

Introdução

A Campanha #15por30, realizada pela Associação de Ciclistas do Alto Iguaçu, apresentou diversas contribuições no primeiro prazo (05 de abril de 2021) de participação pública no Programa de Exploração Rodoviária (PER), que trata da concessão das rodovias no Paraná. Entende-se como oportuna a ampliação do prazo de participação, haja vista a importância do tema e também por alguns problemas técnicos da plataforma de submissão online.

Apresenta-se este documento com os seguintes objetivos:

- A. Dar visibilidade à realidade e às necessidades dos usuários de modos ativos;
- B. Contribuir com estratégias físicas, de educação e tecnológicas que podem ser incorporadas ao Edital de Concessão.

O primeiro ponto é explorado utilizando dados de colisões e atropelamentos nas rodovias federais a serem concessionadas; mostrando a necessidade dos usuários na busca pela preservação da vida, um direito constitucional, assim como o direito à igualdade e à segurança, expostos no art. 5º da Constituição Federal.

O segundo ponto tem o objetivo de apresentar alternativas que podem ser incorporadas ao Edital de Concessão pelas instituições responsáveis. Tais soluções são consideradas de baixo custo de implantação, que levam à economia de recursos (e.g. sistema público de saúde), à garantia do trânsito seguro, ao incentivo ao esporte para atletas, e ao fomento da economia local (e.g. cicloturismo, comércio local).

Situação atual

Segundo dados da PRF, o número de vítimas nas rodovias federais do estado do PR totalizaram mais de 140 mil pessoas, de 2007 a 2020, entre feridos leves, graves e fatais. Dentre as 8.413 vítimas fatais¹, registrou-se 2.171 (25,8% do total) das vítimas sendo pedestres e usuárias de bicicletas. Os trechos de rodovias em áreas urbanas são os locais em que parte considerável desses óbitos ocorrem, como verificado no Mapa 1 e 2 do ANEXO.

Com exceção da BR-153, que apresenta tendência de aumento desde 2009, as demais rodovias mostram estabilização no número médio de óbitos desde 2015. De forma similar, as

¹ Estima-se que tal número seja ainda subestimado, considerando que o critério de óbito adotado pela PRF é de morte no local, desconsiderando mortes no hospital ou até 30 dias após o sinistro, com causa relacionada a este.

colisões envolvendo bicicleta também não indicam uma redução clara no número de registros. A importância em espaços seguros para pedestres e ciclistas se dá, também, pela maior vulnerabilidade da vítima a lesões e óbito. Assim como a própria ABNT NBR 15.486, os dados da PRF mostram que pedestres e ocupantes de veículos de duas rodas são os usuários mais vulneráveis.

É preciso que haja entendimento sobre o peso dos sinistros de trânsito sobre os custos do sistema público de saúde, que precisam de maior quantidade de leitos, UTIs, insumos e equipe de atendimento e resgate. Considerando custos hospitalares, de perda de produção (quando há vítimas) e remoção de veículos das rodovias, estima-se custo de cerca de R\$ 430 mil para vítimas fatais, R\$ 141 mil para vítimas graves e R\$ 8,6 mil para feridos leves². Este valor representa cerca de 545 milhões de reais no estado do Paraná, somente no ano de 2020. A implantação de infraestruturas de segurança a pedestres e ciclistas gera economia de recursos a longo prazo. Nesse sentido, é fundamental a inclusão no edital de concessão sobre a obrigatoriedade de medidas de segurança a modos ativos de deslocamento em rodovias, principalmente nos trechos urbanos.

Infraestrutura e design

O terceiro item procura ilustrar que soluções de tecnologia e infraestrutura já existem no mundo que podem ser adaptadas à realidade e condições das rodovias do Paraná. Ressaltamos que as medidas existem há anos em diversos países, e que cabe às instituições e às futuras empresas concessionárias adaptarem à realidade atual, com prazos, materiais e estruturas que sejam compatíveis, desde que garantam o direito do trânsito seguro.

Além de soluções tecnológicas para a detecção de pedestres e ciclistas, para fins de pesquisa e reforço da sinalização de advertência, serão também apresentadas algumas diretrizes para o design de infraestruturas seguras, com base em exemplos das melhores práticas para o desenho de travessias, utilizados em países com elevado índice de motorização mas também do uso da bicicleta, como Holanda e Dinamarca.

A relevância de coletivizar essas diretrizes se dá, pois mesmo quando encontramos a bicicleta contemplada em projetos (rodo)viários, muitas vezes há equívocos que comprometem

² Carvalho, C.H. Custos dos acidentes de trânsito no Brasil: Estimativa simplificada com base na atualização das pesquisas do IPEA sobre custos de acidentes nos aglomerados urbanos e rodovias. *Texto para discussão*. Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada. (2020)

a segurança. Isto ocorre pois muitas vezes os projetos não levam em conta a experiência do ciclismo na sua diversidade de usos, por serem idealizados seguindo apenas a lógica motorizada, por pessoas que não utilizam a bicicleta.

Solicitação

É importante considerar que o caráter de 30 anos de concessão para operação das rodovias precisa acompanhar cenários mundiais da mobilidade sustentável e as condições de mobilidade urbana atuais nas cidades paranaenses. No presente documento, complementado nos ANEXOS, foram propostas estratégias para maior visibilidade e afirmação da garantia do direito de uso das vias por modos ativos de deslocamento - que devem ser reconhecidos como elementos integrantes do sistema de trânsito, não como algo a ser evitado. Apresentou-se, ainda, como diferentes tecnologias já são bastante difundidas para incluir pessoas e bicicletas nos planejamentos intermunicipais. Mostrou-se opções de design de infraestruturas que devem ser detalhadas no âmbito de cada rodovia e concessão, para que se possa estimar custos e prazos das obras e ações de sinalização.

Ressalta-se, no entanto, que o processo de participação foi prejudicado, considerando a ausência dos projetos funcionais, em relação às áreas urbanas e aglomerados populacionais, que permitem a visualização de melhorias e recuperações propostas, tais como: implantação de ciclovias, *traffic calming*, travessias de pedestres, passarelas, pontos de ônibus, calçadas, etc.

Solicita-se, por fim, além da inclusão no edital de concessão dos aspectos acima mencionados, que sejam realizadas novas e contínuas consultas com mais informações que permitam discutir os cenários de trânsito de pessoas nas rodovias de nosso estado. Os próximos 30 anos precisam levar em consideração elementos que garantam o trânsito seguro de todas as pessoas que utilizam as rodovias federais, com metas, prazos e orçamento melhores definidos. A simples “continuidade” do que vem sendo feito, conforme indicam os dados de óbitos, não têm surtido efeito desejado na segurança de todos(as) usuários(as) das rodovias.

Atenciosamente

ANEXO I - ANÁLISE DE SINISTROS DE TRÂNSITO

A seguir, apresenta-se síntese de informações coletadas na base de dados da Polícia Rodoviária Federal de colisões e atropelamentos³. As Figuras são reproduzíveis, e os códigos utilizados para processamento dos dados estão documentados na página do Github da Cicloiguaçu⁴.

A Figura 1 ilustra o número absoluto de colisões e atropelamentos que resultaram em óbito, dividido por rodovia e modo de deslocamento da vítima. Destaca-se que a quantidade de óbitos de pedestres e ciclistas é bastante relevante dado o fluxo bem menos expressivo que os de veículos motorizados.

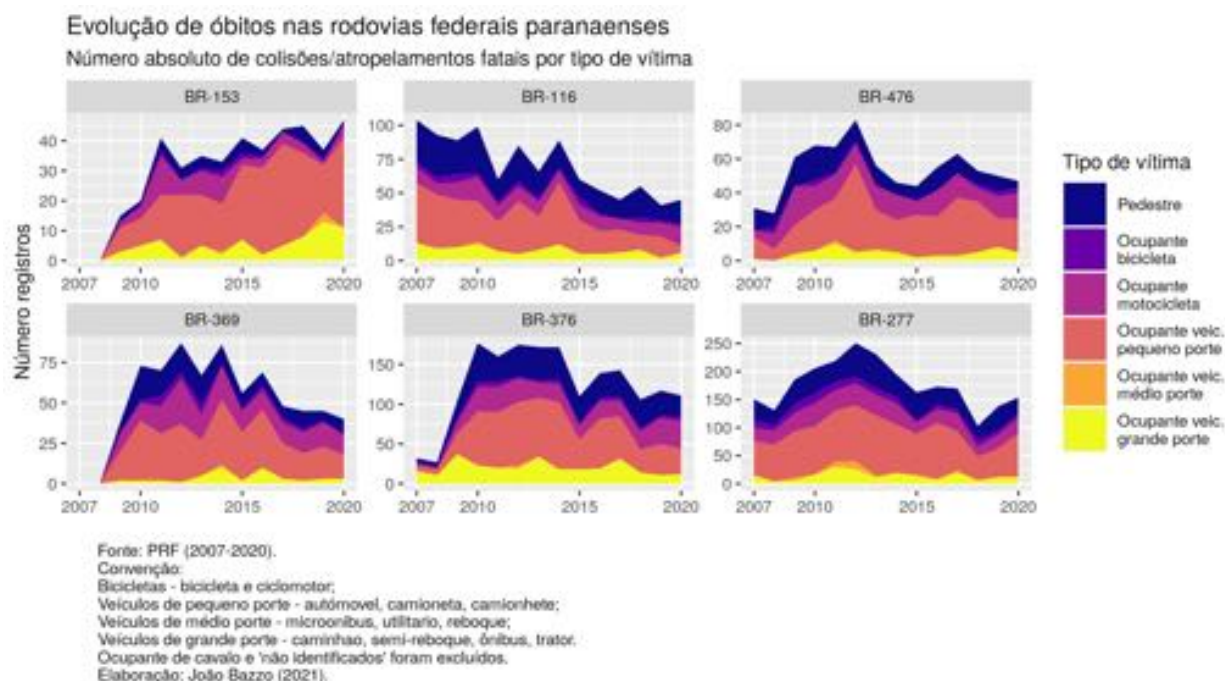


Figura 1: Óbitos em rodovias federais no estado do Paraná.

A Figura 2 ilustra colisões de todas as severidades envolvendo ciclistas, conforme a rodovia. Destaca-se que não se observa comportamento de queda de 2007 até 2020, indicando que eventuais medidas para melhoria e proteção de ciclistas não têm provocado diferenças expressivas no resultado geral de mortes nas estradas. Pode-se esperar comportamento próximo de mortes no trânsito caso nenhuma medida efetiva de segurança seja tomada ou um cenário de “continuidade”.

³ <https://portal.prf.gov.br/dados-abertos-acidentes>

⁴ https://github.com/cicloiguaçu/colisoes_rodovias

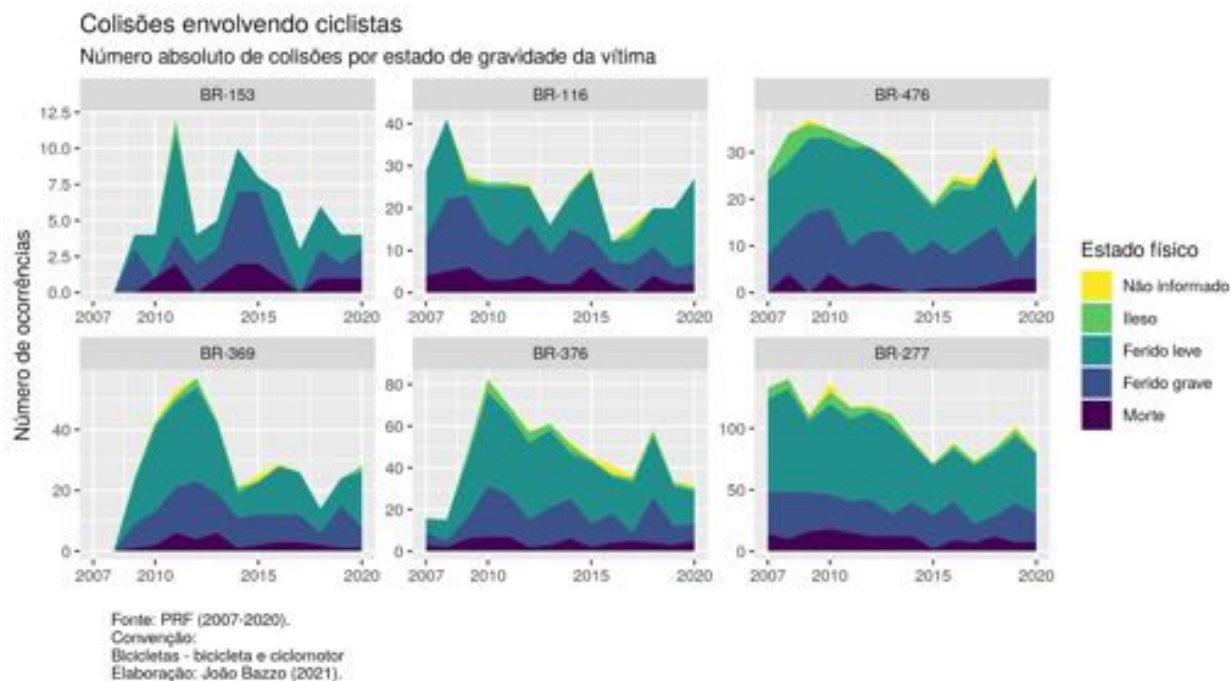


Figura 2: Registros envolvendo ciclistas.

O pedestre, assim como os ciclistas, são as pessoas mais vulneráveis no trânsito em rodovias, tendo parcela mais significativa de registros que resultaram em morte. A Figura 3 ilustra a severidade do estado físico das vítimas conforme estado físico e modo de transporte.

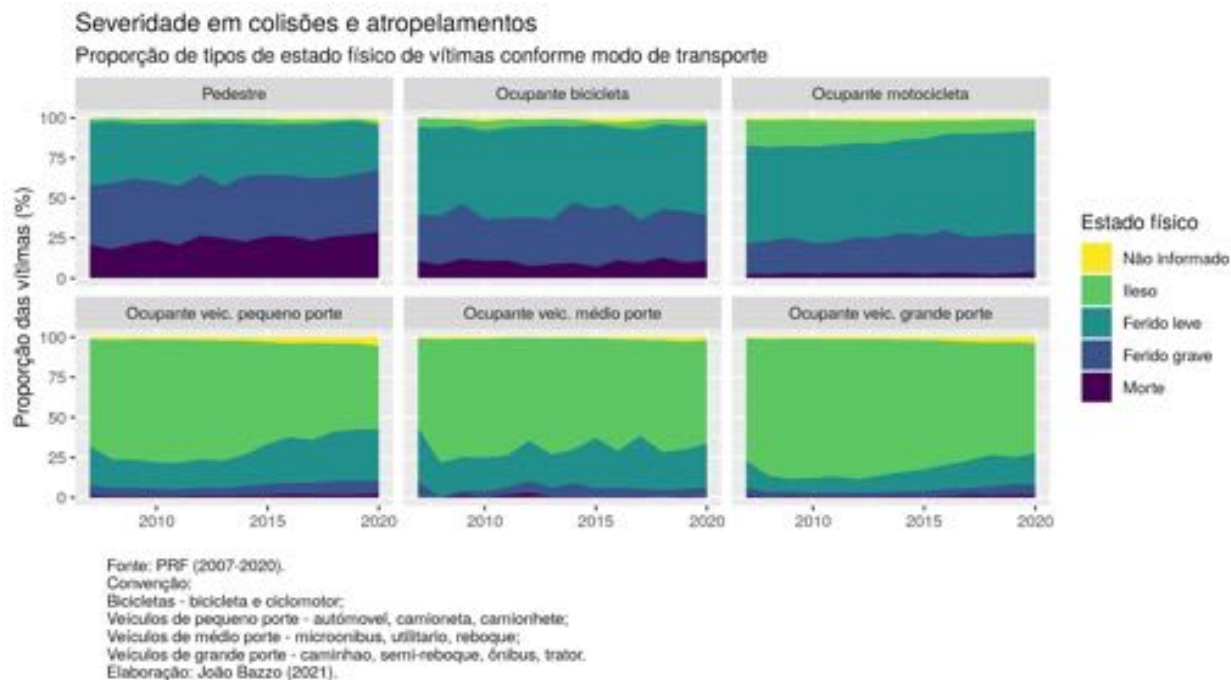
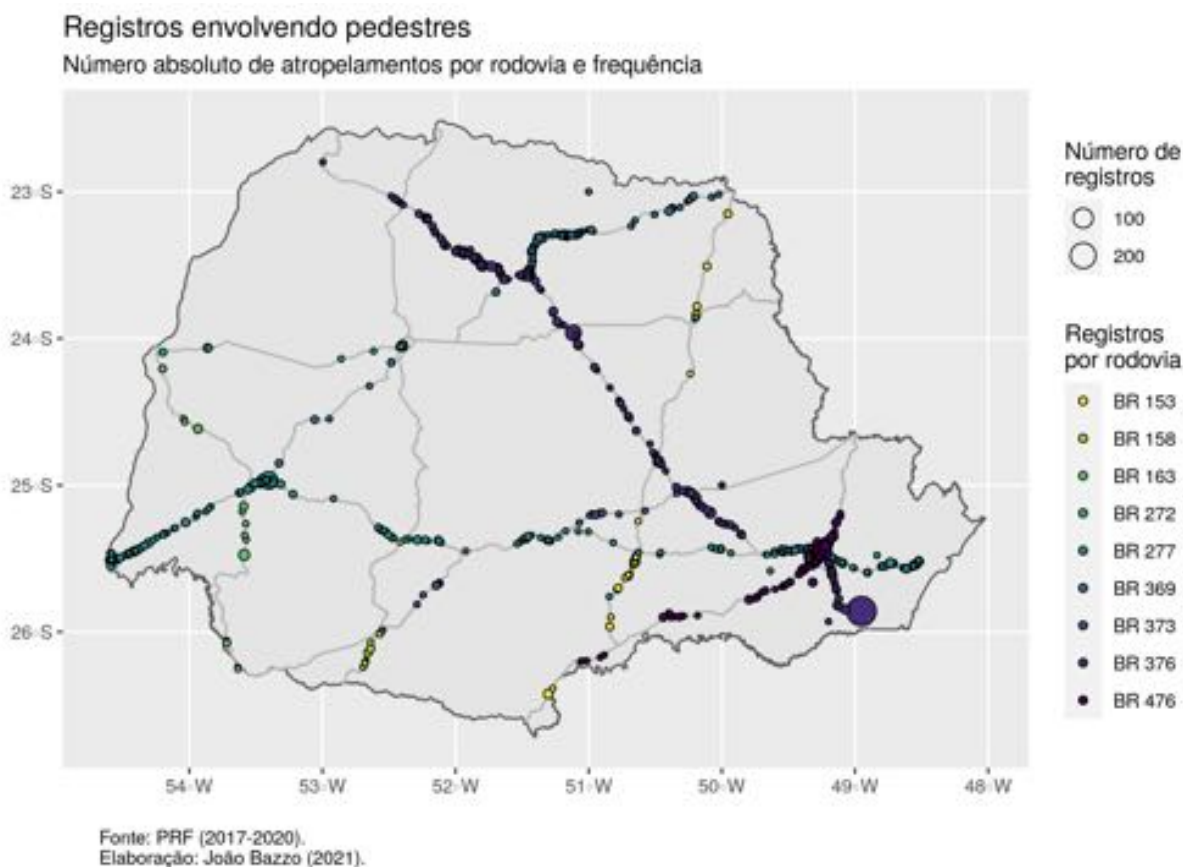


Figura 3: Estado físico da vítima conforme modo de transporte.

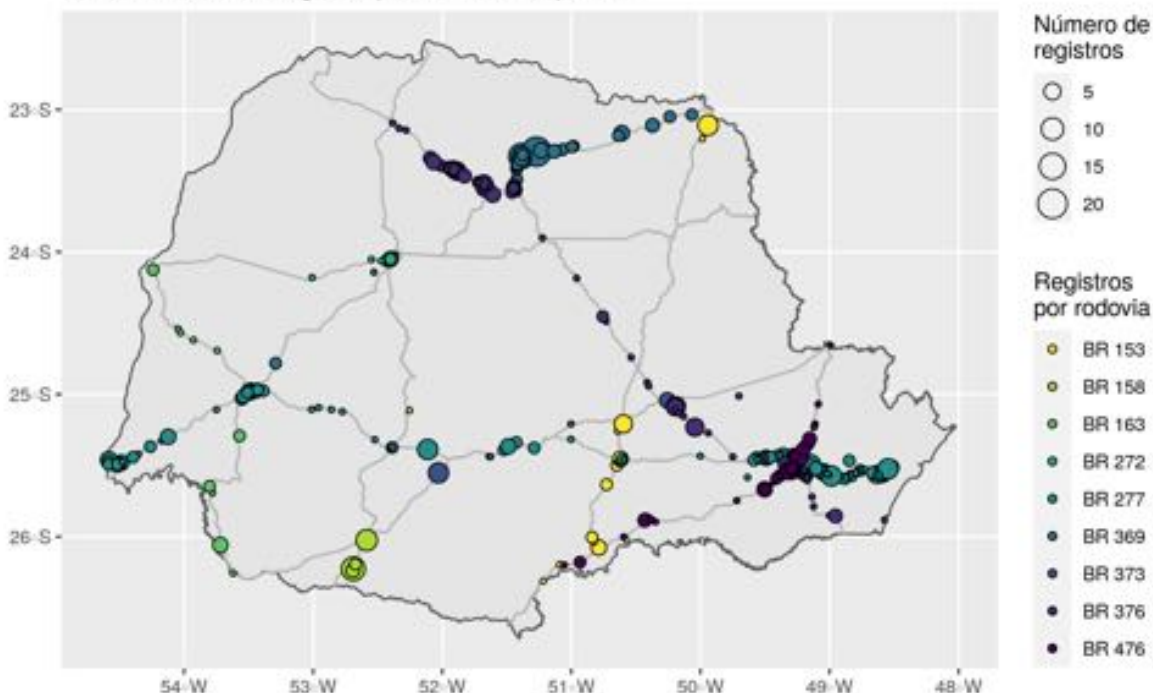
Ao analisar o comportamento dos registros espacialmente, verificamos que trechos urbanos como Curitiba, Maringá, Apucarana, Londrina, Cascavel e Foz do Iguaçu contam com número expressivo de registros de vítimas que utilizam bicicleta. O Mapa 1 e 2 ilustram registros de pedestres e ciclistas ao longo das rodovias federais do PR, nos anos 2017-2020. Reduzimos a janela temporal de 2017 a 2020 pois o restante dos dados não incluem o georreferenciamento, dificultando o trabalho de mapeamento dos sinistros anteriores a 2017.



Mapa 1: Registros envolvendo pedestres.

Registros envolvendo ciclistas

Número absoluto de registros por rodovia e frequência



Fonte: PRF (2017-2020).
 Bicletas - bicicleta e ciclomotor
 Elaboração: João Bazzo (2021).

Mapa 2: Registros envolvendo ciclistas.

ANEXO II - TECNOLOGIAS DE TRÂNSITO

Considerando que o crescimento da mobilidade ativa é uma grande tendência no Brasil, como melhorar a gestão e segurança, adotar ações preventivas e educativas se os dados disponíveis são apenas ligados aos acidentes e fatalidades?

Quanto são os ciclistas que utilizam nossas rodovias, quais os dias da semana e horários de pico? Quais as taxas de crescimento semanais, mensais, ano após ano?

Como preparar campanhas de conscientização direcionadas para os motoristas e ciclistas, justamente em épocas onde se sabe, analisando dados confiáveis, que há uma tendência de aumento de fluxo?

Ou seja, como estabelecer uma pauta política propositiva, orientar os usuários e fazer uma efetiva gestão de uma rodovia, um patrimônio público, se não existe muita informação disponível sobre o uso destas rodovias pelos modos ativos?

As tecnologias devem ter a capacidade de enviar os dados para plataformas públicas de dados (pedestres e ciclistas) para transparência e maior entendimento sobre estes modais que circulam, porém “não são vistos e contabilizados”. Tais informações também servem de balizadores para ações políticas, educativas e sensibilização da população como um todo sobre os diferentes tipos de uso nas rodovias.

A fim de contribuir para diminuir essas grandes lacunas de informação, faz-se necessário quebrar um paradigma histórico, onde historicamente se realiza somente o monitoramento volumétrico e outros tantos parâmetros de automóveis nas rodovias e iniciar imediatamente o monitoramento dos modais ativos que utilizam estes espaços.

Os sensores para detecção e segurança de modais ativos nas rodovias podem ser:

- A. Sensores para pedestres que monitoram os volumes e outros parâmetros (24h/dia) em passarelas e locais de cruzamento das vias para questões do planejamento destas estruturas, incluindo sensores móveis que podem ser usados para detecção comparativas de locais onde potencialmente deva ser instalada uma passarela ou estrutura para passagem de pedestres;
- B. Sensores seletivos que monitoram volumes de ciclistas (24h/dia) e são igualmente essenciais para a gestão destes locais a fim de obter uma série de dados que devem justificar intervenções estruturais, educativas e fiscalizatórias.

Estes equipamentos devem coletar, armazenar e transmitir dados sobre a quantidade de pedestres e ciclistas, o sentido do fluxo e a hora de passagem, permitindo saber as diferenças entre os dias da semana e os fins de semana, ou entre distintas estações do ano, a que taxa esses fluxos crescem, quais são os horários de pico, etc.

Sensores seletivos (laços indutivos) em locais de principais acessos e entroncamentos do Sistema Rodoviários, ligados a módulos luminosos de segurança e atenção para os motoristas identificarem que podem estar em rota de aproximação com um ciclista. São utilizados geralmente em acostamentos, acessos, cruzamentos de pontes, túneis ou mesmo cruzamentos em cidades.



Figura 5: Módulo de segurança acionado por laço indutivo em passagem estreita.



Figura 6: Módulo de segurança acionado por laço indutivo em passagem de ponte na Austrália.



Figura 7: Módulo de segurança acionado por laço indutivo em passagem de ponte na Austrália.
Fonte das imagens: Eco-Compteur (França)

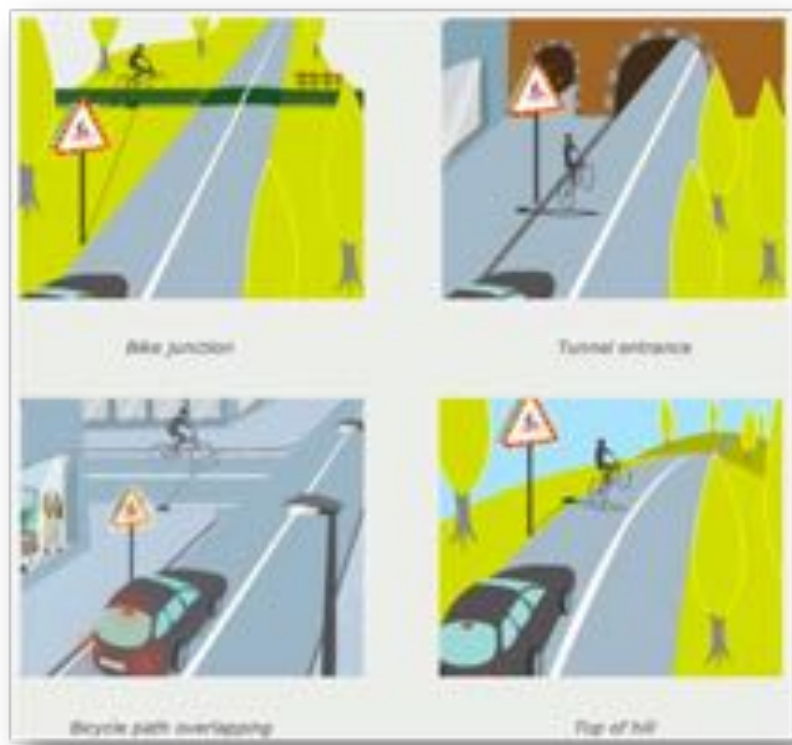


Figura 8: Esquema de módulo de segurança acionado por laço indutivo utilizado em locais específicos: travessias, entrada de túneis, interseção com rota de bicicletas, topo de um morro.

Fonte: Eco-Compteur (França)



Figura 9: Exemplos de sinais luminosos piscantes BikeScout, acionados pela detecção de ciclistas. Fonte: Heijmans (Países Baixos).



Figura 10: Fotografia do sistema BikeScout em funcionamento em Eindhoven, Países Baixos. Fonte: Heijmans.

É importante destacar que estes sinais luminosos de alerta sobre a presença de Ciclistas deve ser acionado apenas quando são detectados ciclistas, pois, caso seja persistente a informação pode se tornar excessiva de forma a perder o seu valor

(segundo pode-se concluir por Katz, 2012⁵) e neste caso específico, pode ser dada menos atenção à presença de ciclistas e a sinalização simplesmente ignorada.

ANEXO III - DESIGN RODOVIÁRIO

Além das tecnologias apresentadas no Anexo II, para coletar dados e informar quanto a presença de ciclistas e pedestres, é essencial que locais onde possam existir conflitos com o tráfego motorizado, como as travessias dos usuários vulneráveis, sejam sempre iluminadas.



Figura 10: Iluminação em travessias: percebe-se pela imagem que há luzes direcionadas especialmente para a travessia de pedestres. Dalbrück, Alemanha. Fonte: Internet, s.n.t.

Também deve haver clareza sobre a “política de prioridade” adotada para cada interseção, conforme recomenda o Princípio da Segurança Sustentável ⁶, dentre outras

⁵ KATZ, Joel. **Designing Information: Human factors and common sense in information design.** New Jersey: John Wiley & Sons, 2012.

⁶ WEGMAN, Fred; AARTS, Lety (edt.). **Advancing Sustainable Safety: National Road Safety Outlook for 2005-2020.** Leidschendam (Países Baixos): SWOV, 2006. Disponível em:

publicações a respeito do conceito *Self Explaining Road*⁷ e design da informação. Ou seja, deve ficar claro qual dos fluxos é que possui preferência de passagem e quando.

Embora existam iniciativas buscando encontrar uma padronização acerca das infraestruturas rodo-ciclo-viárias, há inconsistências, que podem ser geradas por falta de campanhas educativas sobre como utilizar o sistema, mas também por situações em que a sinalização acaba induzindo à interpretações diversas, o que agrava o risco de ocorrências no sistema.

É comum que bicicletas e pedestres não tenham prioridade ao cruzar alças de acesso em interseções ou em vias principais. Porém, a bicicleta deve ter prioridade de passagem em acessos secundários ou quando a ciclovia corresponde à uma via de hierarquia maior à via que se cruza, embora isto possa variar em casos específicos. A sinalização precisa ser o mais diferente possível para cada situação e o mais igual possível numa mesma situação (Weller *et al.*, 2010⁸).

Quando uma bicicleta possui prioridade e quando o tráfego motorizado possui prioridade?

Estas diferenças precisam ser claras para qualquer pessoa que utilize a via independentemente de sua experiência e qual modo de transporte está a utilizar no momento, como ilustram as Figura 10 e 11.

<https://www.swov.nl/sites/default/files/publicaties/rapport/dmdv/advancing_sustainable_safety.pdf>. Acesso em: 28/03/2017.

⁷ THEEUWES, Jan; GODTHELP, Hans. Self Explaining Roads. **Safety Science**, v. 19, n. 2–3, june 1995, p. 217–255. Disponível em: <<https://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/summary?doi=10.1.1.75.1936>>. Acesso em 05/08/2017.

⁸ WELLER, Gert; DIETZE, Matthias; MARCHESINI, Paula; HOUTENBOS, Maura; FÜRDÖS, Alexander. SER and SER approaches: State-of-the-art. Report No. WP01-01. Deliverable Nr 1. **ERASER (Evaluations to Realize a common Approach to Self- explaining European Roads)**. Project Nr. SRO1 AF, Julho, 2011, ERA-NET ROAD (Coordination and Implementation of Road Research in Europe). Disponível em: <https://www.cedr.eu/download/other_public_files/research_programme/eranet_road/call_2009_safety/eraser/01_ERASER-WP01-Deliverable-01-V12.pdf>. Acesso em 01/10/2020.

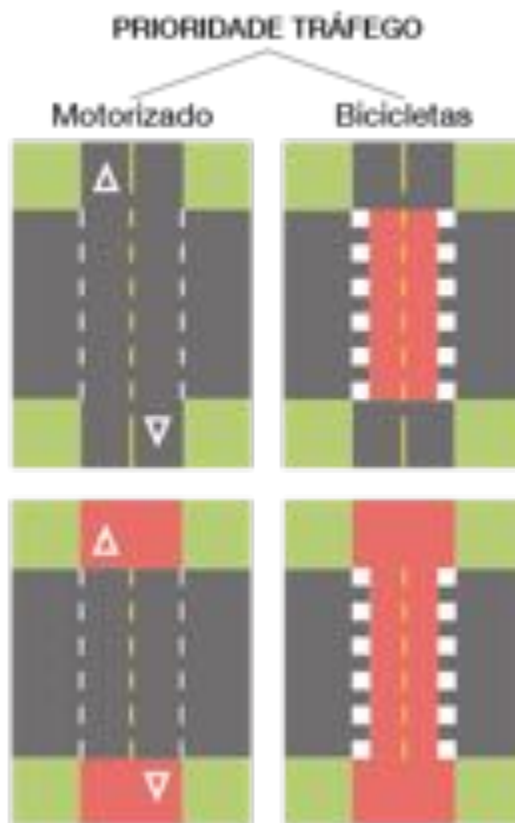


Figura 10: Sugestão de sinalização clara para seus usuários, em relação à política de prioridade adotada. Fonte: Cicloiguaçu, 2019

Exemplos de sinalização contemplando as duas diferentes situações nos Países Baixos:



Figura 11: Travessias vistas pela perspectiva de ciclistas, na esquerda com prioridade ao tráfego motorizado e na direita com prioridade para bicicletas. Fonte: Internet, s.n.t.



Figura 12: Travessias vistas pela perspectiva de motoristas, na esquerda com prioridade ao tráfego motorizado e na direita com prioridade para bicicletas e pedestres. Fonte: Google Street View / Internet, s.n.t.

Observa-se na imagem acima que mesmo quando a prioridade é motorizada, a distância para travessia é curta, há ilha para travessia em duas etapas e a pista possui deflexão para redução da velocidade. Nos Países Baixos são muitas vezes construídas ilhas até mesmo entre fluxos de mesmo sentido, visando maior segurança na travessia.

A seguir, os diagramas apresentam algumas regras para o posicionamento seguro das travessias em nível. As ciclovias não podem cruzar os acessos rentes à pista principal, mas precisam estar afastadas para que ciclistas e pedestres tenham não apenas melhor visibilidade, porém, tenham também maior previsibilidade da direção do tráfego motorizado — ou seja, esta pequena distância permite a antecipação da direção do fluxo que se pretende cruzar. A primeira imagem representa uma situação de saída da via principal:



Figura 13: Posicionamento da travessia nas saídas de uma rodovia. O correto é fazer ela afastada da via principal, como ocorre na imagem da direita. Fonte: Cicloiguaçu, 2019.

Recomenda-se que as travessias para pedestres e bicicletas estejam também afastadas da pista motorizada de rotatórias, situação representada na figura acima, no esquema à direita.

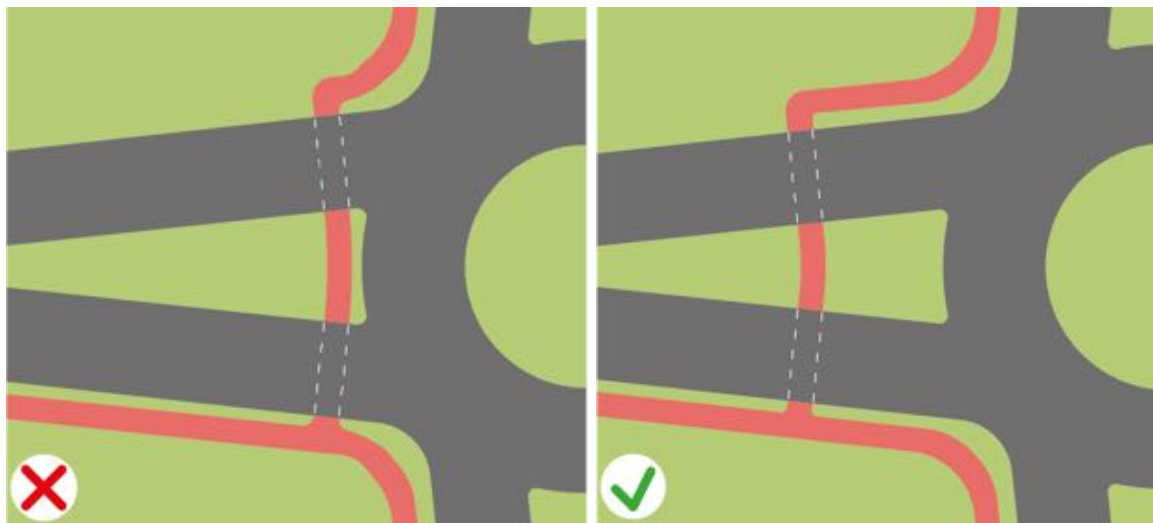


Figura 14: Posicionamento das travessias em rotatórias

Em áreas urbanas, é recomendado um afastamento de 5 a 6 metros da interseção; em vias rurais, ou quando a bicicleta ou pedestre não possuem a preferência, de 10 a 14 metros (Royal Haskoning; DHV, 2009⁹), podendo também ser adotado o critério da ABNT NBR 15.486 de zona livre.

Deste modo, nas rotatórias, assim como nas saídas da via principal:

- Isto aumenta o espaço para previsibilidade da direção do tráfego motorizado e o tempo de contato visual entre usuários (*ibid.*);
- Ao entrar na rotatória ou rodovia, motoristas podem dedicar atenção total à travessia de pedestres e bicicletas e depois, atenção total ao tráfego que gira na rotatória ou circula na rodovia (*ibid.*—sobre as rotatórias);
- Se for necessário esperar, a realização de uma travessia ao sair da rotatória ou por uma oportunidade para entrar na rotatória, um veículo não deve obstruir a pista da rotatória ou as passagens sinalizadas para pedestres e bicicletas, pois há espaço para aguardar sem obstruir os fluxos (pelo menos para um carro grande ou camionete). (*ibid.*).
- Ainda, usuários vulneráveis estão assim mais distantes dos pontos de conflito do tráfego motorizado. (*ibid.*)

Royal Haskoning e DHV (2009) consideram que um bom desenho de rotatória é aquele que limita as velocidades para 30 km/h, pois, quanto maior a velocidade, maior o risco

⁹ ROYAL HASKONING; DHV. **Roundabouts – Application and design**: A practical manual. Ministry of Transport, Public Works and Water management, Partners for Roads Program, Netherlands, 2009. Disponível em: <<http://hdl.handle.net/11250/192964>>. Acesso em: 02/03/2016.

do acidente e a severidade em uma ocorrência. Isto pode ser obtido ao utilizar rotatórias com geometria radial.



Figura 15: Desenho do alinhamento dos braços de uma rotatória. Fonte: Royal Haskoning; DHV (2009), tradução livre

Rotatórias com entradas e saídas tangenciais possibilitam que veículos entrem na interseção sem reduzir a velocidade, o que aumenta o risco de acidentes e mortes. Por este motivo, segundo Royal Haskoning & DHV (2009), aproximações tangenciais passaram a ser evitadas nos Países Baixos, a partir dos anos 1970, por se mostrarem muito mais perigosas. Quando as primeiras rotatórias surgiram, no Reino Unido, predominava a regra: “o tráfego que se aproxima pela direita tem sempre a preferência”. Esta regra está intimamente ligada ao design das rotatórias. Porém, desde a adoção da regra, que “o tráfego que circula pela rotatória possui a preferência”, foi também adotado o padrão de desenho com braços radiais para novas rotatórias, no Reino Unido, Países Baixos (Royal Haskoning; DHV, 2009), Alemanha e Brasil, pelo menos no estado de Santa Catarina, que utiliza para a construção de rotatórias em áreas rurais, uma tradução de documento de regulamentação alemão (DER-SC, 2013 ¹⁰).

Com entradas e saídas radiais, as rotatórias tornam-se mais seguras porque o tráfego que se aproxima deve reduzir a velocidade, que é mantida moderada durante toda a utilização da interseção. Isto deve até mesmo aprimorar o fluxo motorizado, por facilitar a entrada de veículos na rotatória. Utilizadas em áreas rurais, com grandes dimensões, rotatórias radiais são também utilizadas com pequenas dimensões, em vias urbanas. Pois, o conceito é apropriado para rotatórias de diferentes escalas.

¹⁰ DER-SC [Departamento de Estradas de Rodagem de Santa Catarina]. Utilização e Configuração de Rotatórias em Estradas fora de Áreas Urbanizadas. Diretoria de Estudos e Projetos, Fevereiro, 2000. Disponível em <<http://nuvem.portalagrimensura.com/download/dXBsb2Fkcy9ub3JtYXNMvdXRpbGl6YWVhby1jb25maWd1cmFjYW8tcmlhcy1lc3RyYWRhcy1hcmVhcy11cmJhbml6YWRhcy5wZGY=/h/4e5aff30eee41ba7ba0823f03afe4d10>>. Acesso em: 01/10/2020.

A figura a seguir mostra o alinhamento ideal de uma via ao se aproximar de uma rotatória, segundo Royal Haskoning e DHV (2009):

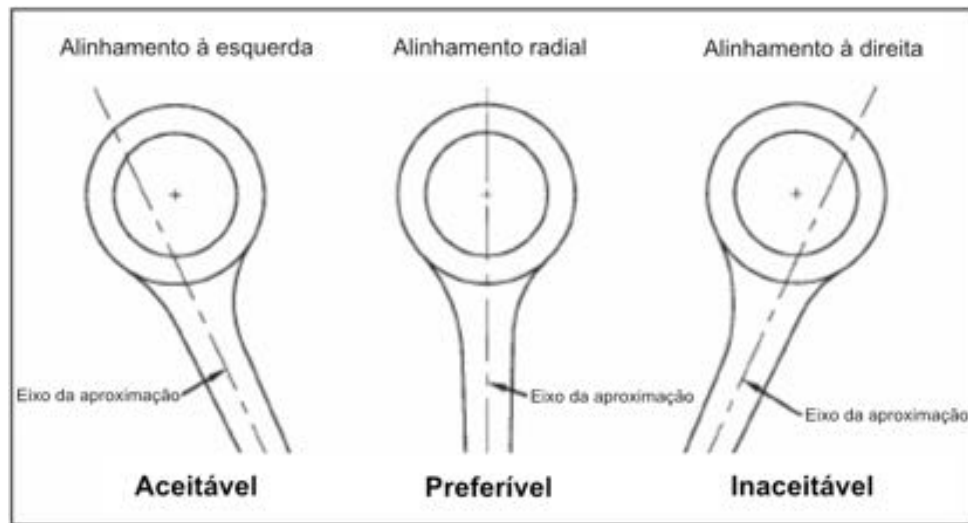


Figura 16: Posição do eixo da aproximação em relação ao centro da rotatória. Fonte: Royal Haskoning; DHV (2009), tradução livre

Em rotatórias com geometrias tangenciais ou mistas, a velocidade de 30 km/h pode ser obtida pela construção de travessias elevadas com rampas de inclinação de 5% (inclinação para 30 km/h). É recomendada esta velocidade de no máximo 30 km/h onde pedestres e bicicletas encontram-se com o tráfego motorizado, pois assim a chance de sobrevivência, caso um atropelamento ocorra, é de pelo menos 90% (Wegman; Aarts, 2006; Aarts *et al.*, 2010¹¹).

Exemplos de travessias elevadas em saídas de rotatórias tangenciais na Suécia, país onde foi criado o conceito de Visão Zero em 1992:

¹¹ AARTS, Lety; PUMBERGER, Andrea; LAWTON, Brian; CHARMAN, Suzy; WIJNEN, Win. Road Authority Pilot and Feasibility Study. Report No. WP03-03 and WP 04-04. Deliverable Nr 3&4. **ERASER (Evaluations to Realize a common Approach to Self-explaining European Roads)**. Project Nr. SRO1 AF, Dezembro, 2011, ERA-NET ROAD (Coordination and Implementation of Road Research in Europe). Disponível em: <http://www.cedr.fr/home/Aleadmin/user_upload/en/Nematic_Domains/Strat_plan_3_2013-2017/TD1_Innovation/I1_Research/TGR_TPM/Transnational_calls/2009%20Call%20Safety%20at%20the%20Heart%20of%20Road%20Design/ERASER/03_ERASER%20WP034%20Deliverable_Final.pdf>. Acesso em 28/03/2017.



Figura 17: Saída de rotatória com passagens elevadas e prioridade para pedestres e ciclistas (Malmö, Suécia)



Figura 18: Saída de rotatória com passagens elevadas e prioridade ao tráfego motorizado (Malmö, Suécia).

Travessias elevadas podem também ser utilizadas em alças de acesso, garantindo que veículos e bicicletas encontrem-se em velocidades compatíveis para a segurança. A velocidade adotada em muitas das alças de acesso já é de 40 km/h. Esta seria apenas uma forma de garantir que esta velocidade seja praticada.

Na figura acima é possível observar que é utilizada travessia elevada mesmo quando pedestres e bicicletas não possuem a preferência, para garantir que a velocidade motorizada mantenha-se segura. Nas saídas com duas faixas motorizadas, o uso de passagens elevadas é ainda mais importante. Nas entradas, os veículos devem reduzir a velocidade (o que pode ainda sim ser garantido pelo uso de travessias elevadas). Porém, ao sair da interseção, os veículos aceleram em velocidades diferentes e imprevisíveis. Esta imprevisibilidade agrava o risco. (Royal Haskoning; DHV, 2009)

Ainda, um veículo grande pode mascarar outro veículo (na perspectiva de pedestres ou ciclistas) ou um pedestre que tenha iniciado a travessia (na perspectiva de motoristas). Para reduzir este problema, a rampa de uma travessia elevada deve, idealmente, estar posicionada até 6 metros antes da travessia, como pode ser observado nos exemplos apresentados, em que as travessias ficam afastadas da rampa. Isto aumenta a oportunidade e o tempo para que os usuários realizem contato visual e também possibilita que pedestres e ciclistas terminem de realizar a travessia antes mesmo de um veículo acelerar, após vencer o obstáculo, o que aprimora o fluxo de toda a interseção, do tráfego motorizado, do trânsito ciclovitário, dos pedestres, sem comprometer a segurança dos usuários vulneráveis.

Outra característica para a qual deve ser dada atenção são os acessos à vias secundárias. Muitas vezes uma ciclovia bidirecional pode estar posicionada em apenas um dos lados de uma rodovia (embora seja preferível bidirecional em ambos os lados). O que ocorre é que não são feitos acessos para vias secundárias. A situação é representada no esquema a seguir:



Figura 19 :Esquemas comparam via lateral não acessível e via lateral acessível, para pedestres e bicicletas

Embora, para muitas situações como da figura acima, possa ser melhor utilizar passarelas. Além de passarelas, uma outra forma de cruzamento em desnível são túneis. Estes precisam ser largos e bem iluminados. Túneis podem ser preferíveis para a bicicleta, pois ciclistas podem aproveitar melhor sua energia, primeiro descem e depois sobem e o desnível é muito menor do que em uma passarela. Neste documento, porém, não vamos abordar sobre túneis e passarelas.

Outra situação comum e perigosa para quem utiliza qualquer tipo de veículo — como sempre, toda situação perigosa é mais prejudicial para pedestres e bicicletas — são as interseções com rotatórias do tipo “hamburger”, cuja pista principal corta a rotatória, invertendo a prioridade.



Figura 20: Rotatória hambúrguer em Almirante Tamandaré, Paraná. Fonte: Google Earth.

Quando utilizada sem semáforos, este tipo de cruzamento nem mesmo representa uma interseção para quem circula por uma rodovia e pode passar despercebida. Nos termos do conceito de *Via Autoexplicativa (Self-Explaining Road)*, que esse design de rotatória não a torna facilmente reconhecível enquanto uma alça de acesso e cruzamento e que isto não sustenta as expectativas e condutas adequadas dos usuários (Wegman e Aarts, 2006; Charlton *et al.*, 2011¹²). Ainda, mesmo quando devidamente iluminada e

¹² CHARLTON, Samuel G; MACKIE, Hamish W; BAAS, Peter H; HAY, Karen; MENEZES, Miguel; DIXON, Claire. Using endemic road features to create self-explaining roads and reduce vehicle speeds. **Accident**

sinalizada. Pois, é necessário também levar em conta que a sinalização é o último recurso na gestão de risco, pois ela pode não ser percebida ou deliberadamente ignorada (Weller *et al.*, 2011). Devido a estes problemas e ao fato de ser impossível cruzar a rodovia em duas etapas, o que demanda maior capacidade cognitiva e motora na realização da tarefa de travessia, impactando ainda mais as pessoas idosas e crianças, conclui-se que este tipo de rotatória deve ser abandonado, neste contexto rodovia, sendo adotados outros modelos.

Para situações como estas são indicados desenhos rodo-ciclo-viários com base nos exemplos apresentados a seguir. Estes são modelos adotados nos Países Baixos, onde redefiniram o design para modelos menos intrusivos que uma rotatória, porém, sem perder suas vantagens em termos de segurança: deflexão para redução da velocidade e possibilidade de cruzar um fluxo e um sentido por vez.



Figura 21: Ilustração esquemática de uma interseção holandesa “Vorrangspoor”. Fonte: Internet, s.n.t.



Figura 24: Interseção holandesa com túnel para pedestres e bicicletas. Fonte: Google Earth.



Figura 23: Interseção holandesa de pequena escala, em ambiente urbano, com travessias em nível. Fonte: Internet, s.n.t.

Nota-se em todos esses exemplos acima, que há uma calçamento acessível por rampa na parte interior das rotatórias e em outras curvas. Elas correspondem a superlargura para veículos longos. Quando construída dessa forma, é denominada “mountable truck apron” ou “área de sobreposição”. Essa é uma característica no design que é adotada a fim de manter a pista o mais estreita possível, para que automóveis não excedam a velocidade, porém, oferecendo ainda acessibilidade para veículos de grande porte.



Figura 24: Exemplo de área de transposição para veículos longos. Fonte: Internet, s.n.t.
Qualidade do Pavimento das Ciclovias

Outra característica no design se trata da qualidade do pavimento das ciclovias. Na foto, observa-se que o asfalto é bastante ondulado no passeio compartilhado da Av. Fredollin Wolf em Curitiba.



Figura 25: Asfalto ondulado em passeio compartilhado.

Esta característica representa um problema pois gera vibrações, reduzindo o nível de serviço da via, o que pode ser avaliado pelo Índice de Irregularidade do Pavimento (IRI, em inglês, International Roughness Index), “um número que quantifica a intensidade que determinados comprimentos de onda comparecem no perfil de uma trilha” (Laboratório de Dinâmica e Simulação Veicular¹³).

Além de largura adequada para comportar ciclistas pedalando lado-a-lado e ainda haver espaço para ultrapassagens, o pavimento deve possuir superfície de boa qualidade, sem ondulações excessivas. Um pavimento muito irregular, com baixo nível de serviço, quando se trata da mobilidade ativa, ou seja, aquela cuja energia é humana, exige muito mais esforço físico de quem se desloca. Uma superfície ondulada, de má qualidade, deve desencorajar muitas pessoas a utilizar a ciclovia, em especial ciclistas de alto rendimento.

Outra característica essencial são os acessos às ciclovias. Estes devem possuir transição suave, preferencialmente sem degraus ou guias-rebaixadas, como pode-se observar nas imagens a seguir:

¹³ LDSV [Laboratório de Dinâmica e Simulação Veicular]. O que é Índice de Irregularidade? Em: **Estudo da Interação Dinâmica de Veículos em Pavimentos Irregulares**. Departamento de Engenharia Mecânica. Universidade de São Paulo. 2014. Disponível em: <http://www.usp.br/ldsv/?page_id=219>. Acesso em 22/03/2019.



Figura 21: Situação comum (esq.): guia-rebaixada com degrau acentuado. Fotomontagem (dir.): acesso readequado com preenchimento em CBUQ. Fonte: Cicloiguaçu (2015) ¹⁴

Por fim, vale lembrar que muitas das situações aqui descritas já são abordadas pela Instrução de Projeto Rodoviário IPR-740 - Manual de Projeto Geométrico de Travessias Urbanas, e, portanto, são mandatárias para a prática de projeto, exceto quando justificado a favor da segurança.

¹⁴ CICLOIGUAÇU [Associação de Ciclistas do Alto Iguaçu]. Infraestrutura cicloviária entre Parque Barigui e Praça do Japão. **Relatório de Visita Técnica Cicloiguaçu**. Apresentado em Reunião Mensal com Ciclistas da Secretaria Municipal de Trânsito [Setran] de Curitiba, outubro, 2015.