

# A INTEGRAÇÃO DAS VIAS CICLÁVEIS NA REDE RODOVIÁRIA. O CASO PARTICULAR DOS ACESSOS A PARQUES, GARAGENS E CAMINHOS PARTICULARES

Inês Vilela Pires<sup>1</sup>, Sandra Vieira Gomes<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Lic., Universidade Nova de Lisboa, Faculdade de Ciências e Tecnologias, Departamento de Engenharia Civil, 2829-516 Caparica, Portugal, email: i.pires@campus.fct.unl.pt

<sup>2</sup> M.Sc., Ph.D., Laboratório Nacional de Engenharia Civil, Departamento de Transportes. Núcleo de Planeamento, Tráfego e Segurança, Av. do Brasil 101, 1700-066 Lisboa, Portugal

---

## Sumário

*A utilização de velocípedes continua a implicar problemas de segurança consideráveis, em grande parte devido às condições providas pelas infraestruturas existentes. Constata-se também que os guias da especialidade apresentam lacunas ao nível da quantificação de distâncias de visibilidade necessárias bem como na apresentação de soluções aplicáveis a intersecções de baixa visibilidade e reduzidas dimensões. Salienta-se o caso particular do acesso a parques, garagens e caminhos particulares, sendo notória a extensão desta problemática. Nesta comunicação analisa-se a interação do modo ciclável com os restantes modos, focando-se o estudo para um caso prático, permitindo deste modo a aferição da adequabilidade das soluções existentes.*

---

**Palavras-chave:** sinistralidade rodoviária; conflitos; velocípedes; distância de visibilidade

## 1 INTRODUÇÃO

O transporte e a mobilidade podem ser vistos atualmente como um ponto central do desenvolvimento sustentável. Nesta perspetiva, a mobilidade sustentável é tida como um veículo para o crescimento económico, através da promoção de um eficiente fluxo de pessoas e bens. Todavia, existe uma necessidade crescente da promoção da segurança rodoviária como parte integrante deste processo [1].

A nível nacional, o Plano de Promoção da Bicicleta e Outros Modos Suave elaborado em 2012, com origem na Resolução nº 3/2009 da Assembleia da República de 5 de fevereiro procura refletir a relevância ambiental e socioeconómica que a temática assumiu na mobilidade e ocupação do espaço urbano [2].

Conhecido o enorme impacte económico e social que a indústria transportadora apresenta, insurge o velocípede como uma alternativa viável ao transporte motorizado. De acordo com dados da União Europeia, em 2007, o transporte representava uma fatura de 30% do total da energia consumida na União Europeia [3].

De entre as diversas vantagens da escolha do velocípede como modo de transporte (em alternativa ao automóvel), salientam-se: (i) benefícios para a saúde, ligados ao aumento do exercício físico e à diminuição do ruído; (ii) benefícios económico-familiares, através da redução da cota de orçamento familiar dedicada aos transportes; (iii) benefícios político-económicos, com a redução da dependência energética; (iv) benefícios sociais, ligados à melhoria da acessibilidade de todos os cidadãos; (v) benefícios ambientais, associados à diminuição da emissão de gases poluentes para a atmosfera [3,4].

No entanto, a utilização do velocípede acarreta problemas de segurança consideráveis. De acordo com dados da ANSR, o número de vítimas mortais relacionadas com a utilização de velocípedes representa 5% do total das vítimas mortais para 2014, notando-se um aumento de 2013 para 2014 na ordem dos 21%. [5].

O trabalho desenvolvido visa analisar a interação do modo de transporte ciclável com os restantes modos, no caso particular do acesso a parques, garagens e caminhos particulares. Foram tidas em consideração as características do fluxo de tráfego, o comportamento dos diferentes utentes e a caracterização dos conflitos emergentes. Adicionalmente pretende-se também contribuir para o estudo das distâncias de

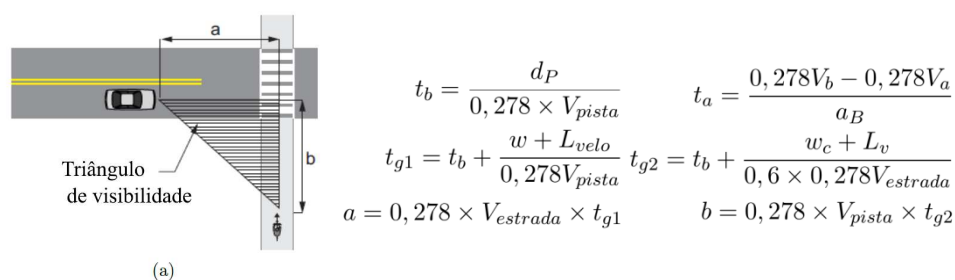
visibilidade adequadas à concepção geométrica de cicloviáveis. Salienta-se que a preferência por este caso particular deveu-se à notória carência de informação nos guias da especialidade.

## 2 INTERSECÇÕES COM VIAS CICLÁVEIS

As intersecções de pistas cicláveis com rodovias constituem pontos sensíveis na rede ciclável, particularmente em presença de pistas bidirecionais. A dificuldade no reconhecimento de uma intersecção está primeiramente ligada ao número de pontos de conflito existentes na mesma. Ao diversificar-se o tipo de utentes aumenta-se também a dificuldade de previsão da sua velocidade e do reconhecimento das prioridades. Do mesmo modo, as vias bidirecionais podem acrescentar trajetórias não expectáveis por parte dos condutores que primeiramente tendem a procurar conflitos com veículos motorizados visto que estes representam um maior risco. Assim, o traçado destas intersecções deve atender às necessidades globais de visibilidade, bem como à clara identificação das faixas de circulação de todos os intervenientes e respetivas prioridades [4].

As infraestruturas cicláveis são classificadas com base na separação física com o tráfego motorizado, nomeadamente: (i) zonas de coexistência onde não é realizada qualquer separação; (ii) faixas cicláveis onde existe uma separação materializada através de pintura de pavimento fazendo a via parte da faixa de rodagem e (iii) pistas cicláveis onde existe uma separação física do tráfego motorizado (materializada através de um separador - por exemplo um lancil). A criação de uma rede ciclável coerente necessita da articulação destas com as infraestruturas de outros modos de transporte, através de transições seguras, rápidas e intuitivas do ponto de vista dos vários utentes [6].

Em Portugal, o documento que serve de guia à criação de infraestrutura cicláveis é brochura técnica do IMTT: "Rede Ciclável - Princípios de Planeamento e Desenho" [4]. Este documento é omissivo quanto às questões da visibilidade. No âmbito da bibliografia consultada, apenas o guia "Guide for the Development of Bicycle Facilities – American Association of State Highway and Transportation Officials" [6] estabelece critérios para as distâncias necessárias, com aplicação a segmentos fora de intersecções. De acordo com este Guia, é necessário calcular o tempo que leva o velocípede até à intersecção ( $t_b$ ); o tempo que leva o velocípede a chegar e a passar a intersecção ( $t_{g1}$ ); o tempo que leva o veículo até à intersecção, considerando uma desaceleração dos veículos na via principal ( $t_a$ ); e o tempo que leva o veículo a chegar e a passar a intersecção considerando uma redução de 40% na velocidade dos veículos na via principal ( $t_{g2}$ ). Têm de ser verificadas duas condições: o tempo que leva o veículo até à intersecção tem de ser maior que o tempo que o velocípede leva a chegar e a passar a intersecção ( $t_a > t_{g1}$ ); e o tempo que leva o velocípede a chegar à intersecção tem de ser maior que o tempo que leva o veículo a chegar e a passar a intersecção ( $t_b > t_{g2}$ ) (ver Fig. 1).



**Fig. 1 - Triângulos visibilidade de aproximação com sinal cedência de paragem para velocípedes (AASTHO, 2012)**

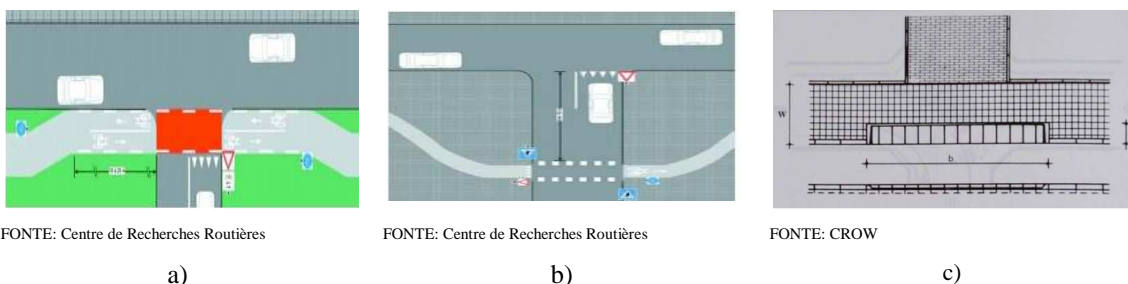
Em que:  $t_b$ (s) - tempo que leva o velocípede a chegar à intersecção;  $t_{g1}$ (s) - tempo que leva o velocípede a chegar e cruzar a intersecção;  $V_{pista}$ (km/h) - velocidade de projeto da pista ciclável;  $V_{estrada}$ (km/h) - velocidade de projeto da estrada;  $L_b$ (m) - comprimento do velocípede;  $w$ (m) - comprimento da intersecção;  $t_a$ (s) - tempo que leva o veículo a chegar à ciclovia;  $t_{g2}$ (s) - tempo que leva o veículo a chegar e cruzar a intersecção;  $V_a$ (km/h) - velocidade do veículo antes de começar a travar;  $V_b$ (km/h) - velocidade do veículo depois de travar;  $a_B$  - desaceleração do veículo ao aproximar-se da intersecção;  $L_v$ (m) - comprimento do veículo;  $w_c$ (m) - largura da pista.

As prioridades em relação à circulação de velocípedes foram revistas no novo Código da Estrada [8] pelo que atualmente os velocípedes regem-se pelas mesmas regras de prioridade à direita que os veículos motorizados (Art.º 30.º, Art.º 32.º) e passam a ter prioridade nas passagens destinadas assinaladas (Art.º 32.º). Em relação às pistas cicláveis, apesar do seu uso ser recomendado, não é obrigatório, excetuando quando devidamente assinalado através de sinalização vertical (Art.º 78.º) [8].

## 2.1 Soluções para melhoria das condições de visibilidade em interseções

Neste subcapítulo são apresentadas soluções para melhoria das condições de visibilidade. A sua aplicação não é aleatória, devendo ser dada preferência em primeiro lugar à remoção dos elementos que restringem essa visibilidade; só se esta solução não for possível ou suficiente é que devem ser planeadas soluções complementares ao nível da reorganização da geometria da intersecção, diminuição das velocidades ou implementação de soluções de alerta [6].

As soluções geométricas visam quer alterar a localização ou diminuir os pontos de conflito, quer alterar as velocidades de circulação. O Guia “*Rede Ciclável – Princípios de Planeamento e Desenho*” [4] evidencia a existência de duas soluções de relocalização dos pontos de conflito, uma que visa o afastamento da pista ciclável da intersecção e outra que coloca a pista nas imediações da mesma.



FONTE: Centre de Recherches Routières

FONTE: Centre de Recherches Routières

FONTE: CROW

**Fig. 2 – Solução de (a) aproximação, (b) afastamento (c) de pista elevada**

A solução de aproximação (ver Fig. 2a) pretende promover uma melhoria do contacto visual entre o ciclista e o motorista, sendo que a aproximação deve ser iniciada entre 15 e 25 metros antes da intersecção e afastada numa medida semelhante. A travessia deve ser assinalada no pavimento e a pista rebaixada no máximo de 2 cm ao nível da rodovia. No exemplo apresentado a prioridade de circulação é dada ao ciclista.

No caso de problemas de visibilidade, o guia aponta para uma solução de afastamento da pista da intersecção (ver Fig. 2b) com uma distância mínima de 10m. O atravessamento da pista ciclável deve ser materializado através de linhas brancas descontínuas e a pista rebaixada ao nível da rodovia com um máximo de 2 cm. Neste caso, a prioridade deve ser retirada aos ciclistas e a sua cedência de passagem sinalizada.

Em cruzamentos de vias secundárias com pistas cicláveis, os guias NACTO [9] e CROW [10] apresentam uma solução com pistas elevadas que configura uma situação em que os ciclistas têm prioridade e que os veículos que entram e saem da rodovia são levados a diminuir a sua velocidade por força da elevação do cruzamento (ver Fig. 2c). Esta configuração coloca os veículos que entram na estrada com prioridade em cima da ciclovia aquando da decisão.

O guia NACTO apresenta uma solução de junção da solução de aproximação da pista à rodovia com o conceito de faixa ciclável. Esta solução visa o rebaixamento da ciclovia aquando da aproximação à rodovia, pelo que proporciona maior visibilidade dos ciclistas [9].

Soluções direcionadas a alertar os ciclistas para a existência de uma intersecção, podem passar pela colocação de marcas tácteis de aproximação ou pilaretes nas intersecções, ou pela utilização de pinturas de pavimento coloridas que permitem a diferenciação por parte dos vários utentes [4,9].

O uso de ferramentas tecnológicas veio criar um novo rol de possibilidades ao nível da deteção e alerta. Na Nova Zelândia foi desenvolvido um sistema inovador de deteção de ciclistas através de câmaras térmicas que identifica os ciclistas e aciona um sinal luminoso para os condutores [11].

Apesar das diversas soluções geométricas disponíveis, a resolução dos problemas de segurança rodoviária em zonas de interação entre velocípedes e veículos motorizados pode passar pela alteração das prioridades. A não compreensão das prioridades é apontada como um dos maiores fatores de perigo nos cruzamentos multimodais. Segundo Pedler (2005), apesar dos cruzamentos onde os ciclistas não têm prioridades causarem menor margem para dúvidas, recomenda parcimónia na utilização desta solução [12]. Indicações que apontam para a perda de prioridade dos ciclistas vão contra as indicações dos manuais da especialidade uma vez que aumentam o tempo de deslocação e a dificuldade de deslocação para o ciclista [4].

## 2.2 Métodos de Análise

A análise do funcionamento de uma interseção é usualmente realizada através da caracterização dos volumes de tráfego, das velocidades de circulação, das trajetórias e dos conflitos. Neste subcapítulo são apresentados sumariamente cada um destes métodos de análise.

### 1. Volumes de Tráfego

A caracterização do tráfego tem como objetivo a previsão da procura, bem como a classificação da importância relativa entre os vários movimentos [13].

Em fase de planeamento recorre-se ao tráfego médio diário anual, TMDA, que consiste na média anual dos volumes de tráfego medidos num determinado local durante 365 dias nos vários sentidos. Já em fase de projeto é habitual considerar-se o volume horário de projeto (VHP), correspondente ao volume da 30ª hora de ponta por sentido [14].

Vários estudos recentes têm-se debruçado sobre o cálculo dos volumes de tráfego para veículos não motorizados, especialmente velocípedes. Uma grande parte desses estudos estima o TMDA com base em contagens de curta duração por meio de fatores de ajustamento. Todavia, a variabilidade do tráfego ciclável faz com que estas técnicas não sejam necessariamente apropriadas [15].

### 2. Velocidades de Circulação

A relevância do estudo das velocidades prende-se com a sua ligação ao risco de acidente e à gravidade do mesmo [16].

Diversos tipos de estudos podem ser desenvolvidos com vista a caracterizar as velocidades de circulação. De uma forma geral, existem dois ramos de estudo das velocidades: (i) métodos naturalistas, em que o equipamento que regista a velocidade é instalado no veículo em estudo e recolhe os dados ao longo de um percurso; (ii) métodos de captação de velocidades, em que o equipamento é instalado num local específico e recolhe as velocidades dos veículos que passam no seu raio de ação. Devido ao método de recolha de dados, os métodos naturalistas são geralmente utilizados na caracterização da variação da velocidade e aceleração ao longo de percursos por diversos utentes e os estudos que recorrem a métodos de captação de velocidades contam frequentemente com dados de diversos locais.

É usual caracterizar-se a distribuição das velocidades e acelerações em pista, cruzamento e velocidades de aproximação tanto para bicicletas convencionais como para bicicletas elétricas. É possível diferenciar dois ramos de estudo: um foca-se na obtenção de distribuições de velocidades, por forma a obter médias e percentis de velocidade e aceleração) e o outro destina-se a obter a progressão da velocidade e da aceleração ao longo de um percurso. Apesar de não ser especificado por nenhum guia da especialidade, outra possibilidade de caracterização da velocidade assenta na utilização do percentil 85, como é usual na área de engenharia de tráfego rodoviário [17].

O tráfego motorizado e o tráfego ciclável têm comportamentos distintos no que respeita às velocidades de circulação. Em geral, grande parte dos veículos motorizados apenas viaja consideravelmente abaixo do limite de velocidade quando existe algum fator impeditivo que a isso obrigue (e.g. tráfego, congestionamento, potência, radares de velocidade, entre outros) [18]. No caso dos velocípedes constata-se uma grande amplitude de velocidades de circulação decorrente da variabilidade das características dos utentes (e.g. idade, experiência, propósito, tipo de velocípede) e das características das infraestruturas cicláveis (e.g. tipologia de infraestrutura, volume de tráfego, declive, interseções e visibilidade) [18].

### 3. Trajetórias

Não existe uma vasta literatura que aborde a caracterização da variabilidade das trajetórias em movimentos de viragem. A relevância destes estudos prende-se com a necessidade de comparar as trajetórias verificadas *in situ* com as trajetórias descritas nos manuais da especialidade de modo a correlacionar trajetórias e características geométricas [19].

Refere-se um estudo desenvolvido em Amesterdão e Copenhaga onde se identificaram as trajetórias reais de ciclistas em interseções de elevado volume de tráfego ciclável por forma a comparar os comportamentos reais com os comportamentos tipificados. Tendo em vista esse objetivo, os ciclistas foram agrupados em três categorias: (i) "conformistas", ciclistas que cumprem as regras formais e as rotas destinadas; (ii) "monumentalistas", ciclistas que seguem a sua própria rota mas que adaptam o comportamento por forma a evitar situações perigosas e conflitos; (iii) "retalhistas", ciclistas que ignoram as regras formais e que causam conflitos com os restantes. Este estudo concluiu que apesar de grande parte dos ciclistas seguirem a rota convencional, pertencem ao grupo dos "conformistas"; há uma

percentagem considerável que escolhe não seguir as regras, pertencendo ao grupo dos “monumentalistas” ou “retalhistas”, em proporções idênticas [20]. Este estudo concluiu também que o número de ciclistas em transgressão tende a ser maior quando há congestionamento das vias.

#### 4. Conflitos de Tráfego

As avaliações tradicionais em segurança rodoviária são usualmente feitas com base nos dados de sinistralidade. Estes dados são em Portugal registados pelas entidades fiscalizadoras (GNR e PSP) no “Boletim Estatístico de Acidente de Viação” (BEAV) que contém os principais aspetos descritores do acidente [21].

Este documento deve ser preenchido sempre que o acidente tenha ocorrido numa via pública ou equiparada, com pelo menos um veículo em movimento, e que deste tenham resultado vítimas, feridos ou danos materiais. Desta forma, o BEAV possui uma grande abrangência, uma vez que caracteriza o acidente, as circunstâncias, a natureza, os veículos, os condutores e as consequências.

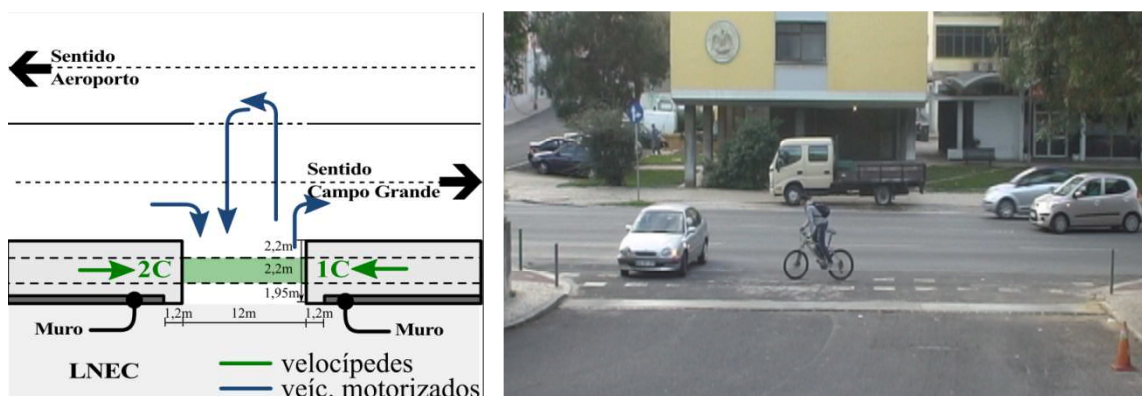
No que diz respeito à caracterização de acidentes envolvendo velocípedes, o BEAV identifica e diferencia a existência de velocípedes com e sem motor; e em relação à situação do acidente, permite discriminar se o mesmo aconteceu em pista ou em faixa reservada. No entanto, não é proposto um esquema relativo a um acidente que decorra do atravessamento da faixa de rodagem por uma pista reservada a velocípedes com mudança de direção do veículo.

Um método complementar à análise da sinistralidade consiste no estudo dos conflitos de tráfego, através da utilização de Técnicas de Conflitos de Tráfego (TCT). Estas técnicas foram desenvolvidas por forma a analisar situações de interação entre os utentes rodoviários. A aplicação dos conflitos de tráfego tem como hipóteses fundamentais: (i) a génese de um conflito é a mesma dos acidentes; (ii) o limiar do perigo é suficientemente perceptível pelo utente permitindo estabelecer uma relação entre o número de conflitos e colisões [22]. A definição comumente aceite de conflito de tráfego assenta na definição original de Perkins and Harris [23] definiram um conflito de tráfego como “qualquer situação de potencial acidente, levando à ocorrência de ações evasivas como travar ou desviar”. De notar que segundo esta definição, esta manobra de emergência tem de constituir uma rutura visível na continuidade do trajeto.

O conceito teve diversas abordagens em vários países que variam essencialmente no método de recolha de dados (número de observadores e duração das observações) e na classificação da gravidade (escalas de gravidade). Algumas escalas já incluem a existência de conflitos ligeiros que se traduzem na mudança de trajetória antecipada de um ou mais intervenientes.

### 3 Caso de estudo

O acesso em estudo localiza-se em Lisboa, na Avenida do Brasil, nº 101 na entrada principal de veículos motorizados do Laboratório Nacional de Engenharia Civil (LNEC) conforme apresentado na Fig. 3. Nas proximidades da intersecção (cerca de 200m) encontra-se o cruzamento entre a Avenida do Brasil e a Avenida Rio de Janeiro.



**Fig. 3 – Intersecção em estudo – Dimensões e movimentos associados a veículos motorizados e velocípedes (a) e fotografia do acesso do lado interior (b)**

As características mais relevantes do acesso em estudo são: (i) existência de uma pista ciclável bidirecional localizada no passeio imediatamente em frente do acesso com 2,2m de largura e com marcação de eixo; (ii) existência de um muro (a 1,95m da pista) com dimensões consideráveis que impede a visibilidade, por parte dos motoristas, dos ciclistas que circulam na pista; (iii) pista ciclável

marcada no pavimento por meio de linhas descontínuas; (iv) inexistência de sinalização prioritária vertical no local (prioridade dada ao ciclistas que circulam na ciclovia em relação ao veículos que entram/saem do LNEC); (v) existência de sinalização de obrigatoriedade de circulação na ciclovia para velocípedes; (iv) entrada com 12 m de largura o que leva a grande dispersão de trajetórias.

### 3.1 Definição dos objetivos

O objetivo deste estudo de caso assenta na avaliação da adequabilidade da referida interseção, com base nas características do tráfego ciclável e motorizado e da interação entre estes, e na proposta de medidas de corretivas da mesma, caso se verificasse a necessidade de melhoria.

Com base no objetivo descrito definiram-se como variáveis a medir: velocidades de circulação de velocípedes, volumes de tráfego de velocípedes e avaliação dos conflitos com outros modos de tráfego.

### 3.2 Recolha de dados

A recolha de dados de tráfego e velocidades na zona em análise foi efetuada através de análise de imagens de vídeo recolhidas em dois períodos distintos: 2013 e 2015.

Em 2013 as imagens foram captadas do lado exterior do LNEC permitindo recolher volumes de tráfego, velocidades de aproximação, velocidades de atravessamento na intersecção, trajetórias de desvio e conflitos. Estas imagens foram recolhidas durante o mês de Maio durante 5 dias, de segunda-feira a sexta-feira, das 8h30 às 18h30.

Considerou-se que o aumento de tráfego ciclável verificado, o número de dados perdidos devido a falta de visibilidade proporcionada pelos veículos que circulavam na Avenida do Brasil e a necessidade de dados com uma série contínua de 24h justificavam nova coleta de dados.

Assim, em 2015 foi efetuada uma nova campanha de recolha de imagens de vídeo, desta vez, por questões logísticas, captadas do lado interior do LNEC. Foi possível recolher volumes de tráfego, velocidades de atravessamento da intersecção, trajetórias de desvio e conflitos. Esta campanha foi efetuada em duas fases, uma em Outubro e outra em Novembro, sempre em períodos de 24h, das 16h de quinta-feira até as 16h de sexta-feira.

## 4 Análise dos resultados

### 4.1 Volumes de Tráfego

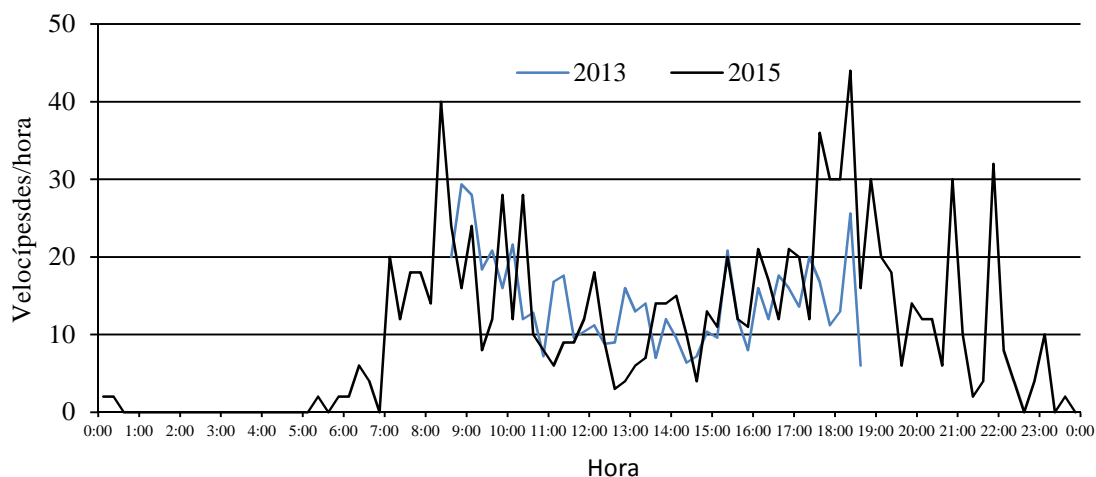
Os dados de tráfego obtidos a partir das filmagens foram analisados e organizados em intervalos de 15 minutos (ver Secção 3.2). Por forma a estimar o tráfego médio diário anual recorreu-se ao seguinte procedimento de cálculo:

1. Para cada ano, 2013 e 2015, realizaram-se as médias para cada intervalo de 15 minutos, obtendo-se a série de 2013 e a série de 2015. Na Fig. 3 apresentam-se ambas as séries para o volume total de velocípedes;
2. Registou-se o intervalo temporal para o qual ambas possuem dados, obtendo-se um intervalo das 8:30 às 18:45;
3. Calculou-se a percentagem da série de 2015 que corresponde ao intervalo obtido no Ponto 2,  $PercV_{2015}(8:30 - 19:45)$ ;
4. Estimou-se o volume total da série de 2013 utilizando a percentagem obtida no Ponto 3, com a expressão 1:

$$V_{Total} = \frac{V_{2015}(8:30-19:45)}{PercV_{2015}(8:30-19:45)} \quad (1)$$

5. Para cada hora aplicou-se a percentagem correspondente na série de 2015 de acordo com a expressão 2.

$$V(hora\ x) = PercV_{2015}(hora\ x) * V_{Total} \quad (2)$$

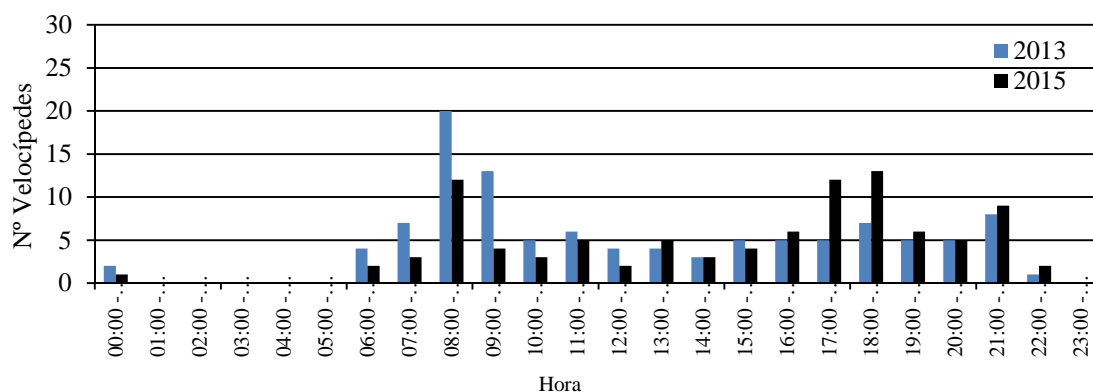


**Fig. 4 – Volume horário total<sup>1</sup> de velocípedes (série 2013 e série 2015)**

No Quadro 1 são apresentados os valores de TMDA para 2013 e 2015, discriminados segundo a localização dos ciclistas e o sentido de circulação. Estes valores resultaram dos cálculos apresentados nos pontos 1 e 4 mencionados anteriormente. Por sua vez, a distribuição horária do tráfego, calculada segundo o ponto 5, é apresentada para o sentido 1C na Fig. 5 e para o sentido 2C na Fig. 6.

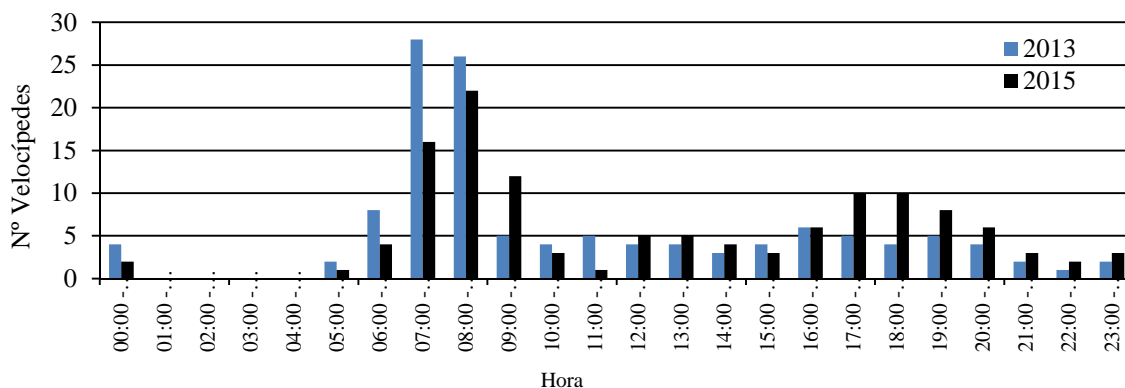
**Quadro 1 - TMDA estimado por localização, ano e sentido**

	Ano	TMDA	
		Sentido 1C	Sentido 2C
Ciclovía	2013	84	92
	2015	124	96
Ciclovía + Estrada	2013	91	126
	2015	126	131
Total	2013	224	
	2015	261	



**Fig. 5 – Distribuição horária do tráfego de velocípedes na ciclovía, sentido 1C**

<sup>1</sup> O volume total corresponde aos volumes em ambos os sentidos na pista ciclável, estrada e passeio do lado oposto ao acesso



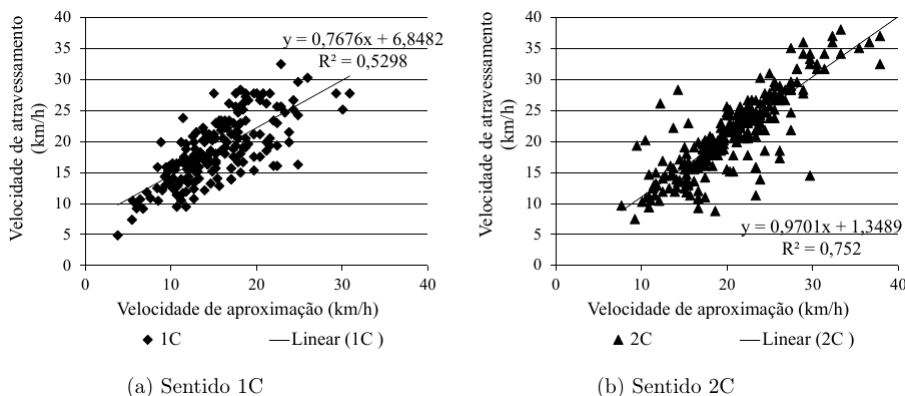
**Fig. 6 - Distribuição horária do tráfego de velocípedes na ciclovia, sentido 2C**

Da análise das Fig. 4 a 6, pode-se concluir o seguinte:

- Ambas as séries apresentam grande variabilidade, devido ao baixo volume de tráfego (Fig. 4);
- Ambas as séries exibem características de pendularidade o que leva a crer que a pista seja utilizada com caracter utilitário (Fig. 4, Fig. 5, Fig. 6);
- Constata-se uma redução significativa dos fluxos no período da manhã, o que não acontece no período de ponta da tarde;
- Verifica-se um aumento no volume total de ciclistas em ambos os sentidos (Quadro 1). Todavia, este aumento não se traduz uniformemente durante todo o dia e concentra-se ao fim da tarde (Fig. 4);
- Há uma grande tendência para a utilização da rodovia por parte dos ciclistas. Esta tendência poderá dever-se à proximidade com o cruzamento da Avenida do Brasil com a Avenida Rio de Janeiro.

#### 4.2 Velocidades de Circulação

Por forma a relacionar as velocidades com a infraestrutura, compararam-se as velocidades de aproximação e atravessamento por meio de uma regressão linear usando os dados recolhidos em 2013 (ver Fig. 6).



**Fig. 7 – Comparação entre as velocidades de aproximação e afastamento sentido 1C (a) e sentido 2C (b)**

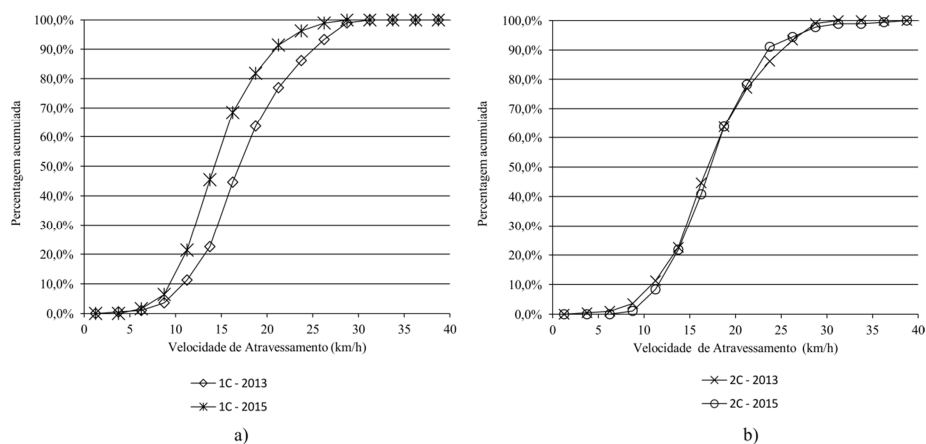
Da análise da Fig. 7, pode-se concluir o seguinte:

- As velocidades no sentido 1C (ver Fig. 3), sentido com pouca visibilidade, são inferiores às do sentido 2C;
- A reta de regressão da Fig. 7 a) demonstra que de uma forma generalizada as velocidades de aproximação são inferiores às velocidades de atravessamento (17,6 %), ilustrando a necessidade que os ciclistas têm de reduzir drasticamente a velocidade ao aproximar-se na intersecção. Maiores visibilidades como as registadas na direção 2C, na Fig. 7 b), originam retas de regressão com um declive mais próximo de 1, o que demonstra que os ciclistas são capazes de ajustar a sua velocidade antecipadamente e por esse motivo as velocidades de aproximação e atravessamento são semelhantes;



- Velocidades no sentido 1C relevam mau ajustamento ( $R^2 = 0,3654$ ) o que demonstra uma grande dispersão de comportamentos. No sentido 2C obteve-se um melhor ajustamento ( $R^2=0,7489$ ) levando a crer que uma melhor visibilidade leva a uma menor dispersão de velocidades pois não obriga a uma tão grande experiência e conhecimento do local.

Na Fig. 8 apresentam-se as velocidades acumuladas para 2013 e 2015 para o sentido 1C (ver Fig. 8 a ) e para o sentido 2C (ver Fig. 8 b ). Comparando-se as velocidades de atravessamento de 2013 e 2015 conclui-se que houve uma redução generalizada no sentido 1C. As velocidades de atravessamento mais reduzidas são fruto de velocidades de aproximação mais reduzidas e logo maior precaução dos ciclistas.



**Fig. 8 – Percentagem acumulada das velocidades de atravessamento sentido 1C (a) e sentido 2C (b)**

### 4.3 Conflitos

Foram registados os conflitos aplicando a definição apresentada no Capítulo 4. e analisado o comportamento dos ciclistas face à obstrução da pista por parte de veículos motorizados.

Concluiu-se que, de uma forma generalizada, em caso de obstrução da pista os ciclistas contornam o veículo motorizado sem efetuar qualquer paragem. Este comportamento ocorre principalmente quando se verifica congestionamento na Avenida do Brasil (sentido Aeroporto – Campo Grande) o que acontece normalmente entre as 18:30 e as 19:00. Podem classificar-se estas interações como conflitos ligeiros, uma vez que a mudança de trajetória antecipada do ciclista evitou um conflito mais sério.

Foram registados 9 conflitos, 7 no sentido 1C e 2 no sentido 2C. De notar que este número é bastante reduzido, o que pode ser devido ao método de observação, e ocorre no sentido 1C que possui piores condições de visibilidade. Foram apenas registadas duas situações em que, inequivocamente, não foi dada prioridade ao ciclista.

Segundo informação recebida por parte dos condutores de veículos motorizados que entram e saem do campus do LNEC, existem dificuldades de perceção da aproximação dos ciclistas, o que pode potenciar a geração de conflitos.

## 5 Análise de soluções

Seguidamente apresenta-se a análise da adequabilidade das soluções apresentadas ao caso de estudo:

1. Retirar elementos obstrutivos – utilizando a metodologia de cálculo do guia AASTHO iria ser necessário retirar o muro;
2. Soluções geométricas: (i) Solução de aproximação ou (ii) solução de afastamento– as dimensões necessárias para esta solução não o permitem; (iii) diminuição da área de conflitos – solução a considerar devido à grande dimensão da intersecção;
3. Soluções para redução das velocidades: (i) veículos motorizados – a introdução de lombas ou plataformas elevadas não é recomendada uma vez que não traria qualquer valor acrescentado pois as velocidades de circulação automóvel já são bastante reduzidas; (ii) velocípedes – a colocação de balizas flexíveis para diminuir as velocidades de atravessamento, bem como para alertar os ciclistas para a existência de um ponto sensível no seu percurso;
4. Soluções tecnológicas – solução de simples aplicação mas com custo elevados e como a problemática do vandalismo.

## 6 NOTAS FINAIS

O trabalho apresentado está enquadrado no desenvolvimento de um estudo sobre a adequabilidade das distâncias de visibilidade no caso particular dos acessos a parques, caminhos particulares e garagens. Este estudo visa contribuir para melhorar o conhecimento sobre o comportamento de ciclistas bem como, das soluções existentes para melhorar a visibilidade e grau de alerta dos mesmos, nos locais acima referidos.

O estudo das velocidades de aproximação e atravessamento permitiu aumentar o espectro de conhecimentos em relação ao comportamento dos ciclistas em zonas de reduzida visibilidade. Apesar de ter sido identificado um comportamento de familiarização na aproximação a intersecções, caracterizado através da redução de velocidades, continua a imperar a necessidade de aumentar a visibilidade dos condutores.

Face à configuração geométrica do local, a solução que se considera mais apropriada resulta da combinação de diversas medidas: (i) diminuição da área de exposição; (ii) baliza flexível em ambos os lados a intersecção; (iii) câmara térmica com sinal de alerta para condutores.

## 7 AGRADECIMENTOS

Agradece-se a todo o Núcleo de Planeamento, Tráfego e Segurança do Laboratório Nacional de Engenharia Civil.

## 8 REFERÊNCIAS

1. ONU, *Report of the United Nations Conference on Sustainable Development*. Rio de Janeiro, 2012
2. IMT, Instituto da Mobilidade e dos Transportes, *Plano de Promoção da Bicicleta e Outros Modos Suaves 2013-2020*, Lisboa, 2012
3. European, C., *Sustainable Urban Transport Plans Preparatory Document in relation to the follow-up of the Thematic Strategy on the Urban Environment*, Office for Official Publications of the European Communities, 2007
4. IMTT, Instituto da Mobilidade e dos Transportes Terrestres, *Colecção de Brochuras Técnicas Temáticas: Rede Ciclável - Princípios de Planeamento e Desenho*, Lisboa, 2011
5. ANSR, Autoridade Nacional de Segurança Rodoviária. *Ano de 2014 - Sinistralidade rodoviária*. Observatório de Segurança Rodoviária, 2014
6. AASHTO Executive Committee, *Guide for the Development of Bicycle Facilities*, American Association of State Highway and Transportation Officials, Washington, DC, 2012.
7. Veith, G., & Eady, P., *Cycling aspects of Austroads guides*, No. AP-G88/11, 2011
8. Código da Estrada. Lei n.º 72/2013 de 3 de setembro. Diário da República, 1.ª série — N.º 169
9. NACTO, National Association of City Transportation Officials, *Urban Bikeway Design Guide*, Island Press, 2014
10. Crow, *Recommendations for traffic provisions in built-up areas*, Information and Technology centre for Transport and Infrastructure, Vol. Record No 15, 1998
11. FLIR Commercial Systems B.V. Consult. 23 Dez 2015, Disponível em [http://flirmedia.com/MMC/CVS/AppI\\_Stories/AS\\_0084\\_EN.pdf](http://flirmedia.com/MMC/CVS/AppI_Stories/AS_0084_EN.pdf), 2012
12. Pedler, A., & Davies, D. G., *Cycle Track Crossings of Minor Roads*, TRL REPORT 462, 2000
13. J. A. E, Normas de Intersecções, Lisboa, 1990
14. Seco, A., Macedo, J. Costa, A. *Manual do planeamento de acessibilidades e transportes*, 2008
15. Ryus, P., Ferguson, E., Laustsen, K. M., Schneider, R. J., Proulx, F. R., Hull, T., & Miranda-Moreno, L., *Guidebook on Pedestrian and Bicycle Volume Data Collection*, No. Project 07-19, 2014
16. European Communities, *Transport research —Fourth framework programme Road*, 1999
17. Pein, W., Bicyclist performance on a multiuse trail, *Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board*, 1578 127-131, 1997
18. Forester, J., *Bicycle transportation: a handbook for cycling transportation engineers*, Mit Press, 1994
19. Alhajjaseen, Wael KM, Miho Asano, and Hideki Nakamura. Estimation of left-turning vehicle maneuvers for the assessment of pedestrian safety at intersections. *IATSS research* 36.1 66-74, 2012
20. Copenhagenize Design Co. Consult. 28 Dez 2015, Disponível em: [http://copenhagenize.eu/dox/Copenhagenize\\_Desire\\_Lines\\_Amsterdam.pdf](http://copenhagenize.eu/dox/Copenhagenize_Desire_Lines_Amsterdam.pdf), 2014
21. ANSR, Autoridade Nacional de Segurança Rodoviária, *Manual de Preenchimento do Boletim Estatístico de Acidentes de Viação*
22. Cardoso, João Lourenço, *Aplicação da técnica dos conflitos de tráfego em estudos de segurança rodoviária : relatório I*, Laboratório Nacional de Engenharia Civil, Lisboa, 1992
23. Perkins, S.R., & Harris, J.I., Traffic conflict characteristics: Accident potential at intersections, *Highway Research Record*, 225, 45-143, Highway Research Board, Washington DC, 1968
24. Centre de Recherches Routières, *Guide de bonnes pratiques pour les aménagements cyclables*, Bélgica, 2009