

Organização do espaço dos ciclistas em rotatórias.

Telmo Terumi Teramoto¹

¹Organização ACESSO, Rua Carolina Germano Kokol, 313, Vila Santa Isabel, Campinas, São Paulo, CEP 13084-600, 19 3381-0467, telmo.teramoto@orgacesso.org.br.

RESENHA

O presente trabalho apresenta diversos estudos relacionados aos efeitos das rotatórias e o tráfego de ciclistas, assim como propostas de organização do espaço de circulação dos ciclistas nas rotatórias.

PALAVRAS-CHAVE

Rotatórias, bicicletas, ciclistas, conflitos, soluções.

INTRODUÇÃO

Grande parte da literatura sobre rotatórias declara que elas são mais seguras que os demais tipos de interseções. No entanto quando as rotatórias são avaliadas do ponto de vista da segurança dos ciclistas, apesar de haver alguns trabalhos concordando com essa característica das rotatórias, existem outros resultados indicando que a rotatória pode não ser o tipo de interseção mais adequado para os usuários de bicicletas.

Este trabalho tem como objetivo discutir as principais consequências, assim como apresentar algumas propostas que visam à diminuição de conflitos e acidentes decorrentes da adoção de rotatórias como elemento de organização de interseções.

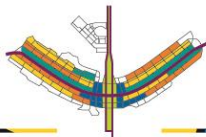
DIAGNÓSTICO, PROPOSIÇÕES E RESULTADOS

Segundo Brüde e Larsson (2000), dentre as rotatórias suecas por eles estudadas, as que possuíam **mais de uma faixa** apresentaram maior número de acidentes envolvendo ciclistas do que aquelas com apenas uma faixa. Estes autores declararam que o processamento estatístico indicou que o fator de maior efeito no número de acidentes envolvendo ciclistas nas rotatórias estudadas, à parte do número de veículos motorizados e de ciclistas, foi o número de faixas.

Hels e Orozova-Bekkevold (2007), no seu estudo de rotatórias na Dinamarca, apresentam resultados estatísticos que indicam que o número de acidentes registrados no hospital da cidade de Odense envolvendo bicicletas e veículos motorizados e a **velocidade potencial de circulação** nas rotatórias estudadas são variáveis diretamente proporcionais. A velocidade potencial foi estimada em função das características geométricas das rotatórias.

Segundo o estudo de Hydén e Várhelyi (2000), que avalia os resultados da implantação de rotatórias na cidade sueca de Växjö, o **deslocamento lateral** que as rotatórias impõem aos motoristas tem grande importância na velocidade de aproximação dos carros.

De acordo com esses autores, a partir de 2 metros de deslocamento lateral o efeito de redução de velocidade foi grande, sendo que para deslocamentos maiores as velocidades médias se mantiveram aproximadamente no mesmo nível (30 a 35 km/h). Declaram também que o número de acidentes com ferimentos envolvendo automóveis e bicicletas teve uma redução estimada de 60% (baseada na observação do número de ocorrências de conflitos sérios), enquanto que a estimativa de acidentes com feridos envolvendo apenas automóveis aumentou em 12%. Para esses autores a redução do risco estimado de acidentes com ferimentos está diretamente relacionada com a redução da velocidade de aproximação. Segundo os autores, as rotatórias avaliadas tinham, em geral, apenas uma faixa e diâmetro interno entre 4 e 18 metros.



De acordo com suas análises de regressão, Brüde e Larsson (2000) afirmaram que as rotatórias estudadas com **ilhas centrais de raio maior que 10 metros** eram mais seguras para ciclistas do que as com raio menor que esse valor. Esse trabalho também apresenta uma pesquisa com veículos motorizados em rotatórias, sugerindo valores de ilhas centrais entre 10 metros e 25 metros - segundo os autores, rotatórias com raios menores ou com raios maiores que esses valores permitem uma trajetória mais direta, com menor redução de velocidade.

O artigo de Schoon e Van Minnen (1994), citado por vários outros autores, apresenta os resultados e análises do estudo da implantação de mais de 180 rotatórias nos Países Baixos. Esses autores informam que, em geral, as rotatórias implantadas tinham apenas uma faixa, diâmetro externo de 30 metros e aproximação radial. **A bicicleta apresentou reduções significativamente menores que os demais modos**, sendo que os pedestres e carros obtiveram as maiores reduções, respectivamente nos casos de acidentes e feridos.

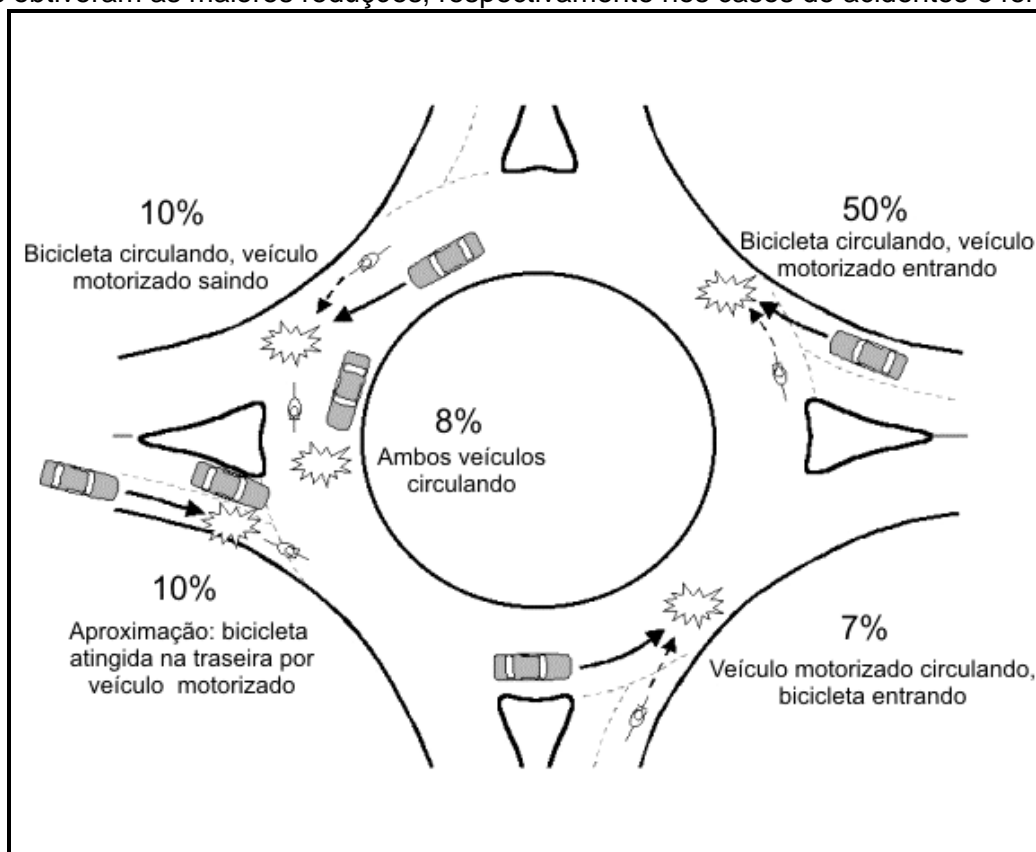


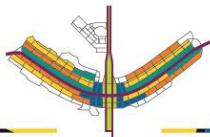
Figura 1: Principais tipos de acidentes envolvendo bicicletas em rotatórias.

Fonte: Adptada de Galway Cycling Campaign, 2001, baseado nos dados de Layfield; Maycock, 1986.

A figura 1 é um desenho esquemático, baseado no trabalho de Maycock e Hall (1984), sobre 84 rotatórias britânicas, citado por Layfield; Maycock (1986), dos principais tipos de acidentes envolvendo bicicletas e das suas respectivas participações em relação ao total de acidentes.

AASHTO (1999), Danish Road Directorate (2000) e Transport for London Street Management (2005) também afirmaram que a maioria dos acidentes com bicicletas ocorrem entre bicicletas circulando e veículos motorizados entrando nas rotatórias.

Layfield e Maycock (1986) apresentam outros dados do trabalho de Maycock e Hall



(1984), indicando que o número de acidentes com feridos nas rotatórias estudadas foi mais de 10 vezes maior no caso de envolvimento com bicicletas do que com veículos motorizados. No caso de interseções semaforizadas esse valor foi de 3 a 4 vezes maior. No entanto esses autores salientam que as diferenças entre o envolvimento em acidentes com ferimentos para os diferentes tipos de veículos podem ser devido às diferenças de vulnerabilidade à ferimentos desses veículos - sem dados sobre acidentes sem ferimentos não é possível dizer que as rotatórias façam com que os condutores de bicicleta tenham mais risco de se ferirem do que os condutores de veículos motorizados.

Transport for London (2005) afirma que os registros das grandes rotatórias convencionais da Grã Bretanha indicam que a probabilidade de ciclistas se envolverem em acidentes é 14 vezes maior do que a probabilidade de condutores de outros veículos.

Daniels e Wets (2005) apresentam um panorama sobre os tipos de projetos cicloviários em rotatórias. As figuras 2, 3 e 4 são desenhos esquemáticos dos tratamentos apresentados por esses autores. A figura 2 apresenta uma **rotatória sem tratamento específico para bicicletas**, ou seja, onde estas compartilham a via com os demais veículos.

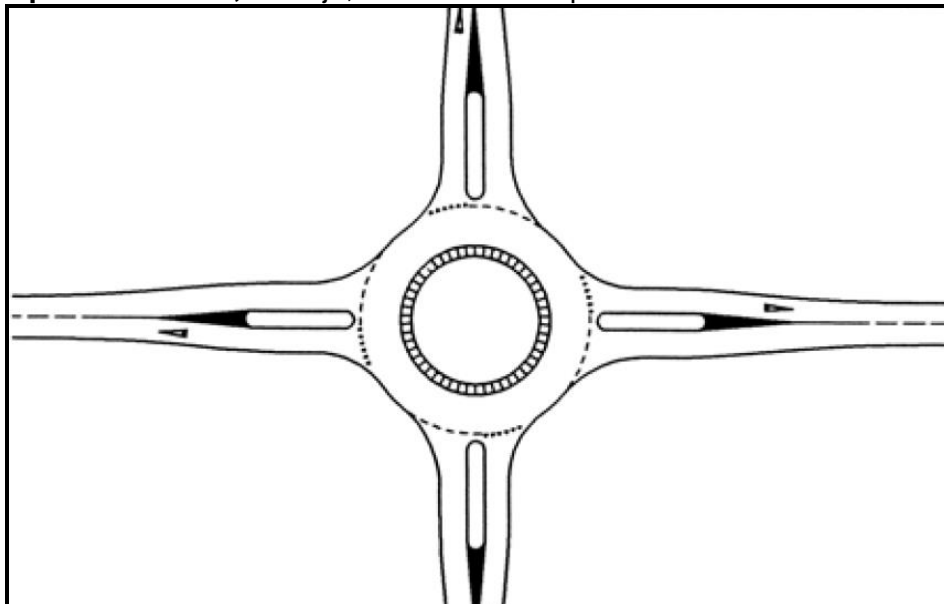


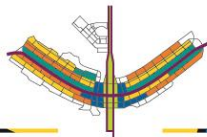
Figura 2: Rotatória com tráfego compartilhado.

Fonte: Crow, 1998 citado em Daniels; Wets, 2005.

Hydén e Várhelyi (2000) comentam ser importante dar atenção especial aos casos de vias com ciclofaixas que se interligam com rotatórias que não apresentam ciclofaixa no seu interior. Para esses autores a transição da ciclofaixa com a rotatória deve ser projetada com cuidado, sugerindo que o compartilhamento da via deve ser iniciado antes da rotatória.

Para esses autores o compartilhamento da via funciona bem em velocidades abaixo da faixa de 30 a 35 km/h e que em uma das rotatórias estudadas, de dimensões relativamente grandes, com diâmetro da ilha interna de 24m, o princípio do compartilhamento da via não funcionou bem.

AASHTO (1999) afirma que, em rotatórias com uma faixa de circulação e velocidade de circulação em torno de 20 km/h, poucos impactos negativos na segurança dos ciclistas foram observados no caso de tráfego compartilhado. Sugere que ciclofaixas que se direcionem a esse tipo de rotatória devam ser interrompidas a uma distância de 10 a 20 metros antes da rotatória.



Segundo Danish Road Directorate (2000), em rotatórias em vias com limites de velocidade entre 30 e 50 km/h, com baixo volume de veículos e com uma faixa de circulação, os ciclistas devem compartilhar o tráfego com os demais veículos. Infelizmente não define numericamente para quais fluxos de veículos se aplica essa orientação.

A figura 3 apresenta uma **rotatória com ciclofaixa adjacente**. Daniels e Wets (2005) comentam que nesse caso existem grandes chances de existirem conflitos entre bicicletas e veículos motorizados realizando conversão à direita (saindo da rotatória) - podem ocorrer sérios conflitos, em especial, entre caminhões e bicicletas quando estes se encontram muito próximos, devido à visão limitada dos condutores de caminhões em virtude dos “pontos cegos” no momento da conversão à direita.

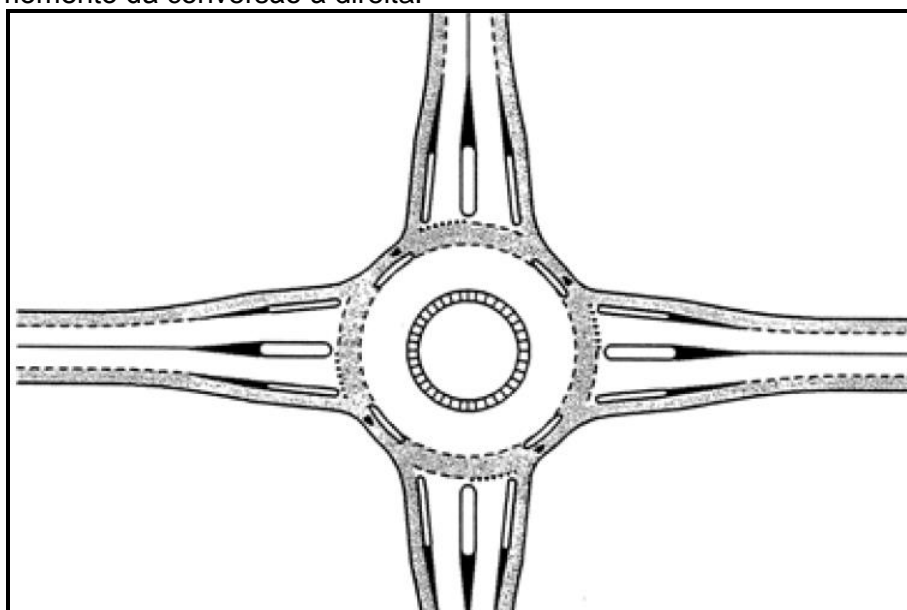


Figura 3: Rotatória com ciclofaixa adjacente.

Fonte: Crow, 1998 citado em Daniels; Wets, 2005.

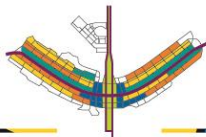
O quadro 1 apresenta os dados de Schoon e Van Minnen (1994) para o número médio de feridos por rotatória por ano para três tipos de estruturas ciclovárias, de acordo com alguns tipos de transporte.

Quadro 1 - Número médio de feridos por rotatória por ano para três tipos de estruturas ciclovárias, de acordo com o modo de transporte (bicicleta, ciclomotor e carro)

Modo de transporte	Tipo de estrutura ciclovária da rotatória		
	Tráfego compartilhado	Ciclofaixa	Ciclovía
Bicicleta	0,1	0,4	0,03
Ciclomotor	0,1	0,2	0,02
Carro de passageiro	0,05	0,03	0,04

Fonte: Schoon; Van Minnen, 1994.

Os dados para carros de passageiros apresentaram pouca variação no número de feridos para os três tipos de estruturas ciclovárias. A ciclovía aparece como a estrutura



ciclovária com menor número de feridos entre os usuários de bicicletas, sendo menor que 1/3 do número de feridos de rotatórias com tráfego compartilhado e menor que 1/10 do número equivalente em rotatórias com ciclofaixa. **É importante notar que para bicicletas o número de feridos em rotatórias com ciclofaixas foi maior do que em rotatórias com tráfego compartilhado.**

Esse fato talvez possa ser causado pelos erros do tipo “olhou, mas não viu” (Herslund e Jørgensen, 2003). Segundo esse conceito, um determinado motorista que olha para a faixa de veículos motorizados numa rotatória, ao não ver um veículo motorizado ou avaliando que este está a uma distância segura, pode simplesmente não perceber um ciclista na ciclofaixa e, mesmo este estando próximo, entrar na rotatória causando um acidente. Esses autores salientam que comportamentos errôneos adquiridos por experiência podem ser difíceis de tratar através de esforços educacionais. Dão como sugestão implementar o tráfego compartilhado em vez de separá-lo, com o intuito de fazer com que os ciclistas se tornem mais “visíveis”, já que estariam mais próximos dos veículos motorizados. Lembrem, no entanto, que não conhecem todos os resultados possíveis e que mais dados são necessários para chegar a conclusões definitivas.

Segundo Dijkstra (2005), dentre as rotatórias estudadas, o número de feridos em rotatórias com ciclofaixas e com tráfego compartilhado foi aproximadamente igual, tanto em número totais de feridos como em número de feridos conduzindo bicicletas e ciclomotores. Já as rotatórias com ciclovias apresentaram um número consideravelmente menor de feridos, tanto em termos de totais de feridos como em número de feridos conduzindo bicicletas e ciclomotores. **Baseado nesses dados Dijkstra (2005) desaconselha a implantação de ciclofaixas em rotatórias.**

De acordo com Schoon e Van Minnen (1994), rotatórias que tiveram suas **ciclofaixas pintadas na cor vermelha** apresentaram números de acidentes e números de ciclistas feridos menores que rotatórias com ciclofaixas sem pintura.

A figura 4 apresenta uma rotatória com o que Daniels e Wets (2005) denominam de **ciclovía separada, onde a preferência é dos condutores de bicicleta**. O uso do termo “separada” pode parecer ser um caso de redundância, mas interpretou-se que nesse caso se refere ao fato da ciclovía, além de estar segregada do tráfego dos demais veículos, estar “separada” da rotatória na medida em que a distância entre o diâmetro externo da rotatória e o diâmetro interno da ciclovía é de alguns metros.

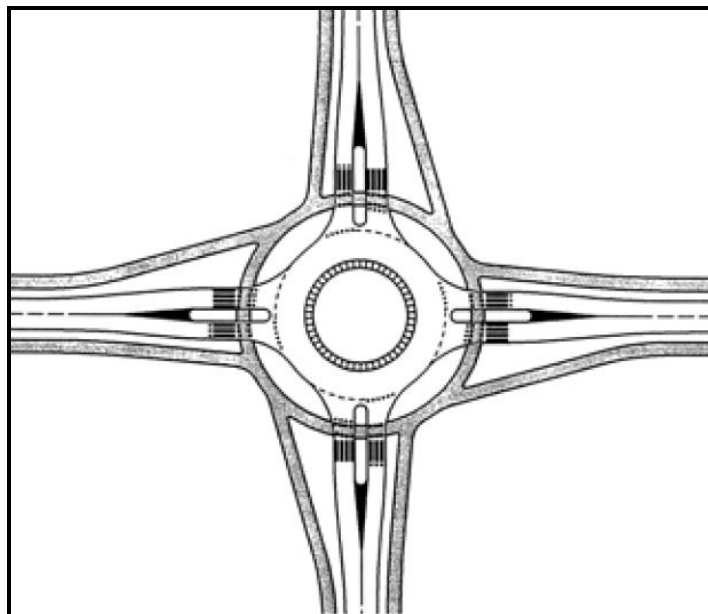
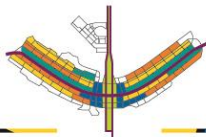


Figura 4: Rotatória com ciclovia separada, com preferência para ciclistas.
Fonte: Crow, 1998 citado em Daniels; Wets, 2005.

De acordo com as análises de regressão de Brüde e Larsson (2000) foi mais seguro para os ciclistas transpor as rotatórias utilizando **cruzamentos específicos para bicicletas, separados das rotatórias**, do que trafegar pelas faixas de uso compartilhado, visto que no primeiro caso os condutores dos veículos **motorizados podiam esperar o cruzamento dos ciclistas e ao mesmo tempo permitir o fluxo dos demais veículos na rotatória**. Esses autores declararam haver indícios de outros estudos de que a melhor distância entre o cruzamento de bicicletas e a rotatória em si poderia ser entre 2 e 5 metros, mas que deveriam ser feitos estudos mais aprofundados.

Na figura 5 é possível verificar que entre o limite externo da faixa de circulação dos veículos motorizados e a ciclovia (pintada de vermelho) há um espaço que permite o tipo de manobra acima citada.



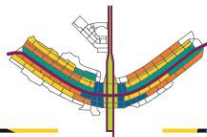


Figura 5: Rotatória nos Países Baixos.

Fonte: Dijkstra et al., 1998.

Daniels e Wets (2005) consideram que nesse caso o número de conflitos entre bicicletas e veículos motorizados é menor, pois entendem que os condutores dos veículos motorizados estão mais cientes da presença das bicicletas em virtude do fato das **trajetórias serem mais perpendiculares**.

De acordo com Räsänen e Summala (2000) a idéia do cruzamento de bicicletas ser afastado da rotatória é permitir que os motoristas façam uma **aproximação de duas fases**, onde estes poderiam se concentrar primeiro nos ciclistas (e pedestres) e depois apenas nos veículos motorizados.

Schoon e Van Minnen (1994) concluíram, **para rotatórias com circulação de mais de 8.000 veículos motorizados por dia, que as ciclovias são as estruturas cicloviárias mais seguras. Abaixo desse valor declaram que não encontraram evidências sobre qual estrutura cicloviária deveria ser implantada**, pois as diferenças não foram significativas, mesmo para a condição de tráfego compartilhado.

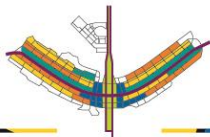
Transport for London (2005) afirma que as grandes rotatórias apresentam um grande problema para os ciclistas e que nesse caso as opções mais efetivas são a regulamentação através de semáforos e a implementação, no caso de fluxos totais de mais de 25.000 veículos por dia, de ciclovias separadas, com semáforos para pedestres e ciclistas nos seus cruzamentos com as alças das rotatórias.

No trabalho de De Brabander e Vereeck (2007), foram estudadas os efeitos na segurança em rotatórias, na Bélgica, de acordo com os **limites de velocidades**, assim como da **signalização pré-existente** das interseções transformadas em rotatórias. Esses autores apresentam dados sobre o total de acidentes com feridos para rotatórias e os acidentes envolvendo usuários vulneráveis das vias – que são considerados como sendo pedestres, condutores de bicicletas, ciclomotores e motocicletas. No caso da implantação de rotatórias em interseções anteriormente semaforizadas, em rotatórias onde os limites de velocidades das vias eram de 50 km/h, tanto nas vias principais como nas secundárias, apesar da redução total de acidentes com feridos ter sido de 36%, **os acidentes envolvendo apenas os usuários vulneráveis aumentaram em 28%**.

De Brabander e Vereeck (2007) concluíram que interseções semaforizadas são mais seguras que rotatórias para usuários vulneráveis que costumam trafegar por vias e interseções de velocidades em torno de 50km/h.

Danish Road Directorate (2000), baseando-se principalmente em trabalhos e experiências dinamarquesas, apresenta uma série de orientações sobre conceitos cicloviários em rotatórias. De acordo com esse trabalho, não é aconselhável o tráfego de bicicletas em rotatórias com mais de uma faixa, quer sejam nas áreas de circulação, quer sejam nas entradas ou saídas destas. Aconselha que as faixas de entrada não devam ter largura maior que 3,5 metros sendo que em rotatórias pequenas e médias essa largura pode ser menor. Faixas de saída não devem ser mais largas que 4 metros.

Danish Road Directorate (2000) sugere que áreas com pavimentação diferenciada possam ser instaladas nas partes externas das ilhas centrais de tal maneira que permitam manobras de veículos de emergência ou veículos grandes e que ao mesmo tempo não estimulem a sua utilização por veículos como carros de passageiros. Transport for London (2005) e Vélo Québec (2003) também sugerem que esse **tipo de estrutura facilita a**



adoção de rotatórias com faixas de circulação mais estreitas. As figuras 6, 7 e 8 apresentam exemplos desse tipo de estrutura.



Figura 6: Área de transposição (1).
Fonte: www.wsdot.wa.gov



Figura 7: Área de transposição (2).
Fonte: www.swov.nl



Figura 8 : Caminhão sobre área de transposição.
Fonte: www.wsdot.wa.gov

Transport for London (2005) apresenta algumas orientações gerais sobre rotatórias com vistas à segurança dos usuários de bicicletas, também definidas neste trabalho como **rotatórias “continentais”**:

- faixas únicas de entrada e saída com larguras entre 4 a 5 metros, com o mínimo de alargamento possível na transição destas com as rotatórias propriamente ditas e preferencialmente radiais (perpendiculares) em relação ao centro da rotatória, em vez de tangenciais.

- faixas de circulação únicas com largura entre 5 e 7 metros.
- ilha central com diâmetro de 16 a 25 metros.
- diâmetro externo de 25 a 35 metros.

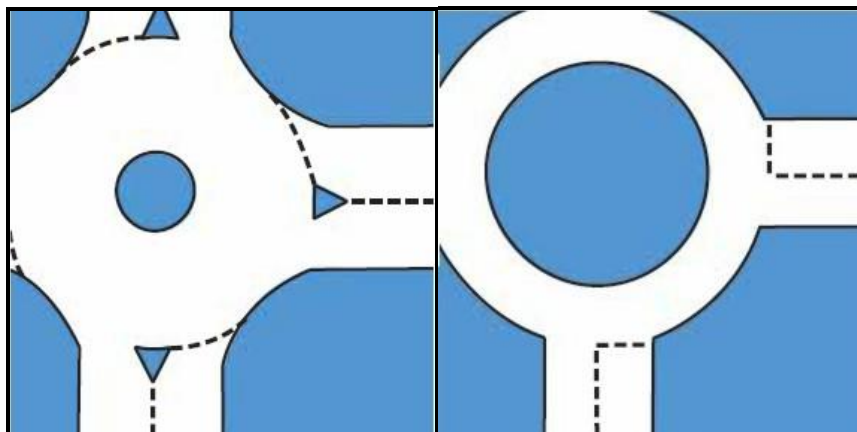
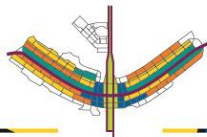


Figura 9: Rotatórias, Convencional e “Continental”.

Fonte: Lawton et al., 2003.

A figura 9 apresenta desenhos esquemáticos para rotatórias. A imagem à esquerda representa uma rotatória convencional projetada com vistas ao fluxo de veículos motorizados e a imagem à direita representa uma rotatória “continental”.

Vélo Québec (2003) afirma que ilhas centrais com vegetação obstruem a visão do tráfego no lado oposto destas obrigando motoristas a diminuírem a velocidade. Sugere também que as ilhas centrais não devam possuir características (por exemplo fontes e estátuas) que atraiam pedestres ou ciclistas em sua direção.

CONCLUSÕES

Foram apresentados dados e análises de diversos trabalhos com relação à segurança dos condutores de bicicletas em rotatórias. No entanto, estes estudos analisaram, na maioria dos casos, variáveis diferentes, de modo que não é possível definir com exatidão se as rotatórias são, para estes usuários, mais seguras ou não que outros tipos de interseções. Outro ponto que dificulta a avaliação é o fato dos trabalhos serem referentes a diferentes países, com diferentes quantidades de condutores de bicicletas e diferentes padrões de relacionamento entre os motoristas e estes.

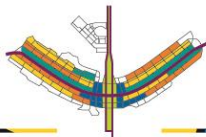
Apesar dessas dificuldades, segundo os trabalhos apresentados, parece haver indícios de que as rotatórias apresentaram menos benefícios em relação à segurança dos condutores de bicicletas que dos condutores de veículos motorizados.

É importante salientar que as orientações e informações sobre as rotatórias de alguns trabalhos não devem ser encaradas como regras a serem seguidas, mas sim, como indicativos. Além das dificuldades já citadas sobre a avaliação dos resultados desses dados, eventuais outras consequências precisam ser analisadas com cuidado, visto que podem prejudicar a segurança não só dos ciclistas, mas de outros usuários da rotatória em questão.

O autor espera que esse trabalho ajude a fomentar a discussão sobre o tema e que mais estudos sejam realizados no Brasil.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AASHTO. **Guide for the development of bicycle facilities**. Washington: American Association of State Highway and Transportation Officials, 1999



BRÜDE, U.; LARSSON, J. What roundabout design provides the highest possible safety? **Nordic Road and Transport Research**, v. 12, n. 2, p.17-21, 2000.

CROW. **Eenheid in rotondes**: publicatie 126. Ede, the Netherlands: 1998.

DANIELS, S.; WETS, G. Traffic safety effects of roundabouts: a review with emphasis on bicyclist's safety. In: ICTCT 2005 Workshop, 2005, Helsinki. **Proceedings...** Helsinki, 2005.

DANISH ROAD DIRECTORATE. **Collection of Cycle Concepts**. Danish Road Directorate, 2000. Disponível em: <<http://www.cities-for-cyclists.org/dokumenter/cycon.pdf>>.

DE BRABANDER, B.; VEREECK, L. Safety effects of roundabouts in Flanders: signal type, speed limits and vulnerable road users. **Accident Analysis and Prevention**, 2007.

DIJKSTRA, A. **Rotondes met vrijliggende fietspaden ook veilig voor fietsers?: R-2004-14**. Leidschendam, The Netherlands: SWOV, 2005.

DIJKSTRA, A. et al. **Best practice to promote cycling and walking - Analysis and Development Of New Insight into Substitution of short car trips by cycling and walking (ADONIS)**. Copenhagen: Danish Road Directorate, 1998. Disponível em: <<http://www.vejdirektoratet.dk/dokument.asp?page=document&objno=7134>>.

GALWAY CYCLING CAMPAIGN. **Multilane Roundabouts**: an Information Sheet. 2001. Disponível em: <http://www.eirbyte.com/gcc/info/roundabouts.html#_ftnref9>.

HELST, T.; OROZOVA-BEKKEVOLD, I. The effect of roundabout design features on cyclist accident rate. **Accident Analysis and Prevention**, v. 39, n. 2, p. 300-307, 2007.

HERSLUND, M.-B.; JØRGENSEN, N. O. Looked-but-failed-to-see-errors in traffic. **Accident Analysis and Prevention**, v. 35, n. 6, p. 885–891, 2003.

HYDÉN, C.; VÁRHELYI, A. The effects on safety, time consumption and environment of large scale use of roundabouts in an urban area: a case study. **Accident Analysis & Prevention**, v. 32, n. 1, p. 11-23, 2000.

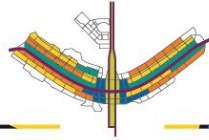
LAWTON, B. J. et al. **Cyclists at 'continental' style roundabouts**: report on four trial sites: TRL Report 584. Transport and Road Research Laboratory, 2003.

LAYFIELD, R. E.; MAYCOCK, G. Pedal-cyclists at roundabouts. **Traffic Engineering and Control**, v. 27, n. 6, p. 343-349, 1986.

MAYCOCK, G; HALL, R. D. **Accidents at 4-arm roundabouts**: TRRL Report 1120. Crowthorne: Transport and Road Research Laboratory, 1984.

RÄSÄNEN M.; SUMMALA, H. Car drivers' adjustments to cyclists at roundabouts. **Transportation Human Factors**, v.2, n. 1, p. 1–17, 2000.

SCHOON, C.; VAN MINNEN, J. The safety of roundabouts in The Netherlands. **Traffic Engineering and Control**, v. 35, n. 3, p. 142–148, 1994.



TRANSPORT FOR LONDON STREET MANAGEMENT. **Pedal cyclist casualties in Greater London.** London Road Safety Unit, 2005.

VÉLO

QUÉBEC. **Technical handbook of bikeway design.** 2. ed. Vélo Québec, 2003.