

---

## ANÁLISE DE CAPACIDADE DE FLUXO DE ROTATÓRIA NA CIDADE DE MARINGÁ, PARANÁ

### ANALYSIS OF ROUNDABOUT FLOW CAPACITY IN THE CITY OF MARINGÁ, PARANA

*Otavio Henrique da Silva*<sup>1</sup>

*Carolina Garcia*<sup>2</sup>

*Monigleicia Alcalde Orioli*<sup>3</sup>

*Bruno Luiz Domingos De Angelis*<sup>4</sup>

*Generoso De Angelis Neto*<sup>4</sup>

*José Kiyinha Yshiba*<sup>4</sup>

*Jesner Sereni Ildefonso*<sup>4</sup>

**Resumo:** Rotatórias podem ser uma forma apropriada de controle de fluxo nas interseções a fim de que o tráfego seja mais seguro e eficiente. Contudo, análises de capacidade dessas interseções giratórias devem ser realizadas de modo a atestar a sua adequabilidade à fluidez do trânsito. Este estudo teve por objetivo analisar a capacidade de fluxo da rotatória localizada na interseção das avenidas Cerro Azul e Juscelino Kubistchek de Oliveira na cidade de Maringá, Paraná, utilizando os Métodos Inglês e Suíço. Com o Método Inglês constatou-se que o fluxo de entrada de 1.404 veículos por hora é 4,31% maior do que a capacidade da rotatória. De acordo com o Método Suíço, as vias de entrada suportam o fluxo de veículos. Contudo, devido à simplicidade, o método Suíço deve ser utilizado em conjunto com outros mais completos tecnicamente para embasar tomadas de decisão. A adoção de binários e a instalação de semáforos são possíveis intervenções para melhoria do trânsito. Entretanto, faz-se imprescindível um planejamento embasado no monitoramento do fluxo viário local para a definição da melhor solução a ser implementada.

**Palavras-chaves:** Circulação urbana; Mobilidade urbana; Interseção viária.

**Abstract:** Roundabouts can be an appropriate form of flow control at intersections to make traffic safer and more efficient. However, capacity analyzes of these circular intersections should be performed to certify their suitability for traffic flow. This study aimed to analyze the flow capacity of the roundabout located at the intersection of Cerro Azul and Juscelino Kubistchek de Oliveira avenues in the city of Maringá, Paraná, Brazil, using English and Swiss methods. The English Method indicated that the entry flow of 1,404 vehicles per hour corresponds to a flow of 4.31% above the roundabout capacity. According to the Swiss Method, the entry lines support the flow of vehicles. However, because of its simplicity, the Swiss method should be used in conjunction with other technically more complete methods to support decision making. The adoption of binaries and the installation of traffic lights are possible interventions to improve traffic. However, planning based on local road flow monitoring is essential to define the best solution to be implemented.

**Keywords:** Urban traffic; Urban mobility; Road intersection

---

<sup>1</sup> *Doutorando em Engenharia Urbana – Universidade Federal de São Carlos, UFSCar*

<sup>2</sup> *Mestre em Engenharia Urbana – Universidade Estadual de Maringá, UEM*

<sup>3</sup> *Mestre em Engenharia de Transportes – Escola de Engenharia de São Carlos, EESC-USP*

<sup>4</sup> *Professor, Universidade Estadual de Maringá, UEM*

## 1 INTRODUÇÃO

O aumento na utilização de veículos motorizados e a precariedade do sistema viário desencadeiam uma série de problemas para a circulação nas áreas urbanas. Para Costa (2010), as externalidades deste processo são muitas e graves: poluição atmosférica, grande quantidade de horas perdidas, e alto nível de estresse e acidentes, sendo a questão particularmente importante para as interseções, pontos críticos para a fluidez do trânsito nas cidades.

Muitas soluções podem ser empregadas para controle de fluxo viário nos entrelaçamentos das correntes, sendo a etapa de dimensionamento relevante para garantir a capacidade de fluxo do tráfego com eficiência e segurança.

As rotatórias, ou rótulas, são entendidas como dispositivos de interseção em que os veículos trafegam em sentido anti-horário em torno de uma ilha central (cujo formato é usualmente circular) com a prioridade em relação ao fluxo de entrada. Conforme DER/SC (2000), as rotatórias podem ser uma forma apropriada de interseção a fim de que o tráfego que se interage tenha um desenvolvimento seguro, tendo em vista a não possibilidade de colisões mais perigosas, como a frontal e a em 90°, e tempos de espera minimizados, principalmente nos intervalos em que o fluxo é baixo, diferentemente do que ocorre com o semáforo padrão.

De acordo com Coelho (2012), as rotatórias apresentam desvantagem por necessitarem de mais espaço físico, e, normalmente, serem mais onerosas que as interseções tradicionais na sua implantação. Ainda, devem ser construídas em sua capacidade final, pois devido a sua conformação geométrica, são de difícil ampliação depois de implantadas. Contudo, o seu ônus para manutenção é menor e há uma redução de custos associados aos acidentes e às vítimas destas ocorrências, devido à moderação de tráfego proporcionada, diminuindo consideravelmente o número de conflitos na interseção.

Estudos técnicos, observações e simulações auxiliam na identificação de fatores que influenciam negativamente o tráfego de veículos que transitam em determinado local. Isso possibilita avaliar a necessidade de uma grande intervenção de natureza física ou apenas uma intervenção operacional. Inúmeros são os fatores que contribuem para o congestionamento nas vias, sendo que, quando a demanda é alta e o atendimento é deficitário, surgem as filas, que praticamente estancam o fluxo do sistema (MOITA e ALMEIDA, 2012).

Para se verificar a capacidade de fluxo de uma rotatória, pode-se recorrer a três tipos de modelos de estimação: estatísticos, probabilísticos ou de simulação, sendo que os estatísticos procuram reconstituir, de uma forma empírica, a curva da capacidade, por recurso a observações locais efetuadas durante períodos de saturação de diferentes entradas com características geométricas diferenciadas e para níveis de fluxos prioritários variados (SILVA e SECO, 2008). Dentro deste tipo de estimação estão os Métodos Inglês, do *Transport and Road Research Laboratory - TRRL* (KIMBER, 1980), atualmente TRL, e Suíço do *Guide Suisse des Giratoires* (EPFL, 1997).

O Método Inglês apresenta maior complexidade, levando em consideração um maior número de parâmetros geométricos, sendo o mais indicado para orientação de projetos de rotatórias. O Método Suíço é mais simples, todavia leva em consideração um parâmetro geométrico não abrangido no Método Inglês, sendo uma característica que exerce influência na capacidade de entrada. Ambos métodos foram utilizados para análise da capacidade de fluxo de uma rotatória da cidade de Maringá, Paraná, objetivo desta pesquisa.

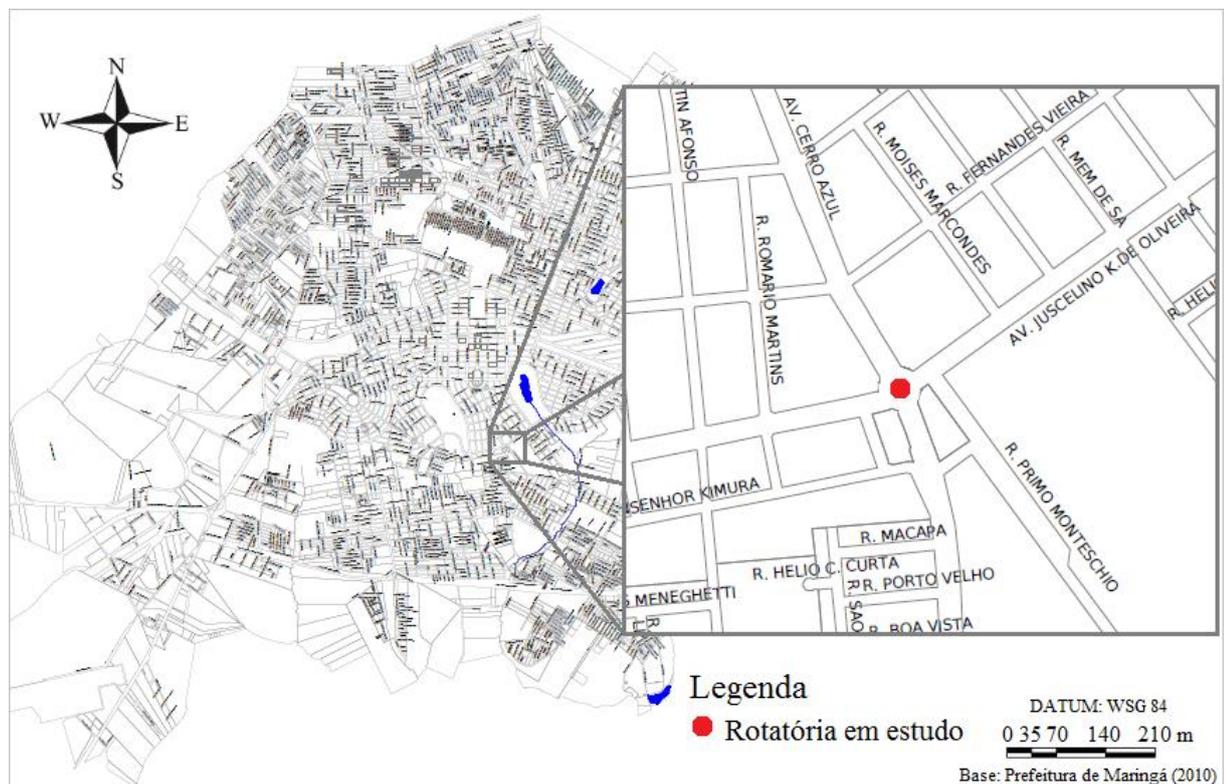
## 2 MATERIAL E MÉTODOS

### 2.1 Área de estudo

O objeto deste estudo é uma rotatória de Maringá, cidade localizada na mesorregião do Norte Paranaense e sede de sua microrregião (IPARDES, 2012). O município possui uma altitude média de 515 m, área territorial de 487,930 km<sup>2</sup> e uma população de 357.077 habitantes (IBGE, 2010). Conforme IBGE (2015), no ano de 2015 a frota veicular da cidade de Maringá correspondia a 312.802 veículos motorizados, sendo 172.202 apenas automóveis. Segundo Rego (2009) a cidade foi fundada pela Companhia Melhoramentos Norte do Paraná (CMNP) em 1947, traçada obedecendo ao projeto urbanístico de Jorge de Macedo Vieira, onde se demarcaram as amplas ruas, avenidas e praças, considerando ao máximo as características topográficas do sítio escolhido e revelando a lúcida preocupação com a preservação das áreas verdes e vegetação nativa.

A rotatória em questão possui ilha central circular e fica localizada na interseção das Avenidas Cerro Azul e Juscelino Kubistchek de Oliveira (Figura 1), ambas vias arteriais. A primeira via liga a zona sul do município à área central, a segunda via estabelece ligação na direção Leste-Oeste, entre a Zona 05 e a Zona 03.

Segundo estatísticas do Corpo de Bombeiros do Paraná - 5º Grupamento de Bombeiros - Maringá (2016), de 2011 até o ano de 2015, na rotatória, incluindo as quadras de aproximação do logradouro, foram registradas 17 ocorrências de colisões entre veículos automotores, sendo 12 apenas entre veículos de passeio e motocicletas, e 7 atropelamentos. Destes 24 acidentes, 24 vítimas necessitaram de encaminhamento a uma unidade de saúde para atendimento médico. A importância desta interseção para o trânsito da cidade devido à sua posição no espaço urbano e a potencial ocorrência de acidentes no local são os fatores de escolha dessa rótula para a análise proposta neste estudo.

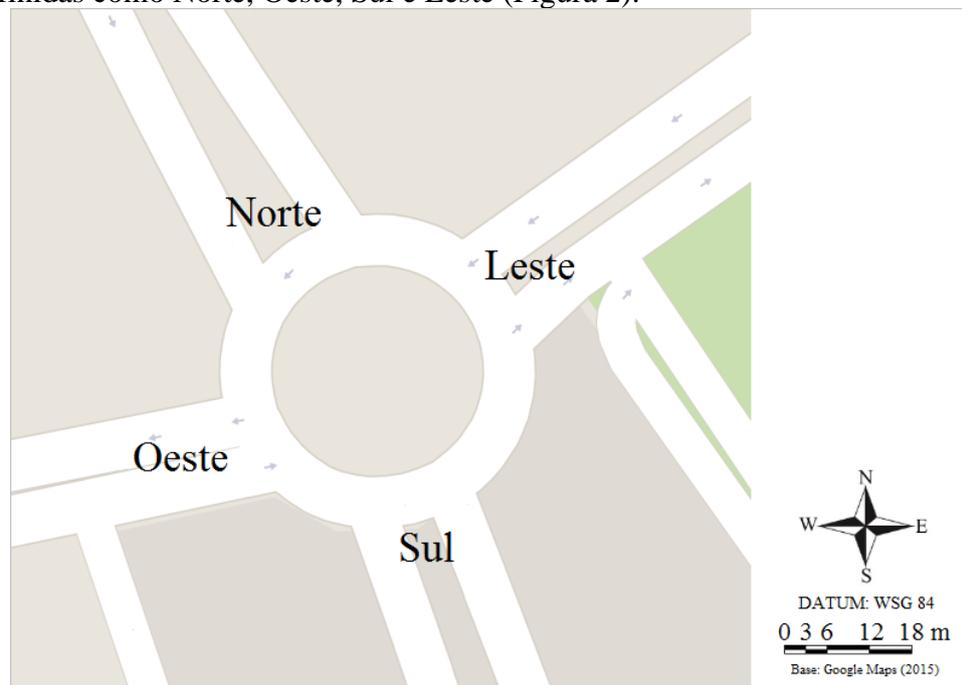


**Figura 1.** Localização da rotatória em estudo na cidade de Maringá/PR

Inicialmente, a interseção em questão era controlada por semáforos, havendo constantes reclamações por parte da população devido às extensas filas formadas, principalmente nos horários de pico. Com isso, a partir do ano de 2002, a Secretaria de Transportes municipal (SETRAN) iniciou um estudo que veio a resultar na indicação de que a implantação de uma rotatória moderna proporcionaria uma substancial melhoria do tráfego, intervenção esta executada em 2004 (BERTONCINI, 2004).

## 2.2 Cálculo de capacidade

Para determinação da capacidade de fluxo da rotatória foram aplicados dois Métodos: o Inglês (KIMBER, 1980) e o Suíço (EPFL, 1997), ambos levando em consideração as características geométricas da interseção circular. A rotatória possui quatro aproximações, sendo elas definidas como Norte, Oeste, Sul e Leste (Figura 2).



**Figura 2.** Aproximações da rotatória em estudo na cidade de Maringá/PR

Inicialmente, realizou-se a contagem de veículos, abrangendo o fluxo em uma hora em horário de pico. A contagem abrangeu os veículos de passeio, as motocicletas, os caminhões e os ônibus, sendo verificada qual aproximação era realizada a entrada de veículos, bem como qual a saída utilizada. De modo a determinar a equivalência de cada veículo em Unidade de Carro de Passeio (UCP) utilizou-se as conversões expressas no Quadro 1. Com isso foi possível confeccionar uma matriz de origem e destino para uma hora.

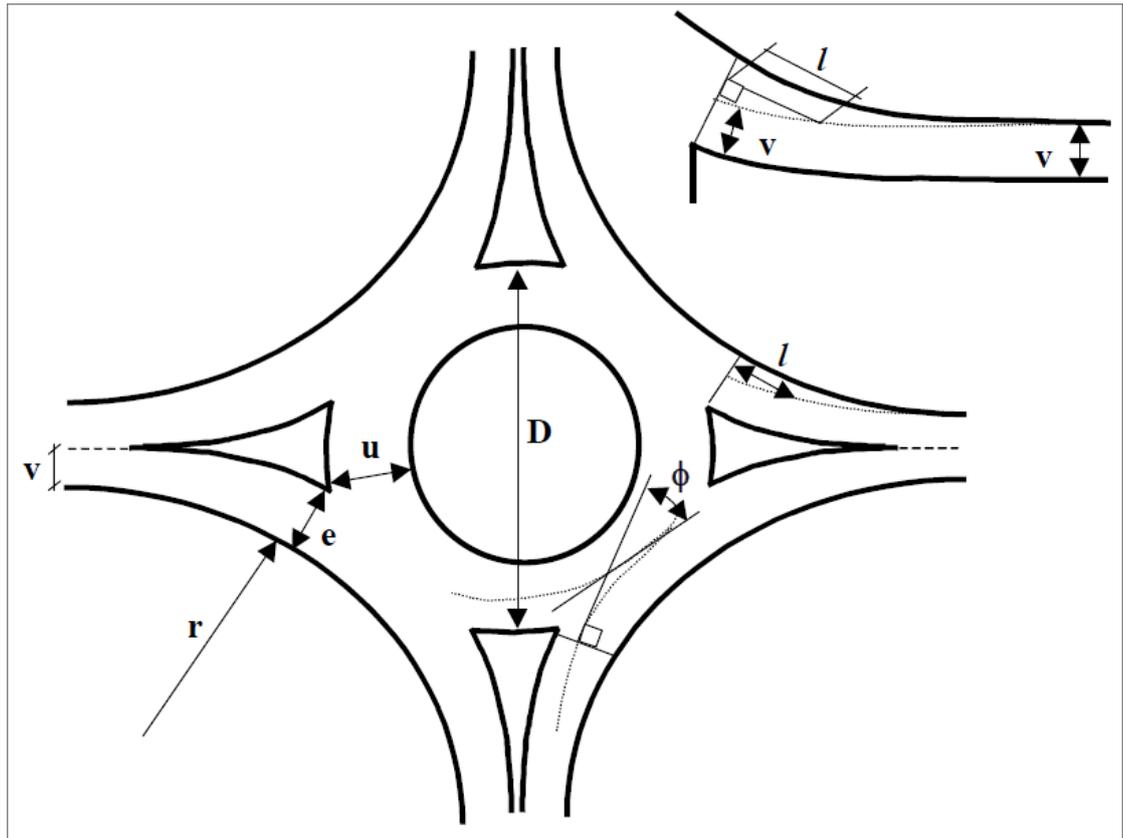
<b>Veículo</b>	<b>Conversão (UCP)</b>
Motocicleta	0,75
Automóvel	1,00
Caminhão	2,80
Ônibus	2,80

**Quadro 1.** Fatores de conversão para equivalência de cada veículo em Unidade de Carro de Passeio (UCP)

Fonte: CONTRAN (2014)

## - Método Inglês

Neste Método, conforme Kimber (1980), devem ser levantados alguns parâmetros da rótula apresentados na Figura 3, sendo eles: meia largura da via de acesso ( $v$ ), largura de entrada ( $e$ ), comprimento médio efetivo sobre o qual a folga é desenvolvida em metros ( $l$ ) podendo-se obter o comprimento formato da folga ( $S$ ) pela **Erro! Fonte de referência não encontrada.**, ângulo de entrada ( $\Phi$ ), raio de entrada ( $r$ ) e diâmetro ( $D$ ). Foram realizadas medições in loco e com o auxílio de imagens de satélite para determinação destes valores.



**Figura 3.** Dimensões relevantes da seção de entrada na rotatória  
Fonte: Bertoncini (2004)

$$S = \frac{e - v}{l} \quad (1)$$

Então encontra-se os valores de  $x_2$  (Equação 2) e  $t_D$  (Equação 3).

$$x_2 = v + \frac{e - v}{1 + 2S} \quad (2)$$

$$t_D = 1 + \frac{0,5}{1 + e^{\frac{D-60}{10}}} \quad (3)$$

Com esses parâmetros é possível definir as constantes da equação linear para o fluxo de entrada na rotatória (Equação 4).

$$Q_e = 303 \times x_2 - 0,210 \times tD \times (1 + 0,2x_2) \times Q_c \quad (4)$$

Em que:

$Q_e$  é o fluxo de entrada na rotatória;

$Q_c$  é o fluxo e circulação na rotatória.

O valor de  $Q_e$  ainda deve ser corrigido em função do ângulo  $\Phi$  (Quadro 2) e do raio de entrada  $r$  (Quadro 3). Os valores correspondem a uma correção, positiva ou negativa, em termos de porcentagem do valor de  $Q_e$ .

$\Phi$ (graus)	Correção (% de $Q_e$ )	$\Phi$ (graus)	Correção (% de $Q_e$ )
0	+10,4	40	-3,5
5	+8,7	45	-5,2
10	+6,9	50	-6,9
15	+5,2	55	-8,7
20	+3,5	60	-10,4
25	+1,7	65	-12,1
30	0	70	-13,9
35	-1,7	75	-15,6

**Quadro 2.** Porcentagem de correção de  $Q_e$  em função da variação do ângulo de entrada  
Fonte: Ferraz et al. (1999)

$r$ (metros)	Correção (% de $Q_e$ )	$r$ (metros)	Correção (% de $Q_e$ )
4	-19,6	20	0
5	-14,7	22	+0,4
6	-11,4	24	+0,8
7	-9,1	26	+1,1
8	-7,4	28	+1,4
9	-6,0	30	+1,6
10	-4,9	35	+2,1
12	-3,3	40	+2,5
14	-2,1	50	+2,9
16	-1,2	100	+3,9
18	-0,5	$\infty$	+4,9

**Quadro 3.** Porcentagem de correção de  $Q_e$  em função da variação do raio de entrada.  
Fonte: Ferraz et al. (1999)

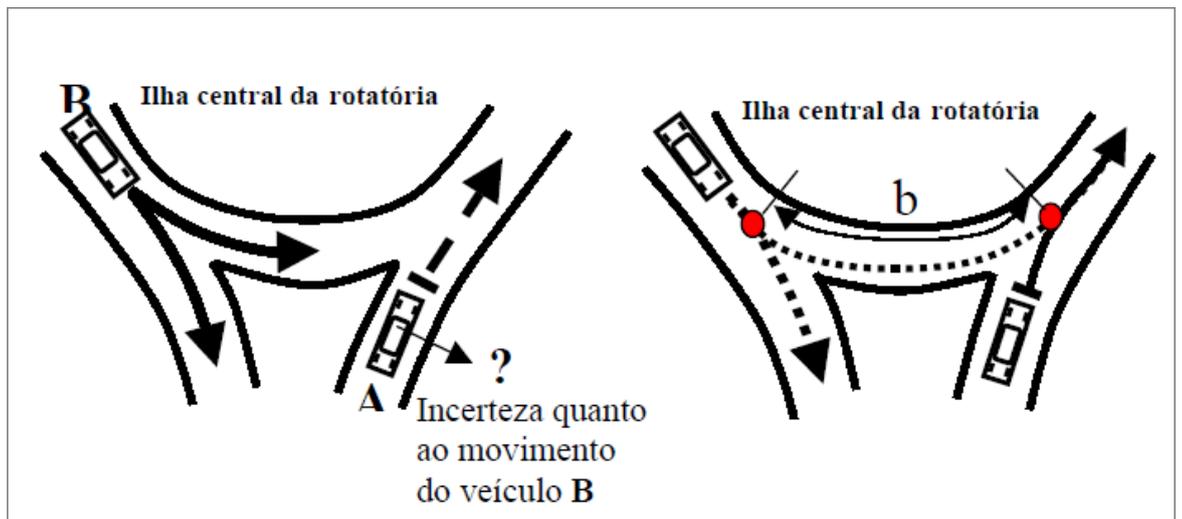
Com os volumes de tráfego da rotatória ( $V_r$ ) obtêm-se a capacidade  $C$  para cada entrada, conforme Equação (5), sendo que a soma das capacidades de cada entrada é igual à capacidade da rótula.

$$C = 1070 - 0,65 \times V_r \quad (5)$$

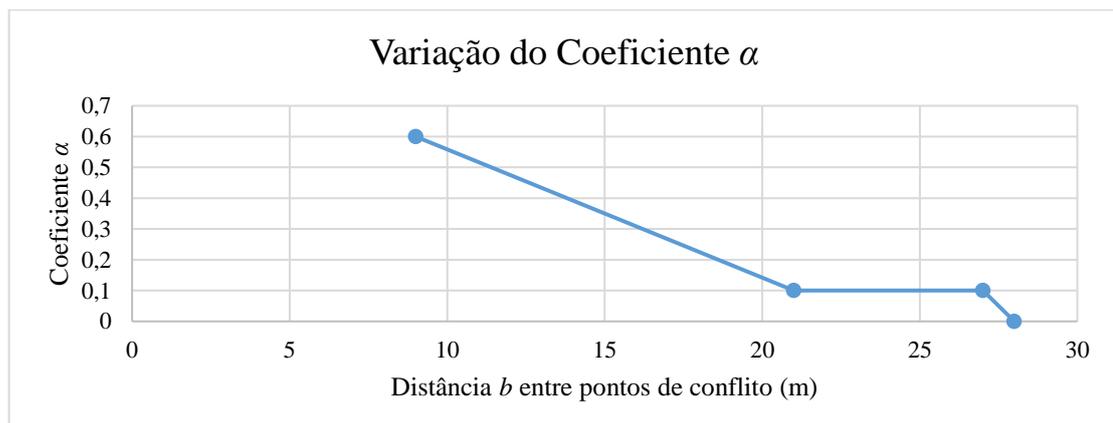
Conforme recomendação do Método, se  $C < 4000$  veículos.h<sup>-1</sup>, deve-se usar uma capacidade prática ( $C_p$ ) igual a 85% de  $C$ , caso contrário,  $C_p$  é igual a  $C$ . Se a capacidade prática ( $C_p$ ) for maior que o fluxo de veículos na entrada ( $Q_e$ ), tem-se que a rotatória supre a demanda adequadamente.

#### - Método Suíço

De acordo com EPFL (1997), inicialmente define-se o valor da distância entre a saída da rotatória anterior e a entrada que está sendo estudada ( $b$ ), conforme Figura 4. Com a distância  $b$  é possível definir o valor do coeficiente  $\alpha$ , com base no gráfico apresentado na Figura 5.



**Figura 4.** Condição geométrica abordada no Método Suíço  
Fonte: Bertoncini (2004)



**Figura 5.** Variação do coeficiente  $\alpha$  em função da distância  $b$  entre pontos de conflito  
Fonte: Adaptado de Ferraz et al. (1999)

São utilizadas as Equações (6) e (7) para cálculo de capacidade de entrada ( $C_e$ ).

$$Q_g = Q_c + \alpha \times Q_s \quad (6)$$

Em que:

$Q_s$  é o fluxo de tráfego a saída anterior.

$$C_e = 1500 - \frac{8}{9} Q_g \quad (7)$$

Se o valor da capacidade de entrada ( $C_e$ ) for maior que a capacidade das aproximações ( $C$ ), a utilização da rotatória está dentro dos parâmetros de projeto.

### 3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A contagem de veículos foi realizada após filmagem em um período de 15 minutos em horário de maior fluxo de veículos, sendo efetuada das 17h10 até às 17h25 do dia 06 de outubro de 2015. Com isso, obteve-se a quantidade e tipo dos veículos que entraram na rotatória em cada uma das quatro aproximações, bem como a via de destino escolhida (Tabelas 1, 2, 3 e 4).

**Tabela 1.** Contagem de veículos chegando pela aproximação Norte

<b>Aproximação Norte</b>					
Tipo veículo	Número de veículos				Total
	Saída Norte	Saída Oeste	Saída Sul	Saída Leste	
Carro	6	81	94	46	<b>227</b>
Motocicleta	1	17	32	21	<b>71</b>
Caminhão	0	0	1	0	<b>1</b>
Ônibus	0	0	2	0	<b>2</b>
<b>Total</b>	<b>7</b>	<b>98</b>	<b>29</b> <sup>1</sup>	<b>67</b>	<b>301</b>

**Tabela 2.** Contagem de veículos chegando pela aproximação Oeste

<b>Aproximação Oeste</b>					
Tipo veículo	Número de veículos				Total
	Saída Norte	Saída Oeste	Saída Sul	Saída Leste	
Carro	55	3	64	88	<b>210</b>
Motocicleta	30	0	23	34	<b>87</b>
Caminhão	0	0	2	2	<b>4</b>
Ônibus	0	0	0	2	<b>2</b>
<b>Total</b>	<b>85</b>	<b>3</b>	<b>89</b>	<b>126</b>	<b>303</b>

**Tabela 3.** Contagem de veículos chegando pela aproximação Sul

<b>Aproximação Sul</b>					
Tipo veículo	Número de veículos				Total
	Saída Norte	Saída Oeste	Saída Sul	Saída Leste	
Carro	104	37	2	61	<b>204</b>
Motocicleta	26	8	0	9	<b>43</b>
Caminhão	0	0	0	0	<b>0</b>
Ônibus	3	0	0	0	<b>3</b>
<b>Total</b>	<b>133</b>	<b>45</b>	<b>2</b>	<b>70</b>	<b>250</b>

**Tabela 4.** Contagem de veículos chegando pela aproximação Leste

Tipo veículo	Aproximação Leste				Total
	Saída Norte	Saída Oeste	Saída Sul	Saída Leste	
Carro	30	99	52	2	<b>183</b>
Motocicleta	5	24	9	1	<b>39</b>
Caminhão	0	3	0	0	<b>3</b>
Ônibus	2	1	0	0	<b>3</b>
<b>Total</b>	<b>37</b>	<b>127</b>	<b>61</b>	<b>3</b>	<b>228</b>

Com os resultados da contagem realizou-se a conversão para Unidade de Carro de Passeio por hora (UCP.h<sup>-1</sup>) e, utilizando-se os fatores de conversão do Quadro 1, confeccionou-se uma matriz de origem e destino, conforme Tabela 5.

**Tabela 5.** Matriz de origem e destino

Sentido		Destino (UCP.h <sup>-1</sup> )				Total
		Saída Norte	Saída Oeste	Saída Sul	Saída Oeste	
Origem (UCP.h <sup>-1</sup> )	Entrada Norte	27	375	506	247	<b>155</b>
	Entrada Oeste	310	12	347	499	<b>168</b>
	Entrada Sul	528	172	8	271	<b>79</b>
	Entrada Leste	157	513	235	11	<b>16</b>
<b>Total</b>		<b>1022</b>	<b>1072</b>	<b>1096</b>	<b>1028</b>	<b>218</b>

Em seu estudo, Bertoncini (2004) realizou contagem nesta interseção circular após instalação da rotatória em 2004, no horário compreendido entre 17h30 e 18h15, resultando, após ajustes, na observação de 3.015 UCP.h<sup>-1</sup>. Isto representa um acréscimo de 28,52% no número de veículos de 2004 em comparação com o valor de 4218 UCP.h<sup>-1</sup> encontrado no ano de 2015.

- Método Inglês

Nas medições realizadas encontraram-se os valores de 32 m para o diâmetro ( $D$ ), 16 m para o raio de entrada ( $r$ ), 60° de ângulo de entrada ( $\Phi$ ), 6,6 m para a meia largura da via de acesso ( $v$ ), 7 m para a largura de entrada ( $e$ ), 2 m de comprimento médio efetivo sobre o qual a folga é desenvolvida ( $l$ ). Com base na Equação (1), tem-se o cálculo do comprimento formato da folga ( $S$ ), assim:

$$S = 0,2 m$$

Utilizando as Equações (2) e (3) foram calculados os valores de  $x_D$  e  $t_D$ , respectivamente:

$$x_D = 6,886$$

$$t_D = 1,471$$

A partir da Equação (4), encontrou-se o valor do fluxo de entrada na rotatória ( $Q_e$ ), utilizando, para isso,  $Q_c$  igual a 678 UCP.h<sup>-1</sup>, sendo este valor calculado com base na Tabela 5, assim:

$$Q_e = 1588 \text{ UCP.h}^{-1}$$

Corrigindo o valor de  $Q_e$  em função do ângulo, conforme Quadro 2, e do raio de entrada, segundo Quadro 3, têm-se correções de, respectivamente -10,4% e -1,2%, então:

$$Q_{e_{\text{corrigido}}} = 1404 \text{ UCP.h}^{-1}$$

Com os dados da Tabela 5 são obtidos os volumes de tráfego da rotatória ( $V_r$ ), e com a Equação 5 encontram-se as respectivas capacidades de cada entrada, sendo o somatório destes valores a capacidade ( $C$ ) da rotatória, assim:

$$C_{\text{norte}} = 452 \text{ UCP.h}^{-1}$$

$$C_{\text{oeste}} = 398 \text{ UCP.h}^{-1}$$

$$C_{\text{sul}} = 351 \text{ UCP.h}^{-1}$$

$$C_{\text{leste}} = 383 \text{ UCP.h}^{-1}$$

$$C_{\text{rotatória}} = C_{\text{norte}} + C_{\text{oeste}} + C_{\text{sul}} + C_{\text{leste}}$$

$$C_{\text{rotatória}} = 1584 \text{ UCP.h}^{-1}$$

Com a Capacidade de 1584 UCP.h<sup>-1</sup>, tem-se que o valor é menor que 4.000 UCP.h<sup>-1</sup>, assim, pela recomendação do Método, a capacidade prática ( $C_p$ ) igual a 85% do valor de  $C$ :

$$C_p = 1346 \text{ UCP.h}^{-1}$$

Com  $Q_e$  igual a 1404 UCP.h<sup>-1</sup> e  $C_p$  igual a 1346 UCP.h<sup>-1</sup>, tem-se  $Q_e > C_p$ . Assim, para esta análise pelo Método Inglês, a rotatória encontra-se fora dos parâmetros ideais de projeto. A diferença do fluxo de entrada para a capacidade é pequena, contudo, já indica a saturação desta interseção giratória em horários de pico, como foi possível observar a formação de filas consideráveis no momento da contagem.

De modo a aumentar a capacidade da rotatória, poderia ser verificada a possibilidade de readequação em sua geometria. O aumento do ângulo de entrada ( $\Phi$ ) para 65° e a

consequente diminuição do raio de entrada ( $r$ ) para 12 m fariam com que fluxo de veículos na entrada ( $Qe$ ) seja de 1344 UCP.h<sup>-1</sup>, valor em conformidade com capacidade prática ( $Cp$ ) do dispositivo.

Contudo, tais alterações na geometria do dispositivo demandam intervenções nas áreas de circulação de pedestres, haja vista a inexistência de espaço entre o leito carroçável e as calçadas, o que inviabiliza tal possibilidade.

#### - Método Suíço

Primeiramente definiu-se a distância entre a saída da rotatória anterior e a entrada em estudo ( $b$ ) como sendo igual a 25 m, com valor igual para todas as aproximações. Com o valor de  $b$  define-se valor do coeficiente  $\alpha$  de acordo com o gráfico apresentado na Figura 4, sendo o valor encontrado de 0,1. Com este valor calcula-se a capacidade de entrada (UCP.h<sup>-1</sup>) para cada aproximação da rotatória por meio das Equações (6) e (7), assim:

$$Qg_{norte} = 780 \text{ UCP.h}^{-1}$$

$$Qg_{oeste} = 785 \text{ UCP.h}^{-1}$$

$$Qg_{sul} = 788 \text{ UCP.h}^{-1}$$

$$Qg_{leste} = 781 \text{ UCP.h}^{-1}$$

$$Ce_{norte} = 806 \text{ UCP.h}^{-1}$$

$$Ce_{oeste} = 802 \text{ UCP.h}^{-1}$$

$$Ce_{sul} = 800 \text{ UCP.h}^{-1}$$

$$Ce_{leste} = 806 \text{ UCP.h}^{-1}$$

A Tabela 6 expressa os valores da capacidade de entrada ( $Ce$ ) (UCP.h<sup>-1</sup>) e da capacidade de cada aproximação ( $C$ ) (UCP.h<sup>-1</sup>) calculada anteriormente.

**Tabela 6.** Valores de  $Ce$  e  $C$  para cada aproximação.

Aproximação	Capacidade de entrada ( $Ce$ ) (UCP.h <sup>-1</sup> )	Capacidade de cada aproximação ( $C$ ) (UCP.h <sup>-1</sup> )
Norte	806	452
Oeste	802	398
Sul	800	351
Leste	806	383

De acordo com a Tabela 6, em todas as aproximações tem-se  $Ce > C$ , sendo assim, de acordo com o Método Suíço, a rotatória comporta o fluxo adequadamente. Contudo, sabendo-se de sua simplicidade, sugere-se que não seja utilizado apenas este Método para tomada de decisões, e sim, em conjunto com métodos que levam em conta mais variantes, o que agrega maior confiabilidade nos resultados, como é o caso do Método Inglês.

Analisando a rótula em questão, Bertoncini (2004) reportou que, após utilizar os Métodos Inglês e Suíço, a rotatória moderna seria suficiente para comportar o fluxo de veículos em 2004, proporcionando folga para que o cruzamento suporte o fluxo por mais anos. Visto isso, sabendo-se do resultado diverso encontrado para o Método Inglês em 2015, ressalta-se a importância da continuidade do monitoramento do fluxo de tráfego neste ponto crítico da urbe. Com isso é possível planejar quais soluções podem ser empregadas visando a melhoria da mobilidade local, seja pela instalação de semáforos, disposição de binários, ou pela utilização de outros elementos de controle, satisfazendo a demanda da circulação em um horizonte adequado.

#### 4 CONCLUSÃO

Com este estudo verificou-se a dinâmica do tráfego da rotatória em questão, bem como sua adequação ao fluxo existente. Utilizando-se do Método Inglês, constatou-se um fluxo de entrada ( $Q_e$ ) 4,31% maior que a capacidade prática da rotatória ( $C_p$ ). Já com o Método Suíço, a rotatória comporta o fluxo. Por este último ser um Método mais simples, sugere-se que seja utilizado juntamente outros mais abrangentes para condicionar tomadas de decisões.

A readequação da geometria poderia ser uma possibilidade à manutenção da rotatória. Entretanto a falta de espaço para eventuais intervenções torna-se o maior empecilho à esta solução. Visando o aumento da eficiência e diminuição de acidentes nessa interseção apontam-se outras possibilidades, como a adoção de binários na região, dissipando o fluxo excessivo de veículos no cruzamento, ou mesmo a retirada da rotatória com uso de semaforização sincronizada. Contudo, para escolha da melhor solução, faz-se imprescindível o entendimento da dinâmica da mobilidade e do monitoramento constante do tráfego local.

#### AGRADECIMENTOS

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) - Código de Financiamento 001.

#### REFERÊNCIAS

BERTONCINI, B.V. **Comparação entre interseção semaforizada e rotatória utilizando o simulador Integration. Estudo de caso: Av Cerro Azul x Av JK.** 2004. 64 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Civil) - Universidade Estadual de Maringá, Maringá, 2004.

COELHO, D.M. **Análise e sugestões para projetos geométricos de rótulas modernas em vias urbanas.** 2012. 109 f. Dissertação (Mestrado em Transportes) - Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2012.

CORPO DE BOMBEIROS DO PARANÁ. **Sistema digital de dados operacionais - 5º Grupamento de Bombeiros - Maringá.** Curitiba, 2016.

COSTA, J.P.B. **Mini-rotatórias: Contribuição na redução de conflitos em interseções urbanas** 2010. 107 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) - Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2010.

DEPARTAMENTO DE ESTRADAS DE RODAGEM DE SANTA CATARINA - DER/SC. **Utilização e Configuração de Rotatórias em Estradas fora de Áreas Urbanizadas.** Florianópolis: DER/SC, 2000.

- 
- CONSELHO NACIONAL DE TRÂNSITO – CONTRAN. **Manual Brasileiro de Sinalização de Trânsito: Sinalização Semafórica**. Brasília, 2014
- ESCOLA POLITÉCNICA FEDERAL DE LAUSANA - EPFL. Guide Suisse des Giratoires. Lausanne: **Institut des Transports et de Planification**, 1997.
- FERRAZ, A.C.P., FORTES, F.Q. & SIMÕES, F.A. **Engenharia de Tráfego Urbano** - Fundamentos Práticos. São Carlos, EESC, 1999.
- GOOGLE MAPS. 2015. Disponível em: <<https://maps.google.com>> Acesso em 31 out. 2016.
- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE. **Frota Maringá, PR**. 2015. Disponível em: <<http://cod.ibge.gov.br/144ic>> Acesso em 31 out. 2016.
- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE. IBGE Cidades, Maringá - PR, 2010. Disponível em: <<http://cidades.ibge.gov.br/xtras/perfil.php?codmun=411520>> Acesso em 31 out. 2016.
- INSTITUTO PARANAENSE DE DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO E SOCIAL - IPARDES. **Relação dos municípios do Estado ordenados segundo as mesorregiões e as microrregiões geográficas do IBGE – Paraná**. Curitiba, 2012.
- KIMBER, R.M. The Traffic Capacity of Roundabouts: Transport and Road Research Laboratory. Crowthorne: TRRL Laboratory Report 942, 1980.
- MARINGÁ. **Mapa de diretrizes de arruamento**. Prefeitura Municipal - Secretaria de Planejamento, 2010.
- MOITA, M.H.V. & ALMEIDA, E.S. Aplicação de simulação para obtenção de soluções ao tráfego em rotatória da cidade de Manaus. **Journal of Transport Literature**, 6(1): 93-109, 2012.
- REGO, R.L. As cidades plantadas: os britânicos e a construção da paisagem do norte do Paraná. Londrina: **Humanidades**, 2009.
- SILVA, A.M.B. & SECO, A.J.M. **Manual do planejamento de acessibilidades e transportes: Rotundas**. Coimbra: Comissão de Coordenação e Desenvolvimento Regional do Norte, 2008.
- SOUZA, M.V.J.S. **Análise de desempenho de uma interseção não semaforizada em nível (rotatória) utilizando microssimulação - estudo de caso: anel viário da UFRJ**. 2012. 112 f. Dissertação (Mestrado em Transportes) - Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2012.