



O uso do GPR para estudo de estruturas pedológicas de uma vertente relacionada com uma vossoroca na Alta Bacia do Rio Araguaia-GO

*Shozo Shiraiwa¹, Ivanete Barbosa de Moura¹ e Jorge Luís Porsani²

¹ Instituto de Ciências Exatas e da Terra-UFMT, email: shozo@cpd.ufmt.br

² Instituto de Astronomia, Geofísica e Ciências Atmosféricas (IAG-USP), email: porsani@iag.usp.br

Copyright 2003, SBGf - Sociedade Brasileira de Geofísica

This paper was prepared for presentation at the 8th International Congress of The Brazilian Geophysical Society held in Rio de Janeiro, Brazil, 14-18 September 2003.

Contents of this paper were reviewed by The Technical Committee of The 8th International Congress of The Brazilian Geophysical Society and does 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

The GPR method was applied on a typical slope associated with linear erosion. The study area is located on Araguaia River upper part where are several big gully caused by the worst management of soil. Two GPR profiles were carried out with 100 and 50MHz antennas aiming to image subsurface structures. The results showed a thickness sand soil, a strong reflector associated with transition sand soil to sandstone, the top of water table and several primary structures. These structures associated with the top of water table in lower boundary of slope make this region to be more susceptible to linear erosions.

Introdução e Objetivos

A ação antrópica sem os cuidados de conservação do solo e da água vem provocando nas bases das vertentes dos córregos que formam o Rio Araguaia, o desenvolvimento de erosões, trazendo a perda de área útil para atividades agrícolas.

A problemática dos processos erosivos vem sendo abordada em diversos estudos onde é ressaltada a necessidade de um diagnóstico dos condicionantes do meio físico que interferem na dinâmica evolutiva destes processos, como subsídio ao controle do fenômeno (Castro, 2002; Silva, 2002, Moura, 2002).

Os estudos não devem ser generalizados, mas detalhados a compartimentos morfopedológicos em que situam, em termos de sistemas pedológicos que o contêm, considerando a lateralidade dos fluxos não só superficiais como também subsuperficiais ("pipings") (Salomão, 1994).

O método de Radar de Penetração no Solo (GPR), foi aplicado com o objetivo de determinar estruturas que orientem o funcionamento hídrico desta vertente, particularmente na identificação da profundidade do topo lençol freático (Annan et al., 1991), a estrutura e diferenciação dos horizontes do solo e das estruturas sedimentares.

Materiais e Métodos

A área de estudo localiza-se em uma vertente típica da região da Alta Bacia do Rio Araguaia (Figura 1) uma grande área de nascentes, com vários e imensos processos erosivos lineares.

Geologicamente, encontra-se sobre substrato rochoso predominantemente de arenitos finos da Formação Botucatu recoberto por um sistema pedológico constituído por areias quartzosas e areias hidromórficas.

Alguns dos fatores que influenciam o comportamento hídrico de uma vertente são: características físicas do solo, relevo, superfície do topo do lençol freático, gradiente hidráulico e linhas de fluxo (Salomão, 1994).

O método GPR é utilizado para investigações rasas de estruturas em subsuperfície que respondam ao contraste da constante dielétrica do meio, associadas a variações de solos, formações geológicas. O método está fundamentado na propagação e reflexão de ondas eletromagnéticas em subsuperfície (Porsani, 1999). Um pulso de onda eletromagnética que é emitido por uma antena transmissora é detectado por uma antena receptora após refletir em uma interface entre camadas em subsuperfície. O intervalo de tempo que a onda demora em percorrer o trajeto entre as antenas, é determinado por um cronômetro do sistema. Conhecendo-se a velocidade da onda no meio, pode-se determinar a profundidade do refletor (Davis e Annan, 1989).

Visando imagear as estruturas de subsuperfície, foram adquiridos dois perfis de reflexão GPR com as antenas de 100 e 50MHz. As antenas de frequência de 100MHz permitiram obter mais detalhes das estruturas rasas, enquanto que as antenas de 50MHz permitiram investigar até cerca de 30m de profundidade.

No perfil adquirido com as antenas de 100MHz, o intervalo entre cada traço foi de 1m, e o empilhamento foi de 128. O perfil teve início a 80m do Córrego Capivara e percorreu 250m em direção do topo da vertente.

No perfil de 50MHz, o intervalo entre cada traço foi de 2m, sendo que o início do perfil teve uma sobreposição dos últimos 50m do primeiro perfil e estendeu-se por 500m vertente acima. A Figura 2 mostra o mapa de localização dos perfis GPR.

Para determinar a velocidade da onda do GPR em subsuperfície uma sondagem CMP foi realizada com antenas de 100MHz próxima do início do perfil de 50MHz, transversalmente à vertente, com passo de 10cm.

O nivelamento da vertente foi realizado para efetuar a correção do terreno nos perfis GPR. No escritório os sinais adquiridos foram processados visando à remoção de ruídos, através de filtros de tipo passa banda trapezoidal, e aos dados uma função de ganho no tempo do tipo linear, constante, esférico e exponencial, foi aplicada para realçar as reflexões mais profundas, mantendo a hierarquia dos sinais em subsuperfície.

Interpretação dos Resultados

Os dados GPR foram processados utilizando-se o software GRADIX (Interpex, 1996). A sondagem CMP calculada pelo gráfico $T^2 - X^2$, fornecendo uma velocidade de 95 m/?s, que foi utilizado para a conversão do tempo em profundidade.

A Figura 3 mostra o perfil GPR obtido com as antenas de 100MHz, corrigido da topografia. Ao longo de todo perfil, com profundidade de 2m, encontram-se solos do horizonte A-C Neossolos Quartzarênicos, constituído por até 95% de quartzo (Castro, 2002).

Logo abaixo, ocorre uma zona na forma de uma cunha, caracterizada por reflexões fracas e que estão mais atenuadas no final do perfil. Esta zona, subindo a vertente, alcançando uma espessura de 8m no final do perfil, é interpretada como horizonte C de solo arenoso homogêneo e altas porcentagens de quartzo.

O primeiro refletor linear, localizado à profundidade de 2,3m no início do perfil e chegando a 10m no final do perfil, está relacionado horizonte de transição C/R arenoso/rocha alterada com óxido de ferro, associada com os Arenitos Botucatu, exibindo porções irregulares, ora mais espessa, ora mais fina.

Logo abaixo, confundindo-se no início do perfil (entre 0-90m), há outro refletor que se estende até o final do perfil atingindo cerca de 15m de profundidade. Este refletor está relacionado com o nível freático, cuja informação foi confirmada com base nos furos de sondagens realizados no início do perfil e na utilização de piezômetros.

Há um forte refletor abaixo de nível do freático, a 2,9m de profundidade no início do perfil e que segue quase horizontal até encontrar uma descontinuidade entre as posições 90 e 130m. Entre as posições 130 e 150m este refletor atinge a profundidade máxima de 17m, e a partir da posição de 150m o sinal desaparece devido à elevada atenuação. É possível que este refletor esteja relacionado com um nível de óxido de ferro no arenito.

No início do perfil, entre 0 e 90m, e abaixo de 3m de profundidade, observa-se uma região caracterizada por vários refletores subhorizontais e de forte intensidade. Os dados de furos de sondagem a trado revelaram arenitos finos com estruturas primárias da Formação Botucatu.

A região anômala, entre 90 e 130m, caracterizada pela mudança lateral brusca no padrão das reflexões, e mostrando uma descontinuidade nos refletores, apresenta uma elevada atenuação e mostra dois pequenos refletores curvos (ver os círculos) nas bordas destas descontinuidades, podendo estar relacionado com

uma parte da hipérbole de difração, sugerindo um plano de fratura/falha. Entretanto, vale ressaltar a diferença entre as escalas horizontal e vertical que poderiam proporcionar visualmente uma falsa hipérbole de difração. Outra hipótese para esta região anômala é que poderia estar ocorrendo uma variação lateral na litologia estando em contato um material mais clástico com um outro mais siltoso. A elevada atenuação do sinal na referida região é indicativa de sedimentos finos e homogêneos.

Após esta região e abaixo do nível do freático, observa-se uma elevada atenuação do sinal do GPR, devido provavelmente, a um material mais homogêneo, constituído pelos arenitos finos saturados.

A Figura 4 mostra o perfil GPR obtido com as antenas de 50MHz, corrigido da topografia. Do início deste perfil até o final, a primeira camada de 2 m corresponde ao horizonte A/C. Observa-se também uma camada homogênea (continuando a cunha do perfil anterior) constituída por um espesso solo de areia quartzosa que no início do perfil tem 8m de espessura e 15m no final do perfil. Todo este pacote é caracterizado por um solo arenoso lixiviado (Moura, 2003).

Um conjunto de fortes refletores encontra-se logo abaixo, ao longo de todo perfil, variando entre 8m no início e 12m de profundidade para o final do perfil. Nestes refletores podem ser claramente observadas algumas típicas estruturas sedimentares da Formação Botucatu. A forte intensidade nas reflexões é atribuída ao acúmulo de óxidos de ferro, nas estruturas sedimentares, provenientes da cunha de arenitos sobreposta.

Na base dos primeiros 150m deste perfil, e em torno de 12m de profundidade, observa-se um refletor subhorizontal contínuo, sendo interpretado como o topo do nível freático, como descrito no perfil anterior. Depois deste refletor, o sinal é completamente atenuado, provavelmente devido a uma região com predominância de arenitos saturados e homogêneos.

Conclusões

O método GPR permitiu determinar precisamente a profundidade do topo do nível freático, variando desde 2,3 até cerca de 20m de profundidade.

A imagem do GPR mostra também o horizonte C/R de transição do solo arenoso para rocha alterada, no caso o arenito da Formação Botucatu.

Uma zona anômala de falha/fratura ou uma passagem brusca de região de sedimentos clásticos para uma região mais siltosa foi mapeada próximo do início do perfil de 100MHz, entre as posições de 90 e 130m de distância.

O levantamento geofísico pelo método GPR permitiu verificar que o limite inferior da vertente destaca-se pelo número elevado de estruturas primárias da rocha, i.e., estratificações. Essas estruturas, juntamente com o nível freático próximo à superfície, podem estar favorecendo a concentração dos fluxos de água em subsuperfície e

facilitando a formação de “*pipings*”, tornando esta região mais suscetível à erosão.

Referências

Annan, A. P.; Cosway, S. W.; Redman, J. D. 1991. Water table detection with ground penetrating radar. In: 61 International Congress of Society of Exploration Geophysical, Houston. Expanded Abstracts, p. 494-496.

Castro, S.S., 2002. Diagnóstico, Prognóstico e Controle de Erosões Urbanas e Rurais nos Estados de Goiás e Mato Grosso. Goiânia:IESA/UFGO. Relatório interno.

Davis, J.L.; Annan, A.P., 1989. Ground penetrating radar for high resolution mapping of soil and rock stratigraphy. Geophysical Prospecting, v.37, p.531 – 551.

Interpex, 1996. GRADIX V1 - Ground Penetration Radar Processing and Interpretation. Manual de Processamento e Interpretação, Golden, Colorado, USA, 222p.

Moura, I.B. 2003. Métodos geofísicos aplicados a caracterização de vertentes como subsídio a conservação ambiental. Cuiabá: Instituto de Biociências – UFMT, Dissertação de mestrado. 78p

Porsani, J.L., 1999. Ground Penetrating Radar (GPR): Proposta metodológica de emprego em estudos geológico-geotécnicos nas regiões de Rio Claro e Descalvado – SP. **Tese de Doutorado**, Instituto de Geociências e Ciências Exatas, UNESP, Campus de Rio Claro - SP, 145p

Salomão, F.X.T., 1994. Processo erosivos lineares em Bauru (SP) –regionalização cartográfica aplicada ao controle preventivo urbano e rural. São Paulo. Tese de doutorado, FFLCH-USP.

Silva L. A , 2002; Metodologia geofísica através de SEV e GPR para a caracterização pedológica de uma vertente associada a processo erosivo linear – um exemplo no Município de Sorriso-MT. Dissertação de Mestrado. Campina Grande : UFCG-PE. 71p.

Agradecimentos

Ao CNPq pelo apoio financeiro. Aos Doutores Antonio Vecchiato e Fernando Ximenes (UFMT), à Doutora Selma Simões de Castro (UFGO) e ao doutorando Welitom Borges (IAG-USP) pelas proveitosas discussões acadêmicas.

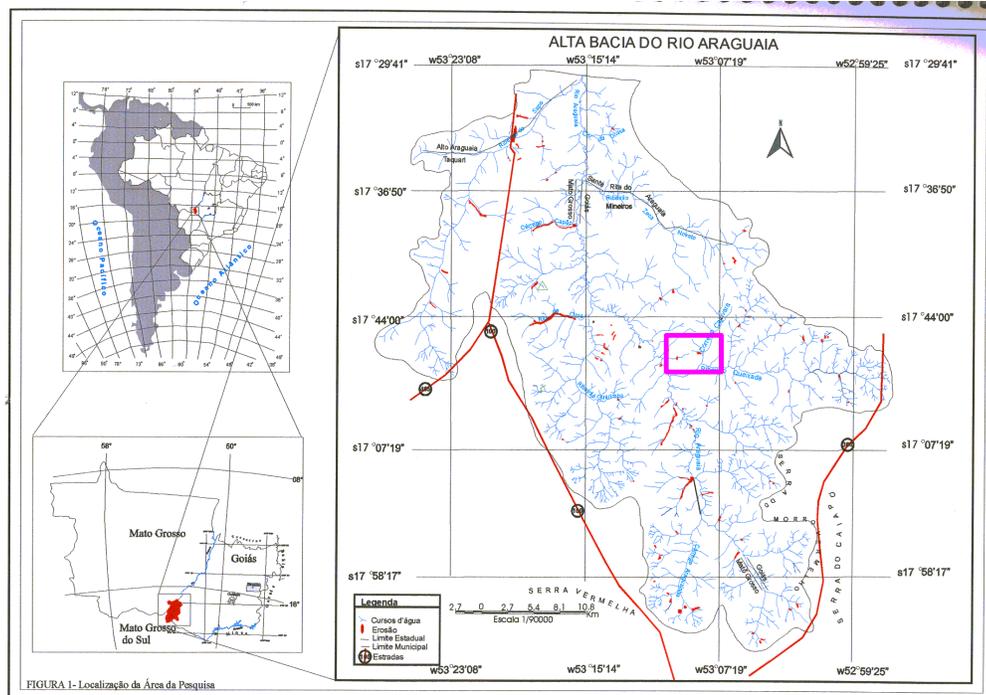


Figura 1. Localização da área de estudo assinalada no retângulo lilás.

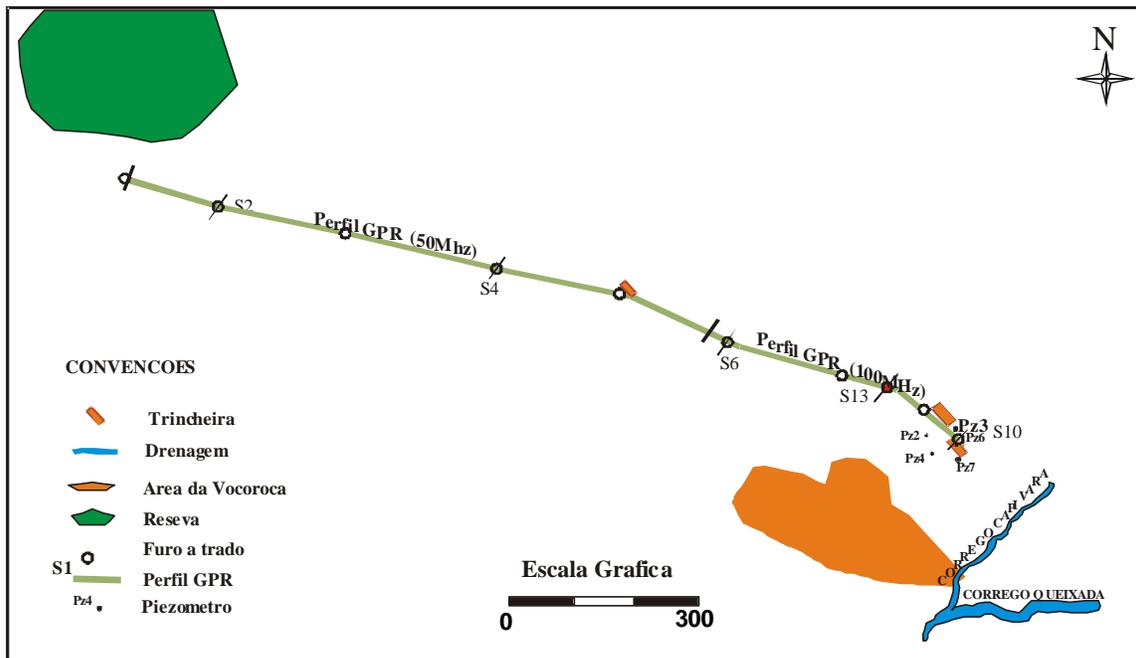


Figura 2. Localização dos perfis de GPR na área de estudo.

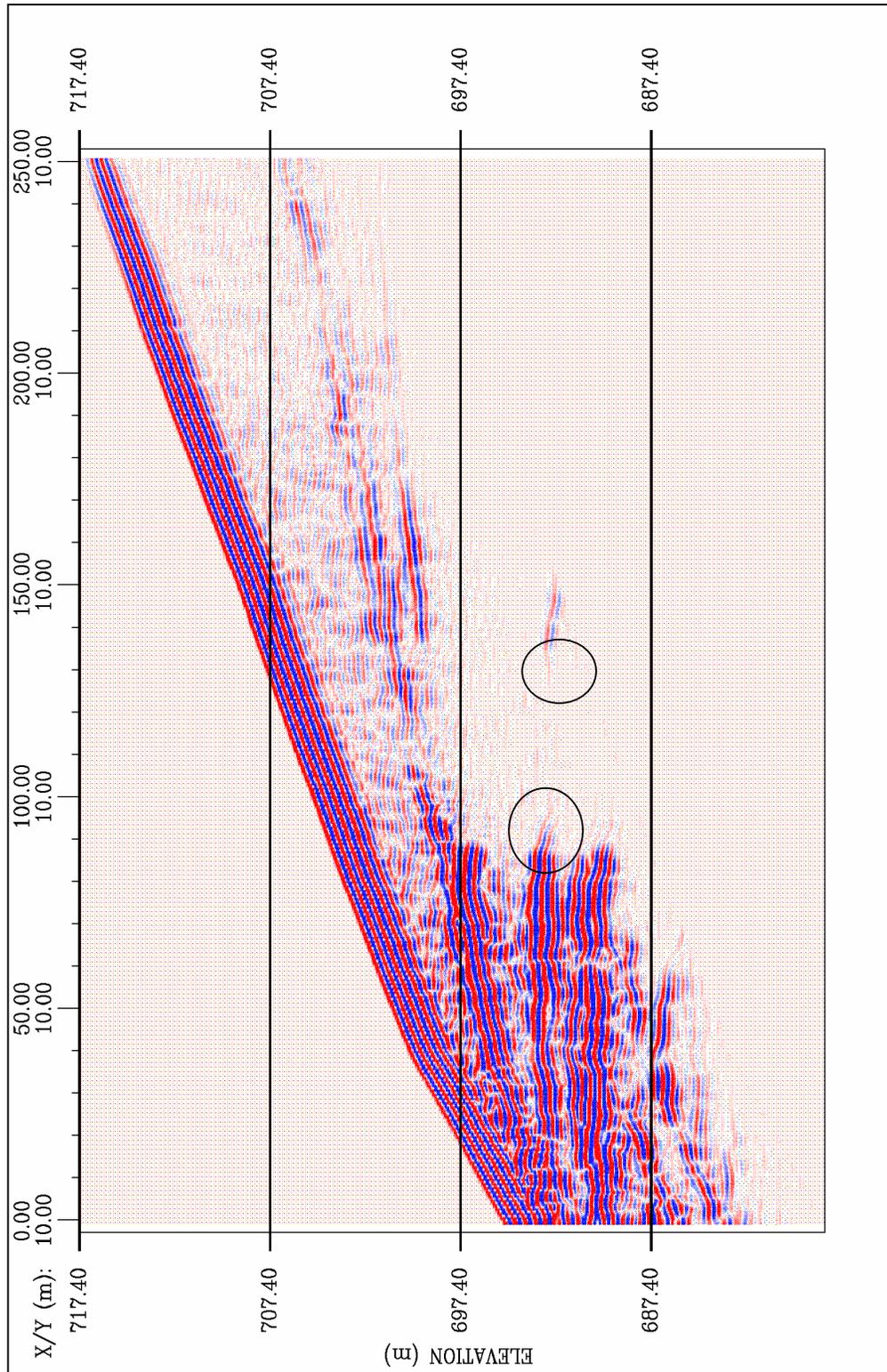


Figura 3. Seção de GPR com antena de 100 MHz na parte inferior da vertente. Os círculos indicam possível difração.

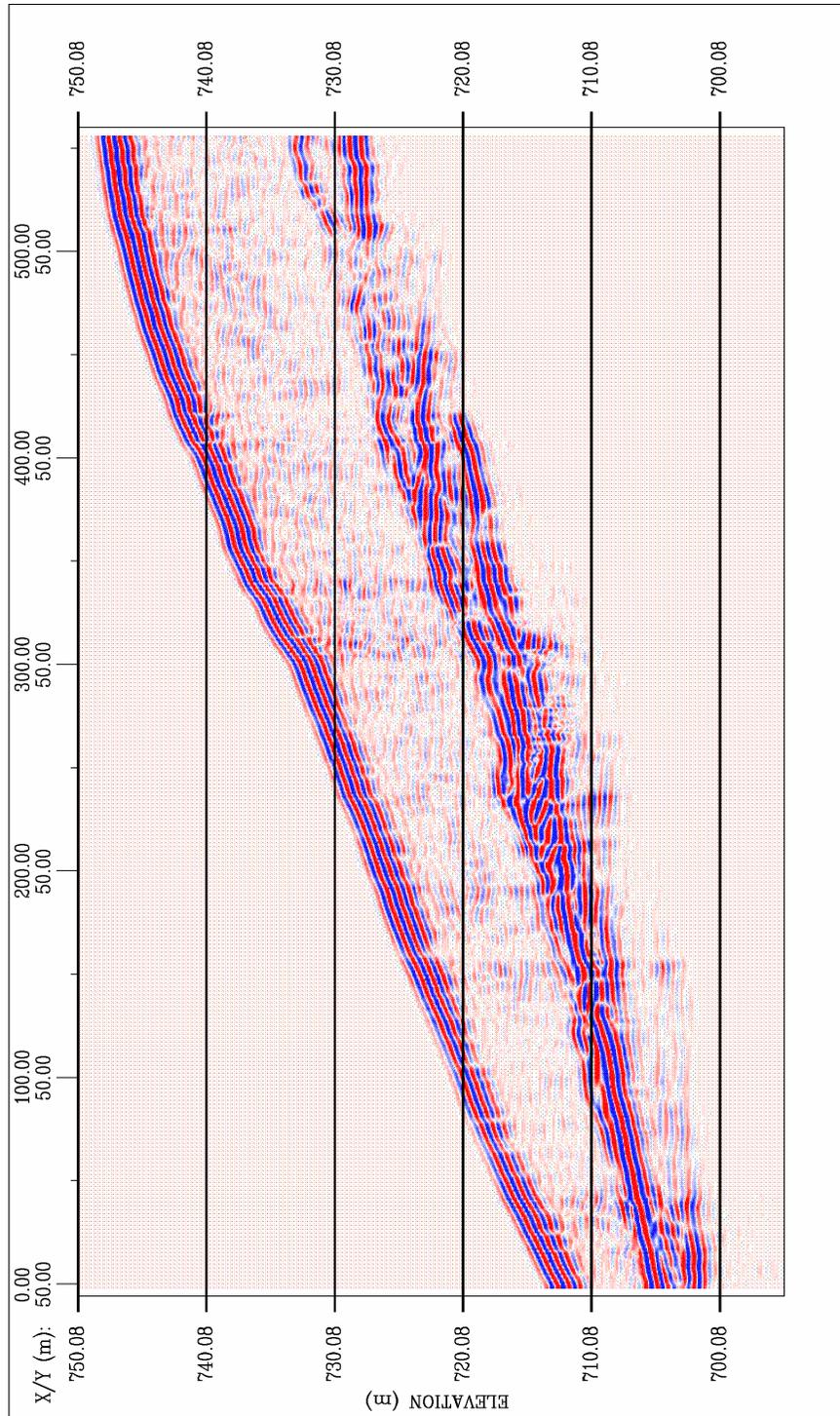


Figura 4. Seção de GPR com antena de 50 MHz na parte superior da vertente.