

INSPEÇÃO VISUAL EM CONTÍNUO DOS PAVIMENTOS DA AUTOESTRADA A24 COM RECURSO A VARRIMENTO LASER

Pedro Domingos¹, Miguel Barreira²

¹ Consultrada, Departamento de Engenharia, Baía do Tejo - Parques Empresariais, SA, Rua 35 - Edifício 128, 2831-904 Barreiro, Barreiro, Portugal

email: p.domingos@cobagroup.com

² Consultrada, Departamento de Engenharia, Baía do Tejo - Parques Empresariais, SA, Rua 35 - Edifício 128, 2831-904 Barreiro, Barreiro, Portugal

Sumário

A obtenção de dados referentes ao estado dos pavimentos revela-se de especial importância, pois quanto melhor for a qualidade e fiabilidade desses parâmetros de estado, mais a caracterização dos pavimentos estará ajustada à realidade, permitindo assim que as decisões tomadas com base neste tipo de informação sejam efetivamente corretas.

Um dos métodos de ensaio mais utilizados, para fazer o levantamento do estado da condição dos pavimentos, é o método designado de inspeção visual.

Devido à evolução tecnológica, os dados que permitem avaliar o estado de desempenho dos pavimentos, podem ser obtidos através de variados processos digitais, nomeadamente tecnologias baseadas em varrimento laser.

A Consultrada em parceria com a empresa Applus levou a cabo inspeções visuais dos pavimentos da Autoestrada A24 (Chaves – Viseu), com um equipamento de varrimento laser. Foi a primeira vez em Portugal que este tipo de tecnologia foi utilizada ao nível de caracterização da rede.

Palavras-chave: Inspeção visual; varrimento laser; fendilhamento; fiabilidade; imagens.

1 INTRODUÇÃO

A aquisição/recolha de dados referentes ao estado dos pavimentos revela-se de especial importância, pois quanto melhor for a qualidade e fiabilidade desses parâmetros de estado, mais a caracterização dos pavimentos estará ajustada à realidade, permitindo assim que as decisões tomadas com base neste tipo de informação sejam efetivamente corretas.

Importa destacar que os sistemas de gestão de pavimentos são ferramentas poderosas, que têm grandes potencialidades e que são úteis. No entanto, os sistemas de gestão de pavimentos não funcionam no vazio, necessitam da informação proveniente da auscultação dos pavimentos. Os sistemas de gestão de pavimentos são essencialmente sistemas de informação integrados, que permitem auxiliar a tomada de decisões por parte das várias entidades que detêm e gerem as infraestruturas de transportes. De acordo com o referido anteriormente, e apesar de ser uma evidência, salienta-se que estes sistemas só funcionam devido aos dados de entrada que são recolhidos in-situ.

Um dos métodos de ensaio mais utilizados para fazer o levantamento do estado da condição dos pavimentos é o método designado de inspeção visual. Em todo o mundo a inspeção visual é uma prática corrente, sendo que se pode afirmar que é um pré-requisito em qualquer processo de auscultação de pavimentos relativos a infraestruturas de transporte. A utilização da inspeção visual, para além de ser um método bastante expedito, deve-se essencialmente ao facto de que com este tipo de ensaio é relativamente fácil registar as anomalias que surgem nos pavimentos devidas à evolução das características estruturais e funcionais dos pavimentos ao longo do tempo, permitindo assim classificar o estado de conservação/desempenho dos mesmos.

Em Portugal, as inspeções visuais são realizadas de uma forma “quase arcaica”, em que a taxa de incorporação de tecnologia é baixa, sendo que os registos das anomalias são efetuados em papel e esporadicamente se tiram fotografias às degradações mais relevantes. Em alguns casos, as inspeções são efetuadas com recurso a um veículo em que o operador regista num computador as anomalias que visualiza e eventualmente pode captar imagens através de uma câmara de filmar, normal, sendo que a experiência revela que essas imagens não representam uma mais-valia notória, pois não têm a capacidade para classificar e quantificar as degradações assinaladas, porque a qualidade de imagem não o permite. Estas práticas correntes apresentam limitações, das quais se destaca o facto de não ser possível ficar com uma visualização em contínuo do estado do pavimento, mesmo no caso de ser captado por vídeo, essa captura é muito rudimentar e não há a possibilidade de se extrair daí informação adicional, o que leva a que não seja possível dissipar dúvidas no momento em que se estão a tratar os dados recolhidos em gabinete. Com esta metodologia apenas se elaboram esquemas meramente representativos, correndo o risco de se ficar com uma perceção enviesada da realidade aquando da análise do levantamento. Outro aspeto que importa realçar no que concerne a este método tradicional, é o facto de que o mesmo se traduz num procedimento simples e eficaz para extensões muito pequenas e em situações em que os pavimentos não apresentam uma grande densidade de degradações.

Devido à evolução tecnológica, nomeadamente os avanços verificados no domínio da captação de imagem e do desenvolvimento de software, os dados que permitem avaliar o estado de condição dos pavimentos podem ser obtidos através de variados processos digitais, nomeadamente a tecnologia baseada em varrimento laser [1-8].

O varrimento laser utilizado no levantamento das anomalias presentes na superfície dos pavimentos, nomeadamente o fendilhamento, apresenta as seguintes vantagens:

- Eliminação da subjetividade introduzida pelo executante da inspeção visual e por quem analisará o levantamento efetuado. Ou seja, o designado erro humano é praticamente anulado.
- Redução do tempo de ensaio (a inspeção visual é efetuada à velocidade normal do tráfego), o que aumenta a produtividade e faz com que as perturbações no tráfego sejam insignificantes.
- Possibilidade de se efetuar o levantamento em período noturno.
- As imagens de alta definição captadas, possibilitarão a utilização de software de deteção de anomalias, o que para além de aumentar exponencialmente a produtividade, irá permitir análises objetivas e fiáveis, havendo sempre a possibilidade de dissipar quaisquer dúvidas que possam surgir.
- Integração total da informação produzida nos sistemas de gestão de pavimentos.

No âmbito do projeto que visa a caracterização da situação existente e projeção de grandes reparações até 2030, a Consulstrada em parceria com a empresa Applus levou a cabo inspeções visuais dos pavimentos da Autoestrada A24 (Chaves – Viseu), com um equipamento com tecnologia de varrimento laser. O levantamento foi feito para a totalidade da extensão da plena via (perfil tipo: 2x2) e também para todos os nós (ramos e ligações). Foi a primeira vez que se utilizou esta tecnologia em Portugal em termos de caracterização de rede viária.

Nesta comunicação apresentar-se-ão exemplos do levantamento ótico efetuado, também serão apresentadas as medições e a quantificação das anomalias registadas, assim como as várias análises efetuadas com a informação gerada nas inspeções visuais.

2 BREVE DESCRIÇÃO DO OBJETO DE ESTUDO

A Autoestrada A24 (Autoestrada do interior norte) estabelece a ligação rodoviária entre as cidades de Chaves e Viseu (Figura 1).

Esta infraestrutura está concessionada à empresa Norscut.

As características mais relevantes da A24 são as seguintes:

- Extensão: 156,7 km.
- Perfil tipo: Duas faixas de rodagem com duas vias cada (2x2), sendo que em alguns troços há via de lentos.
- 26 nós.



Fig.1. Esquema de localização da Auto-estrada A24

3 DESCRIÇÃO SUCINTA DO EQUIPAMENTO DE VARRIMENTO LASER UTILIZADO NO LEVANTAMENTO

Basicamente o equipamento consiste num conjunto de dois sensores lasers e respetivas câmaras de filmar, que fazem o levantamento ótico da superfície dos pavimentos (Figura 2), sendo que esses componentes estão instalados num veículo (Figura 3).

O equipamento utilizado no levantamento do estado da superfície dos pavimentos da A24, permite o seguinte:

- Detetar automaticamente os detalhes da superfície do pavimento possibilitando assim registar e medir fendas transversais, longitudinais, diagonais, ninhos e também marcas rodoviárias de sinalização horizontal.
- Captação de perfis transversais, capaz de adquirir perfis com 4 m de largura a cada 5 mm de extensão longitudinal, à velocidade de tráfego (pode fazer medições até 100 km/h).
- Os perfis são captados com câmara de alta resolução e por projetores lasers de grande potência. As medições podem ser efetuadas em período diurno e noturno.
- Georreferenciação das secções ensaiadas.

Este sistema, para além do registo dos vários tipos de fendas e fendilhamento, permite fazer o levantamento dos ninhos, marcas rodoviárias (sinalização horizontal), medição da macrotextura da superfície dos pavimentos e também a medição da profundidade dos cavados de rodeira.

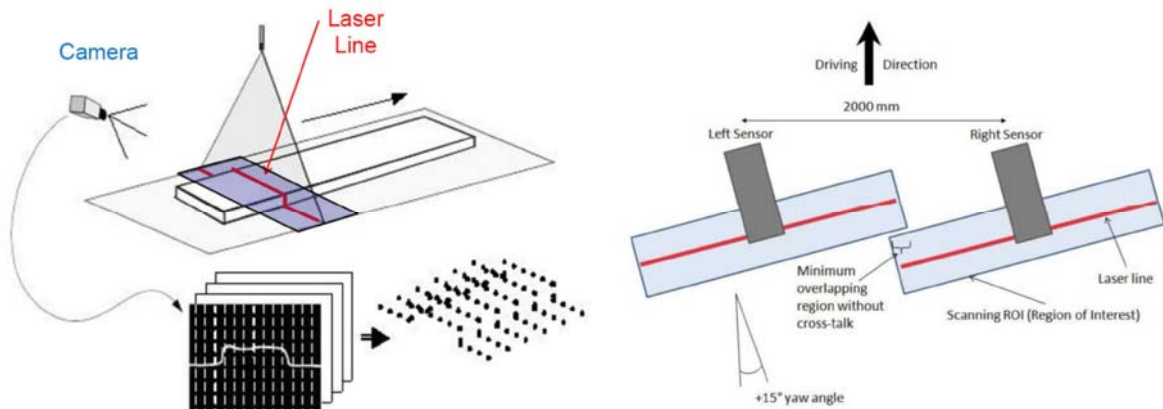


Fig.2. Esquema com o princípio básico de varrimento laser da superfície dos pavimentos



Fig.3. Equipamento utilizado no levantamento

As imagens da superfície dos pavimentos, captadas com o equipamento, são depois processadas por um software de identificação automática de anomalias. O software identifica as anomalias de acordo com o seguinte código de cores:

- Linhas azuis: Fendas entre 1 e 3 mm de largura.
- Linhas verdes: Fendas entre 3 e 6 mm de largura.
- Linhas laranjas: Fendas entre 6 e 20 mm de largura.
- Linhas vermelhas: Fendas > 20 mm.
- Manchas azuis escuras: Ninhos.

Na Figura 4 indicam-se alguns exemplos dos outputs relativos aos levantamentos das superfícies dos pavimentos, nomeadamente os seguintes elementos:

- Fenda longitudinal.
- Fenda transversal.
- Fendilhamento tipo pele de crocodilo.
- Marcas rodoviárias de sinalização horizontal.

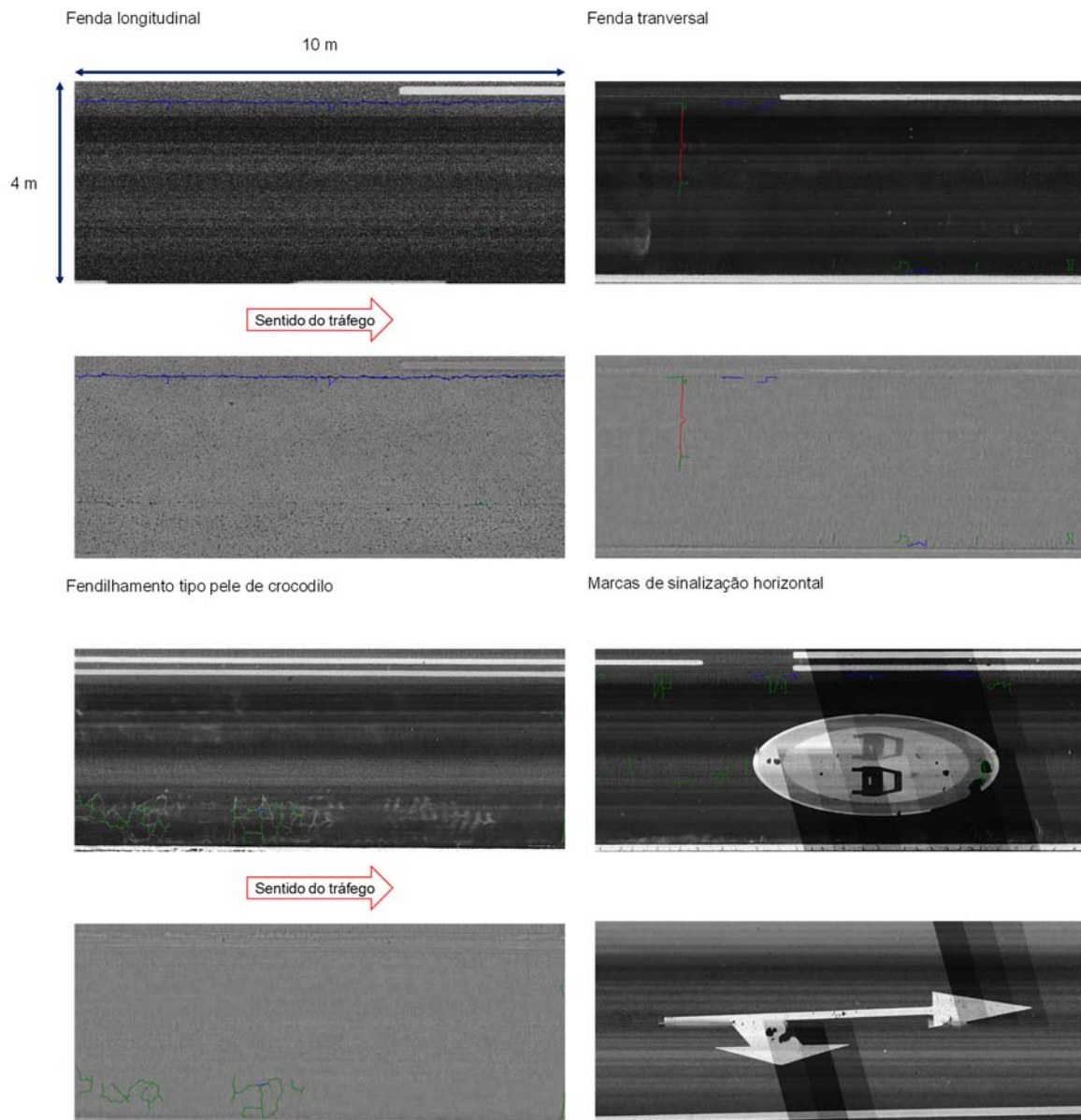


Fig.4. Exemplos de vários tipos de elementos que o equipamento permite registar

4 CASO PRÁTICO

Após o processamento das imagens captadas com o software de deteção automático de anomalias, é gerado um conjunto de dados que possibilitam calcular vários parâmetros ao nível do fendilhamento (tipos de fendilhamento, extensão de fendilhamento, áreas de fendilhamento, severidade de fendilhamento).

Para mostrar a informação quantitativa que este tipo de ensaios pode gerar, apresenta-se como caso prático a análise de uma secção com 1000 m de extensão da A24 (via esquerda no sentido Sul → Norte).

De entre os inúmeros parâmetros que podem ser calculados, apresentam-se neste artigo o índice de fendilhamento, a percentagem de superfície com fendilhamento e a área de fendilhamento. Os parâmetros numéricos referidos, foram calculados para intervalos de 100 m.

O índice de fendilhamento corresponde ao quociente entre o somatório da extensão do tipo de fendilhamento que se está a analisar e a extensão longitudinal da secção definida à priori.

Na Figura 5 apresentam-se os parâmetros calculados para as fendas longitudinais.

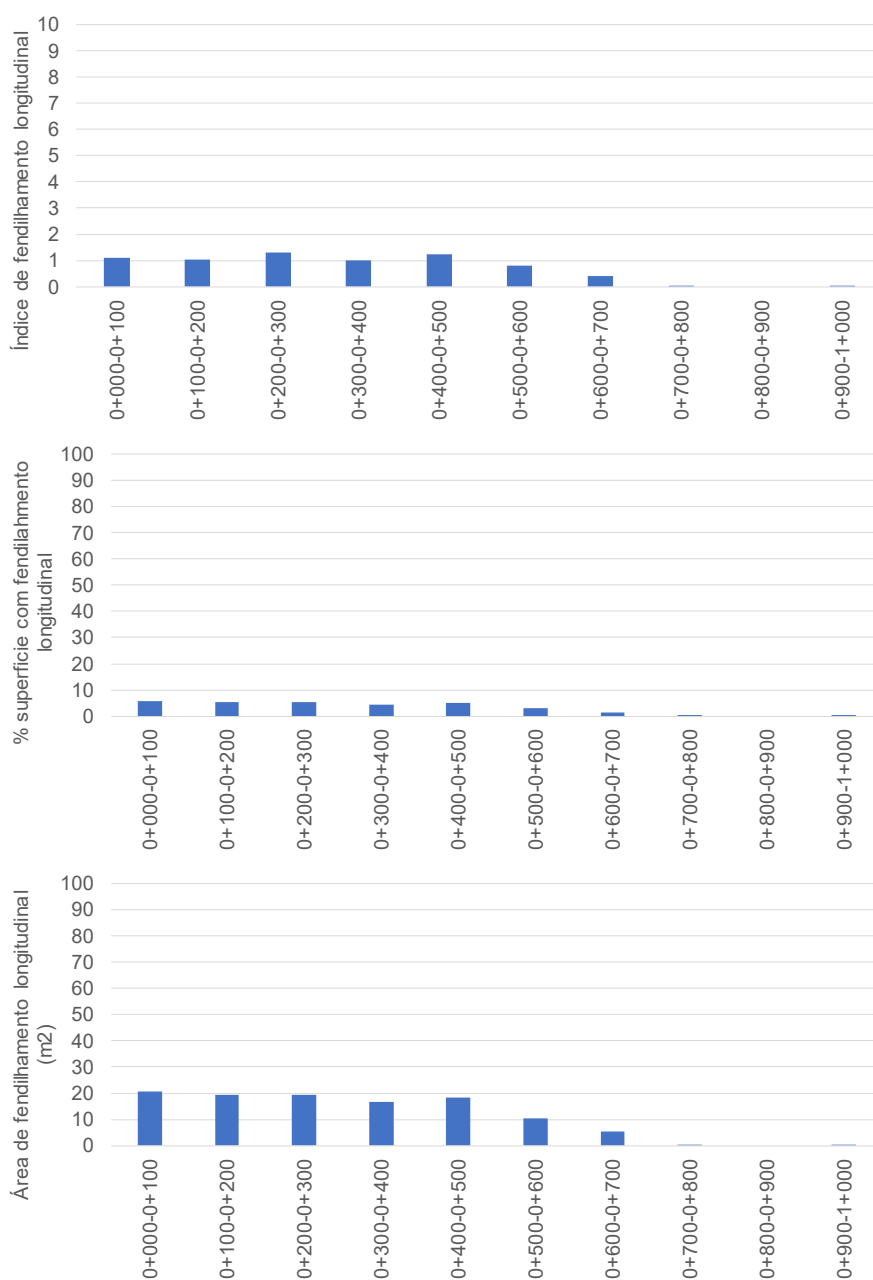


Fig.5. Parâmetros calculados para as fendas longitudinais

Na Figura 6 são apresentados os valores determinados para as fendas transversais.

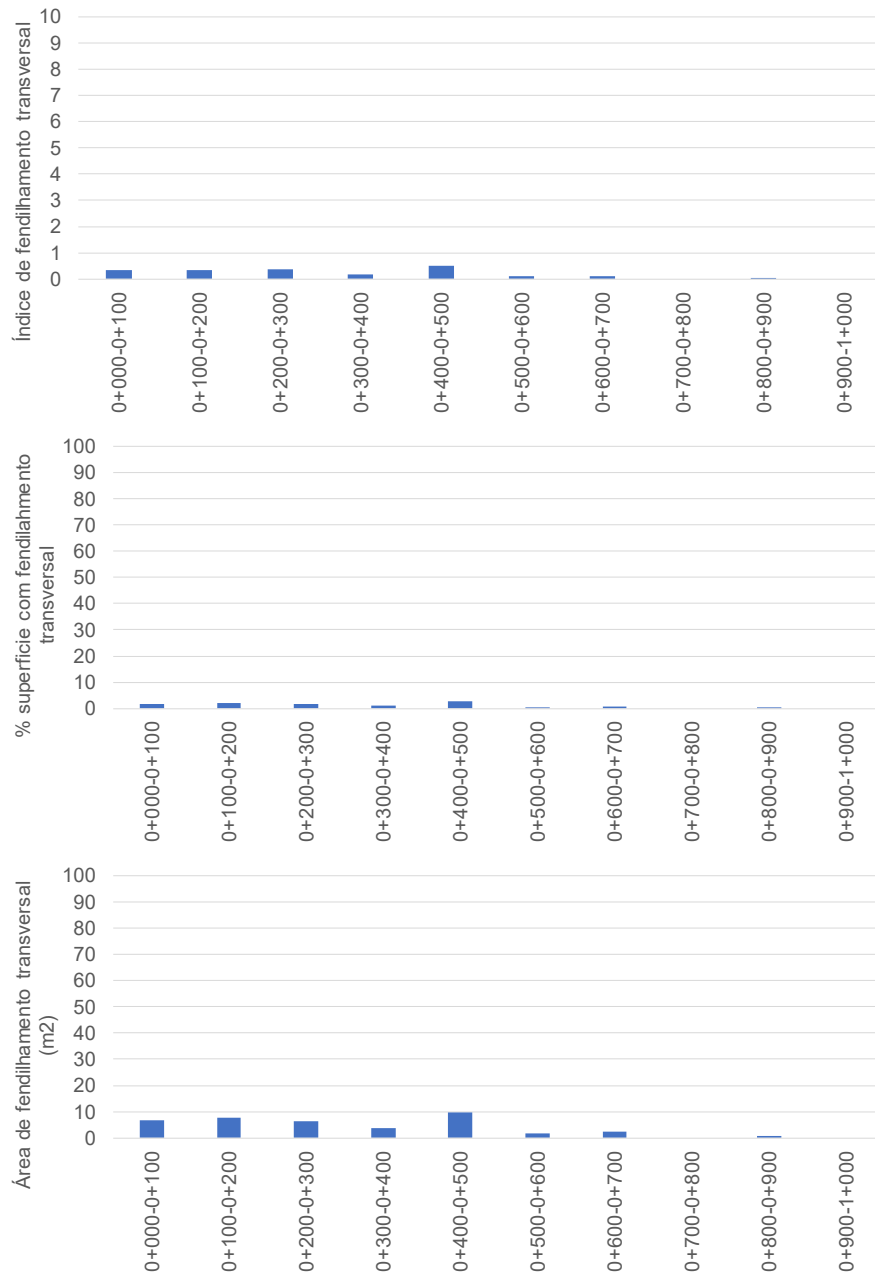


Fig.6. Parâmetros calculados para as fendas transversais

Na Figura 7 estão representados os parâmetros calculados para outros tipos de fendilhamento.

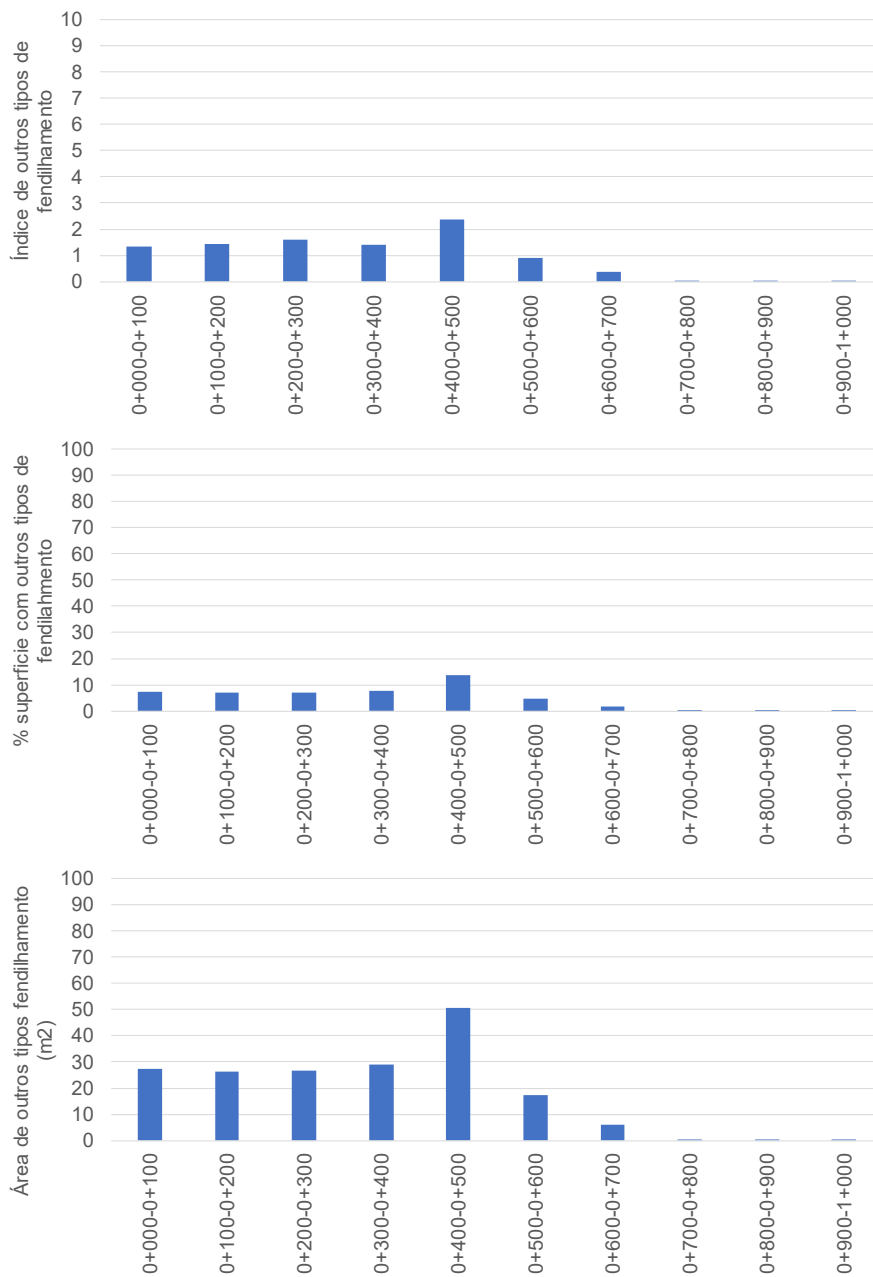


Fig.7. Parâmetros calculados para outros tipos de fendilhamento

Na Figura 8 apresenta-se a representação gráfica dos parâmetros para o fendilhamento total (consideração de todos os tipos de fendilhamento e fendas).

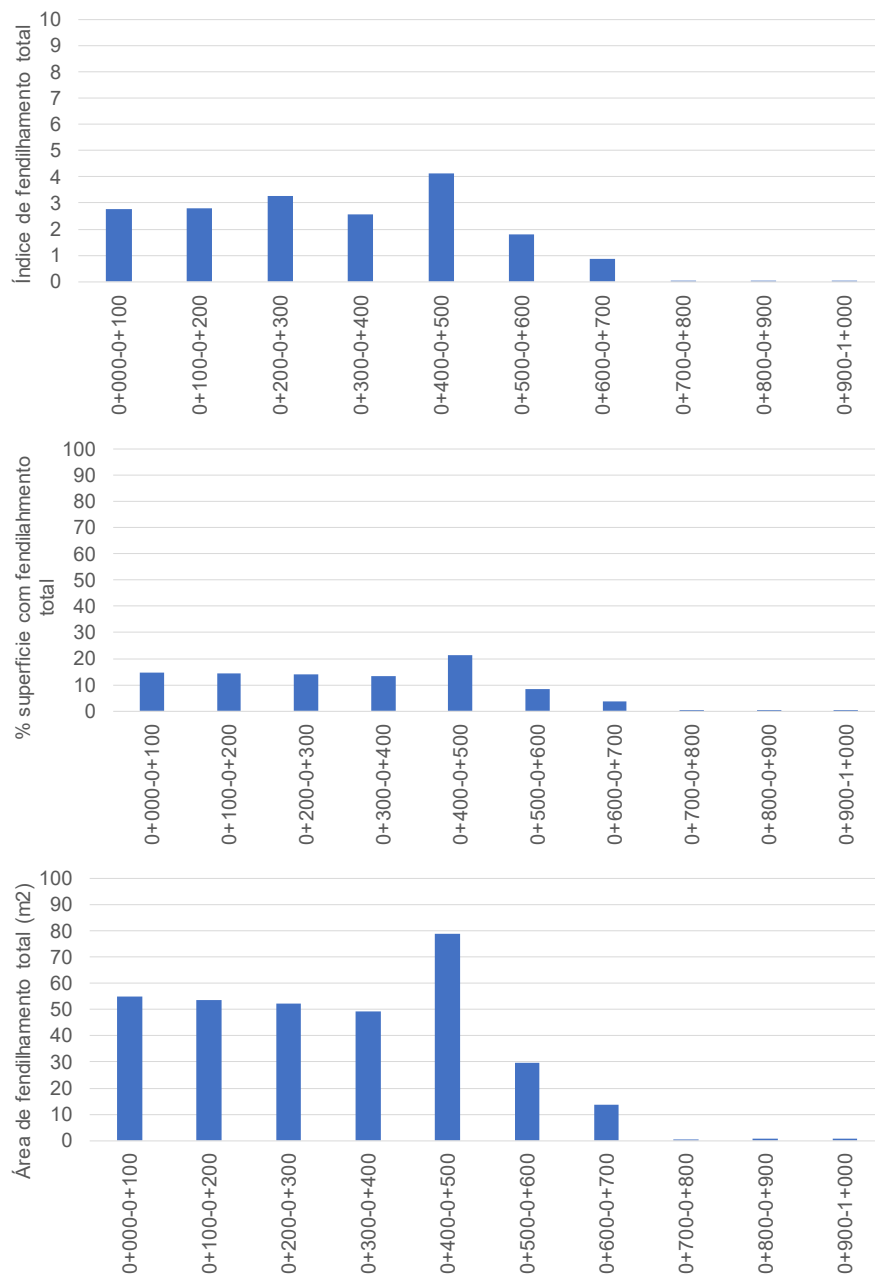


Fig.8. Parâmetros calculados para a totalidade do fendilhamento

Na Figura 9 apresenta-se um exemplo de uma imagem da superfície do pavimento captada no decurso dos ensaios, após processamento com o software de deteção automática de anomalias. Nessa imagem é possível observar as fendas que o pavimento apresenta nessa secção.

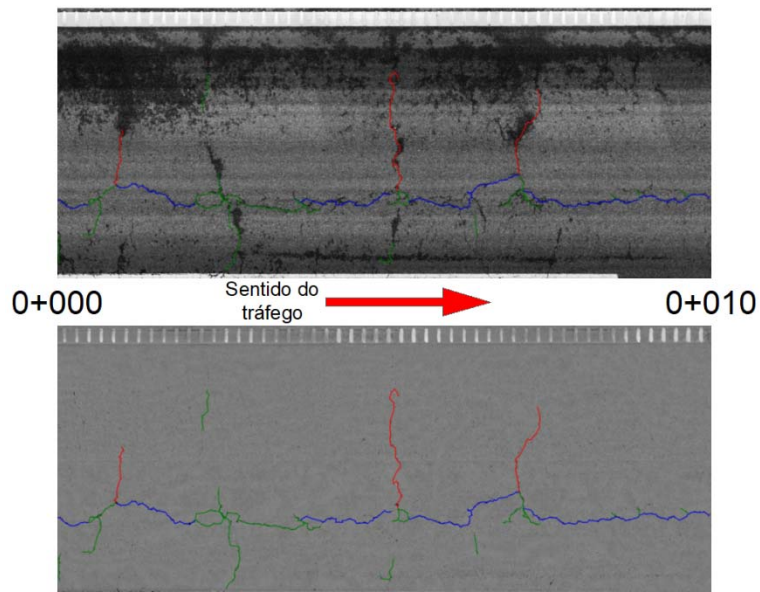


Fig.9. Exemplo de imagem da superfície do pavimento captada através de varrimento laser após processamento para deteção automática de anomalias

Tal como referido anteriormente, o equipamento também mede a profundidade dos cavados de rodeira. Na Figura 10 apresenta-se a representação gráfica relativa à medição da profundidade dos cavados de rodeira, para intervalos de 20 m.

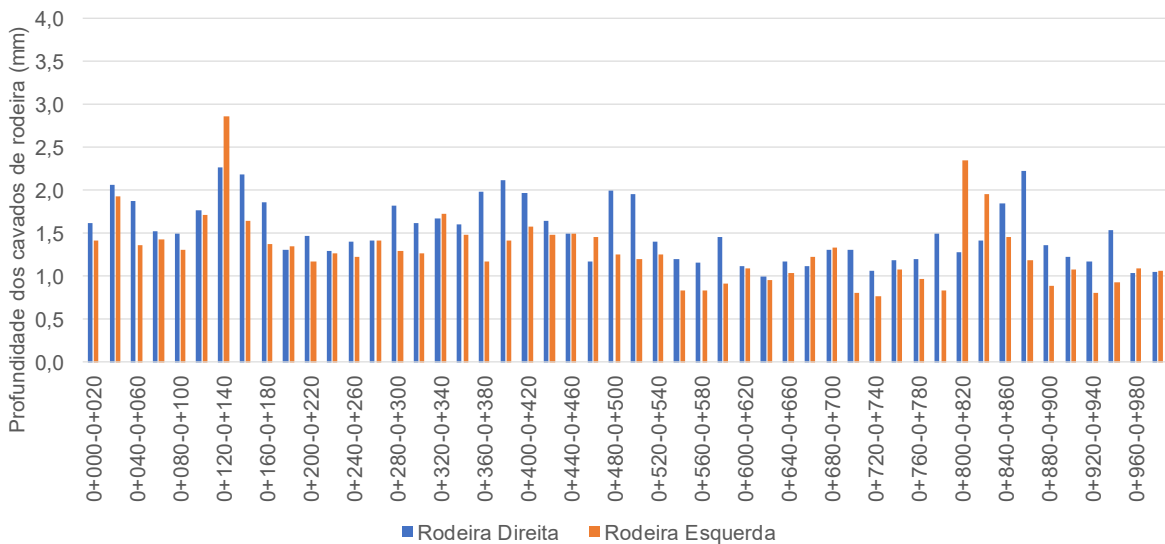


Fig.10. Profundidade dos cavados de rodeira

5 CONCLUSÕES

Este artigo pretende mostrar que a introdução de tecnologia permite melhorar substancialmente a qualidade da informação recolhida em campo.

Com o aumento da fiabilidade da informação recolhida, é possível tomar decisões fortemente fundamentadas, e que respondem corretamente à realidade observada.

A inspeção visual com recurso a varrimento laser, foi aplicada nos pavimentos da Autoestrada A24, e foi a primeira vez que em Portugal se procedeu desta forma ao nível da caracterização do estado dos pavimentos em termos de rede. Foram ensaiados mais de 1000 km.

A inspeção visual em contínuo com recurso a varrimento laser, apresenta várias vantagens, entre as quais se destacam as seguintes:

- Aumento exponencial da produtividade.
- Maior verossimilhança com a realidade.
- Redução do erro humano.
- Menor perturbação do tráfego rodoviário (ensaio à velocidade de circulação legalmente permitida).
- Informação mais fiável.
- Registo visual da superfície dos pavimentos.
- Cálculo de parâmetros quantitativos.
- Tecnologia que não implica a eliminação de recursos humanos.
- Informação recolhida pode ser facilmente integrada em sistemas de gestão de pavimentos.

Os autores deste artigo consideram que este modo tecnológico de se realizar as inspeções visuais já faz parte do presente. Nesse sentido, consideram também que deve ser este o padrão a adotar no que concerne à auscultação de pavimentos de infraestruturas de transporte.

6 AGRADECIMENTOS

Os autores expressam especialmente o seu agradecimento à Norscut, nas pessoas do Eng.º Simão Pereira e da Eng.ª Filipa Morais, por terem viabilizado a realização das inspeções visuais com o equipamento de varrimento laser, e também por terem autorizado a publicação deste artigo.

7 REFERÊNCIAS

1. Pavemetrics, LASER CRACK MEASUREMENT SYSTEM, Vision Systems for the Automated Inspection of Transportation Infrastructures, www.pavemetrics.com, February 2019.
2. S. Chambon; J. Moliard, Automatic Road Pavement Assessment with Image Processing: Review and Comparison, International Journal of Geophysics, Volume 2011, Article ID 989354, 20 pages, June 2011, Hindawi Publishing Corporation.
3. Qin Zou et al, CrackTree: Automatic crack detection from pavement images, Pattern Recognition Letters, November 2011, Elsevier.
4. H. Oliveira, Crack Detection and Characterization in Flexible Road Pavements using Digital Image Processing, Thesis approved in public session to obtain the PhD Degree in Electrical and Computer Engineering, 2013.
5. R. Medina et al, AUTOMATED VISUAL INSPECTION OF ROAD SURFACE CRACKS, 27th International Symposium on Automation and Robotics in Construction, pp. 155-164, 2010.
6. J. Laurent et al, 3 D laser road profiling for the automated measurement of road surface conditions and geometry, 2013.
7. Automated Pavement Condition Assessment Using Laser Crack Measurement System (LCMS) on Airfield Pavements in Ireland, 9th International Conference on Managing Pavement Assets, 2015.
8. M. Gavilán, Adaptive Road Crack Detection System by Pavement Classification, Sensors 2011.