

THE USE OF MULTIPLE LOW FREQUENCY (MLF) FOR THE GPR METHOD IN THE TEST AREA OF FUNDÃO ISLAND CORRELATED TO WELLS ELECTRIC PROFILES

Gleide Alencar do Nascimento Dias¹ IGEO/UFRJ; Webe João Mansur² COPPE/UFRJ; José Roberto Delboni³ IGEO/UFRJ

Copyright 2013, SBGf - Sociedade Brasileira de Geofísica

This paper was prepared for presentation during the 13th International Congress of the Brazilian Geophysical Society held in Rio de Janeiro, Brazil, August 26-29, 2013.

Contents of this paper were reviewed by the Technical Committee of the 13th International Congress of the Brazilian Geophysical Society and do not necessarily represent any position of the SBGf, its officers or members. Electronic reproduction or storage of any part of this paper for commercial purposes without the written consent of the Brazilian Geophysical Society is prohibited.

Abstract

This work concerns the use of Ground Penetrating Radar (GPR), a geophysical method, in Multiple Low Frequency (MLF) with frequencies of 15, 20, 35, 40 and 80 MHz acquired through a common-offset array, the data being correlated with data electric logs data of the well UFRJ-RJ-1 49 meters deep. The data acquisitions were conducted in the Fundão Island - University City, RJ, Brazil. The results show the presence of three distinct zones: landfill, crystalline saturated zone and crystalline unsaturate zone. It is presented a discussion concerning the effectiveness of the changes in frequencies of the antennas according to different depth and image resolution.

Introdução

A área teste de estudo localiza-se atrás do Departamento de Geologia de Engenharia – IGEO/UFRJ, com presença de tubulações de concreto, aço e pvc. Nesta mesma área existe um poço UFRJ-1-RJ com 49 m de profundidade cujo dados de testemunho caracterizaram a área como aterro e embasamento cristalino composto basicamente por gnaiss. O método geofísico GPR de MBF foi selecionado devido ao mapeamento de feições geológicas em diferentes profundidades, e contraste do meio com as tubulações e feições geológicas. O acesso feito pelas Linhas Amarela e Vermelha, e posteriormente pela Avenida Athos da Silveira Ramos (Figura 1).



Figura 1 - Localização da área de estudo. Fonte: Google Earth.

Geologia Local

A Ilha do Fundão é quase toda ocupada pela Cidade Universitária e é uma das várias ilhas da Baía de Guanabara, e se localiza entre as coordenadas latitudinais 22°49'55"S-22°53'10"S e longitudinais 43°12'25"W-43°14'45"W. De acordo com Amador (1996) possui uma área superficial de 377 Km², excluindo as ilhas e considerando seu limite pelas pontas de Copacabana e de Itaipu. Estas ilhas são constituídas predominantemente por gnaisses variados e migmatitos, de idade Pré-Cambriana, denominados Gnaisses da Série Inferior por Helmbold *et al.*, 1965. Quanto aos aterros são constituídos por areias dragadas da Baía de Guanabara e solos de alteração de Gnaisses e migmatitos provenientes do desmonte da Colina do Fundão. De acordo com Santos (2000), na Ilha do Fundão foram identificados cinco tipos de solos: Aterro solódico ou não (AT1), aterro com calhaus a 20cm (AT2), aterro com calhaus a 60cm ou 80cm (AT3), aterro gleizado (AT4) e Argissolo Vermelho-Amarelo eutrófico abrupto (PVAe), figura 2. O poço localizado na área de aquisição dos dados tem profundidade de 49 m com diâmetro de 75 mm, com duas zonas distintas nos quais os primeiros 9 m são compostos de aterros e a parte restante dos 40 m de profundidade são formados por gnaisses.

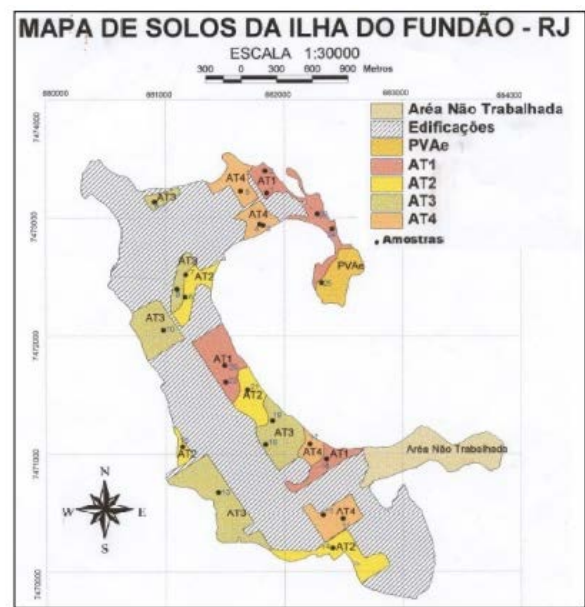


Figura 2 - Mapa de distribuição dos solos baseada na avaliação da fertilidade. Fonte: Santos (2000).

Metodologia

O método GPR emprega ondas de rádio em altas frequências (10-2500 MHz), que são emitidas para a subsuperfície através de uma antena (transmissora) em superfície, propagando para o interior do solo refletindo-se e/ou difratando-se nas feições de subsuperfície em meio contrastante de permissividade dielétrica. E retornando a superfície, sendo registrada numa antena (receptora). O GPR possui similaridade cinemática com a sísmica de reflexão, sendo ambos os métodos baseados em propagação de onda (Dias, 2007).

Perfis de Poços e de testemunhos fornecem diversas informações de modos indiretos e diretos respectivamente, em profundidade do poço. Perfis de Resistividade Normal Curta (SHN) / Normal Longa (LON) não focados, fornecem a resistividade aparente da formação com alcance de diferentes profundidades horizontais, Perfis resistividade da parede do poço (SPR) também podem ser obtidos. A ferramenta possui três eletrodos, sendo o eletrodo central, a fonte de corrente alternada, que irá penetrar a formação, sendo que o alcance de investigação depende do meio e da separação entre os eletrodos.

Aquisição e Processamento

Para este trabalho foi utilizado o equipamento GPR SIR System 3000 da empresa Geophysical Survey Systems, Inc.s (GSSI) no modo *common-offset* com as antenas biestáticas não blindadas de Múltipla Baixa Frequência (MBF ou Multiple Low Frequency - MLF) de 15 a 80 MHz (Figura 3) com um total de 4 perfis adquiridos sobre mesma localização (Figura 4). A utilização da antena em MBF é extremamente prático e útil em relação outros métodos geofísicos, pois através do encaixe por partes das antenas em suas extremidades pode se variar o tamanho das antenas, e por consequentemente variar a sua frequência, profundidade e resolução de maneira rápida eficiente. Os parâmetros adotados na aquisição foram: número de amostras por *scan* (traço), número de *stacks* (empilhamento), *range* (janela temporal), intervalo entre *scans* (traços), sem ganhos e nenhuma filtragem de aquisição. A posição zero está localizada próxima ao poço escola e a *off-set* inicial entre as antenas de foi de 2 m e o caminhamento de 0,5 m.

Os arquivos de dados obtidos no formato (*.dzt) foram processamentos no programa REFLEX-Win 3.5, versão 4.2 da empresa Sandmeier (Sandmeier, 2006). A rotina consistiu em: Correção Time-zero, Dewow, Ganho Manual, Remove Background, Filtro Passa-Banda, Deconvolução Preditiva, Filtro Passa-Banda e Filtro Mediana, não sendo necessária a realização da correção topográfica, devido a ausência de declividade do terreno, na figura 4 é apresentada uma das seções radargramas sem e com processamento. Mantendo-se atenção aos ruídos culturais (cercas, construções, linhas de energia, etc.), que apresentem características significativas nas seções radargramas a fim de que possam ser eliminados.



Figura 3 – Equipamento de GPR SIR System 3000.



Figura 4 – Localização das linhas de aquisição entre os prédios da geologia e da geografia.

Resultados e Discussões

As seções não processadas e processadas são apresentadas nas Figuras de 04 a 08. Nas extremidades das seções radargramas, a esquerda e a direita, é possível observar algumas feições hiperbólicas (em vermelho) cujos ápices se encontram a aproximadamente 4 a 6 m e com velocidade no meio de 0,08 m/ns correspondendo respectivamente a fragmentos de rochas ou concreto, pois a área é recoberta por aterro (de 0 a 16 m de profundidade o perfil de resistividade não apresenta informação, Figura 09). A constante dielétrica dos materiais usualmente varia de 1 (ar) a 80 (água) representando as velocidades da onda de 0.3m/ns (ar) e 0.03m/ns (água). Nas seções é possível observar um forte refletor (em laranja), situado a aproximadamente 3,80 m de profundidade, que corresponde ao contato aterro-gnaiss, outro forte refletor mais contínuo (em azul) é verificado nas seções começando torno de 16 m cujas fortes reflexões contínuas chegam a aproximadamente 27 m de profundidade que estão associadas à zonas de fraturadas saturadas por água o qual apresentam alta permissividade dielétrica do meio

(de 18 a 30 m de profundidade no perfil resistividade é verificado a diminuição e aumento de resistividade, Figura 09). Nas Figuras 6 e 7 que correspondem as antenas de 15 e 20 MHz as profundidades de investigações foram de 40 e 30 m de profundidade respectivamente, onde as feições do meio apresentam-se melhor evidenciadas marcando de forma mais continua as feições hiperbólicas de alvos em profundidade como também as variações dos refletores horizontais. Nas Figuras 6 e 7 que correspondem as antenas de 35 e 40 MHz as profundidades de investigações foram de 20 e 30 m respectivamente, onde as feições do meio apresentaram-se com pouca qualidade ficando difíceis de serem definidas algumas feições que foram evidenciadas nas figuras anteriores. Na Figura 08 na seção radargrama não são possível distinguir as feições hiperbólicas e todas as feições apresentam-se estradas.

Conclusões

De acordo com o manual de uso do equipamento é recomendado para antenas transmissoras e receptoras um espaçamento contínuo inicial: a) antenas de 15 a 20 MHz seja um espaçamento de até 3 e 2,5 m respectivamente, b) antenas de 35 a 40 MHz espaçamento de até 2 m e c) antena de 80 MHz espaçamento de até 1 m. Para as antenas de 15 e 20 MHz pode verificar que a distância escolhida de 2 m conseguiram mapear bem as feições em profundidade sendo o mesmo não ocorrido para as demais antenas. Antes de se começar as aquisições dos dados é importante verificar o espaçamento correto para se obter uma melhor resposta das feições em profundidade, recomenda-se que sejam utilizados espaçamento de 2 m para as antenas de 15 e 20 MHz, 1 m para as antenas de 35 a 40 MHz e 0,5 m para as antenas de 80 MHz. Em geral uma boa seleção dos parâmetros de aquisição permite através das seções radargramas poder se detectar tubulações e e outras feições que estão presentes no perfil

Agradecimentos

A laboratório LAMEMO e ao professor Webe Mansur pelo equipamento utilizado. E ao funcionário Roberto Delboni.

Referências

Amador, E. S. 1996. Baía de Guanabara e Ecossistemas Periféricos: Homem e Natureza. 1996. 539f. Tese (Doutorado em Geografia). Centro de Ciências Matemáticas e da Natureza, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro.

Dias G. A. N. 2007 Modelagem e Imageamento dos Dados de GPR Adquiridos em floramentos Visando o Estudo de Reservatório Petrolífero. Tese de Doutorado. Instituto de Geociências / UFRJ

Helmbold, R. *et al.* (2 autores). 1965. Mapa geológico do Estado da Guanabara: folhas Baía da Guanabara - Ilha Rasa, Vila Militar - Pontal de Semambetiba, Santa Cruz

- Restinga de Marambaia. Rio de Janeiro: DGM: DNPM, 1965. mapas color. Escala 1: 50.000.

Luna J. L. 2012. Perfis de Eletrodo e Indução em poços delgados. Dissertação de Mestrado. Instituto de Geociências - UFRJ

Sandmeier, K. J. 2006. REFLEXW Version 4.2 for Windows 9x/2000/ NT/XP. Program for the processing of seismic, acoustic or electromagnetic reflection, refraction and transmission data. Manual do Software, 192 pp. 2006.

Santos, R. D. dos et al. 2000. Projeto Parque Frei Veloso: levantamento detalhado dos solos campus da Ilha do Fundão - UFRJ. 2000. Embrapa Solos. Boletim de Pesquisa, n. 19, p. 69. Embrapa Solos, Rio de Janeiro, 2000

Souza E. S. S. J. 2007. Simulação, em Ambiente Computacional, do Método de Wenner e Obtenção da Resistência de um Sistema de Aterramento Usando FDTD. Dissertação de Mestrado UFPA

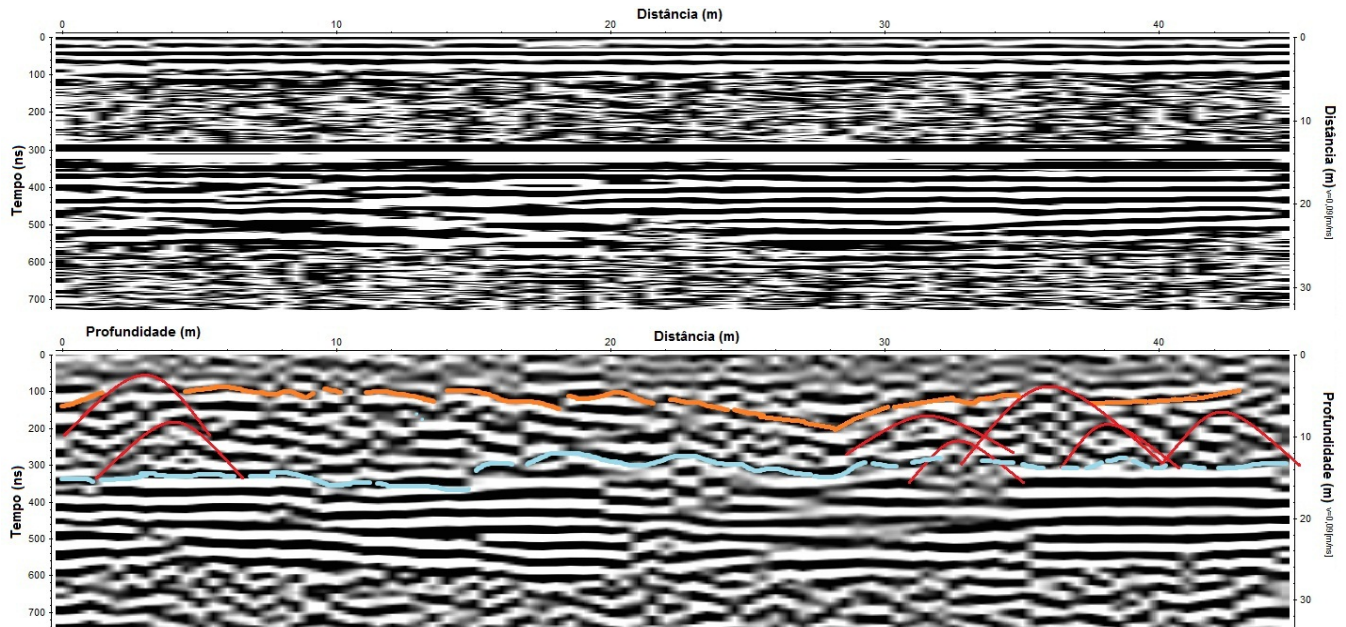


Figura 4 – Seção radargrama da antena de 15 MHz, não processada (acima) e processada (abaixo).

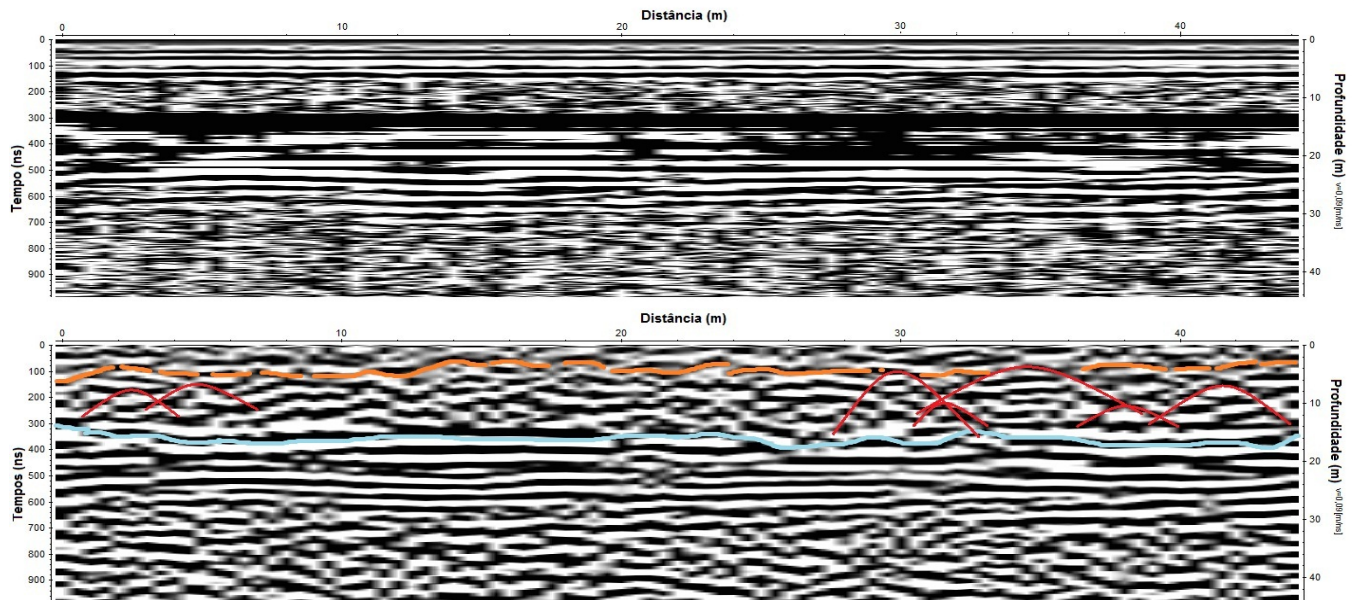


Figura 5 – Seção radargrama da antena de 20 MHz, não processada (acima) e processada (abaixo).

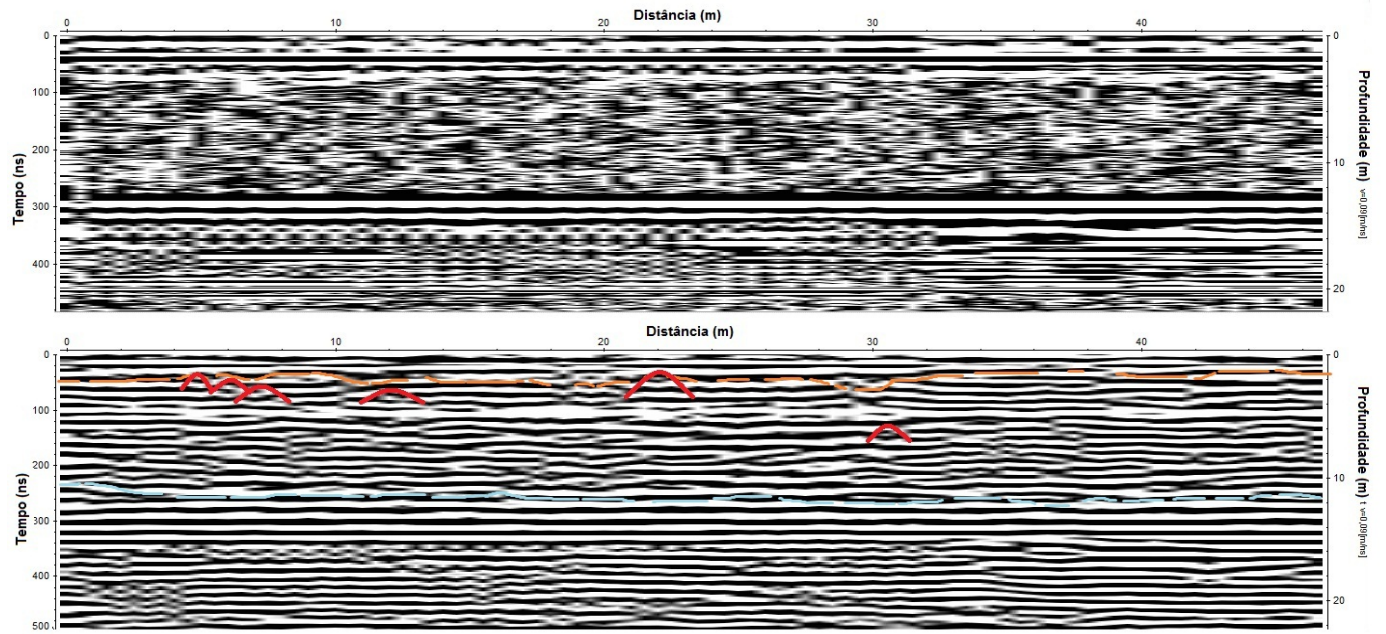


Figura 6 – Seção radargrama da antena de 35 MHz, não processada (acima) e processada (abaixo).

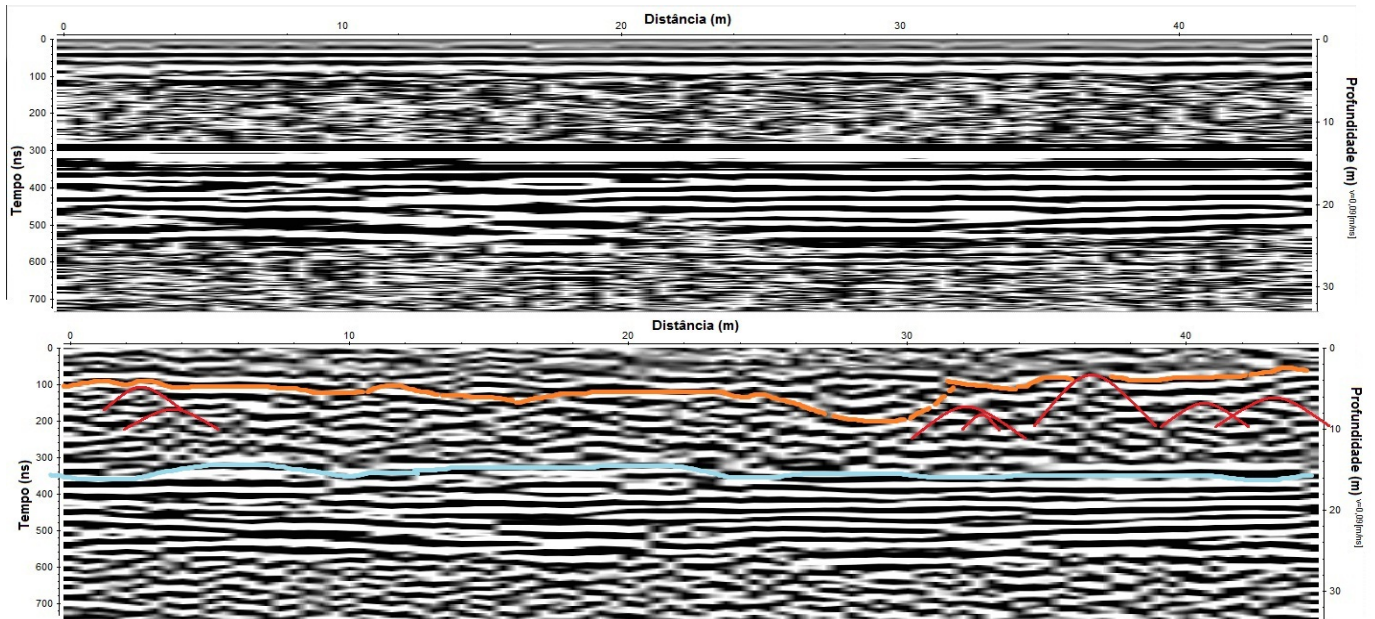


Figura 7 – Seção radargrama da antena de 40 MHz, não processada (acima) e processada (abaixo).

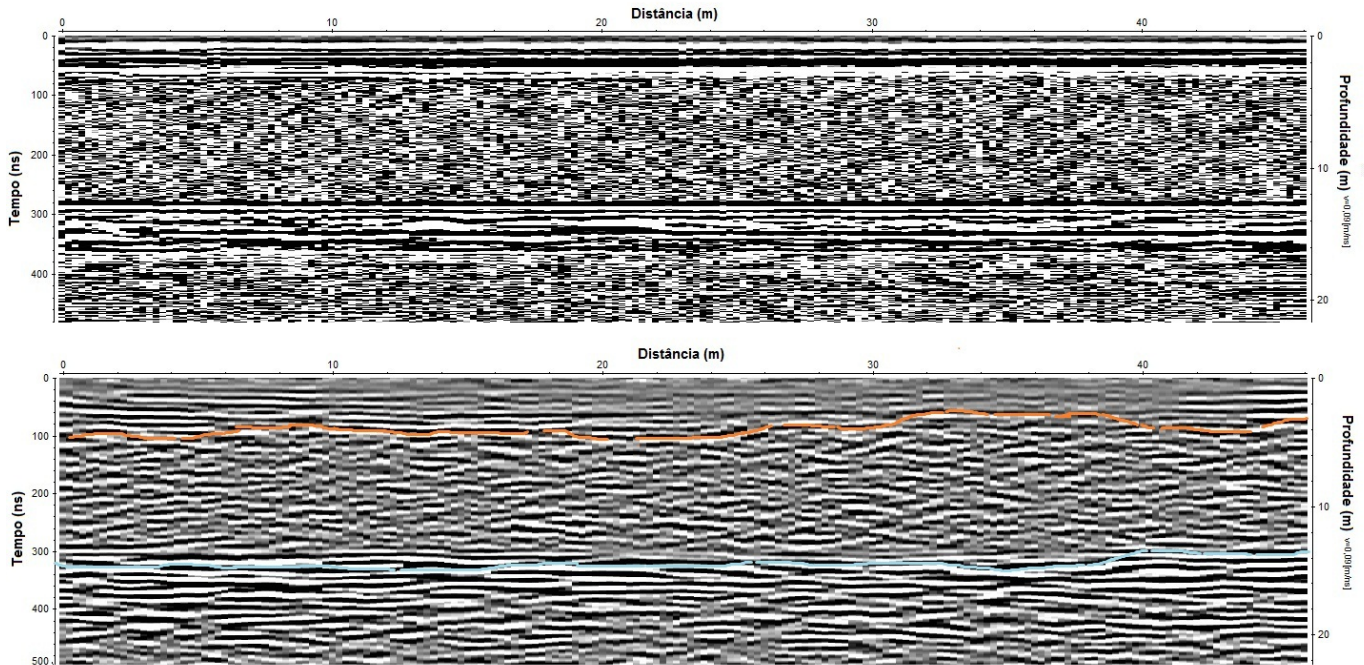


Figura 8 – Seção radargrama da antena de 80 MHz, não processada (acima) e processada (abaixo).

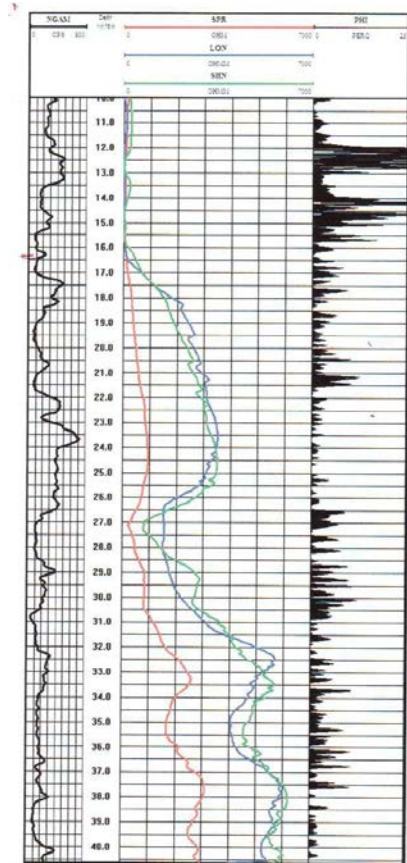


Figura 9 – Perfil de poço de resistividade (Luna, 2012). Na figura são apresentados os dados de poço na zona não revestida – de zero a nove metros, onde a curva SPR (vermelho) mostra a resistência da parede do poço e as curvas SHN (azul) e LON (verde) indicam o valor da resistividade nas profundidades radiais aproximadas de 0,40 m e 1,30 m respectivamente. Na última coluna estão os dados de porosidade calculados (Fig.9). Entre 18 a 26 m tem-se um valor médio de resistividade aparente de 25000 $\Omega \cdot m$, em torno de 27 m esta resistividade cai bruscamente para 1500 $\Omega \cdot m$ e depois sobe a 5000 $\Omega \cdot m$.

