

LEVANTAMENTO DE SEÇÕES COM EMPREGO DO RADAR DE PENETRAÇÃO (GPR) NA RODOVIA BR-153, ANÁPOLIS-GO.

Antônio L. F. Santos^{1*} (PQ), Rafael Araújo Rocha¹(IC), Welitom R. Borges² (PQ), Rafael P. Lima¹ (IC), Isabela R. Almeida² (IC). *antoniolazaros@gmail.com

1- UEG, Anápolis, Brasil.

2- UNB, Brasília, Brasil.

O radar de penetração no solo – GPR - é um método consagrado na investigação de estruturas de pavimentos, consiste em obter imagens da subssuperfície utilizando-se de ondas de rádio de alta frequência (10 MHz – 2000 MHz), normatizado desde 1998 pela ASTM D4748, e com ampla aplicação em diversos países. Este trabalho apresenta resultados de investigações com GPR que objetivaram investigar as espessuras das camadas do pavimento flexível presente na BR-153, Anápolis-GO. Utilizou-se de um sistema de GPR acoplado a uma antena blindada de 900 MHz. Para a calibração das velocidades eletromagnéticas do GPR realizou-se uma cava no pavimento, determinando-se assim as espessuras das camadas de revestimento, base e sub-base. Nas seções de GPR a interface revestimento/base possui uma elevada impedância elétrica, evidenciada pela presença de um refletor contínuo e de alta amplitude; já na interface base/subleito a impedância elétrica é menor, visto a menor variação de amplitude e a descontinuidade dos refletores. Os resultados de GPR confirmam a eficiência do método em estudos de pavimento.

Palavras-chave: Georadar. GPR. Estratigrafia. Subssuperfície. Inspeção.

Introdução

A avaliação de um pavimento é efetuada por meio de procedimentos estabelecidos em normatizações (DNER-PRO 011-1979), cujos resultados geram um diagnóstico sobre as condições funcionais e estruturais do pavimento. O levantamento para a identificação da estrutura de um pavimento consiste na obtenção de dados referentes às espessuras e tipos de materiais usados nas diversas camadas. Na determinação das espessuras destas camadas, comumente, usam-se métodos destrutivos do pavimento (amostragem de núcleo de revestimento, trincheira, etc.). Entretanto diversos autores (Strieder et al, 1999; Hugenschmidt, 2002; Loulizi et al, 2003; Fauchard et al, 2003; Jung et al, 2004; Hugenschmidt e Mastrangelo, 2006; Willett et al, 2006; Loizos e Plati, 2007; Saarenketo e Scullion, 2000; Xu et al, 2011;

Solla et al, 2013; e Liu e Sato, 2014) mostram a eficiência de alguns métodos não destrutivos na determinação das camadas dos pavimentos, em especial o método geofísico do radar de penetração no solo (GPR). O método GPR utiliza ondas eletromagnéticas em altas frequências (faixa de MHz) para determinar contrastes de impedância elétrica no meio. O método trabalha no domínio do pulso radiante, onde existe a transmissão e recepção de ondas eletromagnéticas refletidas, difratadas e refratadas no meio. 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 uso do GPR pode ser aplicado para gerar levantamentos de forma precisa e ágil em longas extensões, tornando-o uma excelente ferramenta nas atividades de fiscalização e manutenção de vias e rodovias. Este trabalho tem como propósito principal avaliar a metodologia do GPR, através dos padrões de reflexões gerados nas diferentes camadas que compõem o pavimento flexível da rodovia 153, no trecho em frente ao Campus Henrique Santillo da Universidade Estadual de Goiás em Anápolis-GO.

Material e Métodos

O princípio de funcionamento do GPR baseia-se em pulsos eletromagnéticos de curta duração e alta frequência central (Figura 2), 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). A antena transmissora tem a função de governar a forma temporal do pulso de radiação, e a antena receptora mede a intensidade do sinal recebido em função do tempo.

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 em função das antenas transmissora e receptora com um intervalo de espaçamento

constante. Os resultados são imagens das variações em subsuperfície das propriedades elétricas em função do tempo duplo de percurso do pulso eletromagnético (Souza, 2005).

Resultados e Discussão

Os resultados obtidos com o GPR possibilitaram a identificação das principais camadas geotécnicas que compõem o pavimento flexível na área investigada. Foram identificados 3 principais padrões de reflexão característicos de cada camada do pavimento:

- (a) PADRÃO DE REFLEXÃO 1 (PR1) – este padrão possui ausência de refletores. A ausência de refletores é característica de materiais homogêneos (Figura 1);
- (b) PADRÃO DE REFLEXÃO 2 (PR2) – 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 1); e,
- (c) PADRÃO DE REFLEXÃO 3 (PR3) – 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 subleito do pavimento (Figura 1).

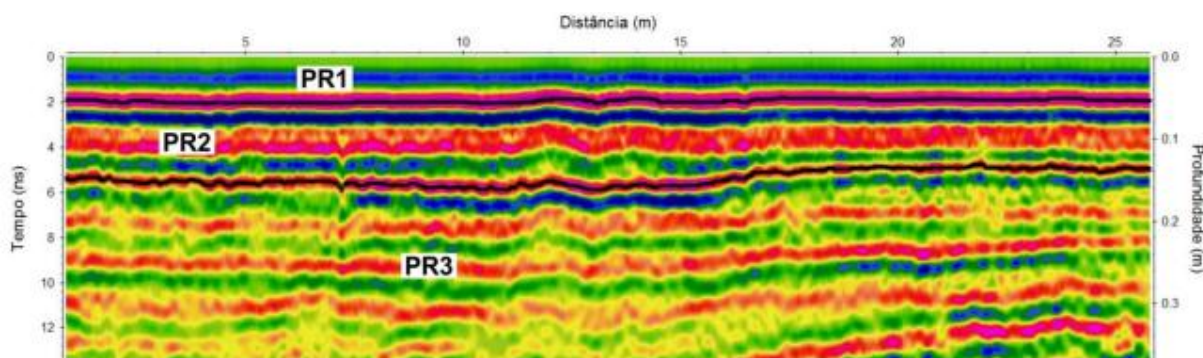


Figura 1- Radargrama evidenciando os padrões de reflexão citados

Com as informações das respectivas camadas do pavimento, obtidas com o poço de inspeção, interpretou-se o PR1 (de 0,00 a 0,05m, aproximadamente) como a camada de revestimento de CBUQ, o PR2 (de 0,05 a 0,15m aproximadamente) como a camada de material laterítico da base, e o PR3 como o material do subleito.

A partir do radargrama acima, consegue-se extrair os dados obtidos pelo georadar relacionados a espessura das camadas do pavimento. Nestes, tem-se evidenciado uma camada de revestimento de, em média, 5cm de espessura, o que mostra-se coerente com a amostra do poço.

Considerações Finais

Neste trabalho fez-se a apresentação dos resultados obtidos em levantamentos realizados com o GPR em estruturas de pavimentos. Por meio da antena de 900 MHz foi possível diferenciar os padrões de reflexão e atestar a veracidade e eficiência do equipamento, uma vez que os dados obtidos PR1 (de 0.00 a 0.05m, aproximadamente) camada de revestimento de CBUQ. PR2 (de 0.05 a a.15m aproximadamente) camada de material laterítico da base e o PR3 material do subleito, encontram-se de acordo com o perfil de amostragens da rodovia. Recomenda-se que sejam realizados outros perfis, ao longo da BR 153, para verificar se existem variações nas espessuras estratigráficas dos pavimentos.

Agradecimentos

Para o levantamento de campo tivemos a colaboração da Universidade de Brasília que nos cedeu o equipamento e por intermédio do Prof. Dr. Welitom Rodrigues Borges docente do Instituto de Geociências na UnB, também obtivemos o apoio técnico.

Referências

- ALVES, F. d. S. **O Uso do Georadar para Estudos de Estratigrafia do Subsolo**. Rio de Janeiro: COPPE, 2011.
- Fauchard, C., Derobert, X., Costa, P. (2003). **GPR performances for thickness calibration on road test sites**. NDT & Internacional, v. 36, pp. 67-75.
- Hugenschmidt, J. (2002). **Concrete bridge inspection with a mobile GPR system**. Construction and Building Materials, 16 (3): 147-154.
- Hugenschmidt, J., Mastrangelo, R. (2006). **GPR inspection of concrete bridges**. Cement & Concrete Composites, 28: 384-392.
- Jung, G., Jung, J., Cho, S.-M., Suh, J., Rhee, J., Kim, H. (2004). **Evaluation of Road Settlements on Soft Ground from GPR Investigations**. Proc. Tenth International Conference on Ground Penetrating Radar, June, 2004, Delft, The Netherlands, pp. 651-654.

Liu, H., Sato, M. (2014). **In situ measurement of pavement thickness and dielectric permittivity by GPR using an antenna array.** NDT & E International, v. 64, pp.65-71.

Loizos, A., Plati, C. (2007). **Accuracy of pavement thicknesses estimation using diferente ground penetrating radar analysis approaches.** NDT & E International, v. 40, n.2, pp.147–157.

Loulizi, A., Al-Qadi, I.L., Lahouar, S. (2003). **Optimization of Ground-Penetrating Radar Data to Predict Layer Thicknesses in Flexible Pavements.** J. Transp. Eng., pp. 93-99.

Nunes, C.M.F. (2002). **Aplicações do GPR (Ground-Penetrating Radar) na caracterização de perfis de alteração de rochas gnáissicas do Rio de Janeiro.** Dissertação de mestrado. DEC, PUC-Rio, RJ.

Pedrosa, M. (2009). **Caracterização da Fundação de Infraestruturas de Transporte com Recurso ao Georadar.** *Identificação das Camadas de Apoio.* Dissertação de Mestrado. DEC-FEUP.

Saarenketo, T., Scullion, T. (2000). **Road evaluation with ground penetrating radar.** Journal of Applied Geophysics, v. 43, pp. 119-138.

Solla, M., González-Jorge, H., Varela, M., Lorenzo, H. (2013). **Ground-Penetrating Radar for Inspection of In-Road Structures and Data Interpretation by Numerical Modeling.** Journal of Construction Engineering and Management, ASCE. pp.749-753.

Souza, M.M. (2005). **Uso do Georadar (GPR) em Investigações Ambientais.** Tese de Mestrado em Engenharia Civil. PUC-Rio. 120 p.

Strieder, A.J., Gonçalves, F.P., Salvadorette, P., Ceratti, J.A.P., Klein, S.L., Hirakata, A.M. (1999). **Aplicação de Geo-Radar em Investigações de Pavimentos Rodoviários: Estudo de Casos em Estruturação Estratigráfica e em Degradação.** In: 9º Congresso Brasileiro de Geologia de Engenharia, Rio Claro (SP). Anais. v. CD-ROM. pp. 1-13.

Xu, P., Wang, F.M., Li, X.L., Cai, Y.C. (2011). **Comparisons between New and Traditional NDT Devices and Control Methods for Construction Quality of Highway Subgrade.** Contemporary Topics on Testing, Modeling, and Case Studies of Geomaterials, Pavements, and Tunnels. GeoHunan 2011. J.L.Lee et al. (eds.). Geotechnical Special Publication 215, ASCE, pp. 83-91.



III Congresso de **Ensino, Pesquisa e Extensão** da UEG
Inovação: Inclusão Social e Direitos
19 a 21 de outubro de 2016
Pirenópolis - Goiás