

INOVAÇÃO NA MARCAÇÃO RODOVIÁRIA – NOVAS FRONTEIRAS DE DESENVOLVIMENTO

Rosa Grilo, Gonçalo¹, Scaldaferrì, Ines²

¹ Formador AFESP, Potters Ballotini S.A.S., Departamento Técnico, França

email: ggrilo@pottersgroup.com <http://www.pottersbeads.com>

² Colaboradora AFESP, Potters Ballotini S.A.S., Departamento Comercial, França

Sumário

A marcação rodoviária é elemento essencial na regulação e segurança do tráfego rodoviário, sendo muitas vezes considerada uma simples pintura, contudo à noite é uma das poucas fontes informação para os condutores.

A indústria da marcação rodoviária avança em novas fronteiras de desenvolvimento com testes e ensaios contínuos com objectivos de criar uma marcação rodoviária mais visível, no âmbito da visibilidade diurna, visibilidade noturna, cor e aderência ao suporte, com diferentes produtos de pós projecção, propriedades antiderrapantes, aumento da durabilidade do sistema, redução do tempo de perturbação do trânsito e impacto no meio ambiente.

Palavras-chave: Marcação Rodoviária; Visibilidade; Performance; Durabilidade; Segurança

1 PREPARAÇÃO DOS TRABALHOS

A marcação rodoviária é uma forma de língua clara e simples que permite aos utilizadores das vias rodoviárias circularem em segurança durante o período diurno e nocturno. A marcação rodoviária horizontal está presente em todo o nosso quotidiano, desde as estradas rurais, passando pelas vias de rápida circulação e aeroportos, até à marcação dentro dos pavilhões e edifícios onde trabalhamos.

Para que a marcação rodoviária seja clara é necessário que seja visível em período diurno, pelo contraste com o suporte, e em período nocturno, através da retroreflexão. Para que a marcação rodoviária seja visível durante a noite quando circulamos dentro das nossas viaturas é necessário o uso de microesferas de vidro que são aplicadas durante o processo de marcação rodoviária, promovendo o processo de retroreflexão (refracção da luz emitida pelos veículos).

As esferas de vidro podem ser classificadas em dois grupos: esferas de vidro projectadas e esferas de vidro incorporadas.

Esferas de vidro projectadas são as esferas de vidro que são aplicadas durante o processo de aplicação da marcação rodoviária, quer sejam esferas de vidro que fiquem sobre a marcação rodoviária ou dentro da marcação rodoviária (pelo processo de injeção de esferas de vidro no leque de pintura).

Esferas de vidro incorporadas são as esferas de vidro que vêm dentro do produto de marcação rodoviária que é fornecido pelo produto do mesmo.

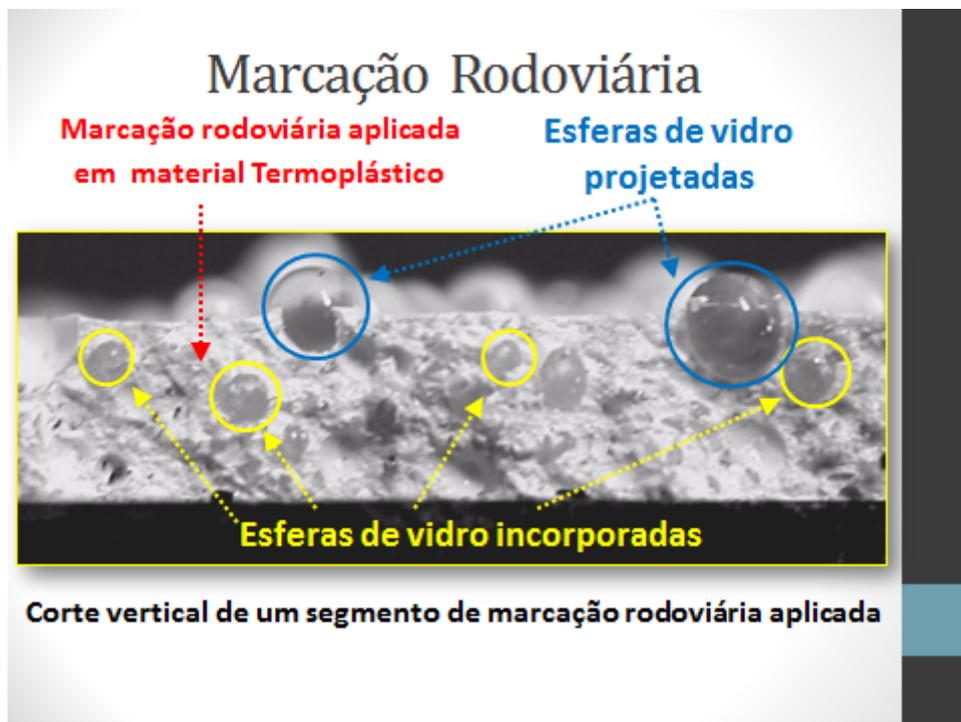


Figura 1 – Classificação de esferas das esferas de vidro em corte vertical de um segmento de marcação rodoviária.

As esferas de vidro projectadas durante o processo de marcação rodoviária devem ficar ancoradas dentro do produto de marcação de 55% a 65% relativamente ao diâmetro da esfera, a fim de promoverem o máximo de retroreflexão e consequentemente segurança. As esferas de vidro são desenvolvidas para o fim de performance requerido sendo que para tal, existem misturas de diferentes tipos de esferas, diferentes granulometrias, revestimentos químicos e misturas com agregados antiderrapantes. Assim sendo, o produto de marcação rodoviária e as esferas de vidro formam um sistema de compromisso para a segurança, em que um específico produto de marcação rodoviária é estudado para uma específica esfera de vidro, para uma determinada durabilidade (durabilidade mensurável em passagens de roda).

A qualidade de um sistema de marcação rodoviária é avaliada em quatro factores:

Visibilidade Diurna;

Visibilidade Noturna;

Resistência à Derrapagem;

Cor.

A visibilidade diurna de um sistema de marcação rodoviária é medida pelo coeficiente de luminância difusa ($Q_d - \text{mcd.lx}^{-1}.\text{m}^{-2}$) através de equipamentos de específicos que simulam uma geometria de observação de 30 metros, para um foco de luz perpendicular à marcação rodoviária e ponto de observação de um condutor sentado dentro da viatura a uma altura de visão de 120 cm.

A visibilidade noturna de um sistema de marcação rodoviária é monitorizada com equipamentos específicos, com a capacidade de simularem o processo de retroreflexão a uma geometria de 30 metros, para um foco de luz a uma altura de 67 cm relativamente ao solo, para uma observação de um condutor sentado dentro da viatura a uma altura de visão de 120 cm.

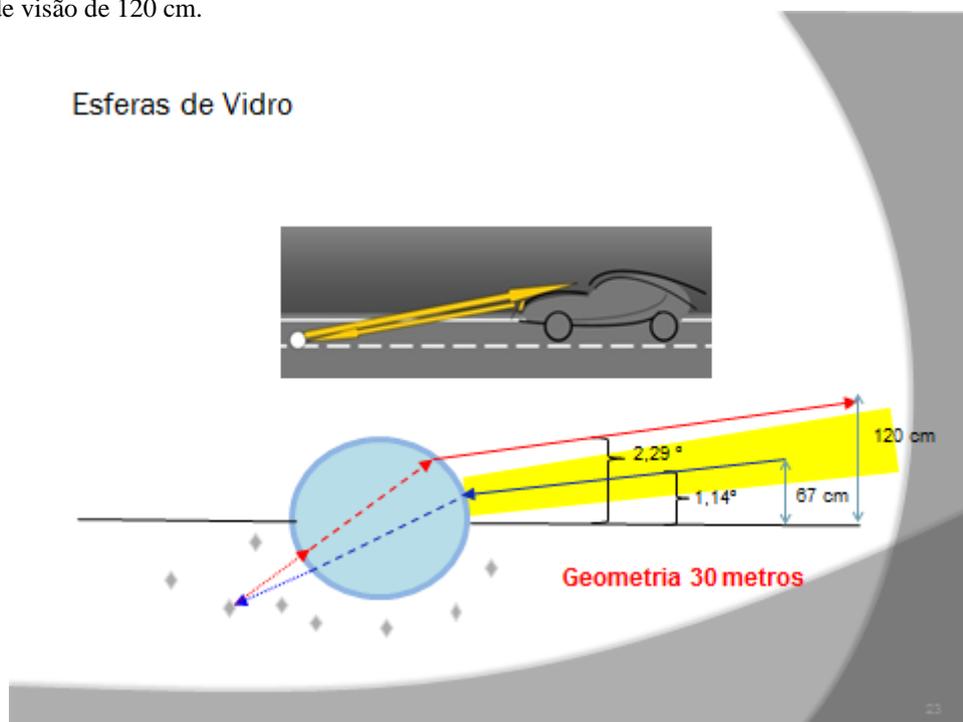


Figura 2 – Ângulos de iluminação e observação para a geometria de medição de retroreflexão de 30 metros.

A resistência à derrapagem de um sistema de marcação rodoviária é monitorizada através do pêndulo britânico, que permite calcular o coeficiente de atrito de uma viatura a travar, que circula a 50 km/h, sobre pavimento molhado.

A cor de um sistema de marcação rodoviária é monitorizada através de equipamentos que permitem determinar as coordenadas cromáticas no sistema xyY. As coordenadas cromáticas do sistema de marcação rodoviária devem de estar dentro do polígono cromático definido pela Norma Europeia EN 1436.

Os sistemas de marcação rodoviária são objecto de estudo intensivo, para que possamos ter a maior e melhor durabilidade atendendo ao desgaste natural causado pelo tráfego e condições climáticas.

Assim sendo para uma boa marcação rodoviária existem três macro factores: as esferas de vidro, os produtos de marcação rodoviários e a execução da marcação rodoviária. Estas três áreas estão intrinsecamente ligadas pois as esferas de vidro são específicas para cada tipo de produto de marcação rodoviária e a aplicação é específica de cada produto de marcação rodoviária. As esferas de vidro e os produtos de marcação rodoviária são elementos materiais construídos em base de estudos sendo a sua execução/ aplicação o cérebro de operação.

1.1 Esferas de Vidro

Para um bom sistema de marcação rodoviária, terão que ser tomados em conta as seguintes áreas:

Curva granulométrica – a curva granulométrica das esferas de vidro deve de ser estuda de forma a garantir que 55 a 65 por cento das esferas de vidro deve estar ancorada no filme de marcação rodoviária. Assim sendo não é recomendado a utilização de esferas de vidro com uma média de curva granulométrica superior a metade do filme criado pelo produto de marcação rodoviária. De igual modo, para uma maior durabilidade é recomendado a utilização de esferas de vidro com uma curva granulométrica mais aberta que fechada, para promover o efeito de protecção por camadas.

Tratamento de superfície – o tratamento de superfície das esferas de vidro, feito à base de polímeros é desenvolvido para promover a ligação química entre o ligante da marcação rodoviária (resina) e as esferas de vidro. O tratamento químico aplicado sobre as esferas de vidro é estudado em parceria com produtores de marcação rodoviária para desenvolvimento das melhores ligações ligante-esfera, com vista a melhor performance de durabilidade.

Diâmetro das esferas de vidro – o diâmetro das esferas de vidro é importante, na medida em que dependendo das características técnicas exigidas pelo caderno de encargos, possa ser possível o cumprimento da performance requerida. Misturas de esferas de vidro de diferentes índices de refração (1.5 e 1.9) para o desenvolvimento de marcação rodoviária tipo I (retroreflexão em tempo seco), mistura de esferas de vidro de grande dimensão (superior a 1000 micros) para o desenvolvimento de marcação rodoviária tipo II (retroreflexão em tempo seco, húmido e chuvoso) ou mistura de esferas de vidro com agregados antiderrapantes (partículas não esféricas) para o desenvolvimento de sistemas de marcação rodoviária com características anti deslizantes [1].

1.2 Produto de Marcação Rodoviária

Os produtores de marcação rodoviária terão de ter em linha de conta os seguintes aspectos para que a interacção com as esferas de vidro seja perfeita:

Cor – a cor do produto de marcação rodoviária interfere directamente na visibilidade da marcação rodoviária em período diurno e nocturno, uma vez que as esferas de vidro reflectem a cor do suporte onde estão aplicadas.

Dióxido de Titânio – o dióxido de titânio, a nível de qualidade e quantidade, presente no produto de marcação rodoviária é de extrema importância. Devido a uma estrutura única tetraédrica do dióxido de titânio o processo de retroreflexão é possível. As esferas de vidro têm o papel de foco de luz num ponto, ponto este que contém uma partícula de dióxido de titânio promovendo a refração de luz. Uma vez a luz refractada, as esferas de vidro têm o efeito óptico de magnificador, emitindo o faixe de luz para o condutor.

Espessura – dependendo da espessura de filme de produto de marcação rodoviária criado assim têm que ser adaptadas as esferas de vidro.

Se a marcação rodoviária e as esferas de vidro foram estudadas para criarem um sistema, a durabilidade da marcação rodoviária será superior, aumentando a segurança dos utilizadores das nossas vias rodoviárias. A durabilidade da marcação rodoviária é objecto de estudo intensivo por toda a Europa, utilizando sistemas de

desgaste acelerados de acordo com a Norma Europeia EN 13197, como o existente em Espanha (AETEC) e Alemanha (BAST), ou em ensaios de desgaste no terreno de acordo com a Norma Europeia EN 1824, como o existente em França (ASQUER) e Região Escandinávia – Dinamarca, Noruega, Suécia e Finlândia (VTI). A performance do sistema de marcação rodoviária é monitorizada em passagens de roda no intervalo 50.000 passagens de roda (P1) e 4.000.000 passagens de roda (P7), sendo que cada país define os critérios desejados de performance do sistema de marcação rodoviária, p. ex. em França é requerido que os sistemas de marcação rodoviária utilizados sejam testados no sítio de ensaios de desgaste e obtenham a performance mínima P6 (2.000.000 de passagens de roda), uma retrorreflexão de 150 mcd.lx⁻¹.m⁻² (R3) e um coeficiente antiderrapante 45 SRT (S1) [1].

Contudo para que o sistema funcione perfeitamente é necessário que a execução da marcação rodoviária seja bem perfeita.

1.3 Execução da Marcação Rodoviária

Os empreiteiros e operadores de sinalização rodoviária desempenham um papel igualmente importante. Desta forma terá que ser dada especial atenção aos seguintes aspectos:

Distribuição do produto de marcação rodoviária e esferas de vidro – a distribuição do produto de marcação rodoviária e esferas de vidro a nível de dosagens e repartição deverá ser objecto constante de controlo para garantir a boa aplicação e execução da marcação rodoviária.

Máquinas de aplicação – as máquinas e equipamentos de aplicação deverão ser calibradas e ajustadas as condições de aplicação, climatéricas e de pavimento.

Superfície – a superfície do substrato deverá ser estudado e analisado como fator de importância para o tipo de aplicação, produto utilizado e dosagem de produtos.

Condições climatéricas – as condições climatéricas influenciam o comportamento dos sistemas de marcação rodoviária no momento de aplicação e durante a vida útil. Assim é importante estudar o produto em função das condições climatéricas, para uma maior durabilidade, bem como tomar atenção às condições climatéricas durante a aplicação.

Realizar estudos de performance e durabilidade em parceria com empresas de sinalização e produtores de marcação rodoviária é essencial para o desenvolvimento de sistemas mais “amigos do ambiente” com elevados níveis de performance e durabilidade e para uma melhor e mais eficaz segurança rodoviária [1].

2 INOVAÇÃO

Nos últimos 15 anos verificou-se um crescente desenvolvimento de novas tecnologias ao nível da indústria automóvel para promover a segurança rodoviária nas nossas vias de comunicação. Este tipo de tecnologia já se encontra disponível na maioria dos veículos do nosso parque automóvel desde algumas décadas, como os sistemas ABS (sistema anti bloqueio em travagem urgente) e ESP (controlo de correcção da trajetória).

Contudo este desenvolvimento tem vindo a crescer graças à criação de novas tecnologias que permitem uma evolução dos sistemas de computação para o estudo de viaturas autónoma. Estes desenvolvimentos permitirão que brevemente, nós tenhamos no nosso parque automóvel viaturas como o KITT (série o Justiceiro) [2].

Segundo estudos recentes de consultoras ligadas às áreas das tecnologias de informação em 2025 cerca de metade do nosso parque automóvel estará dotado de tecnologia que permite ler sinais de trânsito e marcação rodoviária. Este desenvolvimento corresponde ao nível 2 de automação numa escala de 5, onde 0 corresponde a zero de automação e 5 a viaturas que não necessitam de condutor.

Neste momento, com o nível dois de automação as viaturas estarão equipadas com sistemas de assistência a manutenção em estrada (LDW/LKA) e Direcção Activa.

Em 2016 segundo informação do instituto EuroNCAP (European New Car Assessment Programme), a atribuição de 5 estrelas estará dependente da existência de equipamentos que permitem ler a marcação rodoviária contínua e descontínua, de série nas viaturas.

Para 2017 a Volvo anuncia que será a primeira construtora automóvel a realizar em grande escala ensaios de produção de veículos autónomos, modelo XC90. Os ensaios terão lugar em Gotemburgo (Suécia), com um total de 100 viaturas.

Estas viaturas estarão equipadas com equipamentos que permitem ter uma visão de 360° do ambiente envolvente da viatura. No que diz respeito à detecção da marcação rodoviária, os sistemas em desenvolvimento baseiam-se na leitura de retroreflexão da marcação rodoviária a uma determinada distância. Neste momento os sensores permitem já a detecção e leitura da marcação rodoviária horizontal a 300 metros de distância.

Para uma correcta leitura da marcação rodoviária é necessário que estas cumpram um mínimo de performance para permitir a condução autónoma. Estudos feitos pela EuroNCAP (European New Car Assessment Programme), EuroRAP (European Road Assessment Programme) e ERF (European Road Federation), [3] recomendam a igualdade de performance de marcação rodoviária em toda a Europa para os requisitos mínimos definidos no quadro 1.

Quadro 1 – Requisitos mínimos para a performance da marcação rodoviária para que seja possível a existência de viaturas autónomas.

Largura de linha	Retroreflexão em seco (RI)	Retroreflexão em húmido (RW)	Retroreflexão em condições de chuva (RR)	Coefficiente de anti-derrapagem
15 cm	150 mcd.lx ⁻¹ .m ⁻²	35 mcd.lx ⁻¹ .m ⁻²	35 mcd.lx ⁻¹ .m ⁻²	45 SRT

Para promover os requisitos mínimos e um bom sistema de marcação rodoviária (um específico produto de marcação rodoviária com uma específica esferas de vidro numa dosagem e aplicação definida), o organismo EuroRAP (European Road Assessment Programme) está a realizar auscultações por toda a Europa, classificando as vias de comunicação numa escala de 1 a 5 estrelas. O objectivo é promover os investimentos para que a estradas e vias de comunicação tenham uma classificação mínima de 3 estrelas até 2020.

Neste momento o organismo EuroRAP realizou a auscultação de mais de 250.000 quilómetros de vias de comunicação em mais de 60 países, mostrando: 56% das estradas são classificadas com 1 ou 2 estrelas para os ocupantes do veículo; 71% das estradas são classificadas com 1 ou 2 estradas para os motociclistas; 74% das estradas são classificadas com 1 ou 2 estradas para os peões; e 76% das estradas são classificadas com 1 ou 2 estrelas para os ciclistas [5].

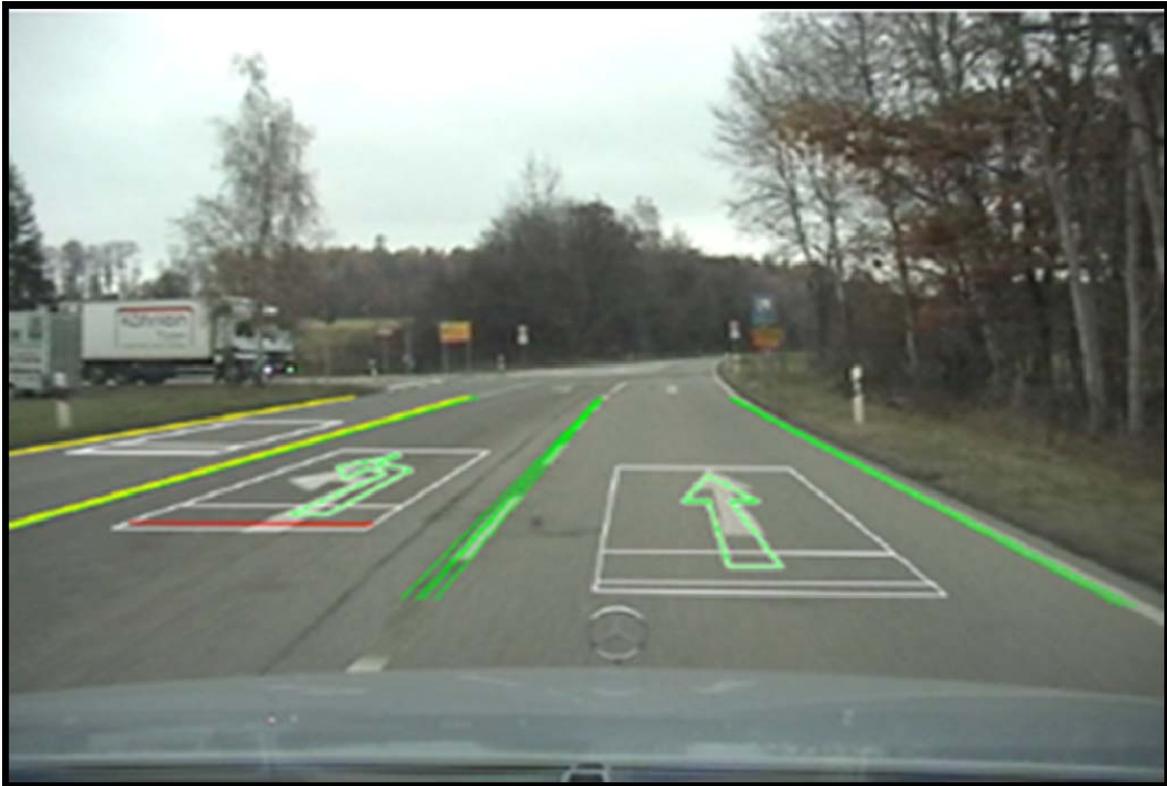


Figura 3 – Leitura do sistema de marcação rodoviária pela viatura autónoma [4].

Assim sendo, soluções inovadoras para os sistemas de marcações rodoviárias estão a ser estudadas com parceiros e clientes com o objectivo de criar sistemas de marcação mais performantes duráveis e cumprindo os requisitos mínimos propostos pela ERF. Com os nossos clientes estamos a desenvolver sistemas de marcação rodoviária de baixa dosagem, com vista ao factor ambiental, com performance nos vários campos de ensaios disponíveis na Europa para que se possa atingir performances superiores às recomendadas a uma durabilidade de 4.000.000 de passagens de roda (P7).

De igual forma novos sistemas de base aquosa de secagem rápida, para redução do tempo de perturbação de tráfego, estão a ser desenvolvidos com propriedades de visibilidade nocturna em tempo de chuva.

Como recomendação para atingir os requisitos mínimos, para a preparação das infra-estruturas para veículos autónomos, será necessário o recurso aos ensaios de desgaste, seja em laboratório ou no terreno, por forma a comprovar a durabilidade do sistema de marcação rodoviária (produto de marcação mais esferas de vidro). Os produtos de marcação rodoviária deverão ser desenvolvidos juntamente com os produtores de esferas de vidro a fim de criar um sistema. Os produtores de esferas de vidro deverão desenvolver misturas para que a retroreflexão da marcação rodoviária seja possível em todas as situações, seja em seco, em húmido e em condições de chuva, adaptadas ao produto de marcação rodoviária (espessura, resina e tipo de aplicação). As autoridades e entidades fiscalizadoras deverão solicitar e promover a homologação do sistema de marcação rodoviária para o cumprimento dos requisitos.

3 CONCLUSÕES

O sistema de marcação rodoviária desempenha um papel vital na segurança rodoviária, mais do que nunca, agora com as novas tecnologias de informação, para os utilizadores das nossas vias de comunicação.

Assim, para o desenvolvimento de marcações rodoviárias que promovam segurança, aliando durabilidade e questões ambientais, os vários intervenientes na execução e concepção de marcação rodoviária terão de trabalhar em conjunto. As esferas de vidro, os produtos de marcação rodoviária e a execução da marcação rodoviária deverão criar sistemas de marcação rodoviária duráveis que cumpram os requisitos solicitados para o suporte de viaturas autónomas.

Desta forma a ERF (European Road Federation) está a promover junto dos vários países as recomendações de uma marcação rodoviária com uma largura de linha mínima de 15 cm, uma retrorreflexão mínima em condições secas de $150 \text{ mcd.lx}^{-1}.\text{m}^{-2}$, uma retrorreflexão mínima em condições de humidade ou chuva de $35 \text{ mcd.lx}^{-1}.\text{m}^{-2}$ e um coeficiente de anti derrapagem ou atrito de 45 SRT. Estas recomendações têm o nome de 150x150 Roads That Cars Can Read, para o suporte de viaturas autónomas e melhoria das condições de segurança rodoviária.

4 AGRADECIMENTOS

Agradecemos a todos os nossos clientes e parceiros de negócios que connosco trabalham diariamente para o desenvolvimento de sistemas de marcação rodoviária.

5 REFERÊNCIAS

1. Estudos internos desenvolvidos no Centro Técnico TECenter da Potters Ballotini.
2. L. Nechermann, The Mobility Revolution, Agosto 2015, Matador.
3. ROADS THAT CARS CAN READ, EuroRAP/ ERF/ EuroNCAP, 2013.
4. S. Vacek, C. Schimmel, Road-marking analysis for autonomous vehicle guidance, Institute for Computer Science and Engineering, University of Karlsruhe, Karlsruhe, Germany, 2007.
5. VACCINES FOR ROAD – Maximizing travel on road rated three stars or better for all road users, iRAP, Outubro 2015.