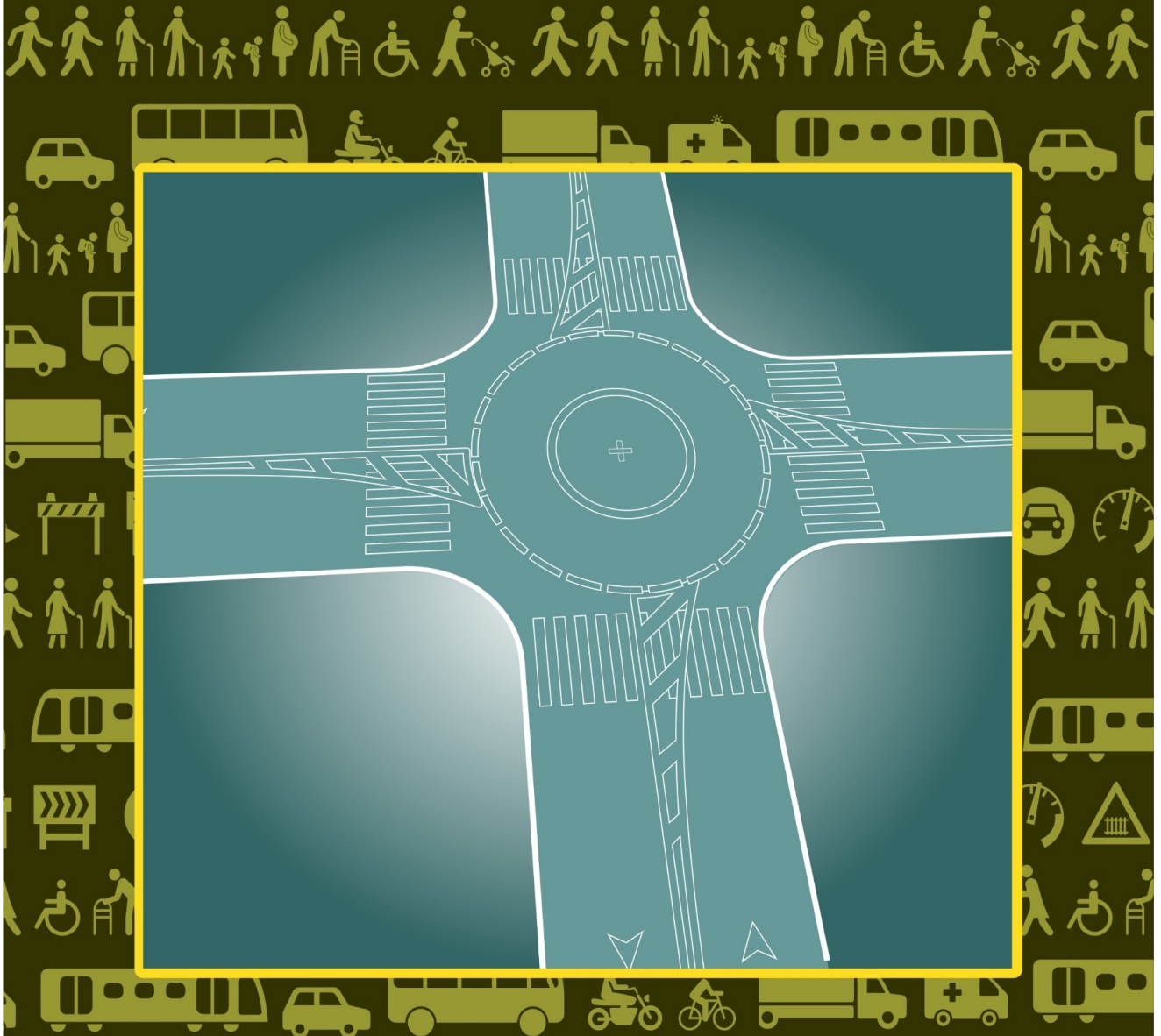




Companhia de Engenharia de Tráfego



# Nota Técnica 284

Antônio Sérgio Barnabé

José Carlos Gonçalves

## A Moderna Minirrotatória

Junho/2023

## INTRODUÇÃO

A minirrotatória é um dispositivo de segurança utilizado em interseções com o objetivo de ordenar os fluxos veiculares, diminuindo os pontos de conflitos, reduzir as velocidades de aproximação e, em consequência, reduzir os acidentes de trânsito. Ela é definida por um círculo rodeado de tachões, inscrito no centro da interseção. Os projetos se resumem basicamente em pintura de solo com o objetivo de melhor orientar os motoristas. Veja as imagens abaixo:



**Figura 1: Minirrotatória na Av. Jacutinga x Rua Gaivota**



**Figura 2: Minirrotatória na Rua Steinen**

Fonte: GST/CET

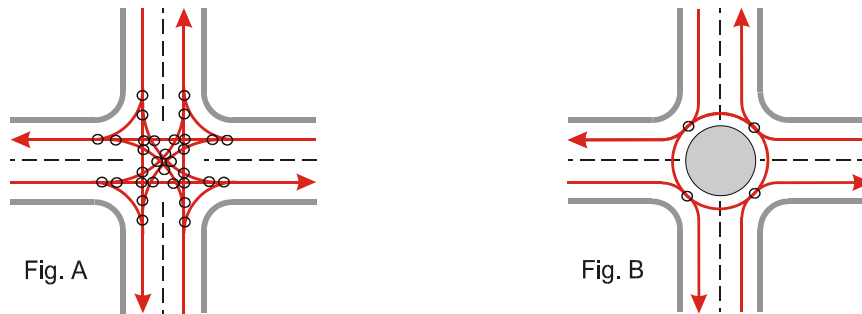
Em 23 de dezembro de 1979 a CET implantou o primeiro projeto piloto de minirrotatória na malha viária de São Paulo, visando reduzir os pontos de conflitos e reduzir os acidentes.

Antes de sua implantação, tinha-se a curiosidade de saber se os motoristas contornariam o círculo definido pela rotatória e se eles reduziram a velocidade de seus veículos ao se aproximarem dela.

As respostas foram positivas. Embora fosse uma geometria diferente para os motoristas, o índice de desrespeito foi baixo (cerca de 10%); quanto à redução das velocidades, os resultados foram excelentes: o motorista que antes trafegava (em média) a 60 km/h reduziu para 35 km/h. Em São Paulo existem hoje mais de 1.000 minirrotatórias em operação.

## 1. O segredo da minirrotatória – Redução de velocidades e conflitos

A Fig. A mostra 32 pontos de conflitos gerados em uma interseção com duplo sentido de direção nas quatro aproximações e a fig. B, com a minirrotatória, mostra a mesma interseção com os pontos de conflito reduzidos a 4 e com os veículos em baixa velocidade.



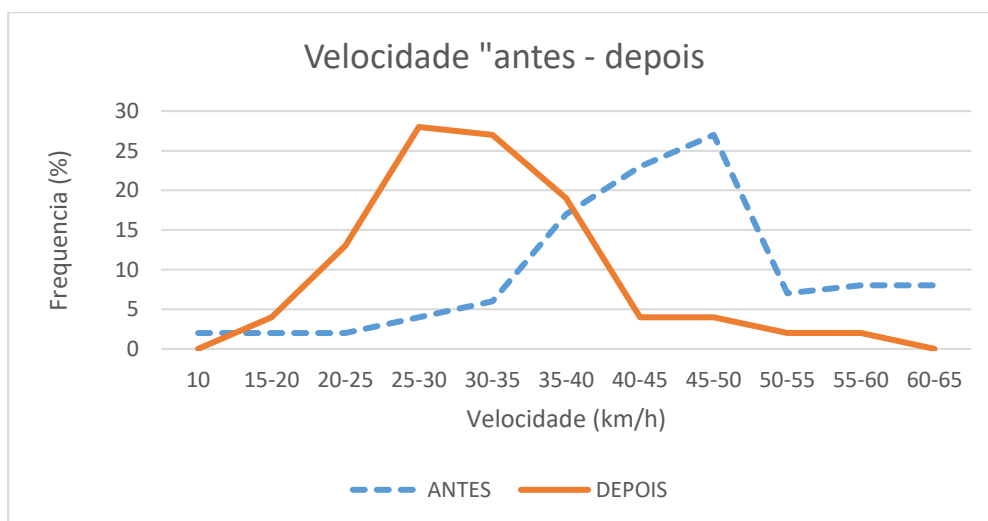
## 2. Velocidades

Com a instalação das minirrotatórias ocorre a queda das velocidades nas interseções. Além disso, nos casos de vias com aproximações preferenciais, há um favorecimento para os movimentos considerados secundários, antes prejudicados, já que a implantação do dispositivo tornou a oportunidade de acesso e entrelaçamento na minirrotatória igual em todas as aproximações.

O gráfico seguinte mostra, como consequência, a redução das velocidades medidas em uma interseção após a implantação de uma minirrotatória.

### Dados comparativos de velocidades - “antes – depois”

Gráfico 1: Dados comparativos antes e depois da Rua Carlos Steinen com Rua Thomas Carvalhal



Houve diminuição sensível das velocidades instantâneas e das velocidades médias, que caíram de 45 km/h antes para 32 km/h depois.

### 3. Redução dos acidentes

Para verificar o impacto da instalação de minirrotatórias na redução dos acidentes, foi elaborada uma avaliação do tipo antes - depois com um conjunto de 88 interseções que receberam esse tipo de dispositivo de segurança no ano de 1997. Nesse sentido, foram comparados os números de acidentes ocorridos em 1996 com os acontecidos em 1998, como mostra a tabela a seguir:

**Tabela 01: Comparativo de acidentabilidade antes e depois.**

Tipo de acidente	1996	1998	Varição
Com vítimas não pedestres	44	9	35 ( -80%)
Atropelamentos	5	0	5 ( -100%)
Sem vítimas	312	71	241 ( -77%)
<b>Todos</b>	<b>361</b>	<b>80</b>	<b>281 ( -78%)</b>

A redução dos acidentes foi muito significativa. O número total de acidentes diminuiu 78% com a implantação de minirrotatórias nas interseções citadas.

### 4. Analisando uma interseção

Ao analisar uma interseção, o ideal é começar fazendo consultas aos moradores e/ou comerciantes do local, pois eles fornecerão ao técnico, informações básicas que normalmente são difíceis de detectar, mesmo após uma longa observação. Descobre-se a frequência dos tipos de acidentes, dos veículos que trafegam com excesso de velocidade, etc. Finda a consulta, deve-se verificar os seguintes aspectos.

#### 4.1 - Volume veicular

Como parâmetro, para uma interseção simples (com vias de aproximadamente 10m de largura) ortogonal com duplo sentido de tráfego em todas as aproximações, a soma de todos os veículos pode variar entre 1200 a 1400 por hora pico. A minirrotatória atenderá a demanda veicular normalmente, porém deve-se sempre realizar uma análise da capacidade, simulando o projeto em campo, conforme segue:

Simular o projeto em campo nas “horas pico” é tão importante ou até mais preciso do que trabalhar com contagens veiculares, pois ao analisar o comportamento em tempo real, o projetista também poderá fazer os ajustes necessários por falta de levantamento topográfico, por exemplo.

Figura 03: Rua Agamenon Pereira com Rua Manuel Vitor de Jesus -Jardim Nakamura



<https://www.youtube.com/watch?v=t2OEIitrBhw>

Uma simulação montada apenas com cones dificulta a percepção do motorista, provocando dúvidas referentes à circulação proposta.

Para uma simulação mais próxima do real, desenha-se (com cal) a geometria proposta em verdadeira grandeza, obtendo detalhes muito próximos do projeto, fazendo ajustes quando necessário e **analisando a capacidade veicular quando efetuada nos períodos de "hora pico"**.

Documentar com fotos e filmagens torna-se fundamental para futuras análises, com estudos comparativos "antes – depois", divulgação, elaboração de relatórios etc.

Figuras 04 e 05: Rua Manuel Vitor de Jesus com Rua Valentim correia Pais - Jardim Nakamura



Fonte: GST/CET

Os fluxogramas veiculares abaixo, representam os volumes de duas interseções que podem ser utilizados para análise comparativa de outras interseções com as mesmas características físicas.

Figura 06: Rua Carlos Steinen com Rua Thomas Carvalhal - <https://youtu.be/7wIXiavs6s0>.

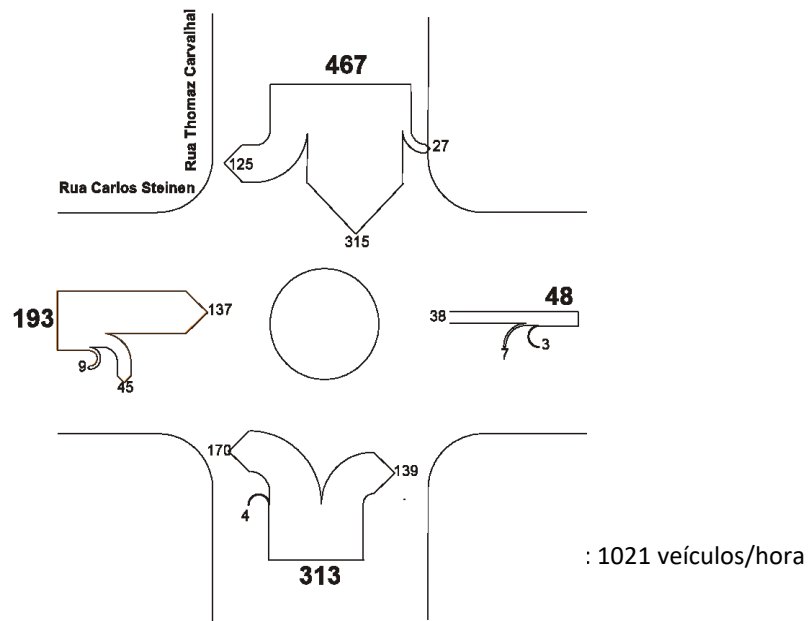
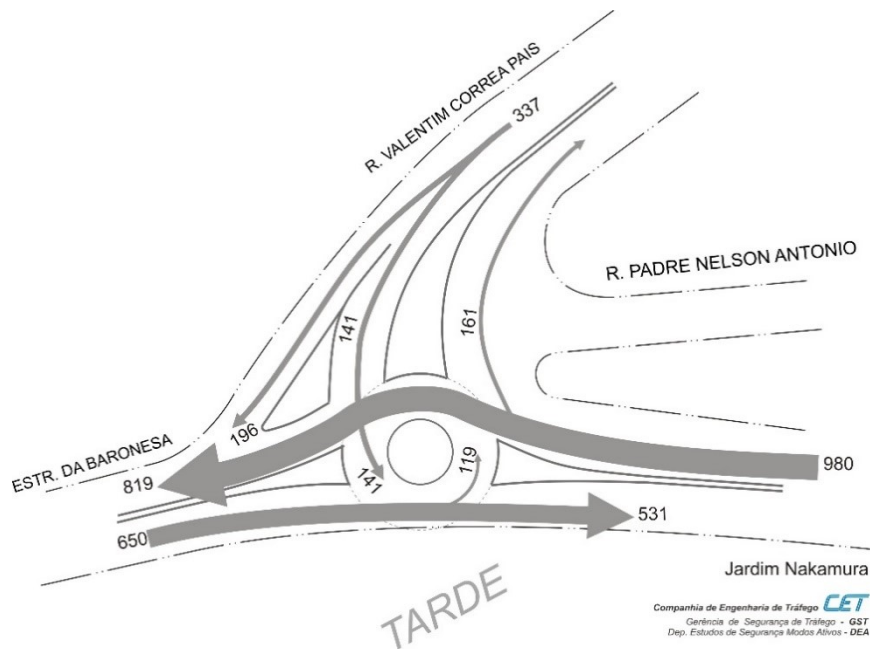




Figura 07: Estrada da Baronesa Jardim Nakamura <https://youtu.be/lm39xfogkb8>



Total: 1967 veículos/hora

### Uma Situação diferenciada

Após a implantação de uma minirrotatória na Rua Natinguí com Rua Francisco Isoldi, na Vila Madalena, houve alterações de circulação no sistema viário do entorno, sobrecarregando a interseção e tornando o projeto inviável.

Neste local, optou-se por readequar o projeto, criando uma faixa adicional para a conversão com o maior volume e, desse modo, o novo traçado da minirrotatória fez com que os fluxos veiculares voltassem a fluir normalmente.

As imagens seguintes mostram a situação “antes e depois”

Figura 08: Rua Natingui com Fco. Isoldi



Figura 09: Rua Natingui com Fco. Isoldi



Fonte: <https://www.youtube.com/watch?v=uNyXiUeAxMI>

Após a implantação do projeto, o local foi recapeado e a nova camada asfáltica sobrepôs a sinalização horizontal existente permanecendo o respeito entre os motoristas apenas com a colocação de cones demarcando o círculo da rotatória.

Fato este que destacou o entendimento dos motoristas sobre a funcionalidade do projeto

Figura 10: Rua Natingui com Fco. Isoldi  
Imagem com recape

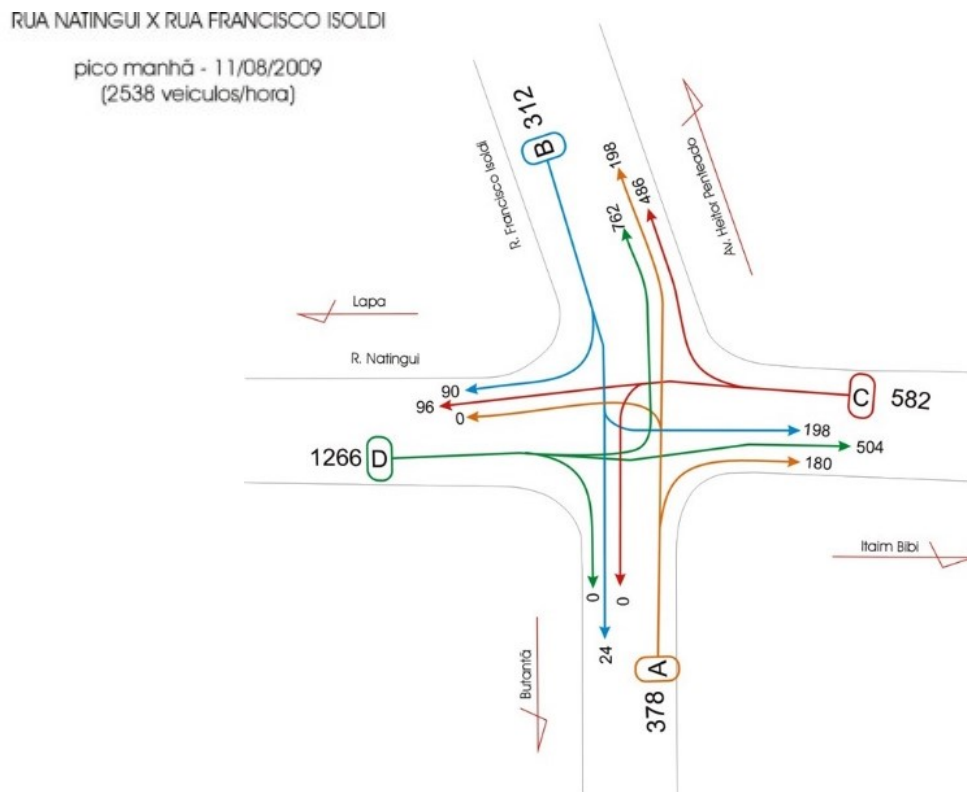


Figura 11: Rua Natingui com Fco. Isoldi  
Imagem com canalização



A equipe de campo canalizou com cones a área do círculo e o trânsito fluiu normalmente.

Figura 12: O fluxograma veicular seguinte mostra os volumes de tráfego da Rua Natinguí com Rua Francisco Isoldi.



Nos três cruzamentos apresentados foram observados diferentes volumes veiculares e implantadas minirrotatórias com os ajustes necessários, adequando o dispositivo a cada fluxo veicular observado em campo, com bons resultados na ordenação dos veículos e na redução das velocidades.

## 5. A topografia

A minirrotatória se adapta perfeitamente em topografias planas e com declividade moderada.

Para vias com declividades acentuadas, fica ao critério do projetista a viabilidade de implantação do dispositivo.

### 5.1 Geometria

Nas interseções com larguras inferiores a 8 metros a instalação de minirrotatórias não é recomendável, já que o círculo ficará muito pequeno, não permitindo que os motoristas façam as conversões confortavelmente.

Para o bom funcionamento de uma minirrotatória, um dos fatores mais importante é a definição do tamanho do círculo inscrito na interseção.

***É errado o projetista imaginar que quanto maior o círculo, maior será o conforto e a redução de velocidade dos veículos nas aproximações.***

Um projeto com o diâmetro do círculo acima do desejável provocará incômodo aos motoristas, levando os mesmos a fazerem conversões irregulares e, conseqüentemente, criando áreas de conflito no local, ou mesmo passar por cima do círculo por se sentir desconfortável em adentrar bruscamente na via transversal.

#### **Custo da minirrotatória:**

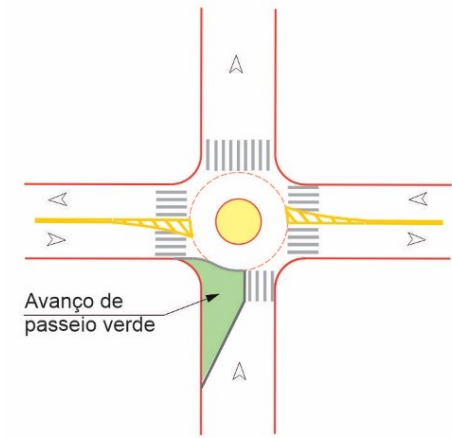
Baseado no mês de maio de 2023, considerou-se para a implantação de uma minirrotatória em uma interseção simples, um custo médio de R\$13.000,00 e comparando o mesmo local semaforizado, um custo médio de R\$72.000,00

Outro fator importante é a diferença de custo de manutenção, pois a sinalização aplicada na minirrotatória tem uma vida útil média de 4 anos diferente do local semaforizado que requer manutenção constante principalmente para troca de lâmpadas.

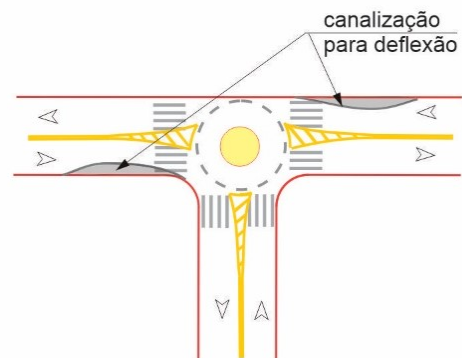
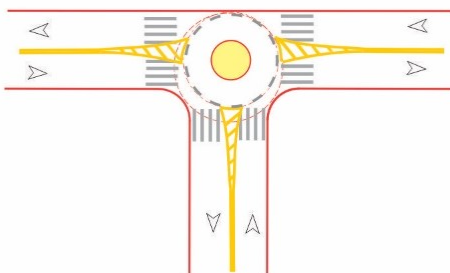
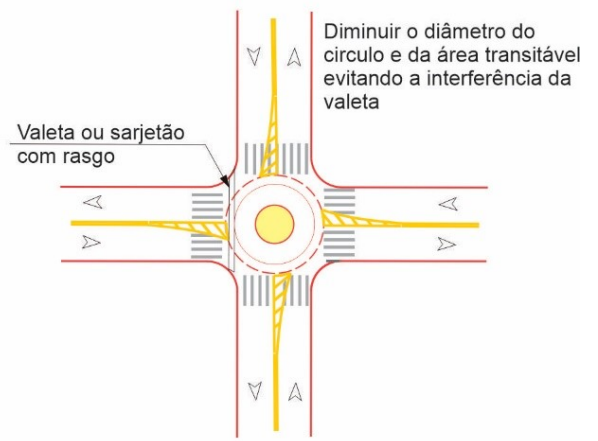
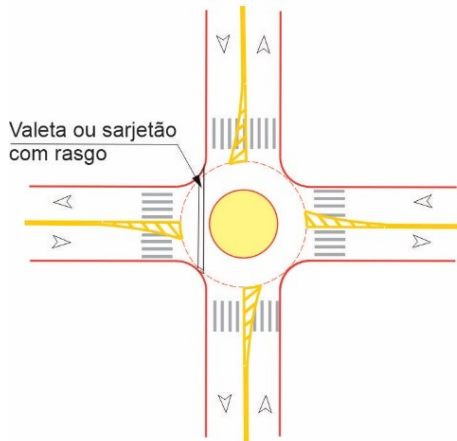
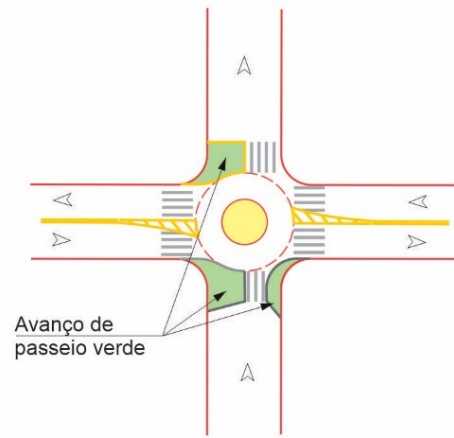
As figuras seguintes mostram diversos croquis com propostas **normais** e propostas **ideais** para várias geometrias e com diferentes sentidos de circulação:



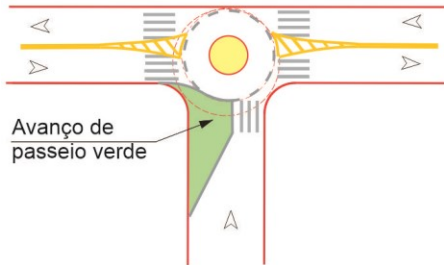
Normal



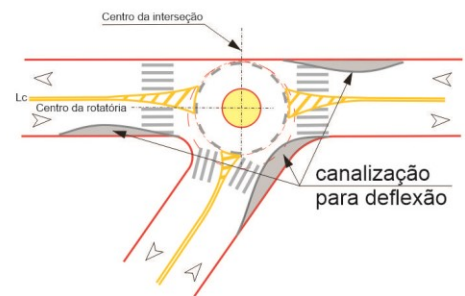
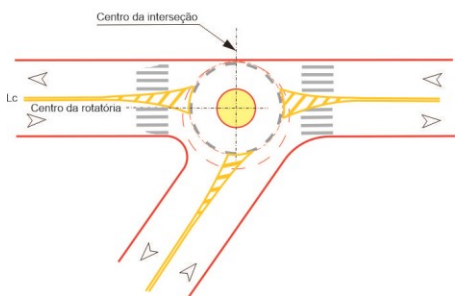
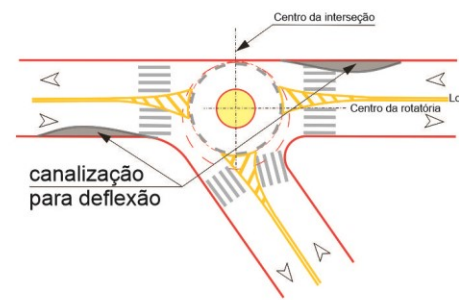
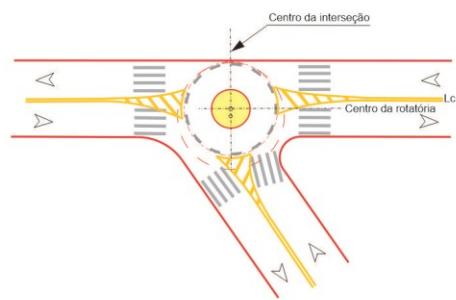
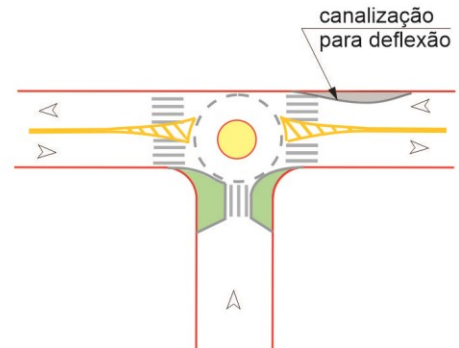
Ideal



Normal



Ideal



**A importância da Análise dos pontos de conflito “Antes –Depois”**

As figuras seguintes mostram os pontos de conflito “antes e depois” do projeto proposto, não considerando o grau de severidade.

Figura 16: ANTES- Rua Caminha de Amorim

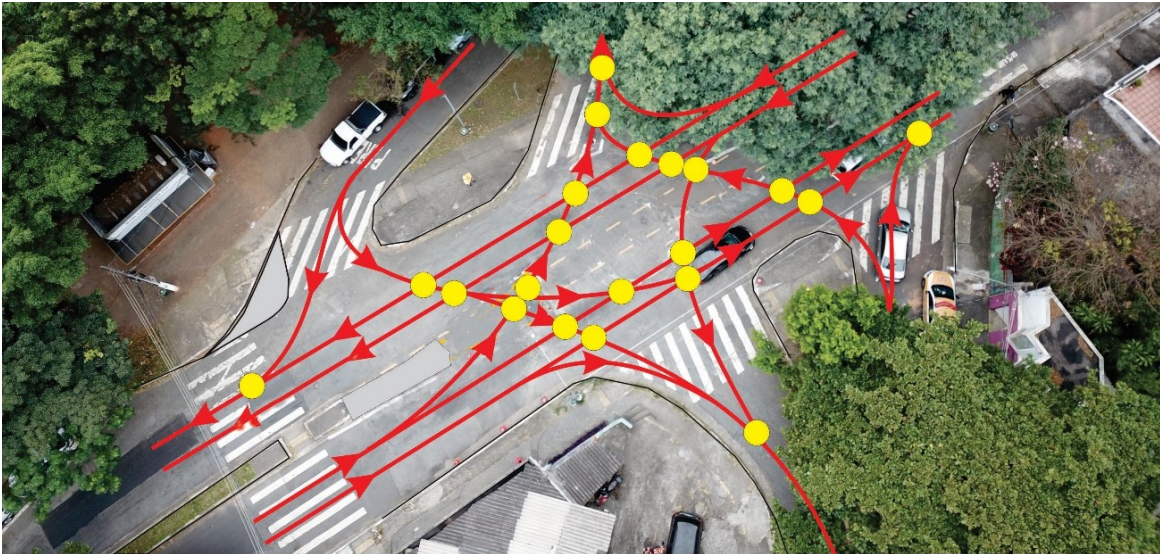
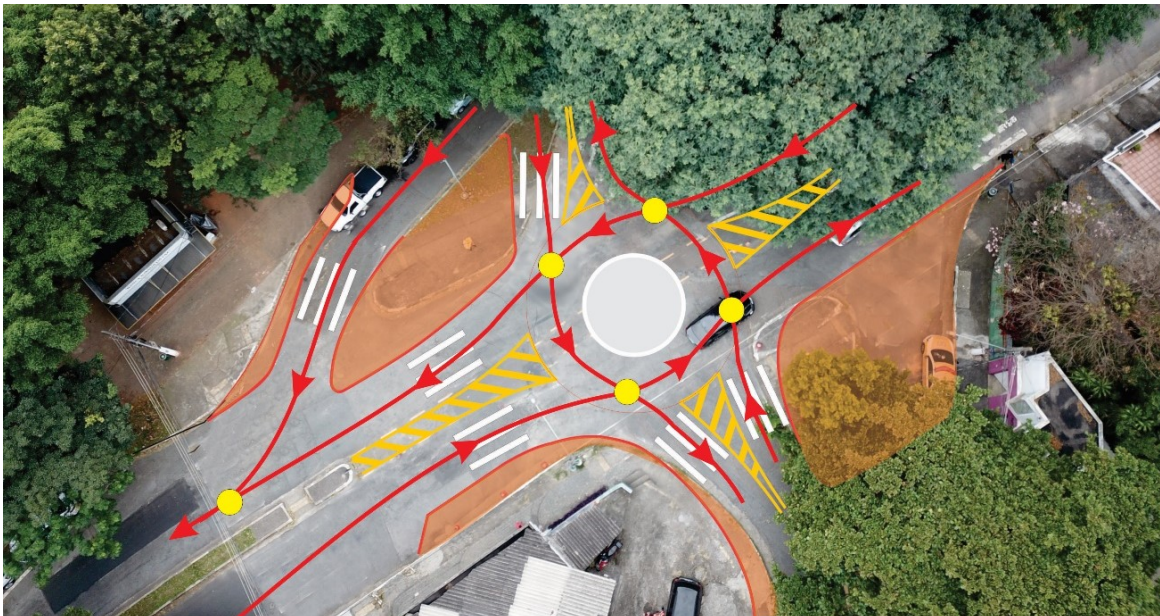


Figura 17: DEPOIS



Fonte: <https://youtu.be/rc6seaHO0PI>

O grau de severidade dos pontos de conflito varia em função da velocidade e posição da colisão veicular.

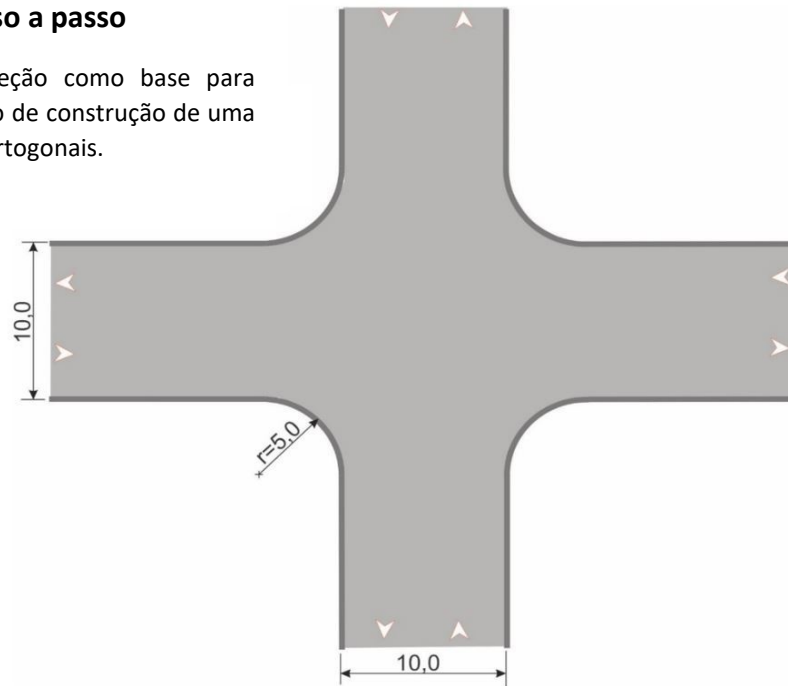
A seguir será mostrada a sistemática utilizada para a definição do diâmetro do círculo já testada e calibrada em muitas implantações de minirrotatórias em interseções formadas por vias que se cruzam a 90°



Figura 18: Passo 1

**A minirrotatória passo a passo**

Utilizaremos esta interseção como base para representar nosso critério de construção de uma minirrotatória com vias ortogonais.



Desenhando linhas retas entre guias, obtém-se um retângulo inserido no centro do cruzamento.

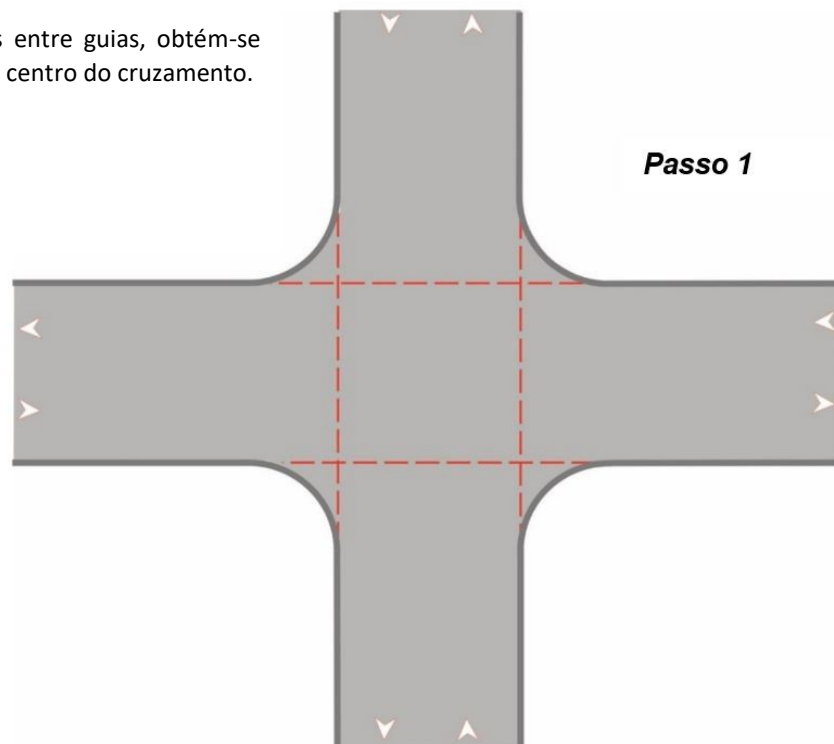


Figura 19: Passos 2 e 3

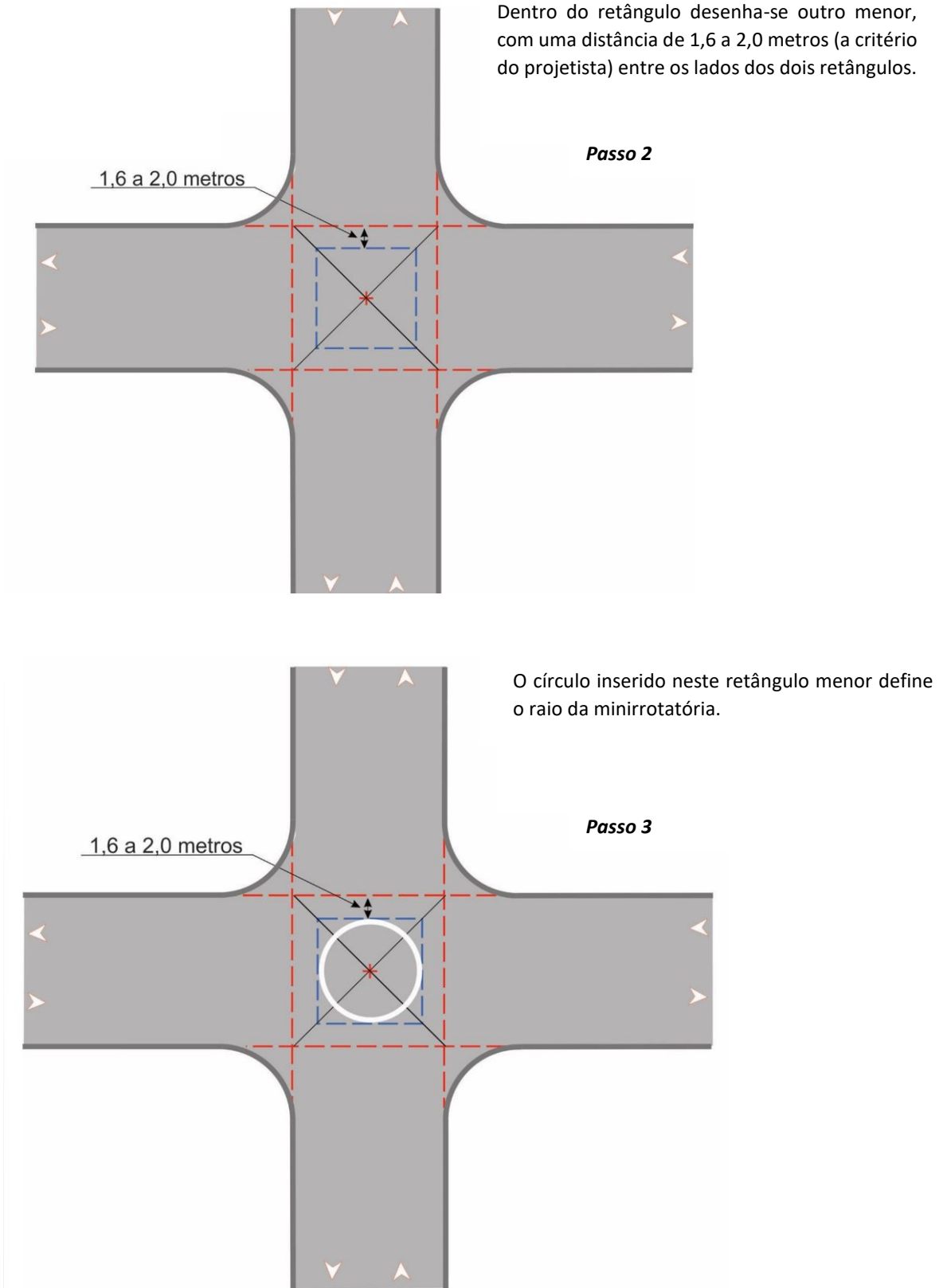




Figura 20: Passos 4 e 5

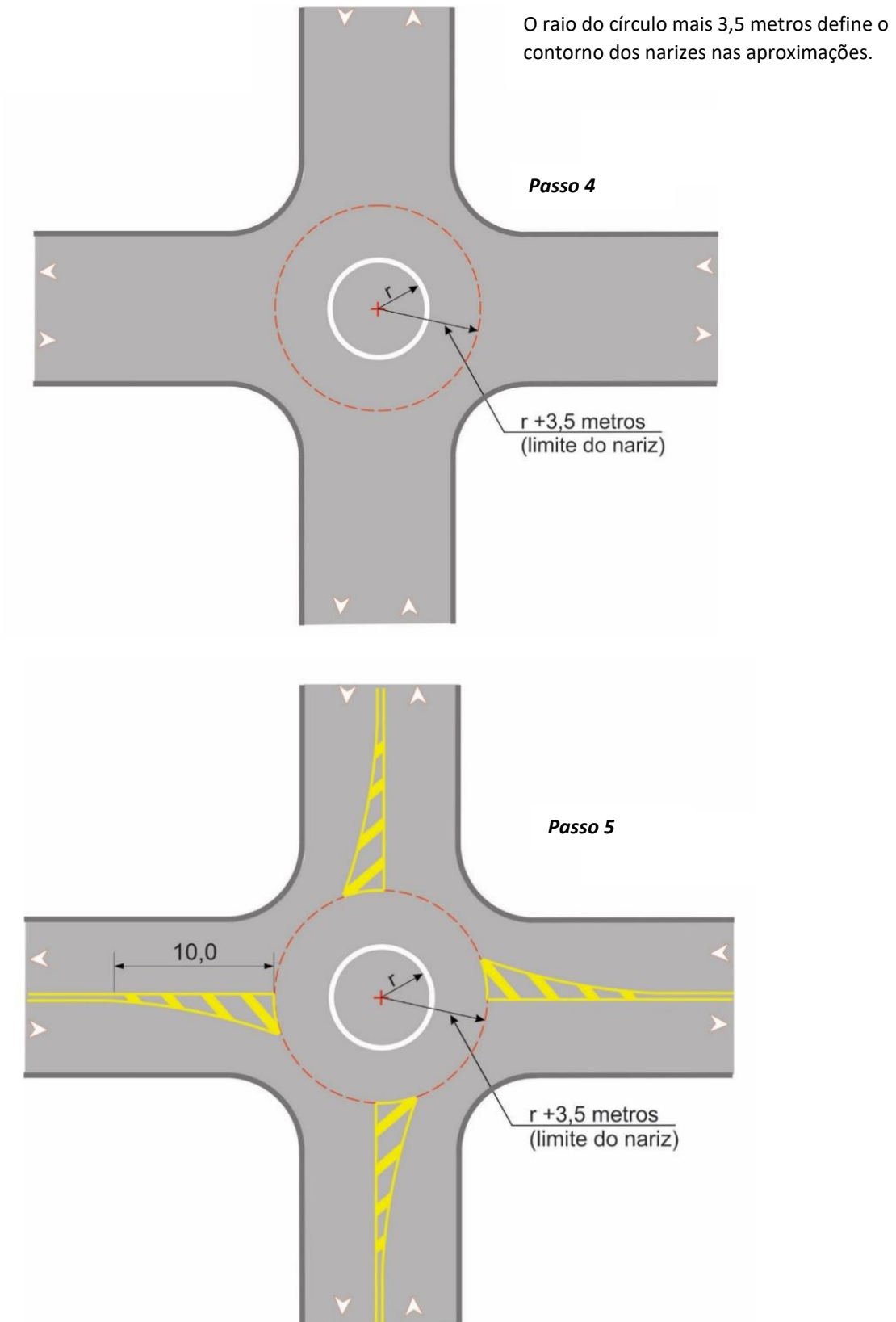
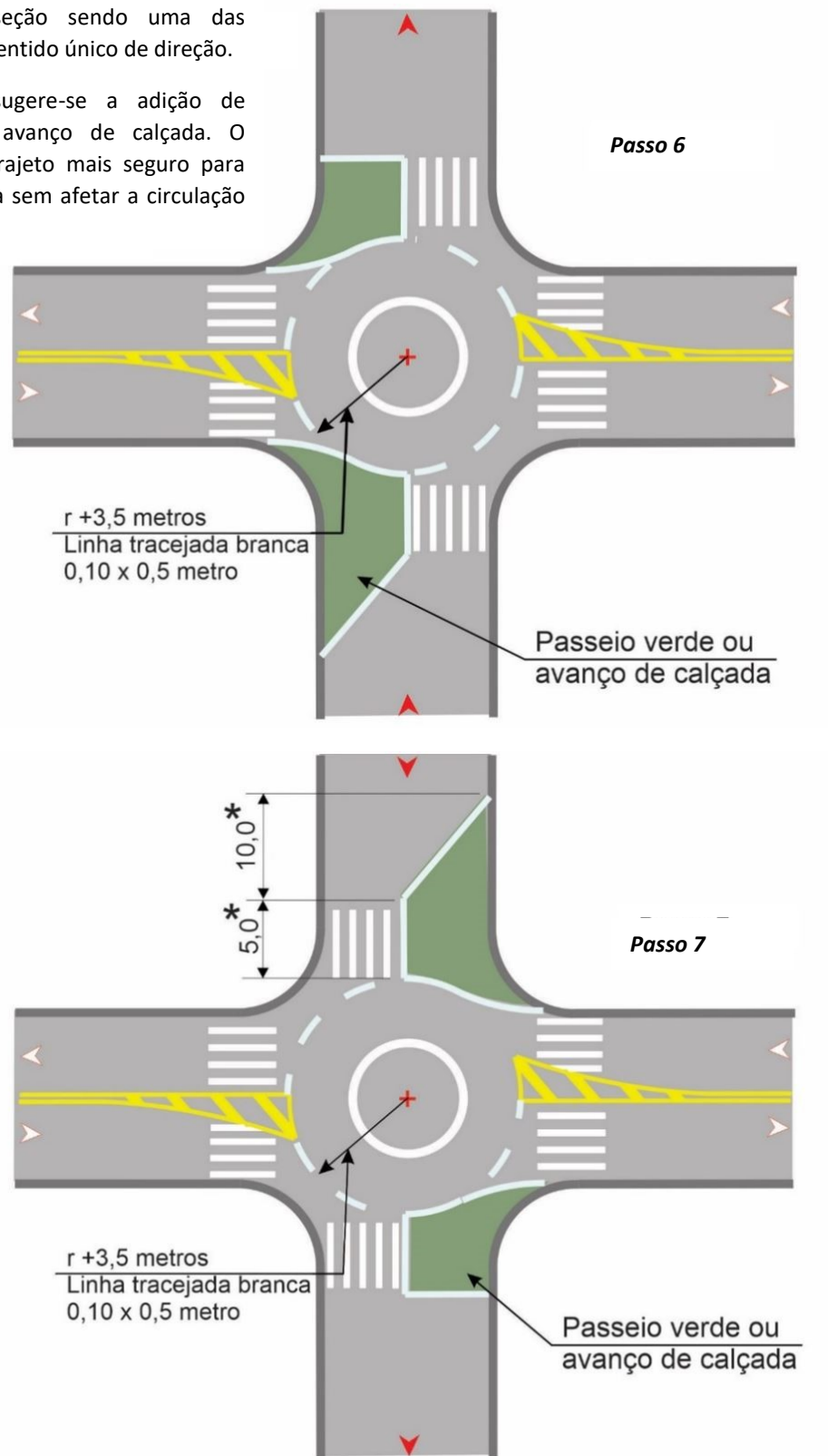


Figura 21: Passos 6 e 7

Exemplo de interseção sendo uma das aproximações com sentido único de direção.

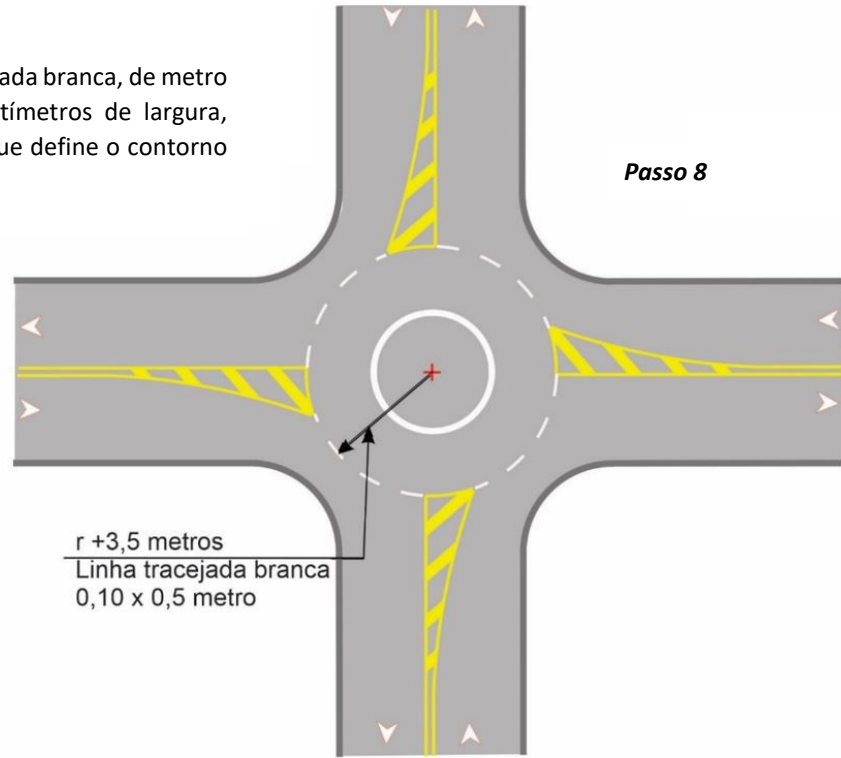
Nesta geometria sugere-se a adição de passeio verde ou avanço de calçada. O pedestre terá um trajeto mais seguro para efetuar sua travessia sem afetar a circulação veicular.



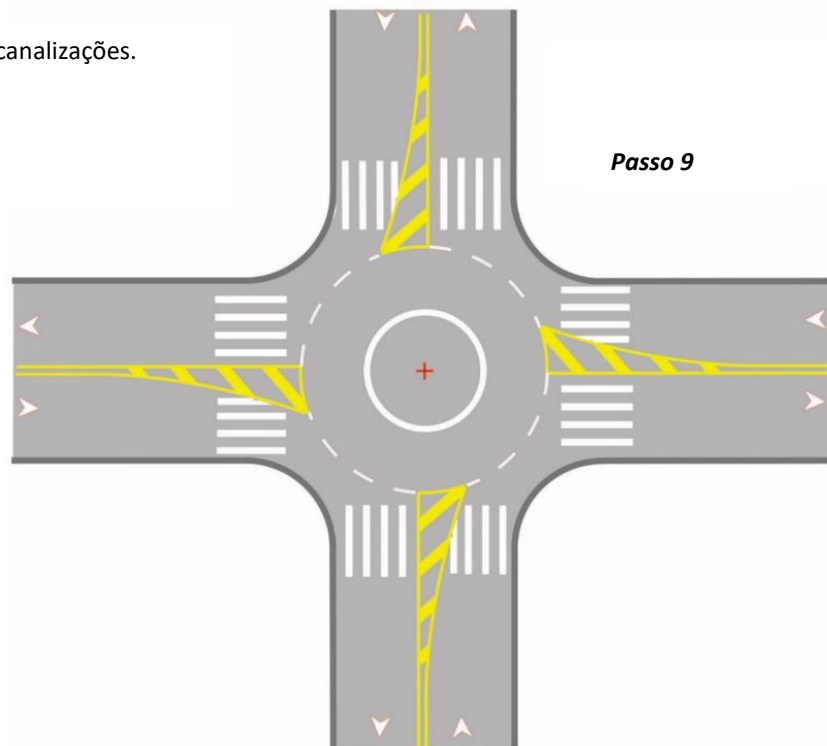
(\*) Distância que deverá ser ajustada pelo projetista de acordo com as características do local.

Figura 22: Passos 8 e 9

Sinalizar com linha tracejada branca, de metro em metro, com 10 centímetros de largura, sobre a circunferência que define o contorno dos narizes.

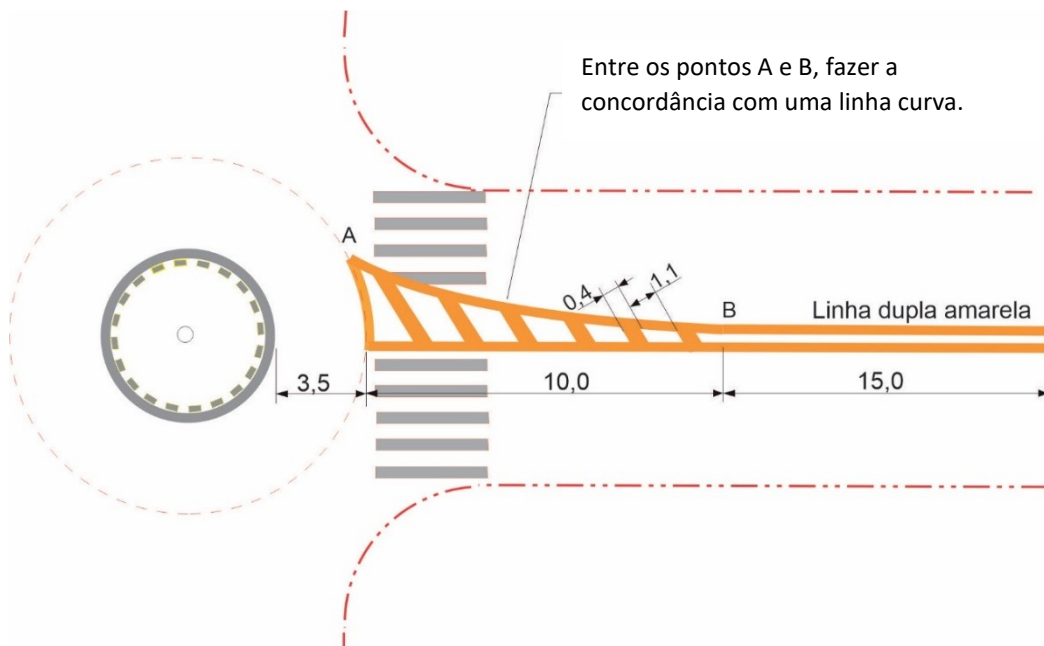


Travessias de pedestres e canalizações.



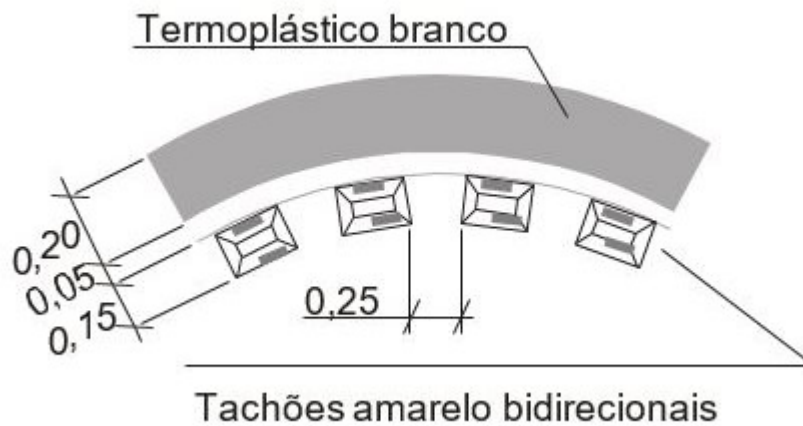
### Detalhes da canalização (narizes)

Figura 23



### Detalhes do círculo

Figura 24



### Aplicação de tachões nas canalizações

A geometria da minirrotatória deve proporcionar ao motorista intervisibilidade, conforto e clareza no seu traçado, evitando assim descumprimento às regras de circulação.

A instalação de tachões bidirecionais para reforçar a canalização, (equidistante de metro em metro), só deverá ser adotada após a implantação do projeto e análise conclusiva de constante desrespeito.

O projetista deverá estar atento à instalação dos tachões que podem tornar-se obstáculos para os pedestres, quando não percebem a presença dos mesmos.

## 6. Travessias de pedestres na minirrotatória

Muitas das minirrotatórias na cidade de São Paulo foram implantadas sem travessias de pedestres, não porque o pedestre foi esquecido e sim porque através de análise de comportamento observou-se uma elevada harmonia e poucos conflitos na negociação do espaço viário entre pedestres e motoristas (que já transitam em baixa velocidade).

Outro fator muito interessante observado em campo foi o comportamento do pedestre com a sinalização de canalização (narizes), pois ao atravessar a via em duas fases, ou seja, ao atingir o centro da via, o pedestre para sobre a canalização e analisa a situação oposta do sentido de tráfego para completar sua travessia. Por consequência o motorista acaba tendo um respeito maior e não “queima” a sinalização.

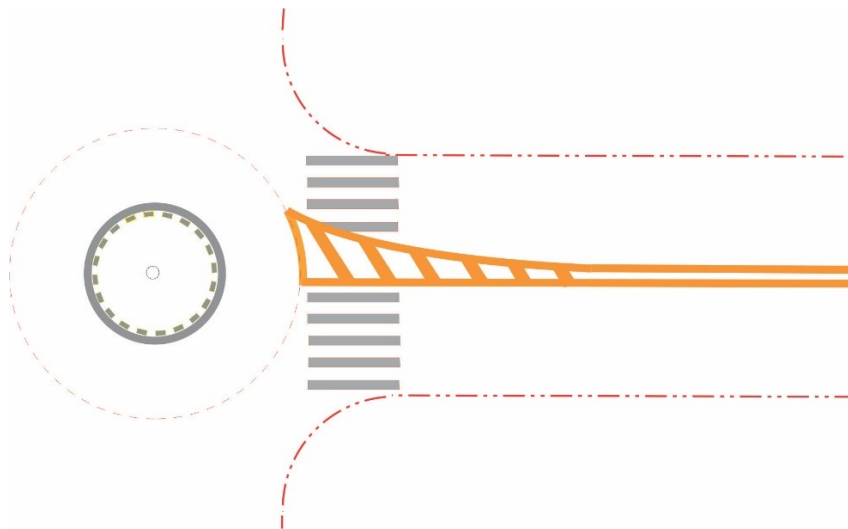
Das minirrotatórias implantadas, não temos em nosso banco de dados de acidentes, ocorrências de atropelamento, o que mostra a eficiência do dispositivo em relação à segurança também do pedestre.

No desenvolvimento de cada projeto, a locação de faixas de travessia de pedestres fica a critério do projetista que analisará o local em estudo, quanto à segurança e as linhas de desejo das travessias dos pedestres.

A faixa de pedestres não deverá sobrepor a canalização, pois se interrompida, a canalização não será visível para o motorista que dela se aproxima podendo criar pontos de conflito.

A figura abaixo mostra a situação ideal para a aplicação das faixas de travessia:

Figura 25:



### Projeto sobre sarjetões (valetas)

Na área transitável contornando o círculo da minirrotatória com existência de sarjetão (valetas), caberá ao projetista definir o nível de desconforto ao tráfego local. Sarjetão com rasgo tornará inviável a implantação da minirrotatória, pois será um **obstáculo gravíssimo** para a circulação de motos, bicicletas, patinetes, etc. possibilitando eventuais quedas.



Figura 26: Modelos de Sarjetão com rasgo

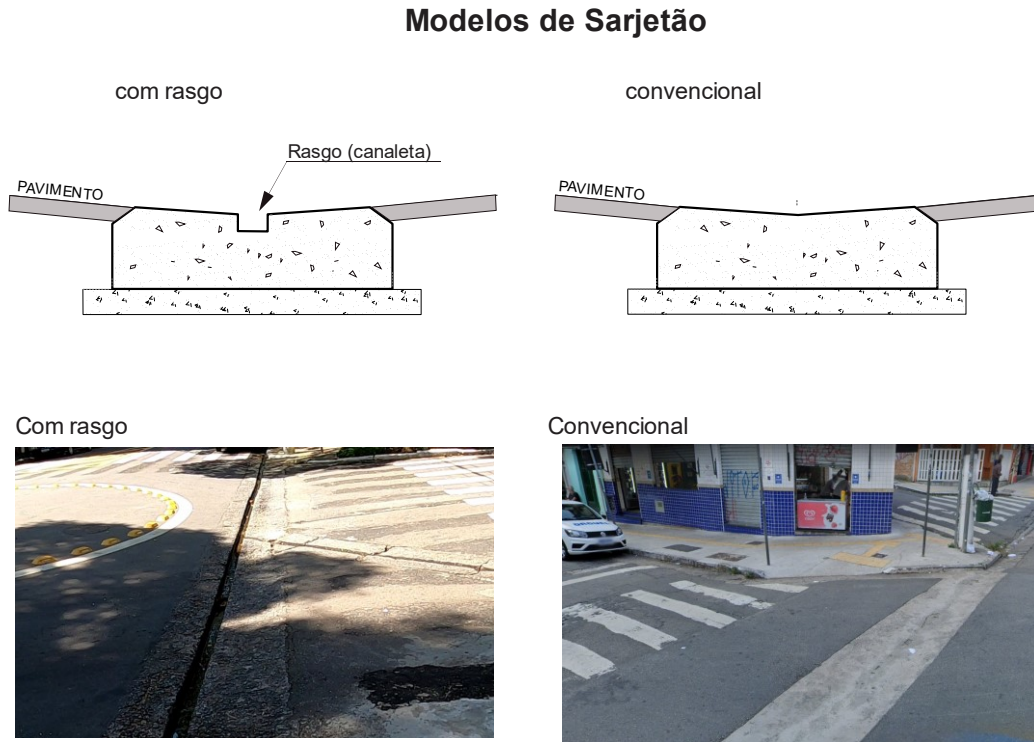
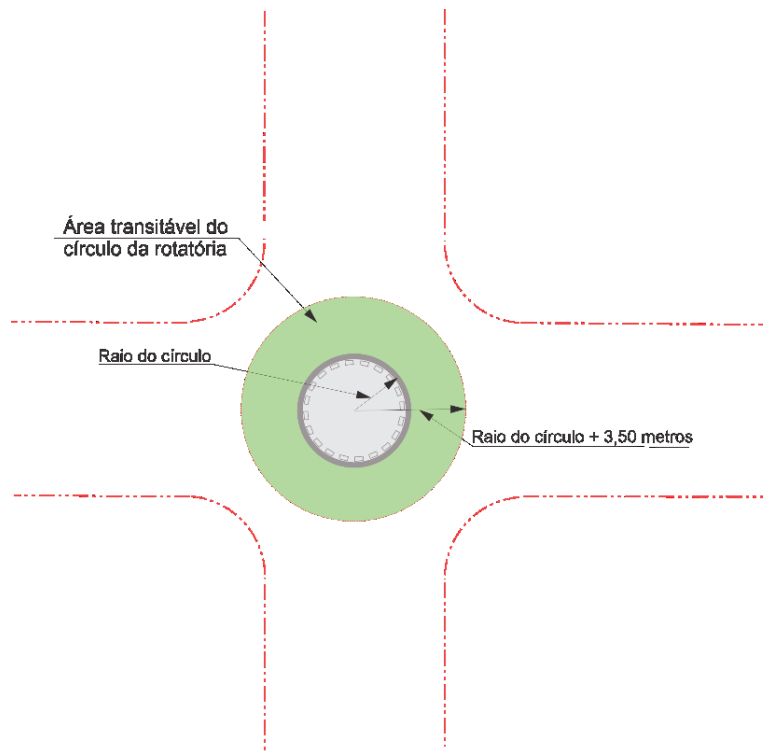


Figura 27: Área transitável no círculo da minirrotatória

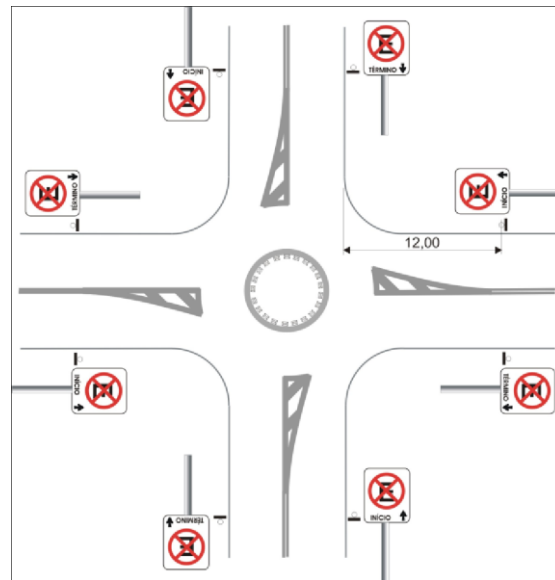


Sinalização vertical aplicada junto à minirrotatória

Regulamentando o estacionamento

Deverão ser instaladas as placas **R6 c1** e **R6 c2** (Proibido estacionar e parar, **Início** e **Fim**) como mostra a figura abaixo.

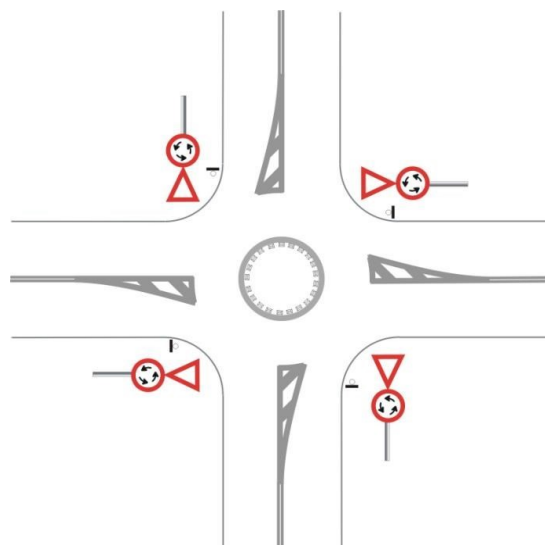
Figura 28:



Regulamentando a circulação

Nas aproximações deverão ser instaladas as placas **R 2** e **R 33** (**Dê a Preferência** e **Sentido Circular Obrigatório**) como na figura abaixo. Deve-se salientar que as placas R2 assim dispostas dão a preferência de passagem a quem já está contornando o círculo da minirrotatória (Pelo código, mesmo se a minirrotatória não for sinalizada, essa regra de circulação tem validade).

Figura 29:



Observando-se os “passos” mencionados até aqui se instala com facilidade uma minirrotatória. Deve-se salientar ainda que o acompanhamento da implantação pelo projetista é fundamental, para evitar enganos e para se fazer eventuais ajustes.

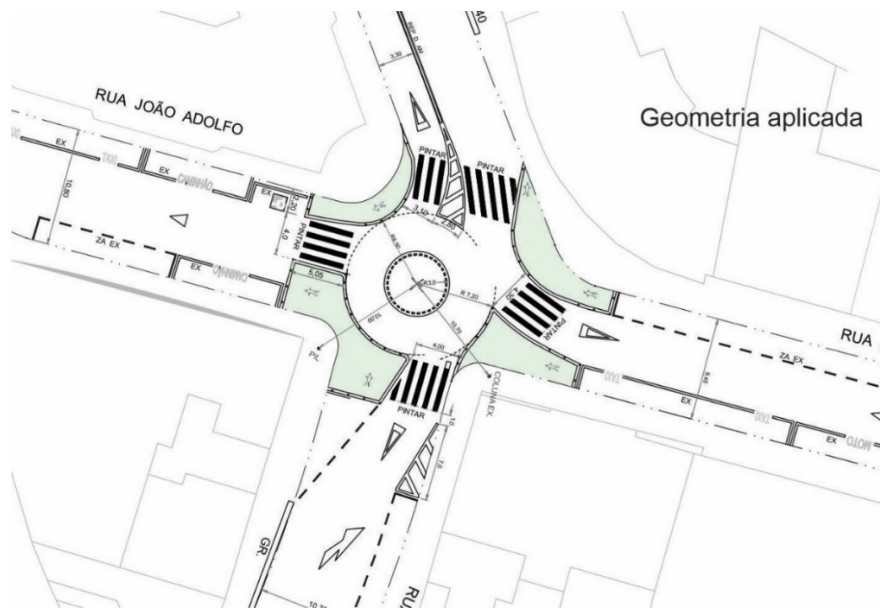
Complementando este trabalho, apresentamos abaixo uma **moderna minirrotatória** recém implantada na malha viária da cidade de São Paulo, na rua Álvaro de Carvalho com Rua João Adolfo onde foram adotados “**Avanços de calçada**” (verde) reduzindo os trajetos, as chances de atropelamento dos pedestres na via carroçável além da redução de velocidades que o projeto se propõe.

**Figura 30:** Rua Álvaro de Carvalho com Rua João Adolfo - implantado em 10 de janeiro de 2023



Fonte: <https://youtu.be/eSiShrC3pvk>

Figura 31:



**Minirrotatória em vias com canteiro central**

Nas minirrotatórias quando instaladas em interseções com uma das vias com canteiro central, tem-se obtido resultados satisfatórios na redução de velocidades e conflitos e com alto índice de respeito.

As fotos seguintes mostram a interseção da Rua Dr. Cesar com a Rua Salete, bairro de Santana onde elaborou-se uma simulação, uma intervenção temporária de Urbanismo Tático e por final a implantação do projeto.

Figura 32: Rua Salete com Rua Dr. Cesar



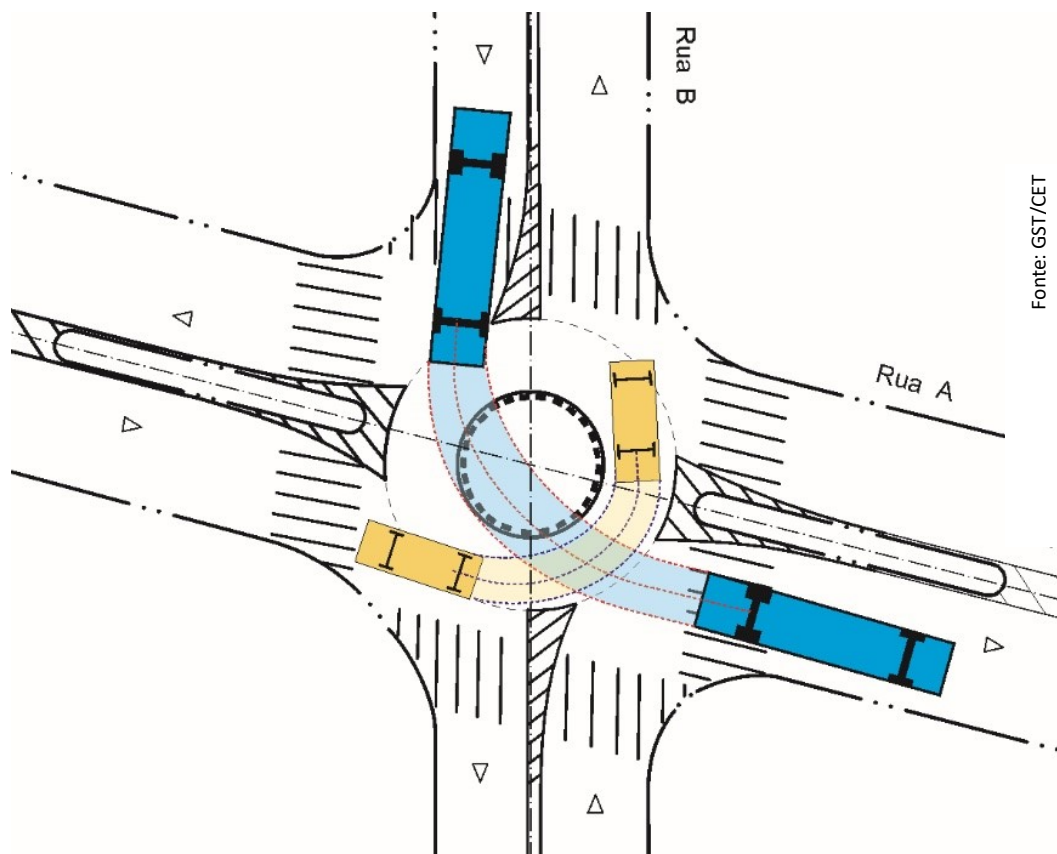
Fonte: GST/CET

<https://youtu.be/roy7Uw3kp3Q>





Conversões previstas de veículos leves e pesados sobre a minirrotatória:



Fonte: GST/CET



**Autores e projetistas:** Antônio Sérgio Barnabé  
José Carlos Gonçalves

**Informações sobre o trabalho, sugestões e críticas:**

E mail: [sergiobarnabe@gmail.com](mailto:sergiobarnabe@gmail.com)

*Gerência de Segurança de Tráfego - GST*

José Júlio Rebelo

*Departamento de Estudos de Segurança de Modos Ativos - DEA*

Telma Maria G. Pereira Micheletto

**Companhia de Engenharia de Tráfego – CET**

**Minirrotatória: simulando. Disponível em:** <https://www.youtube.com/watch?v=t2OElitrBHw>

**Minirrotatória V2. Disponível em:** <https://youtu.be/7wIXiavs6s0>

**Minirrotatória no Jardim Nakamura. Disponível em:** <https://youtu.be/lm39xfogkb8>

**Minirrotatória Rua Natinguí com Francisco Isoldi.**

**Disponível em:** <https://www.youtube.com/watch?v=uNyXiUeAxMI>

**Minirrotatória simulando Rua Caminha de Amorim V2**

**Disponível em:** <https://youtu.be/rc6seaHOOPI>

**Moderna minirrotatória - Rua Álvaro de Carvalho**

**Disponível em:** <https://youtu.be/eSiShrC3pvk>