

Avaliação da aplicabilidade do georadar-GPR no modal ferroviário, com estudo em um trecho da ferrovia Norte-Sul, Anápolis-GO.

Pedro Anízio Moreira Borges^{1*}(PQ), Antonio Lazaro F. Santos¹(PQ), Welitom Rodrigues Borges²(PQ). Gabriel Ribeiro Silvestre¹(IC), Isabela Resende Almeida² (IC), Lucas Pereira Gonçalves¹(IC), paborgesvale@gmail.com

Universidade Estadual de Goiás, Anápolis¹

Universidade de Brasília²

Resumo: O georadar (GPR – Ground Penetrating Radar) é um método de radar de penetração no solo consiste em obter uma imagem de alta resolução da subsuperfície, através da transmissão e reflexão de ondas de rádio de alta frequência (10 MHz – 2,5 GHz), visando localizar alvos no subsolo. Fazendo referência ao modal ferroviário, o método do GPR possui várias aplicações, dentre elas: estudo do comportamento das várias camadas que compõe a base de sustentação da malha ferroviária, em relação a presença ou acúmulo de umidade, a contaminação e a variação da espessura; detecção/identificação rápida e contínua, sem interrupções de tráfego, com a anulação de processos de degradação da via permanente; priorização racional e sistemática dos problemas da via, em função da gravidade de suas incidências. Este trabalho tem o objetivo de avaliar a aplicação do GPR em um pavimento ferroviário: trecho da ferrovia Norte-Sul, situada no município de Anápolis-GO. Na aquisição de dados, realizado em 240 metros de via férrea, usou-se um sistema de GPR acoplado a uma antena blindada de 900MHz.

Palavras-chave: GPR. Ferroviário. Via.

Introdução

Um dos vários métodos geofísicos usados na prospecção de subsuperfícies é o Ground Penetrating Radar (GPR). Os métodos geofísicos em geral são usados no mapeamento do subsolo visando o conhecimento de suas propriedades físicas, condições ou processos de forma não destrutiva, sem a necessidade de escavação ou sondagem (Souza, 2005).

Historicamente os primeiros relatos de uso do georadar datam de 1929, eram utilizados no estudo e dimensionamento de geleiras. Os engenheiros ferroviários se interessaram no uso do georadar para a caracterização física e a identificação de aspectos da malha ferroviária por volta dos anos 90. Sendo que as primeiras

aplicações do GPR na ferrovia foram constatadas em alguns países da Europa e da Ásia.

Nas infraestruturas de transporte, em particular, o potencial destes métodos é enorme, atendendo a que se tratam de estruturas com grande desenvolvimento linear (Pedrosa, 2009). Nesse sentido, o georadar pode ser usado para fazer levantamentos bem precisos em grandes extensões, servindo de uma excelente ferramenta na identificação das camadas de apoio de infraestruturas ferroviárias.

Material e Métodos

O georadar é um sistema eletrônico com a capacidade de investigar os terrenos e os materiais com notável detalhamento, utilizando a reflexão das ondas eletromagnéticas oportunamente produzidas pelo sistema (EEG, 2015).

O princípio de funcionamento do GPR baseia-se em pulsos eletromagnéticos de curta duração e alta frequência central, geralmente contemplada na faixa de 10 a 3000 MHz, que são repetidamente irradiados para o subsolo através da antena transmissora. O sistema de aquisição de dados de GPR consiste de uma unidade de controle, um conjunto de antenas transmissora e receptora, e uma unidade de armazenamento de dados (computador).

Durante o percurso dos pulsos no sentido descendente, eles vão perdendo amplitude e, à medida que atingem materiais de propriedades eletromagnéticas contrastantes entre si, sofrem reflexões, refrações e difrações, sendo, por consequência, parcialmente captados pela antena receptora (Nunes, 2002 apud Alves, 2011).

Os perfis de reflexão GPR, comumente denominados radargramas, foram obtidos através do processamento dos dados que ocorreu com o software reflexw, versão 7.5 (Sandmeier, 2014). A aquisição de dados de GPR realizou-se com auxílio de técnica do perfil de afastamento constante.



Figura 1. Fotografia evidencia a aquisição de dados de GPR com o sistema SIR3000 acoplado a uma antena blindada de 900MHz.

Segundo EEG, 2015, as escolhas das antenas devem levar em consideração os seguintes parâmetros: das dimensões e da profundidade dos objetos refletores; do objetivo da pesquisa; dos parâmetros elétricos do terreno (condutibilidade e permeabilidade magnética).

Logo, na avaliação das camadas que compõem o pavimento da linha férrea, foi utilizada uma antena com frequência central de 900 MHz para as seções de GPR, visto que as profundidades a serem investigadas seriam na faixa de 1,5 m. A rotina de processamento consistiu no ajuste do tempo zero, aplicação de filtro temporal (dewow), de ganho manual (manual gain (y)), migração e conversão de tempo em profundidade (velocidade constante).

Resultados e Discussão

Para validação dos resultados obtidos com o mapeamento GPR, foi realizada a abertura de uma trincheira, que se apresentava visualmente em boas condições, como ilustrado na Figura 2.

A Superestrutura do sistema ferroviário é composta pelo armamento e o lastro, onde o armamento da via é comumente constituído pelos trilhos, dormentes e sistema de fixação dos trilhos - travessa e ainda pelos aparelhos de mudança de via (AMV). Já a subestrutura é constituída pelo sublastro e pela fundação. O lastro apresenta uma camada de 30 cm de espessura, composto de brita variando de 1/2" a 2 1/2" polegadas, e o sublastro, executado com brita graduada simples (BGS), com espessura de 20 cm.



Figura 2. Perfil esquemático do pavimento férreo, composto de dormentes/trilhos, camadas de lastro e sublastro, situado no pátio de manobras da ferrovia.

É mostrado na Figura 3, o perfil geoeletrico gerado no estudo de caso da Ferrovia Norte-Sul. Os resultados obtidos com o GPR possibilitaram a identificação das principais camadas que compõem o pavimento na área investigada.

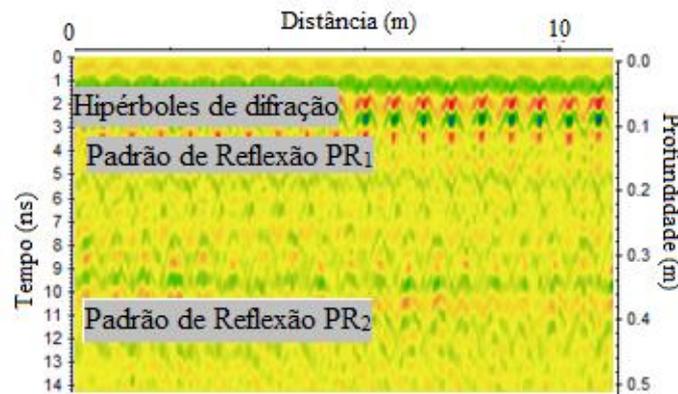


Figura 3. Seção típica da estrutura do pavimento corresponde à interface lastro/sublastro.

Nas investigações identificaram-se 3 principais padrões de reflexão característicos de cada camada do pavimento:

(a) PADRÃO DE REFLEXÃO 1 (PR1) – mostra refletores de média a alta amplitude, horizontais e refletores contínuos a descontínuos. A descontinuidade de refletores, bem como de amplitude são característicos de materiais heterogêneos vertical e horizontalmente (Figura 7); e,

(b) PADRÃO DE REFLEXÃO 2 (PR2) – caracteriza-se pela presença de refletores contínuos, refletores horizontais a inclinados, com média a alta amplitude. Em pavimentos, a presença de refletores inclinados comumente é característica de camadas do sublastro do pavimento férreo (Figura 3).

Considerações Finais

Por meio do trabalho foi possível avaliar a aplicabilidade prática desse tipo de equipamento como ferramenta auxiliar à avaliação não destrutiva do sistema. O método é altamente indicado para se fazer uma análise da linha férrea, podendo identificar qualitativamente os problemas da mesma. Por meio da antena de 900 MHz foram determinados os padrões de reflexão das camadas do lastro, e sublastro.

Foi constatado que o uso do GPR é uma poderosa ferramenta tanto na detecção/identificação rápida e contínua, sem interrupções de tráfego, assim como,

na hierarquização/priorização racional e sistemática dos problemas da via, em função da gravidade de suas incidências.

Agradecimentos

Os autores agradecem, ao Instituto de Geociências de Brasília (UnB) e ao suporte logístico do técnico Péricles.

Referências

ALVES, F. d. S. **O Uso do Georradar para Estudos de Estratigrafia do Subsolo**. Rio de Janeiro: COPPE, 2011.

ARAÚJO, V.A. **Programa Levantamentos Geológicos Básicos do Brasil - PLGB**. Folha SE.22-X-B-I. Nerópolis. Goiânia: CPRM, 1994. 98p.

Carvalho, D.S. e Okabe, R. **Aplicação de GPR para Avaliação de Via Permanente em Estrada Férrea no Brasil**. Sociedade Brasileira de Geofísica .2011. pp. 01-06.

PEDROSA, M. J. **Caracterização de Fundação de Infraestruturas de Transporte com Recurso ao Georadar - Identificação das Camadas de Apoio**. Porto: Universidade do Porto, 2009.

SOUZA, M. M. **Uso do Georadar (GPR) em Investigações Ambientais**. Rio de Janeiro: PUC, 2005.