Simulações Numéricas GPR para Estudos sobre Florestas Urbanas

Rodrigues, S.I., USP; Velasco, G.D.N., IPT; Rocha, R. P., USP; Ferreira, H. B., USP; Ceccantini, G.C.T., USP.

Copyright 2024, SBGf - Sociedade Brasileira de Geofísica
Este texto foi preparado para a apresentação no X Simpósio Brasileiro de Geofísica, Salvador, 8 a 10 de outubro de 2024. Seu conteúdo foi revisado pelo Comitê Técnico do X 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

O método geofísico *Ground Penetrating Radar* (GPR) representa uma ferramenta valiosa para o estudo de sistemas radiculares de árvores urbanas, principalmente em grandes centros, como na Região Metropolitana do Estado de São Paulo. No presente trabalho, são desenvolvidas simulações numéricas da propagação e reflexão de ondas eletromagnéticas, com o objetivo de avaliar previamente a eficácia da aplicação do método, considerando os tipos de solos que envolvem as raízes de árvores de grande porte localizadas no campus da Universidade de São Paulo (USP). Para simular as respostas do GPR, utilizou-se o método das Diferenças Finitas no Domínio do Tempo – FDTD (YEE, 1966), que consiste na implementação de algoritmos lógicos para obter uma solução de um problema científico por meio de aproximações numéricas sucessivas, substituindo as equações diferenciais através da expansão em Série de Taylor e do truncamento ao nível da ordem de erro desejada. As equações de Maxwell são resolvidas via equações algébricas, considerando o conceito de discretização desenvolvido por Euler, no qual as taxas relacionadas às derivadas são substituídas por incrementos espaciais (Δx) e temporais (Δt). Assim, o modelo é discretizado em um grid composto por um conjunto finito de pontos, representados pelos chamados nós da malha. Cada nó representa um vetor de campo com propriedades elétricas e magnéticas (Belém, 2001). Os modelos sintéticos foram elaborados a partir dos valores de propriedades físicas extraídos da literatura (Zeng & McMechan, 1997; Hammon III et al., 2000; Annan, 2003; Daniels, 2007) e se baseiam nos vários tipos de raízes de árvores: pivotantes e fasciculadas. Após a elaboração dos modelos de raízes, foram geradas simulações numéricas para uma ampla faixa de frequências: 200 MHz, 400 MHz, 800 MHz, 900 MHz, 1,6 GHz e 2,6 GHz. Os resultados fornecem informações valiosas sobre os padrões de reflexão das ondas eletromagnéticas associados: i) ao tamanho das raízes; ii) à distribuição geométrica dos sistemas radiculares; e iii) à influência dos diferentes tipos de solo simulados. É importante destacar que uma melhor caracterização da raiz é alcançada com o aumento da frequência (resolução vertical) e que os refletores mais profundos (tanto hiperbólicos quanto contínuos) são delimitados com as frequências mais baixas. No entanto, em determinados modelos onde o solo é mais argiloso, não é possível detectar alvos a partir da frequência de 900 MHz, por exemplo, em um horizonte a 0,7 m de profundidade. Ou seja, além da maior atenuação do sinal produzida por antenas de maiores frequências, também observa-se a limitação na propagação das ondas eletromagnéticas com o aumento do teor de argila. O estudo reforça a importância de realizar simulações numéricas para otimizar a escolha das antenas apropriadas para cada situação em campo (tipo de solo, profundidade de investigação, detalhamento vertical, etc.), visto que garante uma abordagem mais eficiente dos sistemas radiculares das árvores urbanas e, consequentemente, corrobora o desenvolvimento de estratégias de planejamento urbano e gestão ambiental precisa.