



**AGÊNCIA NACIONAL DE TRANSPORTES TERRESTRES ANTT**

---

**RECURSO DE DESENVOLVIMENTO TECNOLÓGICO RDT:  
PROCEDIMENTO PARA LEVANTAMENTO VISUAL  
CONTÍNUO INFORMATIZADO (LVCI)  
PELO MÉTODO DA VARREDURA**

---

RELATÓRIO FINAL

Nova Lima/MG, Agosto de 2017.

---

## **RECURSO DE DESENVOLVIMENTO TECNOLÓGICO RDT PROCEDIMENTO PARA LEVANTAMENTO VISUAL CONTÍNUO INFORMATIZADO (LVCI) PELO MÉTODO DA VARREDURA**

**RESUMO:** Através de verba do Recurso de Desenvolvimento Tecnológico (RDT) disponibilizada pela Agência Nacional de Transportes Terrestres (ANTT) à Concessionária BR-040 S.A. (Via040) está sendo proposto um método de Levantamento Visual Contínuo Informatizado (LVCI) pelo Método da Varredura de defeitos dos pavimentos. O procedimento já vem sendo aplicado por diversas empresas nacionais e internacionais e pelo Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes (DNIT) em diversas rodovias, concedidas ou não. Entretanto, não há uma Norma específica para realização e aplicação desse tipo de levantamento. Portanto, faz-se necessário a normatização do procedimento e a exemplificação de formas de aplicação dos resultados. O artigo demonstra a aplicação dos resultados para determinação das áreas de trincamento e do índice de gravidade global (IGG), previstos nas Normas do DNIT. Os resultados também podem ser utilizados para definição de segmentos homogêneos e para elaboração de cálculos para obtenção de dados para estudos, projetos e gerência de pavimentos. O vídeo registro é importante para validação do levantamento realizado e para realização de diagnósticos das condições de superfície dos pavimentos. O histórico de filmagens do pavimento também é útil para o desenvolvimento de estudos de previsão de desempenho dos pavimentos. Sabe-se que para validação do procedimento proposto é necessário interagir com o meio técnico-científico e órgãos rodoviários, em particular o Instituto de Pesquisas Rodoviárias (IPR), para formatar uma apresentação final sujeita a consulta pública. Faz parte do RDT a continuidade dos trabalhos através dessa interação entre a ANTT e IPR/DNIT para validação de uma Norma para o Levantamento Visual Contínuo Informatizado (LVCI) pelo Método da Varredura.

**PALAVRAS-CHAVE:** pavimento, defeitos, levantamento visual contínuo (LVC), vídeo registro.

---

## ÍNDICE

<b>I – INTRODUÇÃO</b>	<b>4</b>
<b>II – OBJETIVO</b>	<b>5</b>
<b>III – ESCOPO DO TRABALHO</b>	<b>6</b>
<b>IV – DESENVOLVIMENTO E METODOLOGIA DO TRABALHO</b>	<b>7</b>
<b>V – ARTIGO</b>	<b>8</b>
<b>VI – CONCLUSÕES</b>	<b>25</b>
<b>REFERÊNCIAS</b>	<b>26</b>
<b>ANEXOS</b>	<b>28</b>

## **I – INTRODUÇÃO**

Com o avanço tecnológico os levantamentos com uso da informática e instrumentação podem melhorar o método de cadastro dos defeitos em pavimentos previstos na Norma DNIT 005/2003-TER. Através de um veículo munido de instrumentos e um sistema de automação, aquisição e processamento de dados (SAPD) pode-se realizar Levantamento Visual Contínuo Informatizado (LVCI) pelo Método da Varredura. A instrumentação é composta por odômetro digital, Global Position System (GPS), câmera filmadora digital e computador. Como resultado obtém-se uma planilha contendo as quantidades de todos os defeitos previstos na Norma DNIT 005/2003-TER em espaçamentos pré-definidos, expressos em área, extensão ou unidade. Os resultados também podem ser utilizados em métodos mecanicistas de dimensionamento de pavimentos e nos tradicionais Sistemas de Gerência de Pavimentos (SGPs), por exemplo, o HDM-4. As imagens dos pavimentos em sincronia com o odômetro, plani-altimetria e defeitos cadastrados podem ser visualizados através de um sistema visualizador do vídeo registro. O vídeo registro além de “trazer” a rodovia para o escritório, facilitando a elaboração de análises, também valida o LVC, pois demonstra a legenda dos defeitos cadastrados em sincronia com as imagens e o caminhamento do veículo em planta e perfil.

No Brasil os levantamentos dos defeitos são realizados pelas normas do DNIT 006/2003-PRO, DNIT 007/2003-PRO ou DNIT 008/2003-PRO, cujos procedimentos contemplam apenas um percentual da área do pavimento. O LVCI pelo Método da Varredura quantifica todos os defeitos da superfície do pavimento, sem necessidade de trabalhar por amostragem. Além disso, as Normas 006/2003-PRO e 008/2003-PRO consideram apenas a ocorrência do defeito dentro da superfície de avaliação, desprezando sua área, extensão ou quantidade. Por exemplo, dois segmentos com mesmo afundamento em trilha de roda e diferentes percentuais de trincamento apresentarão o mesmo Índice de Gravidade Global (IGG), mesmo que um dos segmentos esteja 100% trincado e outro apenas 5%. A modernização do procedimento de LVC aumenta a precisão do inventário de defeitos dos pavimentos, pois os cálculos consideram toda área de abrangência dos defeitos, não sendo realizados por amostragem.

## **II – OBJETIVO**

Objetiva-se estabelecer e padronizar uma metodologia para avaliação da superfície de pavimentos flexíveis e semi-rígidos pelo processo de Levantamento Visual Contínuo (LVC) com uso de tecnologia que faz uso de informática e instrumentação. A metodologia, após avaliação e aprovação da ANTT e do IPR/DNIT, será disponibilizada para consulta pública durante determinado tempo, visando sugestões ao projeto de Norma Levantamento Visual Contínuo Informatizado (LVCI) pelo Método da Varredura. Pretende-se que a Norma complemente o

conjunto de Normas existentes, cada uma com a sua devida aplicação. Diferente das demais, a Norma proposta será muito útil para obter a radiografia dos defeitos dos pavimentos, comprovados por meio de vídeo registro, cujos resultados serão tratados para obtenção da condição do pavimento (nível de deterioração) e sua relação com os critérios de falência dos pavimentos, ensaios laboratoriais e modelos previsão de desempenho.

A aplicação da metodologia permitirá que os defeitos previstos na Norma DNIT 005/2003-TER e no HDM-4 sejam quantificados de forma contínua (varredura), sem fazer tratamento estatístico de estações de amostragens ao longo da rodovia. Destacam-se dois defeitos, a área de trincamento e afundamento em trilha de roda, que representam em qual fase de deterioração relacionada, respectivamente, às deformações resilientes ou elásticas (fadiga) e às deformações permanentes o pavimento se encontra. Esses dois parâmetros, trincamento e afundamento em trilha de roda, são utilizados em métodos mecanicistas de dimensionamento como critérios de falência do pavimento. Os resultados do levantamento proporcionarão informações necessárias para: (i) elaboração de cálculo para definição de índice que determine a condição dos pavimentos; (ii) aferição de modelos de previsão de desempenho dos pavimentos; (iii) orientação dos estudos para estimativa do Fator Laboratório-Campo (FLC); e (iv) execução de estudos de dimensionamento de restauração dos pavimentos.

### **III – ESCOPO DO TRABALHO**

A seguir apresentam-se as atividades que foram desenvolvidas durante a pesquisa de Recurso de Desenvolvimento Tecnológico (RDT), em ordem sequencial.

#### **A- Elaboração de Documento para submeter à ANTT e IPR/DNIT para fins de Normatização**

Elaboração de documento contendo o procedimento do levantamento visual contínuo informatizado (LVCI) pelo método da varredura para fins de apresentação para ANTT e, posterior, submissão à avaliação do IPR/DNIT.

#### **B- Aplicação dos Resultados do LVCI pelo Método da Varredura**

Elaboração de artigo demonstrando a aplicação dos resultados para determinação das áreas de trincamento e do índice de gravidade global (IGG), previstos nas Normas do DNIT. Os resultados também são aplicados para definição de segmentos homogêneos.

#### **C- Disponibilização da Norma para Consulta Pública**

Disponibilidade da Norma para consulta pública, pós aprovação da ANNT e IPR/DNIT.

#### IV – DESENVOLVIMENTO E METODOLOGIA DO TRABALHO

Buscando a modernização do processo de inventário dos defeitos dos pavimentos o LVC deve ser realizado para que todos os defeitos que se manifestam na superfície do pavimento possam ser qualificados e quantificados ao longo de cada faixa de tráfego de forma contínua (varredura completa da superfície do pavimento). Isso também é importante para a alimentação do modelo HDM-4, que exige a quantificação e qualificação dos defeitos dos pavimentos, como por exemplo, o trincamento, medido por área (m<sup>2</sup>), que deve ser expresso em percentual (%).

Devido ao caráter dinâmico do LVCI, para aplicação do método é necessário o uso de um veículo equipado com instrumentação, filmadora e sistema de automação, aquisição e processamento de dados (SAPD). A instrumentação, ainda que moderna, consiste de equipamentos de baixo custo e de fácil montagem, sendo composta por hodômetro digital, Global Position System (GPS) de navegação, câmera filmadora digital e computador, interligados e monitorados por um sistema operacional, que permitirá, através da aplicação de uma metodologia de levantamento, obter a “radiografia” de toda a superfície do pavimento, em que os defeitos serão materializados (posição em relação ao km da rodovia e ao sistema de coordenadas global), qualificados e quantificados com unidades representativas (área, extensão e quantidade).

A “radiografia” de toda a superfície do pavimento, com os defeitos materializados (posição em relação ao km da rodovia e ao sistema de coordenadas global), qualificados e quantificados com unidades representativas (área, extensão e quantidade) contempla os seguintes defeitos de superfície: trincas classes 2 e 3; afundamento localizado; afundamento de trilha de roda; ondulação transversal; escorregamento; exsudação; desgaste; panela; remendo; trinca longitudinal; trinca transversal; quebra de bordo e tapa buraco. O defeito denominado *quebra de bordo* não consta nas normas vigentes no país, porém o mesmo faz parte dos dados de entrada do modelo HDM-4. Os defeitos *tapa buraco* e *bombeamento de água* que também não é citado nas normas do Brasil, é incluso no levantamento, pois é um indicativo importante do desempenho do pavimento.

A planilha originada pelo sistema de automação, aquisição e processamento de dados (SAPD) apresenta todos os defeitos do pavimento a cada 1m, de forma que se pode fazer qualquer cálculo, em áreas com quaisquer dimensões (6m x largura da faixa ou 20m x largura da faixa...) posicionadas em qualquer estaca da rodovia. Basta informar as estacas desejadas e quais os comprimentos de ré e vante em relação à estaca, para que o software de processamento de dados possa realizar os cálculos e apresentar os resultados. Comumente os resultados da avaliação do estado da superfície dos pavimentos são apresentados de forma contínua em segmentos com 20 m de extensão em uma planilha eletrônica, em que cada linha corresponde a um segmento de 20 m. As colunas da planilha eletrônica indicam os dados da rodovia e os parâmetros levantados

com suas quantidades. Entretanto, podem-se apresentar os resultados conforme necessidade de determinado estudo ou programa de gerência.

A metodologia de levantamento dos defeitos denominada de Levantamento Visual Contínuo Informatizado (LVCI) pelo método da varredura será objeto de elaboração de Norma de Procedimento. Os resultados do LVCI foram aplicados nas Normas DNIT: 006/2003 PRO, 007/2003 PRO e 008/2003 PRO, demonstrando os diferentes resultados em função da variação do espaçamento entre estações de ensaio. Visto que nas normas de procedimento (PRO) citadas os levantamentos contemplam apenas um percentual da área do pavimento, o método da varredura de todos os defeitos na superfície do pavimento fornece o estado de superfície do pavimento sem necessidade de trabalhar por amostragem, que considera apenas a ocorrência do defeito dentro da superfície de avaliação, desprezando sua área, extensão ou quantidade.

A formatação final da metodologia de procedimento será descrita em formato de Norma. A técnica adotada no levantamento de campo será filmada, sendo também apresentado o vídeo registro para facilitar o entendimento do procedimento. A metodologia (texto e filmagens) será submetida à ANTT e ao IPR/DNIT para que possam contribuir com sugestões e críticas que atendam o objetivo almejado. Quando da reunião no IPR/DNIT, preferencialmente com a presença de um membro da equipe da ANTT, poderá ser feita uma demonstração do método “ao vivo”. A metodologia, após avaliação e aprovação da ANTT e do IPR/DNIT, será disponibilizada para consulta pública durante determinado tempo, visando sugestões ao projeto de Norma Levantamento Visual Contínuo Informatizado (LVCI) pelo Método da Varredura. Durante esse período o Eng. Rafael Cerqueira Silva ficará disponível para o intercâmbio de ideias com aqueles que apresentarem sugestões e críticas. O também engenheiro estará presente no encontro aberto ao público para formatação final da Norma. O local do encontro será definido pela ANTT e IPR/DNIT. Essa interação entre a ANTT e DNIT é importante, pois ambos objetivam que as monitorações dos pavimentos promovam respostas que revelem as condições do pavimento, para garantir o fluxo de tráfego com segurança e baixo custo operacional ao usuário.

Para fins de capacitação técnica, após definição do procedimento, o mesmo será ensinado para a equipe da Via040, estendendo-se o convite à equipe da ANTT, num trecho da rodovia BR-040/MG próximo à Sede da Via040 (Nova Lima/MG). No treinamento também contemplará a execução dos cálculos.

**V – PROPOSTA DE TEXTO E FORMATAÇÃO DE NORMA  
LEVANTAMENTO VISUAL CONTÍNUO INFORMATIZADO (LVCI) PELO MÉTODO  
DA VARREDURA - PROCEDIMENTO**



**VI - ARTIGO**  
**PROCEDIMENTO PARA LEVANTAMENTO VISUAL CONTÍNUO**  
**INFORMATIZADO (LVCI) PELO MÉTODO DA VARREDURA**

## VII - CONCLUSÕES

Através de verba do Recurso de Desenvolvimento Tecnológico (RDT) disponibilizada pela Agência Nacional de Transportes Terrestres (ANTT) à Concessionária BR-040 S.A. (Via040) está sendo proposto um método de Levantamento Visual Contínuo Informatizado (LVCI) pelo Método da Varredura de defeitos dos pavimentos. O procedimento já vem sendo aplicado por diversas empresas nacionais e internacionais e pelo Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes (DNIT) em diversas rodovias, concedidas ou não.

Foi apresentado um documento referente à proposta de Norma de Procedimento do Levantamento Visual Contínuo Informatizado (LVCI) pelo Método da Varredura de defeitos dos pavimentos. Também foi apresentado um artigo com aplicação dos resultados do levantamento para determinação das áreas de trincamento e dos índices de gravidade global (IGG), previstos nas Normas do DNIT. A utilização do LVCI se mostrou vantajosa por permitir a quantificação de todos os defeitos da superfície do pavimento sem necessidade de trabalhar por amostragem, fornecendo um panorama mais consistente com a realidade da condição superficial dos pavimentos. Demonstrou-se ainda que os resultados também podem ser utilizados para definição de segmentos homogêneos.

O vídeo registro é importante para validação do levantamento realizado e para realização de diagnósticos das condições de superfície dos pavimentos. O histórico de filmagens do pavimento também é útil para o desenvolvimento de estudos de previsão de desempenho dos pavimentos.

Sabe-se que para validação do procedimento proposto é necessário interagir com o meio técnico-científico e órgãos rodoviários, em particular o Instituto de Pesquisas Rodoviárias (IPR), para formatar uma apresentação final sujeita a consulta pública. Faz parte do RDT a continuidade dos trabalhos através dessa interação entre a ANTT e IPR/DNIT para validação de uma Norma para o Levantamento Visual Contínuo Informatizado (LVCI) pelo Método da Varredura.

## REFERÊNCIAS

- AASHTO. AASHTO guide for design of pavement structure. American Association of State Highway and Transportation Officials, Washington, USA, 1993.
- BERNUCCI, L. B.; MOTTA, L. M. G.; CERATTI, J. A. P.; SOARES, J. B. Pavimentação Asfáltica – Formação Básica para Engenheiros. PETROBRAS: ABEDA, Rio de Janeiro/RJ, 504 p., 2007.
- DNIT 005/2003-TER. Defeitos nos pavimentos flexíveis e semi-rígidos: terminologia. Ministério dos Transportes, Departamento Nacional de Infra-Estrutura de Transportes DNIT, Rio de Janeiro, Instituto de Pesquisas Rodoviárias IPR, 2003.
- DNIT 006/2003-PRO. Avaliação objetiva da superfície de pavimentos flexíveis e semirígidos: procedimento. Ministério dos Transportes, Departamento Nacional de Infra-Estrutura de Transportes DNIT, Rio de Janeiro, Instituto de Pesquisas Rodoviárias IPR, 2003.
- DNIT 007/2003-PRO. Levantamento para avaliação da condição de superfície de subtrecho homogêneo de rodovias de pavimentos flexíveis e semi-rígidos para gerência de pavimentos e estudos de projetos: procedimento. Ministério dos Transportes, Departamento Nacional de Infra-Estrutura de Transportes DNIT, Rio de Janeiro, Instituto de Pesquisas Rodoviárias IPR, 2003.
- DNIT 008/2003-PRO. Levantamento visual contínuo para avaliação da superfície de pavimentos flexíveis e semi-rígidos: procedimento. Ministério dos Transportes, Departamento Nacional de Infra-Estrutura de Transportes DNIT, Rio de Janeiro, Instituto de Pesquisas Rodoviárias IPR, 2003.
- SILVA, R. C.; SOUZA JR, J. G. ; COSTA, D. P. ; AMARAL, L. S. ; ROMEIRO JUNIOR, C. L. S. ; MUNIZ, D. D. Análises do Comportamento e Desempenho dos Pavimentos da Via040 - Brasília/DF a Juiz de Fora/MG. In: X Workshop RDT Recurso de Desenvolvimento Tecnológico nas Concessões Rodoviárias, 2016, Brasília/DF. Soluções Técnicas e Aplicadas, 2016.