

IDENTIFICAÇÃO DE MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS EM PAVIMENTOS ASFÁLTICOS NA CIDADE DE SANTA MARGARIDA - MG

DIONE DA COSTA OLIVEIRA¹, RENATA PESSOA BIFANO², RAFAEL ELER DE SOUZA³, RENATA DE ABREU E SILVA OLIVEIRA⁴, CARLOS EDUARDO TOLEDO⁵.

¹Acadêmico do Curso de Engenharia Civil pela faculdade Vértice (Univértix), Técnico em Edificações Pela Escola Técnica Vértice (Univértix), Bolsista de Iniciação Científica da Fapemig pela faculdade Vértice, Matipó - MG. dionecostaexatas@gmail.com

²Mestre em Matemática pela Universidade Federal de Viçosa (UFV), Graduada em Matemática pela Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras de Volta Redonda (FERP), Professora da faculdade Vértice (UNIVÉRTIX), Matipó - MG. renatabifano2008@gmail.com

³ Mestre em Engenharia dos Materiais pela Rede Temática em Engenharia de Materiais (REDEMAT), Graduado em designer de produtos pela Universidade do Estado de Minas Gerais (UEMG), Manhuaçu - MG. rafaeleller.d@gmail.com

⁴ Mestre profissional em Letras pela Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG), Graduada em Letras pela Universidade Federal de Viçosa (UFV), Professora da faculdade Vértice (UNIVÉRTIX), Matipó - MG. abreurenata@yahoo.com.br

⁵Especialista em Saúde Pública pela Faculdade Vértice (UNIVÉRTIX), Licenciado pela Faculdade de Minas (FAMINAS) e Bacharel pela Faculdade do Futuro (FAF) em Educação Física, Professor da faculdade Vértice (UNIVÉRTIX), Matipó - MG. kaduveterano@yahoo.com.br

RESUMO

As rodovias são as principais formas de transporte do Brasil e, portanto, necessitam de pavimentação de alta durabilidade e baixo custo de manutenção capazes de suportar o tráfego intenso, pesado e repetitivo. A pavimentação asfáltica é o principal modal de pavimentação moderna presente e, no entanto, deve proporcionar comodidade e condições ideais de trafegabilidade; em função disso, o aparecimento de patologias gera transtornos e reduz o seu tempo de vida. Patologias são ocasionadas por diversos fatores, erro de projeto, intempéries, falta de manutenção, dentre outros. Neste trabalho, é apresentado o estado da superfície do pavimento das principais vias que cortam a cidade de Santa Margarida-MG divididas em 4 trechos. Foram levantadas as patologias apresentadas nessas vias por meio de procedimentos baseados em normas vigentes no Brasil, com o objetivo de, em primeira instância, analisar e indicar as devidas causas e, em seguida, indicando formas de prevenção ou correção. Foi constatado que as vias em estudo apresentam patologia principalmente ocasionadas em maior parte pelo fim do ciclo de vida do pavimento ocasionada pela fadiga, tráfego repetitivo de veículos pesados e, em alguns casos, com auxílio de infiltrações e intempéries causando a delaminação do asfalto entre ele e entre o leito.

Palavras-chave: Asfalto; Patologias; Análise das causas; Ligas betuminosas; Rodovias.

IDENTIFICATION OF THE PATHOLOGICAL MANIFESTATIONS IN ASPHALTIC PAVEMENTS FROM THE CITY OF SANTA MARGARIDA - MG

ABSTRACT

Highways are the main forms of transportation in Brazil and therefore require high durability paving and low maintenance costs capable of the resist a heavy, repetitive and heavy traffic. Asphaltic paving is the main modality of modern paving present and yet should be provide comfort and ideal conditions of trafficability and the appearance of pathologies generates disorders and reduces the lifetime of the same. Pathologies are caused by several factors, design error, weathering, lack of maintenance, among others. This work presents the state of the pavement surface of the main roads that cross from the city of Santa Margarida-MG divided into four patches. The pathologies presented in these pathways were surveyed through procedures based on norms present in Brazil, with the objective of analyzing and indicating the appropriate causes in the first instance and then indicating ways of prevention or correction. It was studied pathways presents pathologies mainly caused by the end of the life cycle of the pavement can be it caused by fatigue, repetitive traffic of heavy vehicles and some cases with the help of infiltrations and weather causing the delamination of the asphalt between he and between the foundation.

Keywords: Asphalt; Pathologies; Analysis of causes; Bituminous alloys; Highways.

1 INTRODUÇÃO

As rodovias brasileiras são responsáveis por 96% do transporte de passageiros, 62% do transporte de cargas e necessitam, portanto, de pavimentação de alta durabilidade e baixo custo de manutenção, capazes de suportar o tráfego intenso, pesado e repetitivo (BACCHIERI; BARROS, 2011). Atualmente, um dos principais problemas que afetam o desempenho da estrada é o aparecimento de rachaduras em pavimentos de asfalto. Isto implica grandes inconvenientes para as administrações responsáveis pela manutenção e reabilitação de estradas (Zamora-Barraza *et al.* 2011). No Brasil, os projetos de pavimentação asfáltica exigem parâmetros volumétricos e estruturais adequados, em que aspectos funcionais, como a fricção pneu-pavimento, nem sempre são considerados no projeto de misturas asfálticas, ocasionando patologias em sua estrutura, muitas vezes de forma prematura. Pré-misturados a quente com asfalto são amplamente utilizados como pavimentação para estradas, aeródromos, túneis e pontes (CUI, XIAO, *et al.*, 2018; CHEN, WANG, 2018; ARAUJO, BESSA *et al.*, 2015).

Rosa *et al.* (2016) afirmam que os pavimentos asfálticos devem proporcionar comodidade e condições ideais de trafegabilidade e o aparecimento de patologias gera transtornos e reduz o seu tempo de vida. Patologias são ocasionadas por diversos fatores, erro de projeto, intempéries, falta de manutenção, dentre outros.

De forma geral, pode-se verificar que, em muitos pavimentos, após um curto período de tempo, os defeitos começam a aparecer na superfície de rolamento, causando desconforto, reduzindo a segurança e aumentando os custos para os usuários. De acordo com a mecânica dos materiais, o dano por fadiga dos materiais é causado pelo acúmulo de micro-rachaduras. Para ser específico, um pequeno dano é ocorrido ao material do *interlayer* (camadas do asfalto entre a matriz e a fase dispersa no composito) enquanto estiver sob as cargas de tráfego; uma vez que o efeito acumulativo da carga de tráfego atinja um certo limite, a tensão de cisalhamento entre camadas causada pelas cargas de

tráfego excede a resistência ao cisalhamento entre os materiais, resultando em danos por fadiga de cisalhamento na interface de camadas de pavimento asfáltico (WANG *et al.*, 2017).

Ferreira e Andrade (2010) acrescentam que, muitos desse tipo de defeitos, sobretudo as trincas, dão-se devido ao contato direto da água no pavimento e à exposição contínua à umidade, tendo como principais consequências a perda de resiliência do terreno de fundação com a saturação e a degradação da qualidade dos materiais constitutivos pela interação com a umidade, culminando com a desagregação.

Para Azevedo (2007), existem diferentes formas em que a água pode provocar danos ao pavimento: através de infiltração pela superfície da plataforma e também na percolação entre as camadas do pavimento, originadas das valetas laterais de drenagem ou pela elevação do lençol freático. Ainda é possível listar os principais efeitos danosos da água na estrutura do pavimento, como a diminuição da resistência dos materiais granulares não estabilizados e do solo do subleito; comportamento e desempenho insatisfatório dos solos expansivos devido à presença de água e o trincamento do revestimento asfáltico em função do contato direto com a água.

A água presente na estrutura do pavimento tem influência no comportamento e desempenho dos materiais de cada camada do pavimento. O excesso de água, com o passar do tempo, tem influência negativa sobre a serventia, embora os danos causados pela infiltração da água não apareçam instantaneamente (AZEVEDO, 2007).

Ainda segundo Azevedo (2007), os fatores que aceleram os defeitos relacionados à umidade são: infiltrações em regiões com elevado índice pluviométrico, em que ocorre um grande aumento da infiltração da água através das trincas dos pavimentos - como os materiais da estrutura do pavimento são pouco permeáveis, a água retida no interior do pavimento acelera o processo de deterioração -; tráfego intenso com cargas pesadas é associado à movimentação da água no interior da estrutura do pavimento acelerando sua degradação; a estrutura do pavimento em que a compatibilidade e a permeabilidade podem contribuir para o acúmulo de água no interior da estrutura, acelerando a degradação.

Segundo Alencar *et al.* (2018), a rugosidade da estrada de pavimentos de asfalto é um dos aspectos mais importantes que contribui para o aumento significativo das amplitudes de tensão e, conseqüentemente, para preocupações com fadiga induzida por carga. Neste contexto, as juntas soldadas são conhecidas como pontos mais fracos em pontes, uma vez que são propensas a concentrações de tensão que levam ao início de trincas por fadiga.

Silva *et al.* (2014) acrescentam que a deterioração constante das vias urbanas gera uma grande discussão em relação aos métodos mais adequados para construção das mesmas. A recuperação de vias construídas ou já recuperadas, em um curto espaço de tempo, eleva ainda mais essa discussão.

Para este trabalho, realizou-se um levantamento das patologias em asfalto na cidade de Santa Margarida, por meio de registro fotográfico e pelo Mapeamento das principais vias, pretendendo-se analisar as causas indicando os respectivos métodos de prevenção.

Este trabalho deve contribuir para a compreensão da relação existente entre as teorias sobre as práticas corretivas do asfalto e o que de fato ocorre na realidade das vias públicas da cidade. Além disso, os estudos também contribuirão para compreender a relevância técnica como processo impactante na redução de custos e processos de

São as principais ruas que cortam a cidade: Rua Maestro Carlos Otoni (Entrada/Saída), Av. Maria Quitéria, Rua Joaquim Vieira e Rua Nossa Senhora do Rosário, em que o maior fluxo de veículos é notavelmente predominante. A figura 3, a seguir, foi gerada pelo aplicativo *Google Maps* e demonstra os locais de realização da pesquisa destacados em verde.

(2008), rachaduras no pavimento são o resultado de uma variedade de causas: fadiga, retração térmica, processos de consolidação, juntas de construção e idade. Segundo Meca-Piernas, *et al.* (2016), o craqueamento por fadiga é uma das principais patologias nos pavimentos em todo o mundo e uma causa significativa da redução de sua vida útil.

Na figura 5, são exemplificadas as fendas encontradas: Trinca Isolada Longitudinal e Transversal. Trinca Interligada tipo bloco e Trincas Interligadas Tipo Couro de Jacaré e fissurações. Segundo Vanelstraete *et al.* 1997, essas rachaduras passam de uma camada para outra, um fenômeno conhecido como rachaduras reflexivas. Para lidar com essa patologia, existem várias soluções já sendo usadas em muitos locais. Algumas delas incluem modificação das propriedades da mistura asfáltica. Outros alteram a estrutura do pavimento, como é o caso da incorporação de sistemas de rachaduras antirreflexo colocados na zona intermediária do pavimento, como o uso de geotêxteis, geogrelhas, redes de aço, redes metálicas de favo de mel, camadas intermediárias de absorção de tensão (SAMIs). e asfalto de areia.

Figura 3 – Fendilhamento ao longo dos trechos

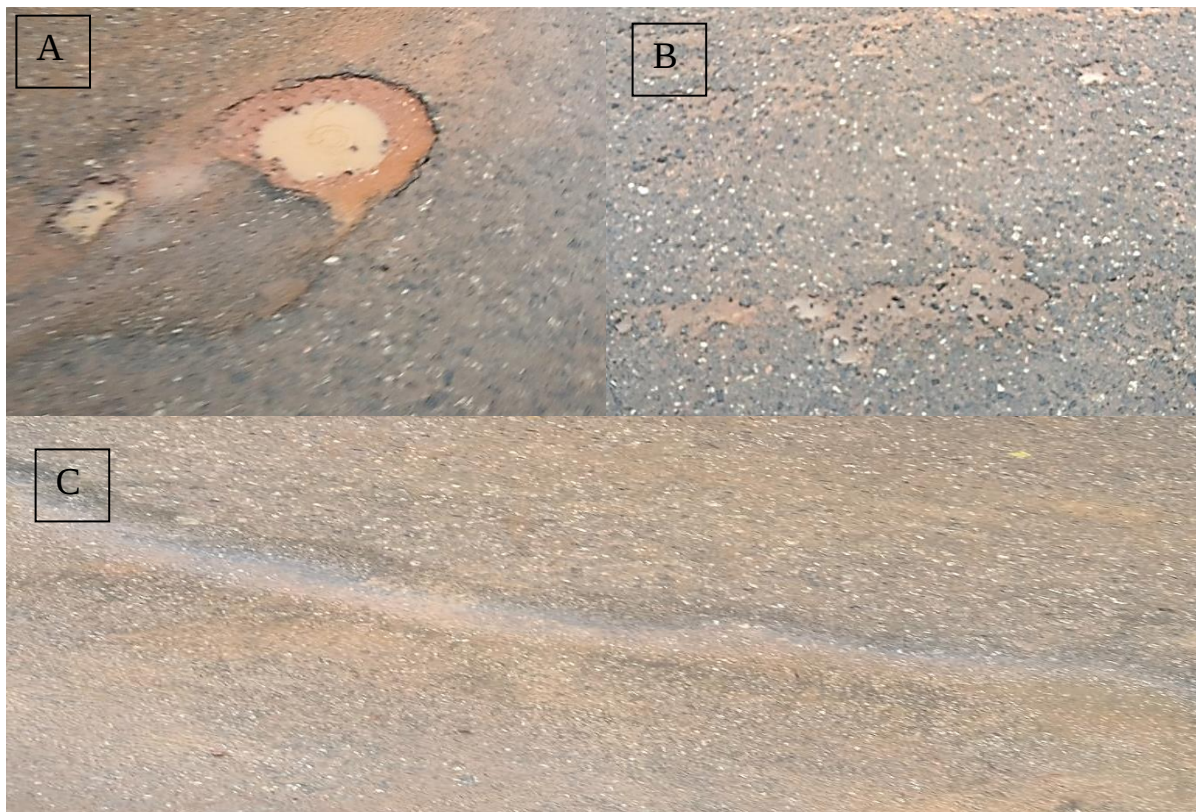


Fonte: Levantamento de patologias: Autor (2017)

Nos trechos I e IV, foram encontradas Painelas ou Buracos que, na definição de Júnior e Magalhães (2014), são cavidades que se formam no revestimento asfáltico cujas causas se dão pela falta de aderência entre camadas do pavimento, causando o deslocamento das camadas. Segundo Ribeiro (2017), são evoluções das trincas, afundamentos ou desgastes, em que outra possível causa é o acúmulo de água no pavimento. Esta patologia é considerada de severidade alta. O método de reparo é o remendo, retirando toda a sujeira, ou água existente no defeito, posteriormente executa-se um corte retangular na área a ser remendada com 20 ou 30 cm além das extremidades do defeito e profundidade suficiente para encontrar um material consistente. Após a

imprimação, lança-se o asfalto e em seguida executa a compactação. Um exemplo de buraco, ou panela, é mostrado na Figura 6A.

Figura 4– Exemplo de Panela/Buraco [A]; Exemplo de Desgastes [B]; Exemplo de Escorregamento [C].



Fonte: Levantamento de patologias: Autor (2017)

Na Figura 6B, visualiza-se exemplo de desgaste. Nos trechos I e IV, foram encontrados desgastes que, de acordo com Magalhães (2014), são caracterizados por esforços tangenciais do tráfego, associado ao intemperismo. Segundo Ribeiro (2017), ocorre em idade avançada do pavimento pela oxidação do asfalto, como também pela deficiência do ligante, o que ocasiona arrancamento progressivo do ligante e do agregado do pavimento, tornando-o mais áspero são classificados como de severidade média.

O método de reparo é uma aplicação de uma lama asfáltica ou um microrresvestimento como rejuvenescimento. Um dos métodos idealizados para reduzir os custos e recuperar a pavimentação é a aplicação de uma camada de concreto de cimento Portland diretamente sobre a superfície do pavimento existente com espessuras normalmente de 100 a 280 mm (ISLA *et al.*, 2015). O processo elimina os custos de remover a antiga pavimentação asfáltica e os custos de construir uma nova base. Este método é mundialmente conhecido como “whitetopping” e vale-se da grande resistência a compressão e abrasão do concreto, ampliando a sobrevida das vias com a mínima manutenção. Este processo já é utilizado a mais de um quarto de século pelo departamento de rodagens de Nebraska (USA) e, com o passar do tempo, em todo mundo (LIN, 2005; REA, 2005; WU 2007).

No quarto e último trecho, temos a presença de escorregamentos, defeitos que o DNIT (2006) afirma ser o deslocamento horizontal do revestimento causado por frenagem e aceleração dos veículos, produzindo ondulações em forma de meia lua. Essa patologia se estabelece no pavimento devido à má compactação das camadas superiores juntamente com aumento da temperatura da superfície do pavimento e alto índice de fluxo de tráfego. Na Figura 6C, é possível notar a ondulação com forma característica de meia lua provocada pelo escorregamento. Os defeitos são classificados como de severidade média.

5 CONCLUSÃO

É comum, no Brasil, buscar-se medidas paliativas de reestruturação e manutenção corretiva, ao invés de prezar-se pelo desenvolvimento dessas tecnologias de modo a diminuir o número de patologias apresentadas ao longo dos anos, sendo comumente feitos remendos e reparos em pavimentos já bem antigos aumentando o risco de acidentes e o custo de determinadas obras. Silva *et al.* (2014, p. 9) acrescentam ainda que “talvez essas tecnologias sejam barradas pela falta de investimentos e incentivo por parte dos governantes e líderes, caso contrário, muito já seria estudado e, por consequência, consideráveis melhorias na economia seriam sentidas ao longo dos anos”.

Com a realização de inspeção de campo e com base na literatura, pudemos catalogar algumas patologias na pavimentação asfáltica na cidade de Santa Margarida-MG e, por meio deste levantamento, procuramos através da literatura determinar possíveis causas para isso, ocasionando em processos que auxiliem na sua prevenção ou correção. Foi constatado que a maior parte das patologias apresentadas ocorre pelo fim do ciclo de vida do pavimento ocasionada pela fadiga, tráfego repetitivo de veículos pesados e, alguns casos, com auxílio de infiltrações e intempéries causando a delaminação do asfalto entre ele e o leito.

6 AGRADECIMENTOS

Ao Programa de Incentivo Básico à Iniciação científica (PIBIC) da Faculdade Vértice – Univértix, fomentado pela fundação de Amparo à Pesquisa de Minas Gerais (FAPEMIG).

7 REFERÊNCIAS

ALENCAR, G., et al. Fatigue life evaluation of a composite steel-concrete roadway bridge through the hot-spot stress method considering progressive pavement deterioration. **Engineering Structures**, [s. i.], v. 166, n. 01, p.46-61, 01 jun. 2018.

ARAUJO, V. M. C; BESSA, I. S; BRANCO, V. T. F. C. Measuring skid resistance of hot mix asphalt using the aggregate image measurement system (AIMS). **Construction And Building Materials**, [s. i.], v. 98, n. 01, p.476-481, nov. 2015.

AZEVEDO, Ângela Martins. **Considerações sobre a drenagem superficial na vida útil de pavimentos rodoviários**. Tese de Mestrado. Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. São Paulo, 2007.

BACCHIERI, G.; BARROS, A. J. D. Acidentes de trânsito no Brasil de 1998 a 2010: muitas mudanças e poucos resultados. **Rev Saúde Pública**, v. 45, n. 5, p. 949-963, 2011.

BERNUCCI, L. B.; MOTTA, L. M. G.; CERATTI, J. A. P.; SOARES, J. B. **Pavimentação Asfáltica**: Formação básica para engenheiros. 3.ed. Rio de Janeiro: Petrobrás ABEDA, 2008.

BESSA, Iuri S. et al. Laboratory and field evaluation of recycled unbound layers with cement for use in asphalt pavement rehabilitation. **Materials And Structures**, [s. i.], v. 49, n. 07, p.2669-2680, jul. 2016.

CHEN, X; WANG, H. Life cycle assessment of asphalt pavement recycling for greenhouse gas emission with temporal aspect. **Journal Of Cleaner Production**, [s. i.], v. 187, n. 1, p.148-157, jun. 2018.

CUI, Peide et al. Residual Fatigue Properties of Asphalt Pavement after Long-Term Field Service. **Materials**, [s. I.], v. 11, n. 06, p.892-905, abr. 2018.

DNIT, 2006. **Manual de Restauração de Pavimentos Asfálticos**, 2. ed. Ministério dos Transportes – Departamento Nacional de Infra-Estrutura de Transportes (DNIT), Diretoria de Planejamento e Pesquisa. Instituto de Pesquisas Rodoviárias. Publicação IPR 720. Rio de Janeiro, Brasil. Disponível em: <http://www1.dnit.gov.br/ipr_new/> acesso em 18.jan.2017.

FERREIRA, Efren de Moura e ANDRADE, Luiz Carlos Almeida. **“Avaliação Crítica dos Procedimentos Metodológicos Empregados no Projeto e Dimensionamento de Drenos de Pavimento Rodoviário na Avenida Deputado Luiz Eduardo Magalhães, em Salvador – Bahia.”** Escola Politécnica da Universidade Federal da Bahia. Salvador, 2010.

GONSALVES, E. P. **Conversas Sobre Iniciação à Pesquisa Científica**. 5. ed. Campinas: Alínea, 2011.

LIN, D.-F.; WANG, H.-Y. Forensic investigation of ultra-thin white topping failures in Taiwan. **Journal of performance of constructed facilities**, v. 19, n. 2, p. 165-171, 2005.
REA, R. C.; JENSEN, W. G. A concrete overlay on an asphalt road. **International Journal of Pavement Engineering**, v. 6, n. 2, p. 111-114, 2005.

RIBEIRO, Antonio Júnior Alves; BEZERRA, Francisco Regian Diniz; PINHEIRO NETO, José Ciro. Metodologia Prática de Avaliação de Patologias no Pavimento Asfáltico em Avenida de Fortaleza/CE. **Conexões - Ciência e Tecnologia**, [S.l.], v. 11, n. 6, p. 91-99, dec. 2017. ISSN 2176-0144. Disponível em: <<http://conexoes.ifce.edu.br/index.php/conexoes/article/view/904>>. Acesso em: 25 jan. 2019. doi:<https://doi.org/10.21439/conexoes.v11i6.904>.

ROSA, K. K. B.; MOTA, G. L. P.; SOUZA, J. M.; MARQUES, C. S.; NEVES, L. D.; FENANDES, F. A. S. Diagnóstico e procedimento de recuperação das Patologias apresentadas na pavimentação Asfáltica de Palmas-TO. **REVISTA INTEGRALIZAÇÃO UNIVERSITÁRIA**, Palmas, v.11, n.15, novembro 2016, p. 44-58, novembro. 2016.

SANCHES, F. G; GRANDINI, F. H. B; BAIERLE JÚNIOR, O. **Avaliação da viabilidade financeira de projetos com utilização do asfalto-borracha em relação ao asfalto convencional**. Curitiba, 2012. 73p. Monografia/Graduação. Curso de Engenharia de Produção, Universidade Tecnológica Federal do Paraná – UTFPR, 2012.

SENÇO, W. **Manual de Técnicas de Pavimentos**. 2. Ed. ampl. São Paulo: Pini, 2007.

SILVA, A. U. D.; NUNES, D. S. P.; RUFFATO; L.; BARROS, M. S. A. ROSA, P. S. A.; ROCHA, R. S.; DRUMOND; T. B. R.; TAMBIERI, E. M. S. **Patologias do asfalto: Processos para prevenir e corrigir deteriorizações**. Belo Horizonte, Centro Universitário de Belo Horizonte, 2014-2016.

SOL-SÁNCHEZ, M., R. MECA-PIERNAS, ET AL. "ReinforcedPolyethylenePondWaste as AntireflectiveCracking System in AsphaltPavements." **JournalofMaterials in Civil Engineering** 28(4).2016.

VANELSTRAETE, A., DE BONDT, A. H., AND COURARD, L. (1997). "Characterization of overlay systems." **Prevention of Reflective Cracking in Pavements**, RILEM Rep. 18, E & FN Spon, London, U.K., 55–74.

WANG, Xuancang et al. Shear fatigue between asphalt pavement layers and its application in design. **Construction And Building Materials**, [S. I.], v. 135, n. 01, p.297-305, 15 mar. 2017.

WU, C.-L.; TIA, M.; CHOUBANE, B. Forensicinvestigationofultrathinwhitetoppingpavements in Florida. **Journalof performance ofconstructedfacilities**, v. 21, n. 1, p. 78-88, 2007.

ZAMORA-BARRAZA, D., CALZADA-PÉREZ, M. A., CASTRO-FRESNO, D., AND VEGA-ZAMANILLO, A. "Evaluationofanti-reflectivecracking systems usinggeosynthetics in theinterlayer zone." **Geotext. Geomembr.**, 29(2), 130–136.2011.