 253 – 270.
- CONYERS, L.B.; GOODMAN, D., 1997. *Ground Penetrating Radar. An Introduction for Archaeologists*. Altamira Press, 232p.
- DANIELS, J. J., 1996. *Surface Penetrating Radar*, The Institution of Electrical Engineers, London, United Kingdom, 300p.
- ISAACSON, J.R.; HOLLINGER, E.; GUNDRUM, D.; BAIRD, J. 1999. A Controlled Archaeological Test Site Facility in Illinois: Training and Research in Archaeogeophysics. *Journal of Field Archaeology*, Vol. 26(2):227-236.
- KRUK, J. van der; SLOB, E.C. & FOKKEMA, J.T. 1999. Background of ground-penetrating radar measurements. *Geologie en Mijnbouw*, 77: 177 – 188.
- SANDMEIER, K.J. 2008. REFLEXW Version 4.5 for Windows 9x/2000/NT/XP. Program for the processing of seismic, acoustic or electromagnetic reflection, refraction and transmission data. Manual do Software, 192 p.
- SEREN, S.; HINTERLEITNER, A.E.; NEUBAUER, W.; LOCKER, K.; MELICHAR, P. 2007. New Results on comparison of different GPR systems and antenna configurations at the Roman Site Carnuntun. 20th Annual Symposium on the Application of Geophysics to Engineering and Environmental Problems . In. *Anais...*, CD-ROM.



Refletores relacionados a paredes

Figura 3 – Cortes em profundidade realizados no volume de dados de GPR 3D, com os refletores relacionados a estruturas arqueológicas identificadas na área do Convento de São Boaventura, Itaboraí/RJ.

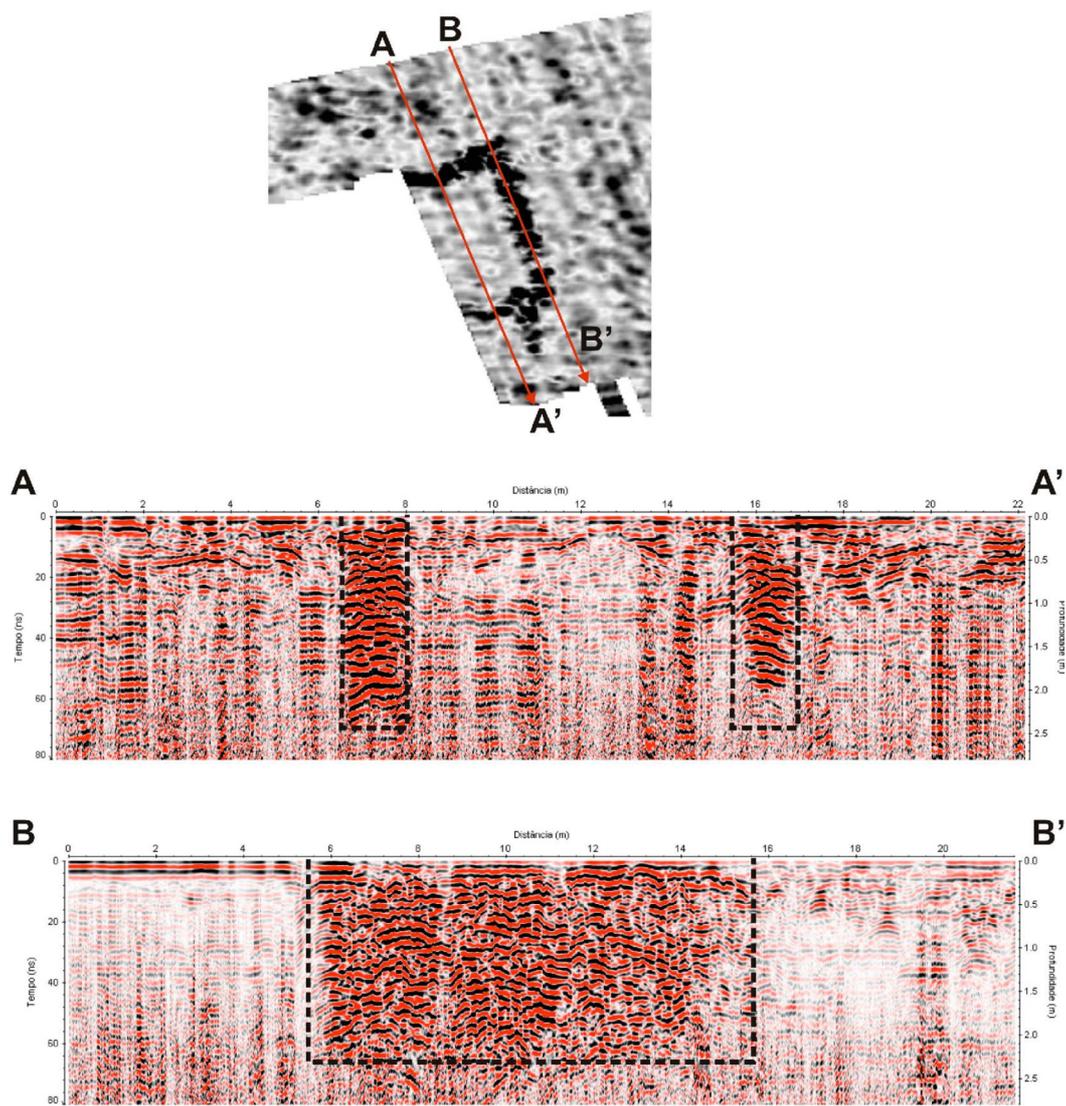


Figura 4 – Perfis de GPR 2D realizados sobre uma parede de blocos de rocha encontrada na área do Convento de São Boaventura, Itaboraí/RJ.