

## Aplicação do Ground Penetrating Radar na caracterização de horizontes pedológicos na topossequência da Fazenda Canguiri (PR).

da Silva Petelak, K. (UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ) ; Jarentchuk Junior, O. (UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ) ; José Cordeiro Santos, L. (UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ)

### RESUMO

Foi utilizado o Ground Penetrating Radar na caracterização da variabilidade espacial dos horizontes de um Cambissolo em uma topossequência na Fazenda Canguiri, Pinhais (PR). Identificaram-se os horizontes no radargrama pela mudança na permissividade dielétrica causada pela diferença na textura e presença de minerais primários do solo. Essa técnica geofísica produziu um imageamento contínuo dos horizontes, reduzindo custos e o tempo necessário para o estudo da topossequência.

### PALAVRAS CHAVES

*Ground Penetrating Radar; Solos; topossequência*

### ABSTRACT

The GPR was used in characterization of spatial variability of a Cambisol's horizons toposequence in Canguiri Farm, Pinhais (PR). The horizons were identified on the radargram through dielectric permittivity variation of soil texture and primary minerals. This geophysical technique generated a continuous imaging of the horizons, reducing costs as well as work time demanded by the toposequence study.

### KEYWORDS

*Ground Penetrating Radar; Soils; Toposequence*

### INTRODUÇÃO

O Radar de Penetração do Solo (Ground Penetrating Radar - GPR) é um equipamento geofísico que utiliza emissão e recepção de ondas eletromagnéticas para imageamento em alta resolução de subsuperfície (SCHROTT e SASS, 2007). O princípio físico de funcionamento do GPR fundamenta-se na emissão e recepção de pulsos eletromagnéticos de alta frequência (10MHz a 6GHz) em intervalos de tempo entre 0,5 a 10 ns (Jarzyna et al 2012). O pulso é gerado por uma antena transmissora e se propaga no solo que possui materiais com diferentes permissividades dielétricas. Essa diferença na permissividade dielétrica interfere na propagação, reflexão e difração da onda eletromagnética. O pulso refletido é então captado pela antena receptora, amplificado e digitalizado, e os dados são armazenados pelo equipamento gerando a imagem de subsuperfície (UCHA et al 2002). Segundo Barboza (1999), o alcance em profundidade do sinal do GPR varia de acordo com a frequência da antena utilizada e com as propriedades físicas do meio de propagação. "A frequência é inversamente proporcional à profundidade de penetração, enquanto a resolução possui relação direta com a frequência" (BARBOZA, 1999). Apesar do grande desenvolvimento do GPR nos últimos dez anos, essa técnica tem sido pouco utilizada em pesquisas aplicadas à ciência do solo (UCHA et al 2002). Esse método geofísico não destrutivo pode ser de grande interesse para o entendimento da distribuição, transição e espessuras dos horizontes de diferentes tipos de solos de maneira rápida e econômica, em comparação a métodos tradicionais empregados na pedologia (UCHA, VILAS BOAS e HADLICH, 2010). O objetivo desse trabalho foi a aplicação do GPR em topossequência na Fazenda Canguiri, localizada no município de Pinhais (PR), com o intuito de obter dados de variabilidade espacial (profundidade e continuidade lateral) dos horizontes do solo. Os dados gerados foram então comparados a caracterização morfológica realizada por Rakssa (2007) de maneira convencional.

### MATERIAL E MÉTODOS

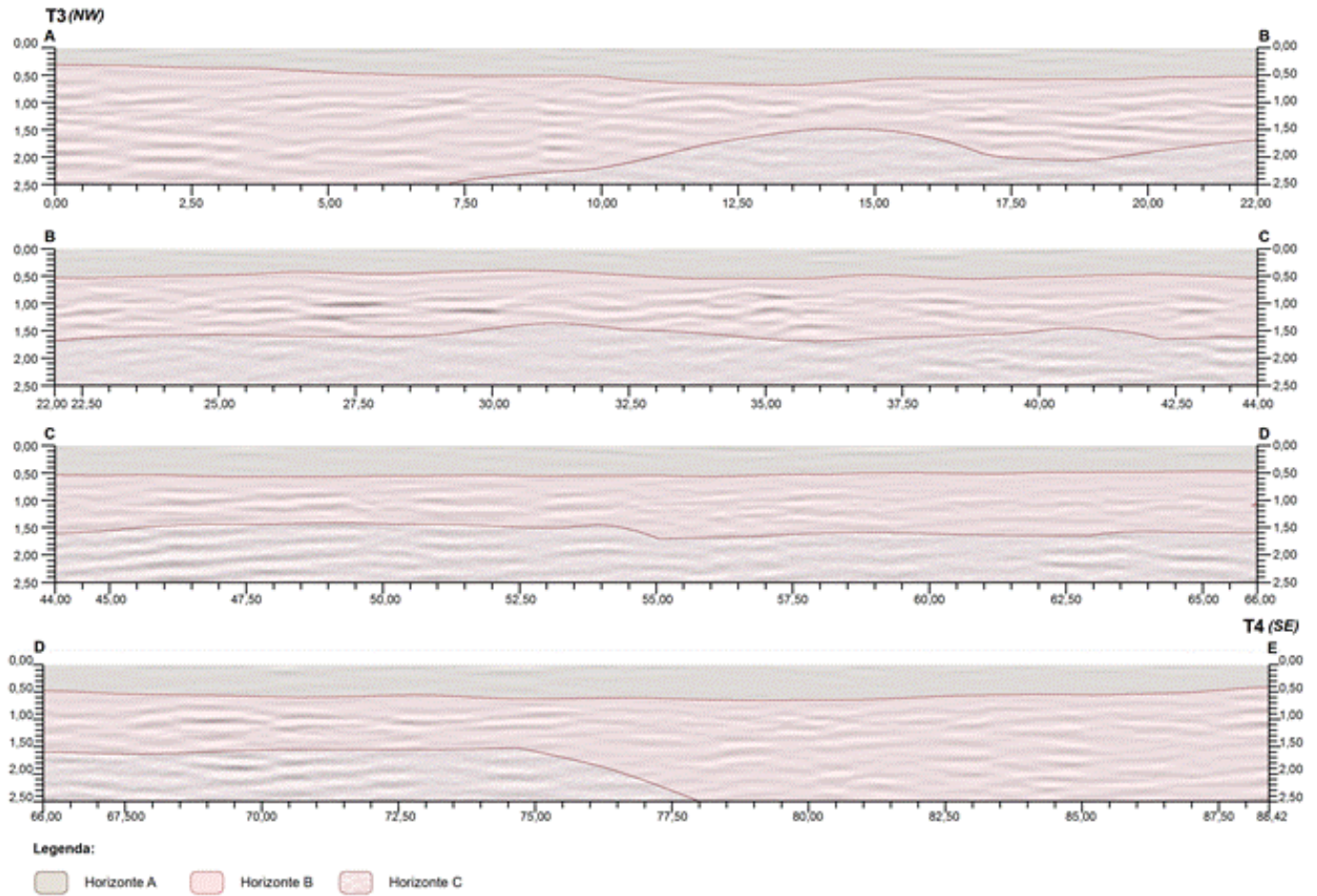
O equipamento utilizado foi um GPR da Geophysical Survey System, modelo SIR- 3000, com antena de frequência central de 270 MHz. O arranjo utilizado foi o Common Off-set, que desloca

simultaneamente as antenas transmissora e receptora com uma distância fixa entre elas, permitindo a geração de uma seção contínua de imageamento sob a linha de deslocamento (BARBOZA, 1999). A topossequência selecionada possui 183,4 m de extensão, 4 trincheiras abertas (T1, T2, T3 e T4) e está inserida em uma vertente de 250m de extensão. O imageamento foi realizado entre as trincheiras T3 e T4. Para auxiliar a interpretação do radargrama foram implantadas entre os horizontes A e B, nas trincheiras T3 e T4, hastes metálicas que apresentam alta reflectância para o pulso emitido em função de seu material constituinte, facilitando a identificação da transição dos horizontes no radargrama. Sua implantação ajudou na interpretação correta da leitura em profundidade de imageamento com a eliminação da onda direta, que consiste na reflexão de parte do sinal em superfície. A constante dielétrica (K) que melhor se ajustou em profundidade de penetração e resolução do sinal de resposta foi  $K=12$ . Essa constante foi definida empiricamente em função da média dos materiais constituintes do solo e conforme o radargrama apresentado pelo Keypad no local. O radargrama obtido foi processado com o software RADAN 6.0, a fim de melhorar a resolução da imagem. Foram aplicados filtros para redução de ruídos de alta e baixa frequência, conforme o intervalo do espectro eletromagnético no qual a antena utilizada opera (entre 70 e 450 MHz), bem como a compensação exponencial dos sinais empregados, com o intuito de amplificar a imagem em função da perda de energia do pulso eletromagnético por atenuação. Após o processamento, as imagens foram exportadas para o software AutoCad para o trabalho de interpretação dos radargramas e com finalização da representação dos perfis pedológicos utilizando o software ArcGIS 9.3.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

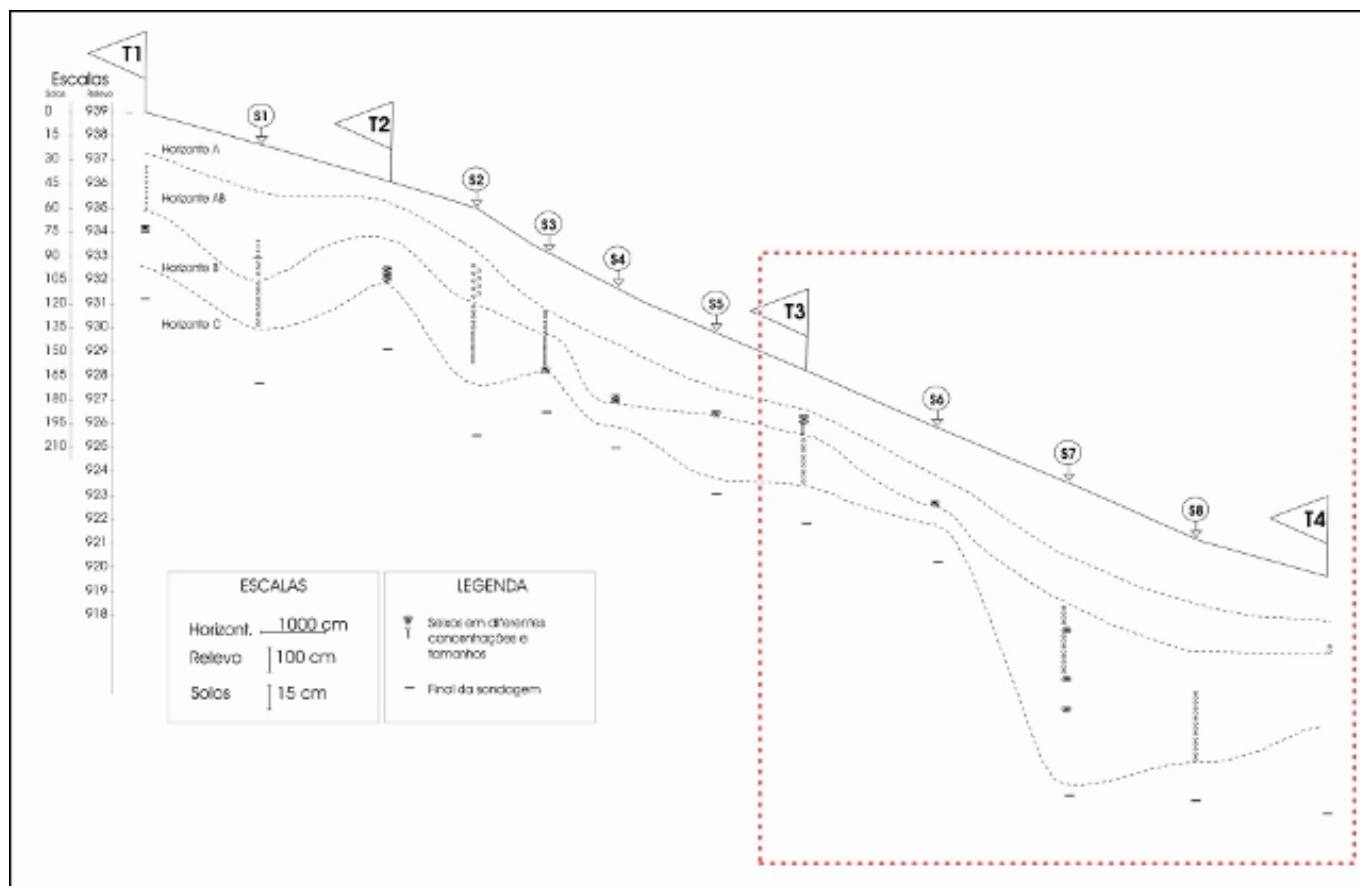
A figura 1 apresenta o radargrama da topossequência na Fazenda Canguiri, com profundidade máxima de 2,5m e extensão de 88,42m. A figura 2 mostra a topossequência feita de maneira convencional. A descrição morfológica e a topossequência da figura 2 são encontradas em Rakssa (2007). O solo estudado foi classificado como Cambissolo. O GPR captou as diferenças na permissividade dielétrica dos diferentes materiais constituintes do solo, como teor de argila e minerais primários. O contato entre os horizontes A e B foi identificado no radargrama devido à mudança nos padrões de reflexão das ondas eletromagnéticas, associado ao aumento no teor de argila no horizonte B. O horizonte A no radargrama apresenta profundidade de 30 cm na trincheira T3, chegando à profundidade máxima de 70 cm. A partir de então, em direção à jusante há uma oscilação na profundidade e então diminuição, chegando a 40 cm na trincheira 4. A transição dos horizontes A/B mapeada em campo não foi encontrada no radargrama, o que confirma a afirmação de Doolittle e Butnor (2009) de que o GPR não detecta mudanças sutis nas propriedades dos solos, como horizontes transicionais, cor, mosqueados, estrutura e porosidade. O horizonte B no radargrama apresenta profundidade entre 30 a 250 cm na trincheira T3. Em direção jusante há uma diminuição na espessura, chegando à profundidade entre 70 a 150 cm. A partir desse ponto ocorre uma oscilação na espessura do horizonte B chegando à profundidade entre 40 a 250 cm na trincheira T4. Observam-se fortes refletores nos horizontes B e C, justificado pela presença de clastos de quartzo de tamanhos variados a partir do topo do horizonte B. O contato entre os horizontes B e C não foi bem definido no radargrama porque não apresentou variação significativa na permissividade dielétrica. Isso porque a textura dos horizontes B e C são as mesmas, ou seja, argilosas e ambos apresentam clastos de quartzo. Sendo assim, esse contato foi identificado pela pequena variação na textura da imagem. O horizonte C só aparece no radargrama a alguns metros de distância da trincheira T3, e sua profundidade mínima é de 140 cm, mantendo-se razoavelmente constante até próximo à trincheira T4, quando há o desaparecimento do seu sinal no radargrama.

Figura 1



Radargrama da topossequência entre as trincheiras T3 e T4 na Fazenda Canguiri.

Figura 2



Topossequência completa efetuada por Rakssa (2007) com indicação da área imageada com o GPR (quadrado tracejado vermelho). Fonte: Rakssa (2007).

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

O método empregado mostrou-se satisfatório com os objetivos propostos, foi possível identificar a variabilidade espacial dos horizontes do solo utilizando o GPR. Nos horizontes A e B o radargrama apresentou correlação parcialmente satisfatória com a descrição de Rakssa (2007), devido aos diferentes métodos de aquisição dos dados e representação da topossequência. O GPR mostrou-se uma ferramenta poderosa no mapeamento dos horizontes do solo, pois foi capaz de produzir um imageamento contínuo, além de reduzir custos e o tempo necessário para o estudo da topossequência. O conhecimento das propriedades físicas do solo foi fundamental para o efetivo uso do GPR, pois sem essa informação o levantamento geofísico pode ser passível de ambiguidades e incertezas na interpretação. O GPR aplicado ao estudo de solos não dispensa a utilização dos métodos tradicionais usados na pedologia, como sondagens a trado, mas pode maximizar a taxa de cobertura da área e minimizar o número de perfurações.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICA

- BARBOZA, Eduardo Guimarães. Terraços da Margem Leste da Laguna dos Patos, Litoral Médio do Rio Grande do Sul: Estratigrafia e evolução holocênica. 1999. 138 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Pós-graduação em Geociências, Ufrgs, Porto Alegre, 1999.
- Harry M. Jol. Ground Penetrating Radar Theory and Applications. In: DOOLITTLE, James A.; BUTNOR, John R. (Org.). Soils, Peatlands, and Biomonitoring. Amsterdam: Elsevier Science, 2009. p. 179-202.
- Jerzy Dec, Jerzy Karczewski, Sławomir Porzucek, Sylwia Tomecka-Suchoń, Anna Wojas and Jerzy Ziętek. Geophysics in Near-Surface Investigations. In: LIM, Hwee-san. New Achievements in Geoscience. Croácia: Intech, 2012. p. 45-80. Disponível em: <www.intechopen.com>. Acesso em: 02 maio 2012.

KEAREY, Philip; BROOKS, Michael; HILL, Ian. Geofísica de Exploração. São Paulo: Oficina de Textos, 2009.

SCHROTT, Lothar; SASS, Oliver. Application of field geophysics in geomorphology: Advances and limitations exemplified by case studies. *Geomorphology*, v. 93, n. 12, p.55-73, 10 maio 2007.

RAKSSA, Marcelo Luis. Análise Estrutural da Cobertura Pedológica no Primeiro Planalto Paranaense: Estudo de Caso na Toposequência Fazenda Canguiri. 2007. 116 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Pós-graduação em Geografia, Departamento de Geografia, UFPR, Curitiba, 2007.

UCHA, José Martin et al. Uso do Radar Penetrante no Solo (GPR) na Investigação dos Solos dos Tabuleiros Costeiros no Litoral Norte do Estado da Bahia. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, Viçosa, v. 26, n. 2, p.333-380, 2002. Disponível em:

<<http://redalyc.uaemex.mx/src/inicio/ArtPdfRed.jsp?iCve=180218325012>>. Acesso em: 04 mar. 2012.

UCHA, José Martin; BOAS, Geraldo da Silva Vilas; HADLICH, Gisele Mara. O Uso do Radar de Penetração no Solo na Investigação dos Processos de Transformação Pedogeomorfológica. *Revista Brasileira de Geomorfologia*, v. 10, n. 1, p.85-96, 01 jan. 2010.

RAKSSA, Marcelo Luis. Análise Estrutural da Cobertura Pedológica no Primeiro Planalto Paranaense: Estudo de Caso na Toposequência Fazenda Canguiri. 2007. 116 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Pós-graduação em Geografia, Departamento de Geografia, UFPR, Curitiba, 2007.