

# UTILIZAÇÃO GROUND PENETRATING RADAR (GRP) PARA MAPEAMENTO DE ANOMALIAS ASSOCIADAS A ESTRUTURAS ARQUEOLÓGICAS NA SUBESTAÇÃO DE PILÕES/PB

**Yoly Souza Ramos<sup>1</sup>, Juarez Paz Pedroza<sup>2</sup>, George do Nascimento Ribeiro<sup>3</sup>, Odirlei Neumann<sup>4</sup>, Antônio Hélio Muniz Fernandez<sup>5</sup>.**

**RESUMO:** O estudo foi realizado na subestação (SE) 138/69 kV Pilões que pertence a Companhia Hidroelétrica do São Francisco (CHESF), localizado num platô de morro a 1 km do município de Pilões, no Estado da Paraíba. Utilizou-se o *Ground Penetrating Radar* (GPR), ou georadar, como método de prospecção geofísica para detectar estruturas e feições arqueológicas, por não ser um método destrutivo. A área investigada no levantamento foi 90 m X 90 m, perfis paralelos entre si e equidistantes de metro em metro, nas profundidades 0,40, 0,80, 1,00 e 1,20 metros. Foram detectados 57 locais anômalos em subsuperfície, sendo 10 na profundidade de 0,40m, 30 na profundidade 0,80m, 16 na profundidade de 1,00m e 3 na profundidade de 1,20 m. Conclui-se que o uso da GRP é ferramenta efetiva para atalhar o trabalho exaustivo manual na Arqueologia e que as anomalias mapeadas apresentaram probabilidade de acerto de 80%, dos achados arqueológicos.

**Palavras chaves:** GPR, geofísica aplicada, magnetometria, arqueologia.

**ABSTRACT:** The study was conducted at the substation (SE) 138/69 kV Pilões that belongs to the São Francisco Hydroelectric Company (CHESF), located on a plateau of the hill 1 km, from Pilões city, Paraíba state. We used the Ground Penetrating Radar (GPR), or georadar, as a method of geophysical prospecting to detect archaeological structures and features, not to be a destructive method. The area investigated in the survey was 90 m X 90 m, parallel profiles and equidistant from each other meter by meter, at depths 0.40, 0.80, 1.00 and 1.20 meters. were detected 57 anomalous sites in the subsurface, and 10 in depth of 0.40 m, 30 in depth 0.80 m, 16 at a depth of 1.00 m and 3 the depth of 1.20 m. We conclude that the use of GRP is an effective tool to cut short the work in Archaeology and comprehensive manual that showed anomalies mapped hit probability of 80%, the archaeological findings.

**Keywords:** GPR, geophysics, magnetometry, archeology.

---

<sup>1</sup> Doutoranda em Engenharia Agrícola, UFCG/CTRN, Av. Aprígio Veloso, 882, Bloco CQ, Bodocongó, CEP: 58.429-900, Campina Grande, PB. E-mail: yolysramos@hotmail.com.

<sup>2</sup> Professor, UAEAg/CTRN/UFCG. Av. Aprígio Veloso, 882, Bloco CQ, Bodocongó, CEP: 58.429-900, Campina Grande, PB E-mail: juarez@deag.ufcg.edu.br.

<sup>3</sup> Professor, UFCG/CDSA/UATEC, R. Luiz Grande, sn, CEP: 58.540-000, Sumé, PB. E-mail: george@ufcg.edu.br.

<sup>4</sup> Geofísico, GPR GEOSCIENCE GEOFÍSICA. R. Mazel, 174, Cotia, CEP: 06708-235, São Paulo, SP. E-mail: odingpr@gmail.com.

<sup>5</sup> Geólogo, CHESF. Av. Delmiro Gouveia, 333, Bongi, CEP: 50761-901, Recife, PE. Email:helim@chesf.gov.br.

## **1 - INTRODUÇÃO**

O método geofísico GPR (*Ground Penetrating Radar*) ou radar de penetração no solo é um método geofísico que consiste na radiação de ondas eletromagnéticas de alta frequência através de um par de antenas transmissoras e receptoras colocada sem contato direto com a superfície do terreno; estas ondas se propagam na subsuperfície, sofrendo reflexão, refração e difração (Aragão, 2010; Silveira, 2012). As respostas são registradas, processadas e analisadas para medir o tempo e velocidade de propagação e a extensão das ondas diretas e refletidas (Abad *et al.*, 2011).

O GPR pode ser utilizado em uma vasta gama de aplicações: em levantamentos ambientais, geotécnicos, geológicos e de engenharia. Dentre estas aplicações está a investigação da Sub-superfície. Os métodos de prospecção geofísica são utilizados para detectar e localizar corpos ou estruturas do subsolo de forma não destrutiva, possibilitando determinar sua dimensão e algumas propriedades físicas (Ucha *et al.*, 2010). Na prospecção arqueológica é utilizado o Método Magnético que identifica as anomalias magnéticas e profundidades dos pontos anômalos, dando segurança na marcação e detecção das estruturas, incluindo feições arqueológicas como paredes, plataformas, enterros, solos de ocupação, tipos de solos, urnas, alicerces de construções, pirâmides, fogueiras, cavidades e outros objetos de menor dimensão (2010; Adoon *et al.*, 2010).

## **2 – OBJETIVOS**

Identificar anomalias geofísicas, bem como feições antropogênicas subterrâneas, na área de implantação da subestação (SE) 138/69kV Pilões, localizada no município de Pilões, Estado da Paraíba.

## **3 - MATERIAIS E MÉTODOS**

A SE 138/69kV Pilões está em um platô de morro a 1 km do município de Pilões, na região fisiográfica do Brejo Paraibano, em borda úmida oriental do Planalto da Borborema. Engloba seis municípios: Alagoa Grande, Alagoa Nova, Areia, Bananeiras, Borborema e Serraria. O clima é úmido e frio, os solos são profundos e medianamente férteis e a hidrografia é caracterizada por pequenos e médios cursos d' água. A geologia

do local esta fixada na unidade metagranitóides tipo Riacho do Forno (My2b) e a compartimentação geomorfológica enfoca-se nas áreas cristalinas, mais precisamente na Plataforma da Borborema (CHESF, 2010).

Foi utilizado o GPR modelo Måla Geoscience, antena blindada de 250 MHz e quatro módulos principais: antena transmissora e transmissor eletrônico, antena receptora e receptor eletrônico, unidade de controle e unidade de armazenamento/apresentação dos dados (notebook). As seções GPR foram realizadas paralelas entre si e equidistantes de metro em metro, nas profundidades 0,40, 0,80, 1,00 e 1,20 metros, sendo denominadas sete áreas A-P1, A-P2, A1, A2, A3, A4 e A5 (Tabela 1).

Tabela 1. Quantitativos de locais anômalos e suas respectivas áreas de acordo a profundidade de subsuperfície.

Profundidade (m)	ÁREAS						
	A-P1	A-P2	A-1	A-2	A-3	A-4	A-5
0,40	0	2	4	2	1	0	1
0,80	12	2	6	2	4	1	1
1,00	5	2	3	2	3	0	1
1,20	0	0	0	0	0	0	3
<b>Total</b>	<b>17</b>	<b>6</b>	<b>13</b>	<b>6</b>	<b>8</b>	<b>1</b>	<b>6</b>

As imagens foram elaboradas em 3D (linhas) e 2D (adquiridas em campo), o software utilizado para gerar os mapas em profundidade foi o Easy 3D da Mala/Ramac. Foram determinados os perfis nas direções (longitudinal ou transversal), integrando os dados de perfis paralelos, gerando, assim, mapas em corte de diversas profundidades (*slices*). As anomalias foram identificadas pela imagem do radar por círculos na cor magenta. Os princípios físicos e matemáticos envolvidos na propagação de ondas eletromagnéticas foram fundamentados nas equações de Maxwell (Reitz *et al.*, 1982).

#### 4- RESULTADOS E DISCUSSÕES

A distribuição das anomalias identificadas em maior quantidade foi localizada na área A-P1, totalizando 17 (dezesete) locais anômalos. Em menor quantidade foi na área A-4 com 1 (uma) local anômalo. No geral as maiores anomalias identificadas foram na profundidade 0,80 metros (Figura 1). Foram realizadas as investigações confirmatórias por meio da execução de trincheiras arqueológicas, comprovando as profundidades e o tipo de interferências encontradas. Entretanto algumas anomalias foram correlacionadas a matações ou bolsões de materiais diversos e/ou contrastantes com a geologia predominante no local (solo silto-argiloso).

Dessarte foram detectadas 57 (cinquenta e sete) locais anômalos, sendo 80% confirmadas por meio de aberturas de trincheiras, evitando o trabalho exaustivo manual.

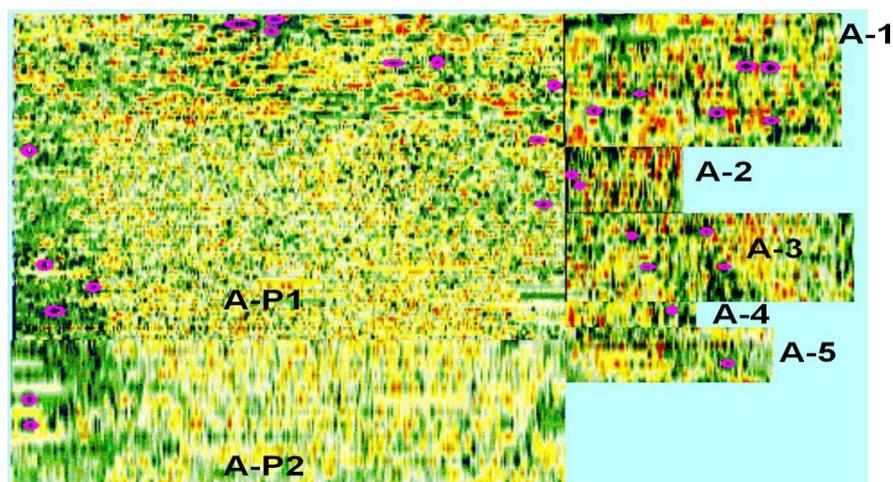


Figura 1. Imagem de radar obtida na profundidade de 0,80 m.  
Fonte: CHESF (2010).

## 5 - REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Abad, Rodríguez; Sala, Martínez; Lladró, Capuz; Barra, Díez.; Garcia, García. ISSN 0465-2746. 2011. Estudio de lavariación del contenido de humedad em el *Pinus pinaster* Ait por medio de la tecnica no destructiva del georradar. *Materiales.Construccion*, v.61: 143-156p.

Adoon, K.Z.,Lambot, S., Slob, E.; Vereecken, H. 2010. Investigation of the frequency dependent antenna transfer functions and phase center position for modelling off-ground GPR. In: 13th International Conference on Ground Penetrating Radar, Lecce, Italy, 21-25p.

Aragão, Regler Costa da; luiz, José Gouveia; lopes, Paulo Roberto Cato do. ISBN 0102-261X. 2010. Metodologia geofísica aplicada ao estudo arqueológico dos sítios Bittencourt e Jambuaçu, Estado do Pará. *Revista Brasileira de Geofísica*. v.28 (3): 251-263p.

Companhia Hidroelétrica do São Francisco (CHESF). 2010. Levantamento GRP para Estudos arqueológicos em área rural do Município de Pilões. 43p.

Reitz Jonh, milford Frederick; Christy, Robert. ISBN 8570011032. 1982. Fundamentos de Teoria Eletromagnética, Tradução René Balduino Sander; Carlos Duarte. Editora Campus Ltda. Rio de Janeiro, 3ª Ed., 516 p.

Silveira, Eric Santos de. 2012. Investigação com os métodos GPR e magnético de urnas funerárias do sítio nossa senhora do perpétuo socorro (Pará). Dissertação (Mestrado). Universidade Federal do Pará. Pará. 99p.

Ucha, José Martin; Vilas Boas, Geraldo da Silva; Hadlich, Gisele Mara. ISSN 2236-5664. 2010. O uso do Radar de Penetração no Solo na investigação nos processos de transformação pedogeomorfológica. *Revista Brasileira de Geomorfologia*. v11. n1: 85-96p.