



LABORATÓRIO NACIONAL  
DE ENGENHARIA CIVIL

DEPARTAMENTO DE TRANSPORTES  
Núcleo de Planeamento, Tráfego e Segurança

Proc. 0703/11/16184

## **ESTIMATIVA DE FREQUÊNCIAS DE ACIDENTES RODOVIÁRIOS EM MEIO URBANO CONSIDERANDO VOLUMES DE TRÁFEGO DE PEÕES**

Lisboa • Setembro de 2008

**I&D** TRANSPORTES

**RELATÓRIO 404/2008 – NPTS**



# **ESTIMATIVA DE FREQUÊNCIAS DE ACIDENTES RODOVIÁRIOS EM MEIO URBANO CONSIDERANDO VOLUMES DE TRÁFEGO DE PEÕES**

## **SUMÁRIO**

---

O presente relatório refere-se à actividade em curso LNEC no âmbito da investigação programada (2005-2008) sobre a segurança rodoviária em meio urbano.

Neste documento relatam-se os resultados da aplicação de modelos de estimativa de acidentes, desenvolvidos internacionalmente, às intersecções da Av. do Brasil e da Av. Rio de Janeiro, em Lisboa, de forma a avaliar o ajuste das estimativas obtidas no contexto nacional.

São apresentadas as conclusões relativas à aplicabilidade dos modelos analisados. A comparação entre as frequências de acidentes observadas e as estimadas permitiu constatar uma desadequação dos modelos estudados ao contexto rodoviário urbano de Lisboa, uma vez que os valores estimados foram bastante superiores aos observados.

## **ABSTRACT**

---

The present report refers to the activity developed by the LNEC in the scope of the study on urban road safety.

In this study, international accident prediction models were applied to the intersections of Av. do Brasil and Av. Rio de Janeiro, in Lisbon, to evaluate their adjustment to the national context.

Conclusions on the applicability of the analyzed models are presented. The comparison between the observed accident frequencies and the estimated ones, evidenced the inadequacy of the models to the Portuguese urban road context, since the estimated values were higher than the observed ones.





# ÍNDICE

<b>1   INTRODUÇÃO .....</b>	<b>1</b>
<b>2   MODELOS DE ESTIMATIVA DE ACIDENTES.....</b>	<b>2</b>
2.1 MODELOS DA NOVA ZELÂNDIA .....	2
2.1.1 Modelos de estimativa de atropelamentos em passagens de peões semaforizadas localizadas em intersecções.....	3
2.1.2 Modelos de estimativa de atropelamentos em rotundas.....	8
2.1.3 Modelos de estimativa de atropelamentos em intersecções semaforizadas de três ramos	9
2.1.4 Modelos de estimativa de atropelamentos em passagens de peões semaforizadas localizadas em estradas de um ou dois sentidos.....	9
2.2 MODELOS DOS ESTADOS UNIDOS DA AMÉRICA (EUA) .....	10
2.3 MODELOS DO CANADÁ.....	17
2.4 MODELOS DA SUÉCIA .....	22
2.5 MODELOS DO REINO UNIDO .....	24
2.6 MODELOS DA DINAMARCA.....	26
2.7 CONCLUSÕES .....	27
2.7.1 RESUMO DOS MODELOS APRESENTADOS .....	27
2.7.2 MODELOS APLICADOS NO CASO DE ESTUDO .....	29
<b>3   APLICAÇÃO DOS MODELOS AO CASO DE ESTUDO .....</b>	<b>30</b>
3.1 DESCRIÇÃO DA ZONA DE ESTUDO .....	30
3.2 DADOS RECOLHIDOS .....	31
3.2.1 Volumes de tráfego rodoviário e pedonal.....	31
3.2.2 Acidentes .....	35
3.3 APLICAÇÃO DOS MODELOS.....	42
3.3.1 Intersecções do Tipo 1 .....	42
3.3.1.1 Intersecção 8: Av. Rio de Janeiro / Rua Maria Amália Vaz de Carvalho .....	43
3.3.2 Intersecções do Tipo 2 .....	45
3.3.2.1 Intersecção 1: Av. do Brasil com a Av. Rio de Janeiro .....	46
3.3.2.2 Intersecção 2: Av. do Brasil com a Rua das Murtas (Oeste) .....	48
3.3.2.3 Intersecção 3: Av. do Brasil com a Av. de Roma.....	51
3.3.2.4 Intersecção 4: Av. do Brasil com a Rua das Murtas (Este).....	53
3.3.3 Intersecções do Tipo 3 .....	56
3.3.3.1 Intersecção 5: Av. Rio de Janeiro com a Rua João Saraiva.....	56
3.3.3.2 Intersecção 6: Av. Rio de Janeiro com a Rua Ricardo Jorge .....	59
3.3.3.3 Intersecção 9: Av. Rio de Janeiro com a Rua Alexandre Rey Colaço .....	61

3.3.4	<i>Intersecções do Tipo 4</i> .....	63
3.3.4.1	Intersecção 7: Av. Rio de Janeiro com a Av. da Igreja .....	63
3.3.5	<i>Resumo das frequências estimadas de acidentes</i> .....	65
3.3.6	<i>Comparação das frequências de acidentes observadas com as estimadas</i> .....	66
<b>4  </b>	<b>NOTAS FINAIS</b> .....	<b>71</b>
<b>5  </b>	<b>BIBLIOGRAFIA</b> .....	<b>73</b>

## ÍNDICE DE QUADROS

Quadro 1  Parâmetros obtidos e indicadores de ajuste para os modelos de estimativa de atropelamentos em passagens de peões semaforizadas localizadas em intersecções, considerando o movimento de atravessamento da intersecção.....	3
Quadro 2  Parâmetros obtidos e indicadores de ajuste para os modelos de estimativa de atropelamentos em passagens de peões semaforizadas localizadas em intersecções, considerando o movimento de atravessamento da intersecção incluindo variáveis de fluxo não conflitantes .....	4
Quadro 3  Parâmetros obtidos e indicadores de ajuste para os modelos de estimativa de atropelamentos em passagens de peões semaforizadas localizadas em intersecções, considerando o movimento de mudança de direcção (dois movimentos conflitantes).....	5
Quadro 4  Parâmetros obtidos e indicadores de ajuste para os modelos de estimativa de atropelamentos em passagens de peões semaforizadas localizadas em intersecções, considerando o movimento de mudança de direcção à esquerda (um movimento conflitante) .....	5
Quadro 5  Parâmetros obtidos e indicadores de ajuste para os modelos de estimativa de atropelamentos em passagens de peões semaforizadas localizadas em intersecções, considerando o movimento de mudança de direcção à esquerda (um movimento conflitante incluindo variáveis de fluxo não conflitantes).....	6
Quadro 6  Parâmetros obtidos e indicadores de ajuste para os modelos de estimativa de atropelamentos em passagens de peões semaforizadas localizadas em intersecções, considerando o movimento de mudança de direcção à direita.....	7
Quadro 7  Parâmetros obtidos e indicadores de ajuste para os modelos de estimativa de atropelamentos em rotundas .....	8
Quadro 8  Parâmetros obtidos e indicadores de ajuste para os modelos de estimativa de atropelamentos em intersecções semaforizadas de três ramos.....	9
Quadro 9  Parâmetros obtidos e indicadores de ajuste para os modelos de estimativa de atropelamentos em passagens de peões semaforizadas localizadas em	

estradas de um ou dois sentidos .....	10
Quadro 10   Coeficientes estimados e indicadores de ajuste para acidentes em intersecções de quatro ramos, controladas por sinal de STOP (Bauer e Harwood) .....	11
Quadro 11   Coeficientes estimados e indicadores de ajuste para acidentes em intersecções de três ramos, controladas por sinal de STOP (Bauer e Harwood)..	12
Quadro 12   Coeficientes estimados e indicadores de ajuste para acidentes em intersecções de quatro ramos, controladas por sinais luminosos (Bauer e Harwood).....	13
Quadro 13  Coeficientes estimados e indicadores de ajuste para acidentes em intersecções (Leden).....	17
Quadro 14  Coeficientes estimados e indicadores de ajuste para acidentes em intersecções urbanas não semaforizadas e controladas por sinais de STOP (Sayed e Rodriguez) .....	18
Quadro 15   Coeficientes e indicadores de ajuste estimados por Lord e Persaud.....	20
Quadro 16   Coeficientes e indicadores de ajuste estimados por Persaud, Lord e Palmisano .....	21
Quadro 17  Valores do coeficiente de correlação $R^2$ estimados por Brüde e Larson.	22
Quadro 18  Comparação entre o número de acidentes estimado e observado no Maine .....	23
Quadro 19  Indicadores de ajuste estimados por Mountain e Fawaz para os três modelos .....	26
Quadro 20   Coeficientes estimados por Greibe.....	27
Quadro 21  Resumo dos modelos de estimativa de frequência de acidentes, organizados por tipo de intersecção .....	28
Quadro 22   Factores a utilizar no cálculo do TMDA relativo a 24 horas. ....	33

Quadro 23   Volumes pedonais e de tráfego das intersecções da Av. do Brasil e Av. Rio de Janeiro .....	34
Quadro 24  Acidentes ocorridos em 2003 nas intersecções em análise, a uma distância de 20 e 50 metros do ponto central da intersecção .....	40
Quadro 25  Acidentes ocorridos em 2004 nas intersecções em análise, a uma distância de 20 e 50 metros do ponto central da intersecção .....	41
Quadro 26  Acidentes ocorridos em 2005 nas intersecções em análise, a uma distância de 20 e 50 metros do ponto central da intersecção .....	41
Quadro 27  Média dos acidentes ocorridos entre 2003 e 2005 nas intersecções em análise, a uma distância de 20 e 50 metros do ponto central da intersecção .....	42
Quadro 28   Modelos de estimativa de acidentes aplicáveis às intersecções do Tipo 1 .....	43
Quadro 29   Modelos de estimativa de acidentes aplicáveis às intersecções do tipo 2 .....	45
Quadro 30   Modelos de estimativa de acidentes aplicáveis às intersecções do tipo 3 .....	56
Quadro 31   Modelos de estimativa de acidentes aplicáveis às intersecções do tipo 4 .....	63
Quadro 32   Resumo das frequências estimadas de acidentes para as intersecções analisadas .....	66
Quadro 33   Comparação das frequências anuais do total de acidentes observadas com as estimadas .....	67
Quadro 34   Comparação das frequências anuais de acidentes com vítimas observadas com as estimadas .....	68
Quadro 35   Comparação das frequências anuais de atropelamentos observadas com as estimadas .....	69



## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 – Variação do tráfego nas 24 horas da intersecção da Av. do Brasil com a Av. Rio de Janeiro .....	32
Figura 2 – Métodos alternativos para definição da zona de influência de uma intersecção.....	36
Figura 3  Localização de todos os acidentes ocorridos nas proximidades das intersecções em estudo nos anos de 2003, 2004 e 2005 .....	37
Figura 4  Localização de todos os acidentes ocorridos a 20 metros das intersecções em estudo nos anos de 2003, 2004 e 2005.....	37
Figura 5  Localização de todos os acidentes ocorridos a 50 metros das intersecções em estudo nos anos de 2003, 2004 e 2005.....	38
Figura 6  Localização dos acidentes com vítimas ocorridos a 20 metros das intersecções em estudo nos anos de 2003, 2004 e 2005 .....	38
Figura 7  Localização dos acidentes com vítimas ocorridos a 50 metros das intersecções em estudo nos anos de 2003, 2004 e 2005 .....	39
Figura 8  Localização dos atropelamentos ocorridos a 20 metros das intersecções em estudo nos anos de 2003, 2004 e 2005.....	39
Figura 9  Localização dos atropelamentos ocorridos a 50 metros das intersecções em estudo nos anos de 2003, 2004 e 2005.....	40
Figura 10   Fotografias da intersecção da Av. Rio de Janeiro com a Rua Maria Amália Vaz de Carvalho.....	43
Figura 11   Fotografias da intersecção da Av. do Brasil com a Av. Rio de Janeiro....	46
Figura 12   Fotografias da intersecção da Av. do Brasil com a Rua das Murtas (Oeste) .....	48
Figura 13   Fotografias da intersecção da Av. do Brasil com a Av. de Roma .....	51
Figura 14   Fotografias da intersecção da Av. do Brasil com a Rua das Murtas (Este)	

.....	53
Figura 15   Fotografias da intersecção da Av. Rio de Janeiro com a Rua João Saraiva .....	57
Figura 16   Fotografias da intersecção da Av. Rio de Janeiro com a Rua Ricardo Jorge .....	59
Figura 17   Fotografias da intersecção da Av. Rio de Janeiro com a Rua Alexandre Rey Colaço.....	61
Figura 18   Fotografias da intersecção da Av. Rio de Janeiro com a Av. da Igreja.....	63



A modelação matemática constitui uma ferramenta bastante generalizada em aplicações científicas e de engenharia. É utilizada com o propósito de identificar padrões em dados observados e transformá-los em equações susceptíveis de serem usadas quer para avaliar o efeito de alterações em variáveis descritoras do fenómeno analisado, quer para descrever o estado expectável de um sistema com uma determinada configuração. No caso da modelação da sinistralidade, permite ainda desagregar a componente aleatória e inexplicável do fenómeno, da componente sistemática, que pode ser utilizada em estimativas de frequências de ocorrência e do efeito de variáveis explicativas.

Um modelo explicativo da frequência média de acidentes é, na sua essência, uma equação matemática que expressa a frequência de acidentes num local em função do volume de tráfego e de outras características inerentes a esse local. Em regra, a capacidade explicativa de um modelo aumenta com a extensão do período a que se referem os dados usados para o respectivo desenvolvimento e ajuste estatístico. No entanto, é preciso ter em atenção as tendências de longo prazo, uma vez que podem ocorrer alterações nas variáveis explicativas e a ocorrência de acidentes pode evoluir devido a factores que mudam ao longo do tempo.

Em resposta aos orçamentos limitados e aos constrangimentos financeiros impostos à actuação das administrações rodoviárias, tem-se tornado cada vez mais importante assegurar que os fundos disponibilizados para investimentos de correcção da infraestrutura sejam utilizados com eficiência. Actualmente é possível aumentar a probabilidade de sucesso das intervenções em segurança rodoviária através da utilização de modelos de estimativa de acidentes, que representam uma ferramenta bastante útil na estimação do número médio de acidentes em elementos característicos do ambiente rodoviários, como sejam as intersecções e trechos homogéneos de secção corrente. Tais modelos devem, no entanto, ser objecto de uma apropriada adaptação ao contexto rodoviário em que são aplicados e ao tipo de utilização a que se destinam, sob pena de produzirem resultados desajustados, inviabilizando um contributo útil e rigoroso nas análises produzidas.

O presente relatório refere-se ao teste da aplicabilidade de modelos explicativos da frequência de acidentes desenvolvidos no estrangeiro, em contexto rodoviário urbano diverso do nacional. A análise foi efectuada ao nível das intersecções urbanas, tendo sido escolhidas como caso de estudo as intersecções da Av. do Brasil e da Av. Rio de Janeiro. Foi considerado unicamente o caso das intersecções de nível, dada a escassez de modelos de estimativa de frequência de acidentes com peões nas zonas de ligação entre intersecções.

No capítulo 2 apresentam-se sucintamente diversos Modelos de Estimação de Frequências de Acidentes (MEFA) desenvolvidos internacionalmente, susceptíveis de serem usados no contexto urbano nacional. No capítulo 3 descreve-se a aplicação dos MEFA ao caso de estudo, primeiro por tipo de intersecção e depois por corredor. A finalizar, no Capítulo 4 são sumariadas as conclusões do estudo realizado.

## 2 | MODELOS DE ESTIMATIVA DE ACIDENTES

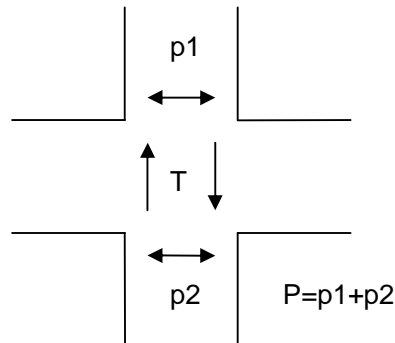
---

### 2.1 Modelos da Nova Zelândia

- **Turner, Roozemburg e Francis** [1] desenvolveram diversos modelos de estimativa de atropelamentos em intersecções, desagregados por tipo de movimento. Os vários modelos desenvolvidos referem-se a:
  - Modelos de estimativa de atropelamentos em passagens de peões semaforizadas localizadas em intersecções;
  - Modelos de estimativa de atropelamentos em rotundas;
  - Modelos de estimativa de atropelamentos em intersecções semaforizadas de três ramos;
  - Modelos de estimativa de atropelamentos em passagens de peões semaforizadas localizadas em estradas de um ou dois sentidos.

## 2.1.1 Modelos de estimativa de atropelamentos em passagens de peões semaforizadas localizadas em intersecções

### Modelo 1: Atravessamento da intersecção



$$A_p = b_0 \times T^{b_1} \times P^{b_2} \quad (\text{Eq. 1})$$

- $A_p$  = Número estimado de atropelamentos por ano;  
 $T$  = TMDA (Tráfego Médio Diário Anual) na direcção perpendicular ao tráfego de peões;  
 $P$  = TMDA de peões que atravessam a uma distância da intersecção não superior a 50m.

Os parâmetros ajustados para calibração do modelo foram os seguintes:

**Quadro 1| Parâmetros obtidos e indicadores de ajuste para os modelos de estimativa de atropelamentos em passagens de peões semaforizadas localizadas em intersecções, considerando o movimento de atravessamento da intersecção**

$b_0$	$b_1$	$b_2$	Erro
$7.279 \times 10^{-6}$	0.6340	0.3959	BN <sup>1</sup> , k=3.7

<sup>1</sup> Distribuição binomial negativa

### Modelo 2: Atravessamento da intersecção incluindo variáveis de fluxo não conflitantes

$$A_p = b_0 \times T^{b_1} \times P^{b_2} \times (2 - O)^{b_3} \quad (\text{Eq. 2})$$

- $A_p$  = Número estimado de atropelamentos por ano;  
 $T$  = TMDA na direcção perpendicular ao tráfego de peões;

- P = TMDA de peões que atravessam a uma distância da intersecção não superior a 50m;  
 O = Proporção de atravessamentos em verde (1 quando todos os atravessamentos se fazem em verde e 2 quando nenhum atravessamento se faz em verde).

$$A_p = b_0 \times T^{b_1} \times P^{b_2} \times D^{b_3} \quad (\text{Eq. 3})$$

- $A_p$  = Número estimado de atropelamentos por ano;  
 T = TMDA na direcção perpendicular ao tráfego de peões;  
 P = TMDA de peões que atravessam a uma distância da intersecção não superior a 50m;  
 D = Distância média de atravessamento (m).

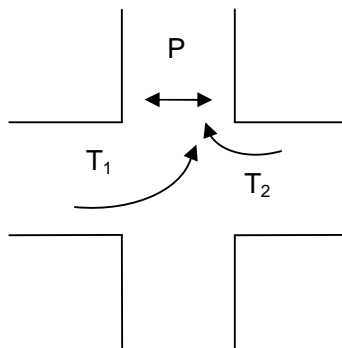
Os parâmetros ajustados para calibração do modelo são apresentados no Quadro 2:

**Quadro 2| Parâmetros obtidos e indicadores de ajuste para os modelos de estimativa de atropelamentos em passagens de peões semaforizadas localizadas em intersecções, considerando o movimento de atravessamento da intersecção incluindo variáveis de fluxo não conflitantes**

Equação	$b_0$	$b_1$	$b_2$	$b_3$	Erro
2	$1.978 \times 10^{-5}$	0.7917	0.3680	-0.6892	BN <sup>1</sup> , k=3.7
3	$1.243 \times 10^{-7}$	0.8048	0.6295	2.6825	BN <sup>1</sup> , k=6.6

<sup>1</sup> Distribuição binomial negativa

**Modelo 3: Mudança de direcção (dois movimentos conflitantes)**



$$A_p = b_0 \times T_1^{b_1} \times T_2^{b_2} \times P^{b_3} \quad (\text{Eq. 4})$$

- $A_p$  = Número estimado de atropelamentos por ano;  
 $T_1$  = TMDA dos veículos que viram para a direita na direcção do atravessamento de peões;

$T_2$  = TMDA dos veículos que viram à esquerda na direcção do atravessamento de peões;  
 $P$  = TMDA de peões que atravessam a uma distância da intersecção não superior a 50m.

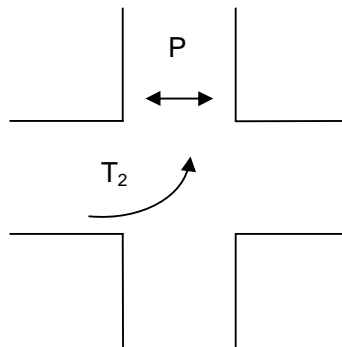
Os parâmetros ajustados para calibração do modelo são apresentados no Quadro 3:

**Quadro 3| Parâmetros obtidos e indicadores de ajuste para os modelos de estimativa de atropelamentos em passagens de peões semaforizadas localizadas em intersecções, considerando o movimento de mudança de direcção (dois movimentos conflitantes)**

$b_0$	$b_1$	$b_2$	$b_3$	Erro
$5.066 \times 10^{-5}$	0.4982	-0.0510	0.5730	BN <sup>1</sup> , k=0.4

<sup>1</sup> Distribuição binomial negativa

Modelo 4: Mudança de direcção à esquerda (um movimento conflitante)



$$A_p = b_0 \times T_2^{b_1} \times P^{b_2} \quad (\text{Eq. 5})$$

$A_p$  = Número estimado de atropelamentos por ano;  
 $T$  = TMDA dos veículos que viram para a direita na direcção do atravessamento de peões;  
 $P$  = TMDA de peões que atravessam a uma distância da intersecção não superior a 50m.

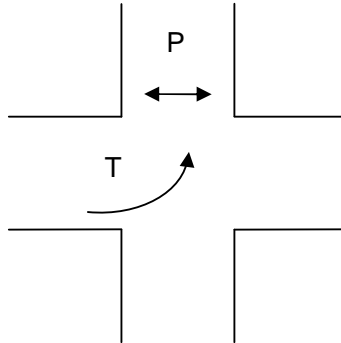
Os parâmetros ajustados para calibração do modelo são apresentados no Quadro 4:

**Quadro 4| Parâmetros obtidos e indicadores de ajuste para os modelos de estimativa de atropelamentos em passagens de peões semaforizadas localizadas em intersecções, considerando o movimento de mudança de direcção à esquerda (um movimento conflitante)**

$b_0$	$b_1$	$b_2$	Erro
$5.430 \times 10^{-5}$	0.4343	0.5127	BN <sup>1</sup> , k=0.4

<sup>1</sup> Distribuição binomial negativa

Modelo 5: Mudança de direcção à esquerda (um movimento conflituante incluindo variáveis de fluxo não conflituantes)



**Modelo 5A:**  $A_p = b_0 \times T^{b_1} \times P^{b_2} \times (2 - O)^{b_3}$  (Eq. 6)

**Modelo 5B:**  $A_p = b_0 \times T^{b_1} \times P^{b_2} \times D^{b_3}$  (Eq. 7)

**Modelo 5C:**  $A_p = b_0 \times T^{b_1} \times P^{b_2} \times L^{b_3}$  (Eq. 8)

**Modelo 5D:**  $A_p = b_0 \times T^{b_1} \times P^{b_2} \times T_c^{b_3}$  (Eq. 9)

- $A_p$  = Número estimado de atropelamentos por ano;
- $O$  = Proporção de atravessamentos em verde (1 quando todos os atravessamentos se fazem em verde e 2 quando nenhum atravessamento se faz em verde);
- $D$  = Distância média de atravessamento (m);
- $L$  = Número de vias que os veículos que viram à direita têm de atravessar;
- $T_c$  = TMDA que conflitua com os veículos que viram à esquerda.

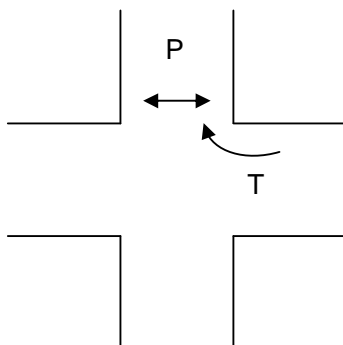
Os parâmetros ajustados para calibração do modelo são apresentados no Quadro 5:

**Quadro 5|** Parâmetros obtidos e indicadores de ajuste para os modelos de estimativa de atropelamentos em passagens de peões semaforizadas localizadas em intersecções, considerando o movimento de mudança de direcção à esquerda (um movimento conflituante incluindo variáveis de fluxo não conflituantes)

Modelo	$b_0$	$b_1$	$b_2$	$b_3$	Erro
Modelo 5A	$4.016 \times 10^{-4}$	0.3831	0.3346	-2.3999	BN <sup>1</sup> , k=0.8
Modelo 5B	$4.153 \times 10^{-7}$	0.3507	0.5741	1.4918	BN <sup>1</sup> , k=0.9
Modelo 5C	$4.937 \times 10^{-5}$	0.5527	0.4252	-2.3321	BN <sup>1</sup> , k=1.1
Modelo 5D	$1.802 \times 10^{-2}$	0.5576	0.4605	-0.7805	BN <sup>1</sup> , k=1.1

<sup>1</sup> Distribuição binomial negativa

### Modelo 6: Mudança de direcção à direita



$$A_p = b_0 \times T^{b_1} \times P^{b_2} \quad (\text{Eq. 10})$$

- $A_p$  = Número estimado de atropelamentos por ano;
- $T$  = TMDA dos veículos que viram para a direita na direcção do atravessamento de peões;
- $P$  = TMDA de peões que atravessam a uma distância da intersecção não superior a 50m.

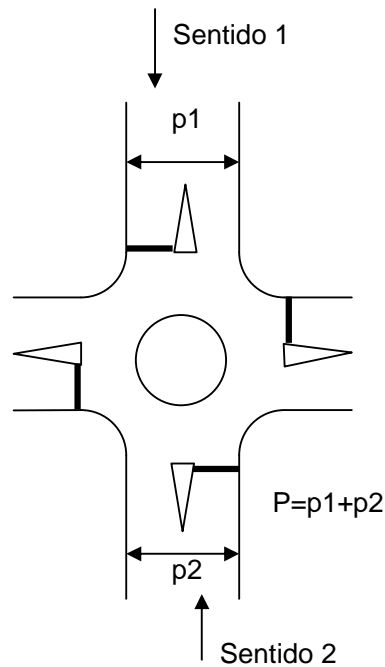
Os parâmetros ajustados para calibração do modelo são apresentados no Quadro 6:

**Quadro 6| Parâmetros obtidos e indicadores de ajuste para os modelos de estimativa de atropelamentos em passagens de peões semaforizadas localizadas em intersecções, considerando o movimento de mudança de direcção à direita**

$b_0$	$b_1$	$b_2$	Erro
$7.760 \times 10^{-4}$	-0.1761	0.6083	$BN^1$ , $k=0.1$

<sup>1</sup> Distribuição binomial negativa

## 2.1.2 Modelos de estimativa de atropelamentos em rotundas



$$A_p = b_0 \times T^{b_1} \times P^{b_2} \quad (\text{Eq. 11})$$

- $A_p$  = Número estimado de atropelamentos por ano;  
 $T$  = TMDA de veículos em dois sentidos opostos (por exemplo sentido 1 e 2);  
 $P$  = TMDA de peões que atravessam a uma distância da intersecção não superior a 50m.

A frequência estimada de atropelamentos nesta intersecção é obtida pela dupla aplicação do modelo (uma para o sentido 1 e 2, e outra para os outros dois sentidos perpendiculares).

Os parâmetros ajustados para calibração do modelo são apresentados no Quadro 7:

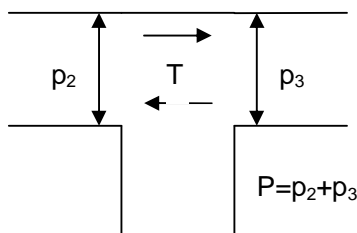
**Quadro 7| Parâmetros obtidos e indicadores de ajuste para os modelos de estimativa de atropelamentos em rotundas**

$b_0$	$b_1$	$b_2$	Erro
$1.326 \times 10^{-3}$	-0.0853	0.6237	BN <sup>1</sup> , k=0.4

<sup>1</sup> Distribuição binomial negativa



### 2.1.3 Modelos de estimativa de atropelamentos em intersecções semaforizadas de três ramos



$$A_p = b_0 \times T^{b_1} \times P^{b_2} \quad (\text{Eq. 12})$$

- $A_p$  = Número estimado de atropelamentos por ano;
- $T$  = TMDA de veículos nos dois sentidos da estrada principal;
- $P$  = TMDA de peões que atravessam a estrada principal.

Os parâmetros ajustados para calibração do modelo são apresentados no Quadro 8:

**Quadro 8| Parâmetros obtidos e indicadores de ajuste para os modelos de estimativa de atropelamentos em intersecções semaforizadas de três ramos**

$b_0$	$b_1$	$b_2$	Erro
$1.391 \times 10^{-12}$	2.0545	0.6670	$BN^1$ , $k=0.4$

<sup>1</sup> Distribuição binomial negativa

### 2.1.4 Modelos de estimativa de atropelamentos em passagens de peões semaforizadas localizadas em estradas de um ou dois sentidos

$$A_p = b_0 \times T^{b_1} \times P^{b_2} \quad (\text{Eq. 13})$$

- $A_p$  = Número estimado de atropelamentos por ano;
- $T$  = TMDA de veículos nos dois sentidos para as estradas com dois sentidos ou volume de tráfego na estrada sentido único;
- $P$  = TMDA de peões que atravessam a estrada.

Os parâmetros ajustados para calibração do modelo são apresentados no Quadro 9:

**Quadro 9| Parâmetros obtidos e indicadores de ajuste para os modelos de estimativa de atropelamentos em passagens de peões semaforizadas localizadas em estradas de um ou dois sentidos**

Modelo	$b_0$	$b_1$	$b_2$
Estrada de dois sentidos	0.1341288	-0.4532	0.4449
Estrada de sentido único	$5.833 \cdot 10^{-13}$	1.2199	1.7791

## 2.2 Modelos dos Estados Unidos da América (EUA)

- **Bauer e Harwood** [10] desenvolveram modelos de estimativa de colisões para intersecções urbanas e interurbanas de nível no Estado da Califórnia (EUA), entre 1990 e 1992. Os modelos foram desagregados segundo três tipos de intersecções: quatro ramos intersectantes com controlo por STOP; três ramos intersectantes com controlo por STOP e quatro ramos intersectantes com controlo por sinais luminosos. Os dados considerados nos modelos incluíram as características geométricas, o tipo de controlo de tráfego, o volume de tráfego e a frequência de acidentes.

$$A_C = e^{b_0} (T_{Princ})^{b_1} (T_{Sec})^{b_2} e^{b_3 X_{i3} + \dots + b_q X_{iq}} \quad (\text{Eq. 14})$$

Em que:

- $A_C =$  Frequência estimada de colisões por ano na intersecção  $i$ ;
- $b =$  Coeficientes a estimar para cada parâmetro  $q$ ;
- $X_{iq} =$  Parâmetros ( $q$ ) que descrevem a intersecção ( $i$ ) em termos geométricos, de controlo de tráfego, etc.;
- $T_{Princ}; T_{Sec} =$  Volume de tráfego existente na estrada principal e secundária, respectivamente.

Os coeficientes estimados para acidentes em intersecções de quatro ramos, controladas por sinal de STOP são apresentados no

Quadro 10:

Quadro 10 | Coeficientes estimados e indicadores de ajuste para acidentes em intersecções de quatro ramos, controladas por sinal de STOP (Bauer e Harwood)

Variável	Variável (2º nível)	Coeficientes (Total de acidentes)	Estatística Qui-quadrado <sup>a)</sup>	Coeficientes (Acidentes corporais)	Estatística Qui-quadrado <sup>a)</sup>
b <sub>0</sub>	-	-4.664		-4.693	
TMDA estrada principal (log)	-	0.620	132	0.584	117.44
TMDA estrada secundária (log)	-	0.281	88.36	0.206	48.45
Largura média da via na estrada principal	-	-0.097	16.28	-0.081	11.36
Viragens à esquerda na estrada principal	Proibidas	-0.941	31.64	-0.020	19.95
	Permitidas	0		-0.747	
Número de vias na Estrada principal	3 ou menos	0.401	14.99	0	9.88
	4 ou 5	0.120		0.282	
	6 ou mais	0		0.049	
Controlo dos acessos na estrada principal	Nenhum	-0.437	8.49	0	7.31
	Parcial	0		-0.382	
Canalização das viragens à direita na estrada secundária	Com ilhéu direccional	-0.384	6.01	0	3.66
	Sem canalização	0		-0.300	
Iluminação	Não	-0.160	3.48	0	-
	Sim	0		0	
Classe da estrada principal <sup>1</sup>	Nível 1	0	2.95	-0.079	3.71
	Nível 2	-0.153		-0.401	
	Nível 3	-0.229		0.584	

<sup>a)</sup> Foi utilizada a estatística Qui-quadrado para testar a significância da variável, com 1 grau de liberdade para variáveis contínuas e com (p-1) graus de liberdade para variáveis discretas com p níveis.

Os coeficientes estimados para acidentes em intersecções de três ramos, controladas por sinal de STOP são apresentados no Quadro 11:

<sup>1</sup> Classes de estrada definidas no relatório LNEC nº 131/00 “Velocidades praticadas pelos condutores nas estradas Portuguesas” [11].

**Quadro 11 | Coeficientes estimados e indicadores de ajuste para acidentes em intersecções de três ramos, controladas por sinal de STOP (Bauer e Harwood)**

Variável	Variável (2º nível)	Coeficientes (Total de acidentes)	Estatística Qui-quadrado <sup>a)</sup>	Coeficientes (Acidentes corporais)	Estatística Qui-quadrado <sup>a)</sup>
$b_0$	-	-5.557		-6.618	
TMDA estrada principal (log)	-	0.683	325.80	0.696	257.57
TMDA estrada secundária (log)	-	0.245	147.31	0.238	112.32
Largura média da via na estrada principal	-	-0.037	4.60	-0.048	6.01
Velocidade de projecto na estrada principal	-	-0.402	8.15	-	-
Viragens à esquerda na estrada principal	Proibidas	-0.402	27.51	-0.393	21.19
	Permitidas	0		0	
Canalização das viragens à esquerda na estrada principal	Sem via de viragem	0.019		-0.057	
	Via de viragem pintada no pavimento	0	12.60	0	13.06
	Via de viragem com delimitação física	0.210		0.209	
Canalização das viragens à direita na estrada secundária	Com canalização	-0.559	29.28	-0.581	26.95
	Sem canalização	0		0	
Iluminação	Não	-	-	0.094	3.01
	Sim	-		0	
Presença de separador na estrada principal	Sim	-0.147	6.10	-0.182	7.53
	Não	0		0	

<sup>a)</sup> Foi utilizada a estatística Qui-quadrado para testar a significância da variável, com 1 grau de liberdade para variáveis contínuas e com (p-1) graus de liberdade para variáveis discretas com p níveis.

Os coeficientes estimados para acidentes em intersecções de quatro ramos, controladas por sinais luminosos são apresentados no Quadro 12:

Quadro 12 | Coeficientes estimados e indicadores de ajuste para acidentes em intersecções de quatro ramos, controladas por sinais luminosos (Bauer e Harwood)

Variável	Variável (2º nível)	Coeficientes (Total de acidentes)	Estatística Qui-quadrado <sup>a)</sup>	Coeficientes (Acidentes corporais)	Estatística Qui-quadrado <sup>a)</sup>
b <sub>0</sub>	-	-3.428		-5.745	
TMDA estrada principal	-	0.503	50.31	0.574	65.12
TMDA estrada secundária	-	0.224	57.08	0.215	53.13
Largura média da via na estrada principal <sup>b)</sup>	-	-0.053	3.46	0.005	-
Temporização do semáforo	Com temporização pré-definida	0.063	56.06	-0.051	25.67
	Semi-actuado	0		0	
	Totalmente actuado	0.622		0.400	
Fase do semáforo	Duas fases	0	7.13	0	10.40
	Multi-fases	-0.200		-0.240	
Canalização das viragens à direita na estrada principal	Com canalização	-0.115	3.01	-	-
	Sem canalização	0		-	
Controlo dos acessos na estrada principal	Nenhum	-0.130	6.64	-0.290	5.78
	Parcial	0		0	
Número de vias na estrada secundária	3 ou menos	-0.130	3.92	-0.155	5.54
	4 ou mais	0		0	
Velocidade de projecto na estrada principal	-	-	-	0.005	3.33
Número de vias na estrada principal	3 ou menos	-0.225	3.44	-0.163	3.94
	4 ou 5	-0.130		-0.151	
	6 ou mais	0		0	

a) Foi utilizada a estatística Qui-quadrado para testar a significância da variável, com 1 grau de liberdade para variáveis contínuas e com (p-1) graus de liberdade para variáveis discretas com p níveis.

b) Em pés (1 pé =30.48cm).

- **Washington et al** [15] desenvolveram modelos de estimativa de acidentes, cuja aplicação é indicada para o planeamento rodoviário de nível regional. Como tal, não são feitas quaisquer considerações sobre pormenores de projecto ou características do ambiente rodoviário.

Foram desenvolvidas oito equações:

- Total de acidentes

$$\begin{aligned} \text{Log}(A_T + 1) = & 5.020 + 1.918 \times 10^{-4} (\text{Pop\_km}^2) + \\ & + 0.196 \times 10^{-3} (\text{Pop\_16 64}) + 9.383 \times 10^{-4} (\text{Tot\_km}) \end{aligned} \quad (\text{Eq. 15})$$

Variável	Descrição	Estatística t de Student
A <sub>T</sub>	Total de acidentes por ano	-
Pop_km <sup>2</sup>	Densidade populacional (pessoas/km <sup>2</sup> )	9.067
Pop_16_64	População entre os 16 e os 64 anos	36.373
Tot_km	Comprimento total das estradas em km	3.482

- o Acidentes sem danos corporais

$$\begin{aligned} \text{Log}(A_{\text{SDC}} + 1) = & 4.762 + 0.515(\text{UH}) + 2.291 \times 10^{-4} (\text{Pop\_km}^2) \\ & + 2.436 \times 10^{-6} (V_{\text{circ}}) \end{aligned} \quad (\text{Eq. 16})$$

Variável	Descrição	Estatística t de Student
A <sub>SDC</sub>	Total de acidentes sem danos corporais por ano	-
UH	Número de unidades habitacionais relativamente ao total de unidades habitacionais	13.626
Pop_km <sup>2</sup>	Densidade populacional (pessoas/km <sup>2</sup> )	11.894
V <sub>circ</sub>	Volume de circulação (Vkm)	37.554

- o Acidentes com mortos

$$\begin{aligned} \text{Log}(A_{\text{M}} + 1) = & 0.652 - 5.743 \times 10^{-2} (\text{INT\_km}) + 1.762(\text{CEN}) + 1.389(\text{CAE}) \\ & + 0.263 \times 10^{-3} (\text{Pop\_0\_15}) + 0.319(\text{Pmin}) \end{aligned} \quad (\text{Eq. 17})$$

Variável	Descrição	Estatística t de Student
A <sub>M</sub>	Total de acidentes fatais por ano	-
INT_km	Número de intersecções por km	-18.535
CEN	Comprimento total de estradas nacionais (urbanas e interurbanas) em relação ao comprimento total da rede (km/km)	8.958
CAE	Comprimento total de itinerários principais e complementares e auto-estradas em relação ao comprimento total da rede (km/km)	4.755
Pop_0_15	População entre os 0 e os 15 anos	26.340
Pmin	População de minorias étnicas relativamente à população total	5.577

- Acidentes com mortos e feridos

$$\begin{aligned} \text{Log}(A_{MF} + 1) = & 2.257 - 4.096 \times 10^{-2} (\text{INT\_km}) + 3.328(\text{CEN}) \\ & + 3.674(\text{CAE}) + 0.512 \times 10^{-3} (\text{Pop\_0\_15}) \end{aligned} \quad (\text{Eq. 18})$$

Variável	Descrição	Estatística t de Student
$A_{MF}$	Total de acidentes com mortos e feridos por ano	-
INT_km	Número de intersecções por km	-9.864
CEN	Comprimento total de estradas nacionais (urbanas e interurbanas) em relação ao comprimento total da rede (km/km)	11.892
CAE	Comprimento total de itinerários principais e complementares e auto-estradas em relação ao comprimento total da rede (km/km)	8.723
Pop_0_15	População entre os 0 e os 15 anos	36.793

- Acidentes em períodos nocturnos

$$\begin{aligned} \text{Log}(A_{PN} + 1) = & 4.092 - 0.048(\text{km\_km}^2) + 3.524(\text{CEN}) + 1.414(\text{CN1}) \\ & + 3.588(\text{CAE}) + 0.861(\text{P min}) + 0.238 \times 10^{-3} (T_{16}) \end{aligned} \quad (\text{Eq. 19})$$

Variável	Descrição	Estatística t de Student
$A_{PN}$	Total de acidentes em períodos nocturnos por ano	-
km_km <sup>2</sup>	Comprimento total da rede analisada por área analisada (km/km <sup>2</sup> )	-12126
CEN	Comprimento total de estradas nacionais (urbanas e interurbanas) em relação ao comprimento total da rede (km/km)	14.661
CN1	Comprimento das estradas urbanas de nível 1 e interurbanas principais (estradas nacionais) em relação ao comprimento total da rede (km/km)	5.393
CAE	Comprimento total de itinerários principais e complementares e auto-estradas em relação ao comprimento total da rede (km/km)	10.038
Pmin	População de minorias étnicas relativamente à população total	11.261
$T_{16}$	Número total de trabalhadores com idade superior a 16 anos	37.741

- Atropelamentos

$$\begin{aligned} \text{Log}(A_p + 1) = & 1.443 - 0.706 \times 10^{-5} (R_m) + 31.877 (\text{Pop\_km}^2) \\ & + 0.884 \times (\text{Pop\_tot}) - 0.902 (T_{16\_VL}) \end{aligned} \quad (\text{Eq. 20})$$

Variável	Descrição	Estatística t de Student
$A_p$	Total de atropelamentos por ano	-
$R_m$	Rendimento médio por pessoa em 1999 (USD)	-7.040
$\text{Pop\_km}^2$	Densidade populacional (pessoas/ $\text{km}^2$ )	27.101
$\text{Pop\_tot}$	População total	24.520
$T_{16\_VL}$	Proporção de trabalhadores com idade superior a 16 anos que utilizam um veículo ligeiro como meio de transporte	-3.808

- Acidentes com feridos

$$\begin{aligned} \text{Log}(A_F + 1) = & 3.108 + 37.807 (H\_ \text{km}^2) + 0.768 (P_{URB}) \\ & + 2.753 \times 10^{-6} (V_{Circ}) \end{aligned} \quad (\text{Eq. 21})$$

Variável	Descrição	Estatística t de Student
$A_F$	Total de acidentes com feridos por ano	-
$H\_ \text{km}^2$	Número de unidades habitacionais por $\text{km}^2$	11.669
$P_{URB}$	Proporção de população urbana em relação à população total	18.401
$V_{Circ}$	Volume de circulação (Vkm)	39.250

- Acidentes com ciclistas

$$\begin{aligned} \text{Log}(A_C + 1) = & 0.655 \times 10^{-1} + 0.252 \times 10^{-3} (H) + 1.007 \times 10^{-4} (C_T) \\ & + 1.814 \times 10^{-6} (V_{Circ}) + 380.295 (T_{16\_ \text{km}^2}) \end{aligned} \quad (\text{Eq. 22})$$



Variável	Descrição	Estatística t de Student
$A_C$	Total de acidentes com ciclistas por ano	-
H	Número de habitações	10.394
$C_T$	Comprimento total das estradas (km)	2.012
$V_{Circ}$	Volume de circulação (Vkm)	9.730
$T_{16\_km^2}$	Número total de trabalhadores com idade superior a 16 anos por $km^2$	15.600

### 2.3 Modelos do Canadá

- **Lars Leden** do VTT – Finlândia [2] desenvolveu modelos de estimativa de atropelamentos em intersecções para a cidade de Hamilton, em Ontário (Canadá). Nos modelos estimados por Leden foram consideradas desagregações por viragem (à esquerda e à direita) e por agregação de fluxos quer pedonal quer motorizado (dia, 12/12horas, 1/1hora e 15/15minutos).

$$A_p = b_0 \times T^{b_1} \times P^{b_2} \quad (\text{Eq. 23})$$

Em que:

$A_p$  = Número total de atropelamentos estimados por dia;

T = Volume de tráfego;

P = Volume de peões.

Os parâmetros ajustados para calibração do modelo são apresentados no Quadro 13.

Quadro 13| Coeficientes estimados e indicadores de ajuste para acidentes em intersecções (Leden)

Modelo	Fluxo	$b_0$	$b_1$	$b_2$	Estatística Binomial negativa
Atropelamentos/dia envolvendo veículos que viram à esquerda	Dia	$2.62 \times 10^{-7}$	1.19	0.331	$k=2.2$
	12/12 Horas	$2 \times 4.85 \times 10^{-8}$	1.37	0.346	*
	1/1 Hora	$7 \times 1.82 \times 10^{-8}$	1.32	0.338	$k=0.4$
	15/15 Minutos	$28 \times 3.61 \times 10^{-9}$	1.35	0.368	*
Atropelamentos/dia entre veículos que viram à direita	Dia	$4.19 \times 10^{-7}$	0.864	0.475	*
	12/12 Horas	$2 \times 1.19 \times 10^{-7}$	0.919	0.570	*
	1/1 Hora	$7 \times 4.08 \times 10^{-8}$ <sup>a)</sup>	0.913	0.514	*
	15/15 Minutos	$28 \times 2.43 \times 10^{-8}$	0.864	0.321	*

<sup>a)</sup> Sete horas de estudo por dia.

\*) Dados insuficientes para permitir a estimação.

- **Sayed e Rodriguez** [8] desenvolveram modelos de estimativa de acidentes com vítimas para intersecções urbanas não semaforizadas e controladas por sinais de STOP, em função do tipo de intersecção (três ou quatro ramos intersectantes) e dos volumes de tráfego de entrada provenientes da estrada principal e da estrada secundária. O estudo incidiu sobre dados relativos ao distrito de Greater Vancouver e da ilha de Vancouver, British Columbia, para o período de 1993 a 1995. Foram considerados os acidentes que ocorreram até 30m da intersecção ou cuja ocorrência esteve relacionada com a mesma.

O modelo geral desenvolvido é definido pela seguinte expressão:

$$A_{C/V\_3anos} = b_0 \times T_1^{b_1} \times T_2^{b_2} \quad (\text{Eq. 24})$$

Em que:

$A_{C/V\_3anos}$  = Frequência estimada de acidentes com vítimas (acidentes/três anos);

$T_1$  = TMDA na estrada principal (milhares de veículos);

$T_2$  = TMDA na estrada secundária (milhares de veículos);

$b_i$  = parâmetros do modelo.

Este modelo foi calibrado para os diferentes tipos de intersecções analisados, tendo-se obtido os parâmetros referidos no Quadro 14.

**Quadro 14| Coeficientes estimados e indicadores de ajuste para acidentes em intersecções urbanas não semaforizadas e controladas por sinais de STOP (Sayed e Rodriguez)**

Tipo de intersecção	$b_0$	$b_1$	$b_2$	Estatística t de Student	Graus de liberdade	k	Estatística Qui-Quadrado
3 ramos intersectantes	0.9333	0.4531	0.5806	$a_0$ : -0.3 $a_1$ : 5.5 $a_2$ : 7.4	183	2.34	205 (214)
4 ramos intersectantes	1.5406	0.4489	0.6475	$a_0$ : 2.8 $a_1$ : 7.2 $a_2$ : 8.8	230	2.17	246 (265)

- **Lord e Persaud** [9] aplicaram as equações de estimação generalizada no desenvolvimento de modelos de estimativa de acidentes (número total), tomando em consideração as tendências temporais (variação anual) do número de acidentes<sup>2</sup>. O estudo incidiu sobre a análise de intersecções urbanas na região de Toronto, entre 1990 e 1995. Foram consideradas apenas as intersecções com quatro ramos intersectantes controladas por sinais luminosos.

A expressão geral dos modelos desenvolvidos é:

$$A_T = b_1 \times T_{\text{princ},t}^{b_2} \times T_{\text{sec},t}^{b_3} \times e^{b_4 \times T_{\text{sec},t}} \quad (\text{Eq. 25})$$

*Em que:*

- $A_T$  = frequência anual do total de acidentes (para o ano t);  
 $T_{\text{princ},t}$  = TMDA de entrada na intersecção proveniente da estrada principal (ano t);  
 $T_{\text{men},t}$  = TMDA de entrada na intersecção proveniente da estrada secundária (ano t);  
 $b_1, b_2, b_3, b_4$  = coeficientes a estimar.

Foram estimados diferentes coeficientes para modelos com e sem a consideração de tendências temporais. Foi ainda considerada uma desagregação secundária, relativamente ao método de estimação dos parâmetros do estudo: procedimento de estimação através de equações generalizadas (EEG); modelação linear generalizada tradicional (MLG). Os resultados da estimação dos coeficientes são apresentados no Quadro 15.

---

<sup>2</sup> A consideração de tendências temporais assume uma elevada importância quando são analisados vários anos de evolução da sinistralidade de um país em que a segurança rodoviária tem variações rápidas.

Quadro 15 | Coeficientes e indicadores de ajuste estimados por Lord e Persaud

Coeficiente	Considerando tendências temporais		Não considerando tendências temporais			
	Ano	Modelo 1 (EEG)	Modelo 2 (MGL)	Modelo 3 (EEG)	Modelo 4 <sup>a)</sup> (MGL)	Modelo 5 <sup>b)</sup> (MGL)
ln(b <sub>1</sub> )	1990	-8.443	-8.443	-	-	-
	1991	-8.453	-8.453	-	-	-
	1992	-8.392	-8.392	-	-	-
	1993	-8.303	-8.303	-	-	-
	1994	-8.317	-8.317	-	-	-
	1995	-8.321	-8.321	-	-	-
ln(b)	-	-	-	-8.424	-8.424	-8.048
b <sub>2</sub>	-	0.527	0.527	0.534	0.534	0.534
b <sub>3</sub>	-	0.568	0.568	0.566	0.566	0.518
b <sub>4</sub>	-	8.61E-6	8.61E-6	8.92E-6	8.92E-6	1.34E-5
γ <sup>c)</sup>	-	6.91	6.91	6.91	6.91	6.87

a) Considerando o tráfego e a frequência observada de acidentes anual.

b) Considerando a média (em seis anos) do tráfego e o total da frequência observada de acidentes nos seis anos.

c) O erro foi calculado através do parâmetro de dispersão da distribuição binomial negativa.

- Persaud, Lord e Palmisano [12]** recalibraram os modelos desenvolvidos por Sayed e Rodriguez (1999) e Bauer e Hardwood (2000) para a cidade de Toronto e efectuaram uma comparação dos resultados com os que foram obtidos através de modelos desenvolvidos directamente para a mesma cidade. Foram considerados modelos para intersecções de três e quatro ramos, com e sem controlo por sinais luminosos.

A escolha da forma dos modelos foi efectuada através da utilização do método 'ID' proposto por Hauer e Bamfo [13]. Neste método são criadas funções integrais empíricas que se comparam com gráficos de probabilidades cumulativas de funções bem conhecidas. Esta comparação permite identificar a relação mais adequada entre as variáveis dependentes e as possíveis variáveis explicativas (independentes). Esta análise revelou que a relação entre a variável dependente (frequência estimada de acidentes) e cada variável explicativa (TMD na estrada principal e secundária) podia ser descrita através de uma função exponencial ou de uma função gama, o que gera três formas possíveis para o modelo:

- Relação exponencial entre TMDA da estrada principal e a frequência de acidentes e relação gama entre o TMDA da estrada secundária e a

frequência de acidentes

$$A_T = b_1 \times T_1^{b_2} \times T_2^{b_3} \times e^{b_4 T_2} \quad (\text{Tipo 1}) \quad (\text{Eq. 26})$$

- Relação gama entre TMDA da estrada principal e a frequência de acidentes e relação exponencial entre o TMDA da estrada secundária e a frequência de acidentes

$$A_T = b_1 \times T_1^{b_2} \times T_2^{b_3} \times e^{b_5 T_1} \quad (\text{Tipo 2}) \quad (\text{Eq. 27})$$

- Relação exponencial entre TMDA da estrada principal e a frequência de acidentes e relação exponencial entre o TMDA da estrada secundária e a frequência de acidentes

$$A_T = b_1 \times T_1^{b_2} \times T_2^{b_3} \quad (\text{Tipo 3}) \quad (\text{Eq. 28})$$

Em que:

$A_T$  = Frequência estimada anual de acidentes para o período de 1990 a 1995;

$T_1, T_2$  = TMDA de entrada na intersecção proveniente da estrada principal e secundária respectivamente (veículos);

$b_1, b_2, b_3, b_4, b_5$  = coeficientes a estimar.

Os coeficientes estimados para os modelos de estimativa de acidentes para a cidade de Toronto são apresentados no Quadro 16.

Quadro 16 | Coeficientes e indicadores de ajuste estimados por Persaud, Lord e Palmisano

	4 Ramos Com sinais luminosos		3 Ramos Com sinais luminosos		4 Ramos Sem sinais luminosos		3 Ramos Sem sinais luminosos	
	Total	Corporais	Total	Corporais	Total	Corporais	Total	Corporais
	Tipo 1	Tipo 1	Tipo 3	Tipo 3	Tipo 2	Tipo 3	Tipo 3	Tipo 1
$\ln(b_1)$	-8.424	-10.186	-11.232	-13.997	-11.025	-7.584	-7.566	-35.098
$b_2$	0.534	0.622	0.803	0.984	0.607	0.602	0.440	3.320
$b_3$	0.566	0.530	0.568	0.524	0.903	0.205	0.565	0.478
$b_4$	8.92E-6	6.94E-6	-	-	-	-	-	-8.90E-5
$b_5$	-	-	-	-	-2.29E-4	-	-	-
$\gamma^a$	6.91	5.64	4.51	4.35	3.52	4.08	4.75	7.00
$R^2 \alpha^b$	0.77	0.75	0.70	0.78	0.41	0.58	0.63	0.83

<sup>a</sup> Parâmetro de dispersão da distribuição binomial negativa.

<sup>b</sup> Parâmetro de dispersão baseado no  $R^2$ , que é calculado por:  $R^2 \alpha = 1 - (\gamma_{\min} / \gamma)$ , em que  $\gamma$  é o parâmetro de sobre-dispersão para o modelo calibrado e  $\gamma_{\min}$  é o parâmetro de dispersão mais pequeno possível, obtido através da exclusão de covariáveis.

## 2.4 Modelos da Suécia

- **Brüde e Larson** desenvolveram na Suécia modelos de estimativa de acidentes em intersecções e em secção corrente, envolvendo peões [4]. Os modelos referentes a secção corrente são passíveis de aplicação em qualquer tipo de atravessamento (com/sem passagem de peões, com/sem semáforos, com/sem separação física dos sentidos de tráfego, etc.). Estes investigadores não apresentam modelos para total de acidentes ou acidentes só com veículos.

$$A_p = 7.34 \times 10^{-6} \times T^{0.50} \times P^{0.72} \quad (\text{Eq. 29})$$

- $A_p$  = Número de atropelamentos por ano;  
 $T$  = Número de veículos por dia;  
 $P$  = Número de atravessamentos de peões por dia.

$$A_{p/T} = 0.0201 \times T^{0.50} \times P^{-0.28} \quad (\text{Eq. 30})$$

- $A_{p/T}$  = Número de atropelamentos por milhão de peões que atravessam a intersecção;  
 $T$  = Número de veículos por dia;  
 $P$  = Número de atravessamentos de peões por dia.

No Quadro 17 são apresentados os indicadores de ajuste estimados por Brüde e Larson.

Quadro 17| Valores do coeficiente de correlação  $R^2$  estimados por Brüde e Larson

	1983	1984	1985	1986	1987	1988
$R^2$	0.09	0.35	0.16	0.09	0.11	0.20

- **Gårder** [3] efectuou a aplicação dos modelos suecos (desenvolvidos pelo VTI - Swedish National Road and Transport Research Institute) no Maine (EUA) e comparou-os com os modelos desenvolvidos pelo TRL – Transportation Road Laboratory, do Reino Unido:

$$A_p = 0.028 \times (T \times P)^{0.53} \quad (\text{Eq. 31})$$

Em que:

$A_p$  = Número de acidentes com peões por ano

$T$  = TMDA de veículos (milhares)

$P$  = TMDA de peões (milhares)

Os modelos foram inicialmente desenvolvidos para rotundas, a maior parte das quais com multi-vias. Foi admitido que o nível de segurança deste tipo de intersecção é bastante semelhante ao de intersecções com outros tipos de controlo, como sejam as intersecções controladas por sinais luminosos. Foi admitido ainda que as rotundas com apenas uma via de circulação têm geralmente menos acidentes com peões do que as intersecções convencionais controladas por sinais de STOP ou de cedência de prioridade.

Da análise comparativa foram obtidos os seguintes resultados:

**Quadro 18| Comparação entre o número de acidentes estimado e observado no Maine**

<b>Cidade/Área</b>	<b>Número estimado de acidentes VTI</b>	<b>Número estimado de acidentes TRL</b>	<b>Número observado de acidentes</b>
Bangor, CBD	4.24	4.23	3
Bangor, fora de CBD	2.12	3.27	7
Universidade do Maine	3.36	3.52	2
Restante Município de Penobscot	1.09	1.23	1
Hallowell	1.57	1.70	1
Camden	2.93	2.87	1
Brunswick	2.17	2.59	8
Oxford Hills	2.15	3.68	16
Total	19.63	23.09	39

## 2.5 Modelos do Reino Unido

- **Maher e Summersgill** [6] do Transportation Research Laboratory (Reino Unido) desenvolveram modelos de estimativa de acidentes envolvendo peões em **intersecções de três ramos** de estradas urbanas com uma faixa de rodagem.

$$A_p = 0.052 \times T_{\text{Princ}}^{0.51} \times T_{\text{Sec}}^{0.16} \times P^{0.46} \quad (\text{Eq. 32})$$

$$A_v = 0.049 \times T_{\text{Princ}}^{0.80} \times T_{\text{Sec}}^{0.36} \quad (\text{Eq. 33})$$

$$A_T = 0.049 \times T_{\text{Princ}}^{0.71} \times T_{\text{Sec}}^{0.30} \times e^{0.68 \times P^{0.20}} \quad (\text{Eq. 34})$$

Em que:

$A_p$  = Frequência estimada de atropelamentos por ano;

$A_v$  = Frequência estimada de acidentes apenas com veículos por ano;

$A_T$  = Frequência estimada de acidentes estimados por ano;

$T_{\text{Princ}}$  = TMDA de veículos motorizados nos ramos principais (milhares de veículos);

$T_{\text{Sec}}$  = TMDA de veículos motorizados no ramo secundário (milhares de veículos);

$P$  = TMDA de peões que atravessam tanto a zona central da intersecção como os ramos de acesso (milhares de peões por períodos de 12 horas).

Os mesmos investigadores desenvolveram ainda modelos para **secção corrente** de uma faixa de rodagem:

$$A_p = 0.180 \times L \times T^{0.72} \times D_p^{0.44} \quad (\text{Eq. 35})$$

$$A_v = 0.103 \times L \times T^{0.78} \times e^{0.75 \times D_p^{0.20}} \quad (\text{Eq. 36})$$

$$A_p = 0.083 \times L \times T^{0.74} \times e^{1.63 \times D_p^{0.15}} \quad (\text{Eq. 37})$$

Em que:



- $A_P$  = Frequência estimada de atropelamentos por ano;
- $A_V$  = Frequência estimada de acidentes apenas com veículos por ano;
- $A_T$  = Frequência estimada de acidentes por ano na secção analisada;
- $L$  = Comprimento da secção analisada em quilómetros;
- $T$  = TMDA de veículos motorizados;
- $D_P$  = Densidade pedonal (milhões de peões que atravessam a intersecção/quilómetro/12 horas).

- **Mountain e Fawaz** [7] desenvolveram modelos de estimativa de acidentes com vítimas para intersecções do Reino Unido que incluíam algumas características geométricas como variáveis explicativas, nomeadamente: tipo de controlo de tráfego, classe de estrada, número de faixas de rodagem, número de ramos intersectantes e limite de velocidade. Os dados sobre a sinistralidade incluíam informação sobre a data e localização de todos os acidentes com danos corporais, ocorridos até 20 m da intersecção, durante períodos que variaram entre 5 e 15 anos. Os dados de exposição considerados referem-se apenas a veículos, nomeadamente os fluxos de entrada provenientes da estrada principal e da estrada secundária. Não foram incluídos na análise dados sobre exposição pedonal nem sobre classificação de veículos.

Os modelos desenvolvidos para intersecções reguladas pela regra da prioridade e por sinais luminosos tomaram, respectivamente, as seguintes formas:

$$A_{c/v} = 0.141 \times T_{Princ}^{0.64} \times T_{Sec}^{0.24} \quad (\text{Eq. 38})$$

$$A_{c/v} = 0.180 \times T_{Princ}^{0.64} \times T_{Sec}^{0.24} \quad (\text{Eq. 39})$$

No que diz respeito às rotundas, foi obtida a seguinte expressão:

$$A_{c/v} = 0.168 \times T_{Princ}^{0.64} \times T_{Sec}^{0.24} \quad (\text{Eq. 40})$$

Em que:

- $A_{c/v}$  = Frequência estimada de acidentes com vítimas por ano na intersecção analisada;

$T_{Princ}$  = Volume de tráfego motorizado nos ramos principais (milhares de veículos por dia);

$T_{Sec}$  = Volume de tráfego motorizado nos ramos secundários (milhares de veículos por dia).

Quadro 19| Indicadores de ajuste estimados por Mountain e Fawaz para os três modelos

$\gamma$	Desvio	Graus de liberdade	Variação sistemática explicada pelo modelo usando:	
			Índex de Elvik	R <sup>2</sup> de Freeman-Tukey
1.65	703.8	650	53%	44%

## 2.6 Modelos da Dinamarca

- **Greibe** [14] desenvolveu modelos de estimativa de acidentes (total) para intersecções urbanas da Dinamarca de três e quatro ramos, com e sem sinalização luminosa. O modelo tomou a seguinte forma:

$$A_T = a_1 \times T_{Princ}^{a_2} \times T_{Sec}^{a_3} \times e^{\sum \beta_j x_{ij}} \quad (\text{Eq. 41})$$

Em que:

$A_T$  = Frequência estimada de acidentes (por ano);

$T_{Princ}$  = TMDA de veículos motorizados nos ramos principais;

$T_{Sec}$  = TMDA de veículos motorizados nos ramos secundários;

$x_{ij}$  = Variáveis associadas à geometria da estrada;

$a_1, a_2, a_3, \beta_j$  = parâmetros a estimar.

Greibe revelou alguma dificuldade na obtenção de variáveis explicativas estáveis e com elevada significância (à exceção do TMDA). Verificou que a adição de outras variáveis não aumentou a percentagem explicada pelo modelo, pelo que a forma simplificada do mesmo passou a ser a seguinte:

$$A_T = a_1 \times T_{Princ}^{a_2} \times T_{Sec}^{a_3} \quad (\text{Eq. 42})$$

Os coeficientes estimados são apresentados no quadro seguinte.

Quadro 20 | Coeficientes estimados por Greibe

	3 Ramos Sem sinais luminosos	3 Ramos Com sinais luminosos	4 Ramos Sem sinais luminosos	4 Ramos Com sinais luminosos
$a_1$	1.04E-5	1.34E-5	7.12E-4	1.08E-4
$a_2$	0.69	0.88	0.30	0.53
$a_3$	0.60	0.33	0.55	0.52
% explicada pelo modelo	47	32	29	59

## 2.7 Conclusões

### 2.7.1 Resumo dos modelos apresentados

A análise dos modelos apresentada anteriormente permite tecer algumas conclusões sobre a predominância de formas e variáveis em modelos de estimativa de frequências de acidentes. Constatou-se que, tanto a forma multiplicativa como a exponencial, são formas funcionais bastante utilizadas, o que pode dever-se à adequação teórica que estas apresentam. No que diz respeito às variáveis mais utilizadas, é clara a predominância da variável “tráfego de veículos motorizados”, na explicação da ocorrência de acidentes. Verificou-se também alguma incidência nas variáveis “distância média de atravessamento” e “largura de via”, para os modelos de estimativa de acidentes com peões.

Embora o nível de agregação dos modelos apresentados seja, na sua maioria, adequado a decisões de projecto<sup>3</sup>, são também apresentados alguns modelos para planeamento<sup>4</sup>, nomeadamente os modelos desenvolvidos por Washington et al. [15]. Os modelos desagregados permitem a estimação do nível de segurança de

<sup>3</sup> São considerados modelos de projecto os modelos desagregados cujas variáveis explicativas correspondem a características da infra-estrutura cujo dimensionamento é efectuado na fase de estudo prévio ou de projecto de execução [18].

<sup>4</sup> São considerados modelos de planeamento os modelos agregados que permitem descrever tendências gerais da sinistralidade ao nível regional ou nacional, possibilitando o desenvolvimento de previsões a curto prazo da evolução da sinistralidade, em função do tráfego e de variáveis macro-económicas [18].

determinados tipos de elemento rodoviário. No âmbito do presente relatório, é relevante a classificação dos modelos de projecto por tipo de intersecção, uma vez que esta permite mais facilmente a verificação da sua aplicabilidade às intersecções incluídas no caso de estudo. No Quadro 21 é apresentado um resumo das aplicações de cada modelo, organizado por tipo de intersecção.

Quadro 21| Resumo dos modelos de estimativa de frequência de acidentes, organizados por tipo de intersecção

Tipo de intersecção	Modelo	Aplicação	Autor / País
Intersecções (sem diferenciação de tipo)	<u>Atropelamentos</u> $A_p = 7.34 \times 10^{-6} \times T^{0.50} \times P^{0.72}$ <u>Atropelamentos / milhão de peões que atravessam a intersecção</u> $A_{p/T} = 0.0201 \times T^{0.50} \times P^{0.28}$	Estimativa de acidentes em intersecções e em secção corrente, envolvendo peões (segundo os autores são passíveis de aplicação em qualquer tipo de passagem - com/sem passagem de peões, com/sem semáforos, com/sem separação física dos sentidos de tráfego, etc.)	Brüde e Larson (Suécia)
	<u>Regra da prioridade</u> $A_{C/V} = 0.141 \times T_{Princ}^{0.64} \times T_{Sec}^{0.24}$ <u>Sinalização Luminosa</u> $A_{C/V} = 0.180 \times T_{Princ}^{0.64} \times T_{Sec}^{0.24}$	Estimativa de acidentes com vítimas em intersecções com diferentes tipos de controlo de tráfego	Mountain e Fawaz (Reino Unido)
Intersecções de 4 ramos	$A_p = b_0 \times T^{b_1} \times P^{b_2}$	Estimativa de atropelamentos em passagens de peões semaforizadas localizadas em intersecções de quatro ramos: movimento de atravessamento da intersecção	
	$A_p = b_0 \times T^{b_1} \times P^{b_2} \times (2 - O)^{b_3}$ $A_p = b_0 \times T^{b_1} \times P^{b_2} \times D^{b_3}$	Estimativa de atropelamentos em passagens de peões semaforizadas localizadas em intersecções de quatro ramos: movimento de atravessamento da intersecção incluindo variáveis de fluxo não conflituantes	
	$A_p = b_0 \times T_1^{b_1} \times T_2^{b_2} \times P^{b_3}$	Estimativa de atropelamentos em passagens de peões semaforizadas localizadas em intersecções de quatro ramos: movimento de mudança de direcção (dois movimentos conflituantes)	Turner, Roozenburg e Francis (Nova Zelândia)
	$A_p = b_0 \times T^{b_1} \times P^{b_2}$	Estimativa de atropelamentos em passagens de peões semaforizadas localizadas em intersecções de quatro ramos: movimento de mudança de direcção à esquerda (um movimento conflituante)	
	$A_p = b_0 \times T^{b_1} \times P^{b_2} \times (2 - O)^{b_3}$ $A_p = b_0 \times T^{b_1} \times P^{b_2} \times D^{b_3}$ $A_p = b_0 \times T^{b_1} \times P^{b_2} \times L^{b_3}$ $A_p = b_0 \times T^{b_1} \times P^{b_2} \times T_C^{b_3}$	Estimativa de atropelamentos em passagens de peões semaforizadas localizadas em intersecções de quatro ramos: movimento de mudança de direcção incluindo variáveis de fluxo não conflituantes)	
	$A_p = b_0 \times T^{b_1} \times P^{b_2}$	Estimativa de atropelamentos em passagens de peões semaforizadas localizadas em intersecções de quatro ramos: movimento de mudança de direcção à direita	
	$A_T = b_1 \times T_{princ,t}^{b_2} \times T_{sec,t}^{b_3} \times e^{b_4 \times T_{sec,t}}$	Estimativa do total de acidentes em intersecções urbanas com quatro ramos intersectantes controladas por sinais luminosos	Lord e Persaud (Canadá)

(Continuação do Quadro 21)

Tipo de intersecção	Modelo	Aplicação	Autor / País
Intersecções de 3 ou 4 ramos	$A_P = b_0 \times T^{b_1} \times P^{b_2}$	Estimativa de atropelamentos em intersecções de três ou quatro ramos	Lars Leden (Canadá)
	$A_C = e^{b_0} (T_{\text{major}})^{b_1} (T_{\text{minor}})^{b_2} e^{b_3 T_{i3} + \dots + b_n T_{iq}}$	Estimativa de colisões em intersecções urbanas e interurbanas de nível (quatro ramos intersectantes com controlo por STOP; três ramos intersectantes com controlo por STOP e quatro ramos intersectantes com controlo por sinais luminosos)	Bauer e Harwood (Estados Unidos da América)
	$A_{C/V\_3\text{anos}} = b_0 \times T_1^{b_1} \times T_2^{b_2}$	Estimativa de acidentes com vítimas em intersecções urbanas não semaforizadas e controladas por sinais de STOP (três ou quatro ramos intersectantes)	Sayed e Rodriguez (Canadá)
	<u>Tipo 1</u> $A_T = b_1 \times T_1^{b_2} \times T_2^{b_3} \times e^{b_4 T_2}$	Estimativa do número total de acidentes e do número de acidentes com vítimas em intersecções de três e quatro ramos, com e sem controlo por sinais luminosos	Persaud, Lord e Palmisano (Canadá)
	<u>Tipo 2</u> $A_T = b_1 \times T_1^{b_2} \times T_2^{b_3} \times e^{b_5 T_1}$		
	<u>Tipo 3</u> $A_T = b_1 \times T_1^{b_2} \times T_2^{b_3}$		
$A_T = a_1 \times T_{\text{Princ}}^{a_2} \times T_{\text{Sec}}^{a_3}$	Estimativa do total de acidentes em intersecções urbanas com 3 e 4 ramos e com e sem sinais luminosos	Greibe (Dinamarca)	
Intersecções de três ramos	$A_P = b_0 \times T^{b_1} \times P^{b_2}$	Estimativa de atropelamentos em intersecções semaforizadas de três ramos	Turner, Roozenburg e Francis (Nova Zelândia)
	<u>Atropelamentos</u> $A_P = 0.052 \times T_{\text{Princ}}^{0.51} \times T_{\text{Sec}}^{0.16} \times P^{0.46}$	Estimativa de acidentes em intersecções de três ramos de estradas urbanas com uma faixa de rodagem.	Maher e Summersgill (Reino Unido)
	<u>Acidentes só com veículos</u> $A_V = 0.049 \times T_{\text{Princ}}^{0.80} \times T_{\text{Sec}}^{0.36}$		
<u>Total de acidentes</u> $A_T = 0.049 \times T_{\text{Princ}}^{0.71} \times T_{\text{Sec}}^{0.30} \times e^{0.68 \times P^{0.20}}$			
Rotundas	$A_P = b_0 \times T^{b_1} \times P^{b_2}$	Estimativa de atropelamentos em rotundas	Turner, Roozenburg e Francis (Nova Zelândia)
	$A_P = 0.028 \times (T \times P)^{0.53}$	Estimativa de atropelamentos em rotundas	Maycock e Hall (Reino Unido)
	$A_{C/V} = 0.168 \times T_{\text{Princ}}^{0.64} \times T_{\text{Sec}}^{0.24}$	Estimativa de acidentes com vítimas em rotundas	Mountain e Fawaz (Reino Unido)

## 2.7.2 Modelos aplicados no caso de estudo

A indisponibilidade de alguns dados, sobretudo dos mais desagregados, e o âmbito específico dos modelos condicionam a sua aplicabilidade ao caso de estudo em análise. No Capítulo 3 é abordada a possibilidade de uso dos diferentes modelos, no entanto salienta-se que apenas foi possível a aplicação os modelos de Sayed e Rodriguez, Greibe, Turner, Roozenburg e Francis, Maher e Summersgill, Mountain e Fawaz, Maycock e Hall e Brude e Larson.

## 3 | APLICAÇÃO DOS MODELOS AO CASO DE ESTUDO

---

Neste capítulo descrevem-se os resultados da aplicação de modelos de estimativa de acidentes, desenvolvidos internacionalmente, às intersecções da Av. do Brasil e da Av. Rio de Janeiro, em Lisboa, de forma a avaliar o ajuste das estimativas obtidas face ao contexto rodoviário português.

### 3.1 Descrição da zona de estudo

Como já referido anteriormente, a zona de estudo utilizada para comparação da aplicabilidade dos modelos descritos no capítulo anterior é constituída por duas vias urbanas: a Av. do Brasil e a Av. Rio de Janeiro, ambas em Lisboa.

A Av. do Brasil tem cerca de 2.20 km e pode ser classificada como uma via urbana de nível III, de acordo com a classificação definida por Cardoso e Andrade<sup>5</sup> [11]. No entanto, no seu início, junto à Rotunda do Relógio, o uso da Avenida é típico de uma via com características do nível II [11]. Possui um perfil transversal sensivelmente constante constituído por uma faixa de rodagem com quatro vias, duas vias por sentido. Intersecta oito vias de nível IV (Rua da Fonte, Rua Alferes Malheiro, Rua Eng<sup>o</sup> Manuel Rocha, Rua Reinaldo Ferreira, Rua Jorge Colaço, Rua Aprígio Mafra, Rua Fausto Guedes Teixeira e Rua Afonso Lopes Vieira) e quatro de nível III (Av. Rio de Janeiro, Rua da Murtas Oeste, Av. de Roma e Rua das Murtas Este).

A Av. Rio de Janeiro pertence à mesma classe que a Av. do Brasil e tem um comprimento aproximado de 1 km. O seu perfil transversal é também aproximadamente constante, constituído por uma faixa de rodagem com duas vias por

---

<sup>5</sup> Cardoso e Andrade [11] definiram uma classificação para as estradas urbanas portuguesas:

- Vias urbanas de nível I, que correspondem a auto-estradas ou vias rápidas urbanas, com limite de velocidade entre 80 e 120 km/h;
- Vias urbanas de nível II, que são vias estruturantes da rede urbana, com funções distribuidora e colectora, reduzida influência dos fluxos marginais de peões no funcionamento do tráfego motorizado, com limite de velocidade de 50 km/h;
- Vias urbanas de nível III, que são vias com funções simultâneas de acesso e colectoras ou distribuidoras, com limite de velocidade de 50 km/h.
- Vias urbanas de nível IV, que são arruamentos em zonas residenciais, com funções de acesso, com limites de velocidade de 50 km/h ou menos.

sentido. Intersecta seis vias de nível IV (Rua João Saraiva, Rua Ricardo Jorge, Av. da Igreja, Rua Maria Amália Vaz de Carvalho, Rua Alexandre Rey Colaço e a Rua Silva E. Albuquerque).

Os mapas e esquemas da área de estudo são apresentados no Anexo I.

## **3.2 Dados recolhidos**

### **3.2.1 Volumes de tráfego rodoviário e pedonal**

A campanha de contagens de tráfego rodoviário e pedonal foi efectuada em dois períodos: em Maio de 2004 e de Dezembro de 2004 a Fevereiro de 2005. Em ambos os casos foram efectuadas contagens de tráfego motorizado em dias de semana, entre terças e quintas-feiras.

Nas intersecções da Av. Rio de Janeiro com a Av. do Brasil, com a Rua Ricardo Jorge e com a Rua Maria Amália Vaz de Carvalho, foram efectuadas contagens manuais por diversos operadores, que registaram o número de veículos e peões que circularam em cada ramo da intersecção em três períodos: das 9:00 às 11:00 h; das 13:00 às 14:00 h; e das 15:00 às 17:00 h (adiante designada como contagem “A”).

As contagens efectuadas na intersecção da Av. Rio de Janeiro com a Av. do Brasil foram complementadas com gravações em vídeo durante períodos de 24 horas.

A análise dos dados recolhidos com estas gravações permitiu constatar que o período seleccionado para contagem não coincide inteiramente com as horas de ponta da intersecção (ver figura seguinte), pelo que se procedeu a nova contagem em todos os cruzamentos com volume de tráfego significativo da Av. do Brasil e da Av. Rio de Janeiro. Foram, assim, excluídos desta nova contagem os cruzamentos com volume de tráfego pouco significativo<sup>6</sup>. Foram considerados cinco períodos: das 7:00 às 8:00

---

<sup>6</sup> Avenida do Brasil x Rua Afonso Lopes Vieira, Avenida do Brasil x Rua Fausto Guedes Teixeira, Avenida do Brasil x Rua Engenheiro Manuel Rocha e Avenida Rio de Janeiro x Rua Silva e Albuquerque. Foi também excluído o cruzamento da Avenida do Brasil com a Rua Reinaldo Ferreira devido à geometria pouco comum do mesmo e pela proximidade com o cruzamento da Avenida do Brasil com a Rua Engenheiro

h; das 9:00 às 11:00 h; das 13:00 às 14:00 h; das 16:00 às 18:00 h; e das 20:00 às 22:00 h (adiante designada como contagem “B”).

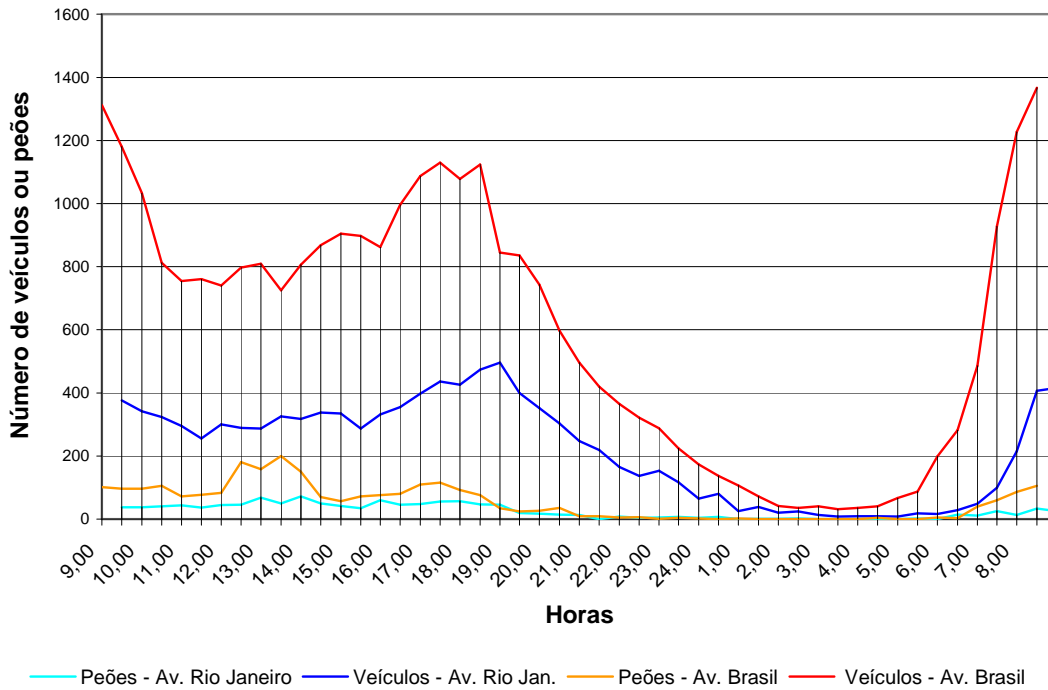


Figura 1 – Variação do tráfego nas 24 horas da intersecção da Av. do Brasil com a Av. Rio de Janeiro

O cálculo do tráfego médio diário anual (TMDA) de veículos e peões para a intersecção entre a Av. do Brasil e a Av. Rio de Janeiro foi efectuado através do somatório dos valores horários obtidos com a gravação em vídeo.

Para as restantes intersecções, o TMDA foi calculado afectando os resultados das contagens manuais por factores obtidos com os dados das contagens de vídeo no cruzamento anterior, a partir da relação entre o número de veículos contados nos períodos de contagens manuais e o número de veículos contados nos períodos diurno (7:00-22:00) e nocturno (22:00-7:00). Foram considerados factores distintos para cada

---

Manuel Rocha, que pode enviar os resultados da análise estatística.



avenida (Brasil e Rio de Janeiro) e para os períodos diurnos e nocturnos:

$$F_D = \frac{\sum(7h - 22h, \text{video})}{\sum(A, \text{video})}$$

Em que  $F_D$  é o factor diurno;

$$F_N = \frac{\sum(22h - 7h, \text{video})}{\sum(A, \text{video})}$$

Em que  $F_N$  é o factor nocturno.

Apresentam-se no Quadro 22 os resultados do cálculo dos referidos factores, relativos às duas avenidas em estudo, para veículos e peões.

**Quadro 22 | Factores a utilizar no cálculo do TMDA relativo a 24 horas.**

Via	Contagem	Factor	
		Dia	Noite
Av. do Brasil	Veículos	2.821342	0.269789
	Peões	2.016168	0.025869
Av. Rio de Janeiro	Veículos	2.973620	0.248332
	Peões	2.030576	0.104317

Para o cálculo dos TMDA houve, ainda, que estimar o número de veículos nos períodos das 9 às 17 h e das 7 às 22h, em que as contagens não foram realizadas de forma integral nos períodos em causa. Essa estimativa foi calculada através das seguintes expressões:

$$\sum(9h - 17h) = \frac{\sum(9h - 17h, \text{video})}{\sum(A, \text{video})} \times \sum(A)$$

$$\sum(7h - 22h) = \frac{\sum(7h - 22h, \text{video})}{\sum(B, \text{video})} \times \sum(B)$$

O TMDA nas intersecções onde só se efectuou a contagem “A” foi calculado através da seguinte fórmula:

$$TMDA_{(24)} = \underbrace{\sum (9h - 17h)}_{(p1)} + \underbrace{\frac{\sum (A) \times F_D \times 7h}{15}}_{(p2)} + \underbrace{\sum (A) \times F_N}_{(p3)}$$

Em que:

(p1) – Valores correspondente ao tráfego das 9:00 às 17:00 h;

(p2) – Valor calculado para o período das 7:00 às 9:00 h e das 17:00 às 22:00 h;

(p3) – Valor calculado para o período das 22:00 às 7:00 h.

O TMD para as intersecções em que foram efectuadas as contagens “A” e “B” foi calculado através da seguinte fórmula:

$$TMDA_{(24)} = \underbrace{\sum (7h - 22h)}_{(p4)} + \underbrace{\sum (A) \times F_N}_{(p3)}$$

Em que:

(p4) – Valores correspondente ao tráfego das 7:00 às 22:00 h.

Os TMDA calculados para cada intersecção são apresentados no Anexo III.

Apresenta-se no Quadro 23 o resumo dos TMDA obtidos.

**Quadro 23 | Volumes pedonais e de tráfego das intersecções da Av. do Brasil e Av. Rio de Janeiro**

Nº da intersecção	Via	TMDA de peões	TMDA de veículos motorizados
1	Av. do Brasil	2723	29075
	Av. Rio de Janeiro	1274	10575
2	Av. do Brasil	77	27780
	Rua das Murtas Oeste	245	8556
3	Av. do Brasil	5015	36574
	Av. de Roma	1753	9454
4	Av. do Brasil	1227	28820
	Rua das Murtas Este	1275	14166
5	Av. Rio de Janeiro	347	20260
	Rua João Saraiva	2296	2674

(Continuação do Quadro 23)

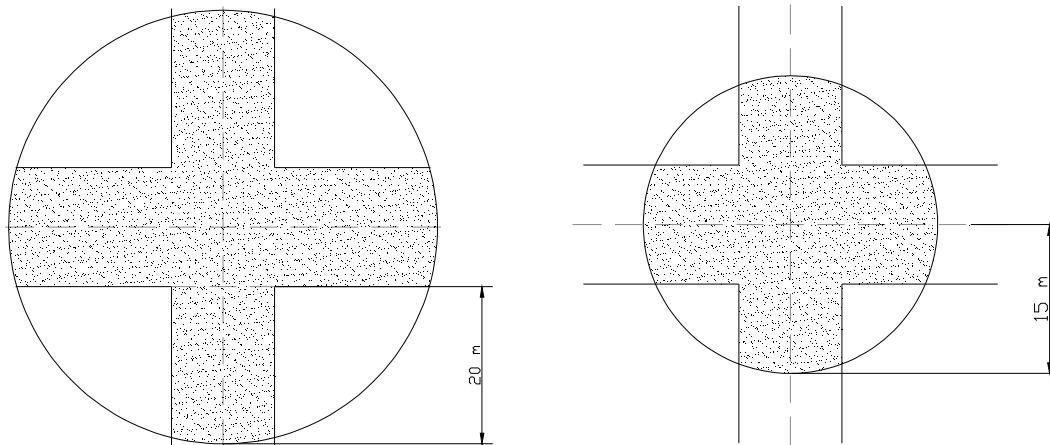
Nº da intersecção	Via	TMDA de peões	TMDA de veículos motorizados
6	Av. Rio de Janeiro	7949	19196
	Rua Ricardo Jorge	2213	5494
7	Av. Rio de Janeiro	9259	15917
	Av. da Igreja	5842	14510
8	Av. Rio de Janeiro	1054	18384
	Rua Maria Amália V. Carvalho	1691	1731
9	Av. Rio de Janeiro	571	16939
	Rua Alexandre Rey Colaço	432	1919

### 3.2.2 Acidentes

Os dados sobre acidentes foram fornecidos pela Direcção-Geral de Viação e pela Polícia de Segurança Pública para as freguesias de São João de Brito e Alvalade.

Na análise efectuada foram considerados os acidentes com vítimas ocorridos entre 2003 e 2005 nas nove intersecções analisadas: Av. do Brasil X Av. Rio de Janeiro, Av. do Brasil X Rua das Murtas Oeste, Av. do Brasil X Av. de Roma, Av. do Brasil X Rua das Murtas Este, Av. Rio de Janeiro X Rua João Saraiva, Av. Rio de Janeiro X Rua Ricardo Jorge, Av. Rio de Janeiro X Av. da Igreja, Av. Rio de Janeiro X Rua Maria Amália V. Carvalho e Av. Rio de Janeiro X Rua Alexandre Rey Colaço.

De acordo com diversos autores, o raio de influência a considerar na definição de “Acidente em intersecção” não é consensual. Mountain, et al. [19] definiram que os acidentes são considerados como ocorridos por influência da intersecção até uma distância de 20 metros contados a partir da berma; por outro lado, Sayed e Rodriguez [8], consideraram uma distância de 30 metros (sem especificar o ponto a partir do qual mediram este valor); Lord [20] considerou que esta influência tem significado até 15 metros, contados a partir do centro da intersecção; e Turner, Roozemburg e Francis [1] utilizaram uma distância de 50m, sem também especificar o ponto inicial de contagem. A Figura 2 exemplifica a explicação anterior, para os casos previstos por Mountain et al (à esquerda) e Lord (à direita).



**Figura 2 – Métodos alternativos para definição da zona de influência de uma intersecção**

Dada a disparidade nas distâncias consideradas, foi efectuada uma análise para dois valores: a 20 e a 50 m do ponto de intersecção entre os eixos dos ramos do cruzamento.

Nas figuras 3 a 9 pode observar-se a distribuição da localização de acidentes segundo diversas desagregações: total de acidentes na área de estudo, total de acidentes a 20 e 50 metros das intersecções analisadas, total de acidentes com vítimas a 20 e 50 metros das intersecções analisadas e atropelamentos ocorridos a 20 e 50 metros das intersecções analisadas.





anos de 2003, 2004 e 2005



2003 – Vermelho; 2004 – Amarelo; 2005 – Verde

Figura 7| Localização dos acidentes com vítimas ocorridos a 50 metros das interseções em estudo nos anos de 2003, 2004 e 2005



2003 – Vermelho; 2004 – Amarelo; 2005 – Verde

Figura 8| Localização dos atropelamentos ocorridos a 20 metros das interseções em estudo nos anos de 2003, 2004 e 2005



2003 – Vermelho; 2004 – Amarelo; 2005 – Verde

**Figura 9| Localização dos atropelamentos ocorridos a 50 metros das intersecções em estudo nos anos de 2003, 2004 e 2005**

Nos quadros 24 a 27 são apresentados os resultados das leituras das figuras anteriores.

**Quadro 24| Acidentes ocorridos em 2003 nas intersecções em análise, a uma distância de 20 e 50 metros do ponto central da intersecção**

2003	20m			50m			
	Intersecção	Total de acidentes	Acidentes com vítimas	Atropelamentos	Total de acidentes	Acidentes com vítimas	Atropelamentos
	Av. do Brasil X Av. Rio de Janeiro	1	1	1	1	1	1
	Av. do Brasil X Rua das Murtas Oeste	5	3	0	6	3	0
	Av. do Brasil X Av. de Roma	11	0	1	12	0	1
	Av. do Brasil X Rua das Murtas Este	5	0	0	7	0	0
	Av. Rio de Janeiro X Rua João Saraiva	1	0	0	1	0	0
	Av. Rio de Janeiro X Rua Ricardo Jorge	1	0	0	1	0	0
	Av. Rio de Janeiro X Av. da Igreja	3	1	1	3	1	1
	Av. Rio de Janeiro X Rua Maria Amália V. Carvalho	1	0	0	1	0	0
	Av. Rio de Janeiro X Rua Alexandre Rey Colaço	5	1	0	5	1	0
<b>TOTAL</b>		<b>33</b>	<b>6</b>	<b>3</b>	<b>37</b>	<b>6</b>	<b>3</b>



**Quadro 25| Acidentes ocorridos em 2004 nas intersecções em análise, a uma distância de 20 e 50 metros do ponto central da intersecção**

2004		20m			50m		
Intersecção	Total de acidentes	Acidentes com vítimas	Atropelamentos	Total de acidentes	Acidentes com vítimas	Atropelamentos	
Av. do Brasil X Av. Rio de Janeiro	12	5	1	13	5	1	
Av. do Brasil X Rua das Murtas Oeste	0	0	0	0	0	0	
Av. do Brasil X Av. de Roma	10	4	2	10	4	2	
Av. do Brasil X Rua das Murtas Este	3	1	0	9	1	0	
Av. Rio de Janeiro X Rua João Saraiva	2	0	0	2	0	0	
Av. Rio de Janeiro X Rua Ricardo Jorge	1	0	0	2	0	0	
Av. Rio de Janeiro X Av. da Igreja	2	0	0	2	0	0	
Av. Rio de Janeiro X Rua Maria Amália V. Carvalho	3	2	0	4	2	0	
Av. Rio de Janeiro X Rua Alexandre Rey Colaço	3	2	0	3	2	0	
<b>TOTAL</b>	<b>36</b>	<b>14</b>	<b>3</b>	<b>45</b>	<b>14</b>	<b>3</b>	

**Quadro 26| Acidentes ocorridos em 2005 nas intersecções em análise, a uma distância de 20 e 50 metros do ponto central da intersecção**

2005		20m			50m		
Intersecção	Total de acidentes	Acidentes com vítimas	Atropelamentos	Total de acidentes	Acidentes com vítimas	Atropelamentos	
Av. do Brasil X Av. Rio de Janeiro	7	1	0	8	1	0	
Av. do Brasil X Rua das Murtas Oeste	4	2	0	4	2	0	
Av. do Brasil X Av. de Roma	7	2	2	11	3	3	
Av. do Brasil X Rua das Murtas Este	6	2	0	9	3	0	
Av. Rio de Janeiro X Rua João Saraiva	1	0	0	4	0	0	
Av. Rio de Janeiro X Rua Ricardo Jorge	4	2	1	4	2	1	
Av. Rio de Janeiro X Av. da Igreja	0	0	0	3	1	0	
Av. Rio de Janeiro X Rua Maria Amália V. Carvalho	4	3	0	5	3	0	
Av. Rio de Janeiro X Rua Alexandre Rey Colaço	3	0	0	3	0	0	
<b>TOTAL</b>	<b>36</b>	<b>12</b>	<b>3</b>	<b>51</b>	<b>15</b>	<b>4</b>	

**Quadro 27| Média dos acidentes ocorridos entre 2003 e 2005 nas intersecções em análise, a uma distância de 20 e 50 metros do ponto central da intersecção**

Média 2003-2005	20m			50m		
	Intersecção	Total de acidentes	Acidentes com vítimas	Atropelamentos	Total de acidentes	Acidentes com vítimas
Av. do Brasil X Av. Rio de Janeiro	20,00	7,00	2,00	22,00	7,00	2,00
Av. do Brasil X Rua das Murtas Oeste	9,00	5,00	0,00	10,00	5,00	0,00
Av. do Brasil X Av. de Roma	28,00	6,00	5,00	33,00	7,00	6,00
Av. do Brasil X Rua das Murtas Este	14,00	3,00	0,00	25,00	4,00	0,00
Av. Rio de Janeiro X Rua João Saraiva	4,00	0,00	0,00	7,00	0,00	0,00
Av. Rio de Janeiro X Rua Ricardo Jorge	6,00	2,00	1,00	7,00	2,00	1,00
Av. Rio de Janeiro X Av. da Igreja	5,00	1,00	1,00	8,00	2,00	1,00
Av. Rio de Janeiro X Rua Maria Amália V. Carvalho	8,00	5,00	0,00	10,00	5,00	0,00
Av. Rio de Janeiro X Rua Alexandre Rey Colaço	11,00	3,00	0,00	11,00	3,00	0,00
<b>TOTAL</b>	<b>105,00</b>	<b>32,00</b>	<b>9,00</b>	<b>133,00</b>	<b>35,00</b>	<b>10,00</b>

### 3.3 Aplicação dos modelos

Para aplicação dos MEFA, as intersecções foram classificadas em função do número de ramos e do sistema de controlo de tráfego existente. Foram considerados os quatro tipos de cruzamentos seguintes:

Tipo 1 – intersecções de quatro ramos controladas por sinais verticais de cedência de prioridade;

Tipo 2 – intersecções de três ramos com controlo de tráfego através de sinais luminosos;

Tipo 3 – intersecções de três ramos controladas por sinais verticais de cedência de prioridade;

Tipo 4 – rotundas.

#### 3.3.1 Intersecções do Tipo 1

Tipo de intersecção: 4 ramos intersectantes sem controlo dos movimentos de tráfego através de sinal de STOP.

Modelos aplicáveis:

Quadro 28 | Modelos de estimativa de acidentes aplicáveis às intersecções do Tipo 1

País	Autor	Aplicabilidade
Nova Zelândia	Turner, Roozenburg e Francis	Não aplicável
Estados Unidos da América	Bauer e Harwood	Aplicável <sup>7</sup>
	Leden	Não aplicável
Canadá	Sayed e Rodriguez	Aplicável
	Lord e Persaud	Não aplicável
	Lord, Persaud e Palmisano	Aplicável <sup>8</sup>
Suécia	Brüde e Larson	Aplicável
	Maycock e Hall	Não aplicável
Reino Unido	Maher e Summersgill	Não aplicável
	Mountain e Fawaz	Não aplicável
Dinamarca	Greibe	Aplicável

### 3.3.1.1 Intersecção 8: Av. Rio de Janeiro / Rua Maria Amália Vaz de Carvalho

Figura 10 | Fotografias da intersecção da Av. Rio de Janeiro com a Rua Maria Amália Vaz de Carvalho



Fonte: Google Earth

---

<sup>7</sup> O modelo desenvolvido por Bauer e Harwood adequa-se ao tipo de intersecção em causa. No entanto, sendo o objectivo final do estudo o cálculo da frequência estimada de acidentes para o conjunto das intersecções de cada avenida, é necessário que para todas as outras intersecções também existam modelos de estimativa de colisões, o que não acontece, pelo que não foi utilizado.

<sup>8</sup> O modelo desenvolvido por Lord, Persaud e Palmisano adequa-se ao tipo de intersecção em causa, mas devido à falta de dados de tráfego (em série histórica de dimensão adequada) que permitam verificar qual a relação entre o TMDA e a frequência de acidentes, não foi utilizado.



- **Sayed e Rodriguez (eq. 24)**

Forma do modelo		$A_{T\_3anos} = b_0 \cdot T_1^{b_1} \cdot T_2^{b_2}$	
Variável	Unidade	Local	Valor considerado
$T_1$ = TMDA de veículos motorizados da estrada principal	Milhares de veículos	Av. Rio de Janeiro	18.384
$T_2$ = TMDA de veículos motorizados da estrada secundária	Milhares de veículos	Rua Maria A. V. Carvalho	1.731
$b_0$			1.5406
$b_1$			0.4489
$b_2$			0.6475
<b>Variável de resposta</b>			
$A_{T\_3anos}$ = Frequência média estimada para o total de acidentes para três anos			8.12
<b>Variável de resposta</b>			
$A_T$ = Frequência média estimada para o total de acidentes por ano			2.71

- **Greibe (eq. 41)**

Forma do modelo		$A_T = a_1 \times T_{Princ}^{a_2} \times T_{Sec}^{a_3}$	
Variável	Unidade	Local	Valor considerado
$T_{Princ}$ = TMDA de veículos motorizados da estrada principal	Veículos	Av. Rio de Janeiro	18384
$T_{Sec}$ = TMDA de veículos motorizados da estrada secundária	Veículos	Rua Maria A. V. Carvalho	1731
$a_1$			7.12E-04
$a_2$			0.3
$a_3$			0.55
<b>Variável de resposta</b>			
$A_T$ = Frequência média estimada para o total de acidentes por ano			0.82

- Brude e Larson (eq. 29)

Forma do modelo		$A_p = 7.34 \times 10^6 \times T^{0.50} \times P^{0.72}$	
Variável	Unidade	Local	Valor considerado
T = TMDA de veículos motorizados em todos os ramos da intersecção	Veículos	Av. Rio de Janeiro e Rua Maria A. V. Carvalho	20115
P = TMDA de peões em todos os ramos da intersecção	Peões	Av. Rio de Janeiro e Rua Maria A. V. Carvalho	2745
<b>Variável de resposta</b> $A_T$ = Frequência média estimada para o total de atropelamentos por ano			0.31

### 3.3.2 Intersecções do Tipo 2

Tipo de intersecção: 3 ramos intersectantes com controlo dos movimentos de tráfego através de sinais luminosos.

Modelos aplicáveis:

Quadro 29 | Modelos de estimativa de acidentes aplicáveis às intersecções do tipo 2

País	Autor	Aplicabilidade
Nova Zelândia	Turner, Roozenburg e Francis	Aplicável
Estados Unidos da América	Bauer e Harwood	Não aplicável
	Leden	Aplicável <sup>9</sup>
Canadá	Sayed e Rodriguez	Não aplicável
	Lord e Persaud	Não aplicável
	Lord, Persaud e Palmisano	Aplicável <sup>10</sup>
Suécia	Brüde e Larson	Aplicável
	Maycock e Hall	Não aplicável
Reino Unido	Maher e Summersgill	Aplicável
	Mountain e Fawaz	Aplicável
Dinamarca	Greibe	Aplicável

<sup>9</sup> O modelo desenvolvido por Ledem adequa-se ao tipo de intersecção em causa, mas devido ao facto de se cingir apenas a acidentes relacionados com mudanças de direcção, não foi utilizado.

<sup>10</sup> O modelo desenvolvido por Lord, Persaud e Palmisano adequa-se ao tipo de intersecção em causa, mas devido à falta de dados de tráfego (em série histórica de dimensão adequada) que permitam verificar qual a relação entre o TMDA e a frequência de acidentes, não foi utilizado.

### 3.3.2.1 Intersecção 1: Av. do Brasil com a Av. Rio de Janeiro

Figura 11 | Fotografias da intersecção da Av. do Brasil com a Av. Rio de Janeiro



Fonte: Google Earth



- Turner, Roosenburg e Francis (eq. 12)

Forma do modelo		$A_p = b_0 \times T^{b_1} \times P^{b_2}$	
Variável	Unidade	Local	Valor considerado
T = TMDA de veículos motorizados nos dois sentidos da estrada principal	Veículos	Av. Brasil	29075
P = TMDA de peões que atravessam a estrada principal	Peões	Av. Brasil	2723
$b_0$	-	-	1.391E-12
$b_1$	-	-	2.0545
$b_2$	-	-	0.667
<b>Variável de resposta</b>		0.40	
<b><math>A_p</math> = Frequência média estimada de atropelamentos por ano na Av. do Brasil</b>			

- Maher e Summersgill

- Atropelamentos (eq. 32)

Forma do modelo		$A_P = 0.052 \times T_{Princ}^{0.51} \times T_{Sec}^{0.16} \times P^{0.46}$	
Variável	Unidade	Local	Valor considerado
$T_{Princ}$ = TMDA de veículos motorizados nos ramos principais	Milhares de veículos	Av. Brasil	29.075
$T_{Sec}$ = TMDA de veículos motorizados no ramo secundário	Milhares de veículos	Av. Rio de Janeiro	10.575
P = Volume de tráfego pedonal que atravessa tanto a zona central da intersecção como os ramos de acesso (em períodos de 12 horas)	Milhares de peões	Av. do Brasil e Av. Rio Janeiro	1.999
<b>Variável de resposta</b> $A_p$ = Frequência média estimada de atropelamentos por ano			0.58

- Total de acidentes (eq. 34)

Forma do modelo		$A_T = 0.049 \times T_{Princ}^{0.71} \times T_{Sec}^{0.30} \times e^{0.68 \times P^{0.20}}$	
Variável	Unidade	Local	Valor considerado
$T_{Princ}$ = TMDA de veículos motorizados nos ramos principais	Milhares de veículos	Av. Brasil	29.075
$T_{Sec}$ = TMDA de veículos motorizados no ramo secundário	Milhares de veículos	Av. Rio de Janeiro	10.575
P = Volume de tráfego pedonal que atravessa tanto a zona central da intersecção como os ramos de acesso (em períodos de 12 horas)	Milhares de peões	Av. do Brasil e Av. Rio Janeiro	1.999
<b>Variável de resposta</b> $A_p$ = Frequência média estimada de acidentes por ano			2.38

- Mountain e Fawaz (eq. 40)

Forma do modelo		$A_{TT} = 0.180 \times T_{Princ}^{0.64} \times T_{Sec}^{0.24}$	
Variável	Unidade	Local	Valor considerado
$T_{Princ}$ = TMDA de veículos motorizados na estrada principal	Milhares de veículos	Av. Brasil	29.075
$T_{Sec}$ = TMDA de veículos motorizados na estrada secundária	Milhares de veículos	Av. Rio de Janeiro	10.575
<b>Variável de resposta</b> $A_p$ = Frequência média estimada de acidentes por ano			2.74

- Greibe (eq. 42)

Forma do modelo		$A_T = a_1 \times T_{Princ}^{a_2} \times T_{Sec}^{a_3}$	
Variável	Unidade	Local	Valor considerado
$T_{Princ}$ = TMDA de veículos motorizados na estrada principal	Veículos	Av. Brasil	29.075
$T_{Sec}$ = TMDA de veículos motorizados na estrada secundária	Veículos	Av. Rio de Janeiro	10.575
$a_1$	-	-	1.34E-05
$a_2$	-	-	0.88
$a_3$	-	-	0.33
<b>Variável de resposta</b>			
$A_p$ = Frequência média estimada de acidentes por ano			2.42

### 3.3.2.2 Intersecção 2: Av. do Brasil com a Rua das Murtas (Oeste)

Figura 12 | Fotografias da intersecção da Av. do Brasil com a Rua das Murtas (Oeste)



Fonte: Google Earth





- Turner, Roosenburg e Francis (eq. 12)

Forma do modelo		$A_p = b_0 \times T^{b_1} \times P^{b_2}$	
Variável	Unidade	Local	Valor considerado
T = TMDA de veículos motorizados nos dois sentidos da estrada principal	Veículos	Av. Brasil	27780
P = TMDA de peões que atravessam a estrada principal	Peões	Av. Brasil	77
$b_0$	-	-	1.391E-12
$b_1$	-	-	2.0545
$b_2$	-	-	0.667
<b>Variável de resposta</b> $A_p$ = Frequência média estimada de atropelamentos por ano na Av. do Brasil			0.03

- Maher e Summersgill

- Atropelamentos (eq. 32)

Forma do modelo		$A_p = 0.052 \times T_{Princ}^{0.51} \times T_{Sec}^{0.16} \times P^{0.46}$	
Variável	Unidade	Local	Valor considerado
$T_{Princ}$ = TMDA de veículos motorizados nos ramos principais	Milhares de veículos	Av. Brasil	27.780
$T_{Sec}$ = TMDA de veículos motorizados no ramo secundário	Milhares de veículos	Rua das Murtas Oeste	8.556
P = Volume de tráfego pedonal que atravessa tanto a zona central da intersecção como os ramos de acesso (em períodos de 12 horas)	Milhares de peões	Av. do Brasil e Rua das Murtas Oeste	0.161
<b>Variável de resposta</b> $A_p$ = Frequência média estimada de atropelamentos por ano			0.17

- Total de acidentes (eq. 34)

Forma do modelo		$A_T = 0.049 \times T_{Princ}^{0.71} \times T_{Sec}^{0.30} \times e^{0.68 \times P^{0.20}}$	
Variável	Unidade	Local	Valor considerado
$T_{Princ}$ = TMDA de veículos motorizados nos ramos principais	Milhares de veículos	Av. Brasil	27.780
$T_{Sec}$ = TMDA de veículos motorizados no ramo secundário	Milhares de veículos	Rua das Murtas Oeste	8.556
P = Volume de tráfego pedonal que atravessa tanto a zona central da intersecção como os ramos de acesso (em períodos de 12 horas)	Milhares de peões	Av. do Brasil e Rua das Murtas Oeste	0.161
<b>Variável de resposta</b>			
$A_p$ = Frequência média estimada de acidentes por ano			1.58

- Mountain e Fawaz (eq. 40)

Forma do modelo		$A_{TI} = 0.180 \times T_{Princ}^{0.64} \times T_{Sec}^{0.24}$	
Variável	Unidade	Local	Valor considerado
$T_{Princ}$ = TMDA de veículos motorizados na estrada principal	Milhares de veículos	Av. Brasil	27.780
$T_{Sec}$ = TMDA de veículos motorizados na estrada secundária	Milhares de veículos	Rua das Murtas Oeste	8.556
<b>Variável de resposta</b>			
$A_p$ = Frequência média estimada de acidentes por ano			2.53

- Greibe (eq. 42)

Forma do modelo		$A_T = a_1 \times T_{Princ}^{a_2} \times T_{Sec}^{a_3}$	
Variável	Unidade	Local	Valor considerado
$T_{Princ}$ = TMDA de veículos motorizados na estrada principal	Veículos	Av. Brasil	27780
$T_{Sec}$ = TMDA de veículos motorizados na estrada secundária	Veículos	Rua das Murtas Oeste	8556
$a_1$	-	-	1.34E-05
$a_2$	-	-	0.88
$a_3$	-	-	0.33
<b>Variável de resposta</b>			
$A_p$ = Frequência média estimada de acidentes por ano			2.16

### 3.3.2.3 Intersecção 3: Av. do Brasil com a Av. de Roma

Figura 13 | Fotografias da intersecção da Av. do Brasil com a Av. de Roma



Fonte: Google Earth



- Turner, Roosenburg e Francis (eq. 12)

Forma do modelo		$A_p = b_0 \times T^{b_1} \times P^{b_2}$	
Variável	Unidade	Local	Valor considerado
T = TMDA de veículos motorizados nos dois sentidos da estrada principal	Veículos	Av. Brasil	36574
P = TMDA de peões que atravessam a estrada principal	Peões	Av. Brasil	5015
$b_0$	-	-	1.391E-12
$b_1$	-	-	2.0545
$b_2$	-	-	0.667
<b>Variável de resposta</b>			
$A_p$ = Frequência média estimada de atropelamentos por ano na Av. do Brasil		0.97	

- Maher e Summersgill

- Atropelamentos (eq. 32)

Forma do modelo		$A_P = 0.052 \times T_{Princ}^{0.51} \times T_{Sec}^{0.16} \times P^{0.46}$	
Variável	Unidade	Local	Valor considerado
$T_{Princ}$ = TMDA de veículos motorizados nos ramos principais	Milhares de veículos	Av. Brasil	36.574
$T_{Sec}$ = TMDA de veículos motorizados no ramo secundário	Milhares de veículos	Av. de Roma	9.454
P = Volume de tráfego pedonal que atravessa tanto a zona central da intersecção como os ramos de acesso (em períodos de 12 horas)	Milhares de peões	Av. do Brasil e Av. de Roma	3.384
<b>Variável de resposta</b>			
$A_p$ = Frequência média estimada de atropelamentos por ano			0.82

- Total de acidentes (eq. 34)

Forma do modelo		$A_T = 0.049 \times T_{Princ}^{0.71} \times T_{Sec}^{0.30} \times e^{0.68 \times P^{0.20}}$	
Variável	Unidade	Local	Valor considerado
$T_{Princ}$ = TMDA de veículos motorizados nos ramos principais	Milhares de veículos	Av. Brasil	36.574
$T_{Sec}$ = TMDA de veículos motorizados no ramo secundário	Milhares de veículos	Av. de Roma	9.454
P = Volume de tráfego pedonal que atravessa tanto a zona central da intersecção como os ramos de acesso (em períodos de 12 horas)	Milhares de peões	Av. do Brasil e Av. de Roma	3.384
<b>Variável de resposta</b>			
$A_p$ = Frequência média estimada de acidentes por ano			2.95

- Mountain e Fawaz (eq. 40)

Forma do modelo		$A_{TI} = 0.180 \times T_{Princ}^{0.64} \times T_{Sec}^{0.24}$	
Variável	Unidade	Local	Valor considerado
$T_{Princ}$ = TMDA de veículos motorizados na estrada principal	Milhares de veículos	Av. Brasil	36.574
$T_{Sec}$ = TMDA de veículos motorizados na estrada secundária	Milhares de veículos	Av. de Roma	9.454
<b>Variável de resposta</b>			
$A_p$ = Frequência média estimada de acidentes por ano			3.09

- Greibe (eq. 42)

Forma do modelo		$A_T = a_1 \times T_{Princ}^{a_2} \times T_{Sec}^{a_3}$	
Variável	Unidade	Local	Valor considerado
$T_{Princ}$ = TMDA de veículos motorizados na estrada principal	Veículos	Av. Brasil	36574
$T_{Sec}$ = TMDA de veículos motorizados na estrada secundária	Veículos	Av. de Roma	9454
$a_1$	-	-	1.34E-05
$a_2$	-	-	0.88
$a_3$	-	-	0.33
<b>Variável de resposta</b>			
$A_p$ = Frequência média estimada de acidentes por ano			2.85

### 3.3.2.4 Intersecção 4: Av. do Brasil com a Rua das Murtas (Este)

Figura 14 | Fotografias da intersecção da Av. do Brasil com a Rua das Murtas (Este)



Fonte: Google Earth



- Turner, Roosenburg e Francis (Eq. 12)

Forma do modelo		$A_p = b_0 \times T^{b_1} \times P^{b_2}$	
Variável	Unidade	Local	Valor considerado
T = TMDA de veículos motorizados nos dois sentidos da estrada principal	Veículos	Av. Brasil	28820
P = TMDA de peões que atravessam a estrada principal	Peões	Av. Brasil	1227
$b_0$	-	-	1.391E-12
$b_1$	-	-	2.0545
$b_2$	-	-	0.667
<b>Variável de resposta</b>		0.23	
$A_p$ = Frequência média estimada de atropelamentos por ano na Av. do Brasil			

- Maher e Summersqill

- o Atropelamentos (eq. 32)

Forma do modelo		$A_p = 0.052 \times T_{Princ}^{0.51} \times T_{Sec}^{0.16} \times P^{0.46}$	
Variável	Unidade	Local	Valor considerado
$T_{Princ}$ = TMDA de veículos motorizados nos ramos principais	Milhares de veículos	Av. Brasil	28.820
$T_{Sec}$ = TMDA de veículos motorizados no ramo secundário	Milhares de veículos	Rua das Murtas Este	14.166
P = Volume de tráfego pedonal que atravessa tanto a zona central da intersecção como os ramos de acesso (em períodos de 12 horas)	Milhares de peões	Av. do Brasil e Rua das Murtas Este	1.251
<b>Variável de resposta</b>		0.49	
$A_p$ = Frequência média estimada de atropelamentos por ano			



- Total de acidentes (eq. 34)

Forma do modelo		$A_T = 0.049 \times T_{Princ}^{0.71} \times T_{Sec}^{0.30} \times e^{0.68 \times P^{0.20}}$	
Variável	Unidade	Local	Valor considerado
$T_{Princ}$ = TMDA de veículos motorizados nos ramos principais	Milhares de veículos	Av. Brasil	28.820
$T_{Sec}$ = TMDA de veículos motorizados no ramo secundário	Milhares de veículos	R. das Murtas Este	14.166
P = Volume de tráfego pedonal que atravessa tanto a zona central da intersecção como os ramos de acesso (em períodos de 12 horas)	Milhares de peões	Av. do Brasil e R. das Murtas Este	1.251
<b>Variável de resposta</b>			
$A_p$ = Frequência média estimada de acidentes por ano			2.40

- Mountain e Fawaz (eq. 40)

Forma do modelo		$A_{TI} = 0.180 \times T_{Princ}^{0.64} \times T_{Sec}^{0.24}$	
Variável	Unidade	Local	Valor considerado
$T_{Princ}$ = TMDA de veículos motorizados na estrada principal	Milhares de veículos	Av. Brasil	28.820
$T_{Sec}$ = TMDA de veículos motorizados na estrada secundária	Milhares de veículos	R. das Murtas Este	14.166
<b>Variável de resposta</b>			
$A_p$ = Frequência média estimada de acidentes por ano			2.92

- Greibe (eq. 42)

Forma do modelo		$A_T = a_1 \times T_{Princ}^{a_2} \times T_{Sec}^{a_3}$	
Variável	Unidade	Local	Valor considerado
$T_{Princ}$ = TMDA de veículos motorizados na estrada principal	Veículos	Av. Brasil	28820
$T_{Sec}$ = TMDA de veículos motorizados na estrada secundária	Veículos	R. das Murtas Este	14166
$a_1$	-	-	1.34E-05
$a_2$	-	-	0.88
$a_3$	-	-	0.33
<b>Variável de resposta</b>			
$A_p$ = Frequência média estimada de acidentes por ano			2.64

### 3.3.3 Intersecções do Tipo 3

Tipo de intersecção: 3 ramos intersectantes com controlo dos movimentos de tráfego através de sinais de cedência de prioridade.

Modelos aplicáveis:

Quadro 30 | Modelos de estimativa de acidentes aplicáveis às intersecções do tipo 3

País	Autor	Aplicabilidade
Nova Zelândia	Turner, Roozenburg e Francis	Não aplicável
Estados Unidos da América	Bauer e Harwood	Não aplicável
	Leden	Aplicável <sup>11</sup>
Canadá	Sayed e Rodriguez	Não aplicável
	Lord e Persaud	Não aplicável
	Lord, Persaud e Palmisano	Aplicável <sup>12</sup>
Suécia	Brüde e Larson	Aplicável
	Maycock e Hall	Não aplicável
Reino Unido	Maher e Summersgill	Aplicável
	Mountain e Fawaz	Aplicável
	Dinamarca	Greibe

#### 3.3.3.1 Intersecção 5: Av. Rio de Janeiro com a Rua João Saraiva

---

<sup>11</sup> O modelo desenvolvido por Leden adequa-se ao tipo de intersecção em causa, mas devido ao facto de se cingir apenas a acidentes relacionados com mudanças de direcção, não foi utilizado.

<sup>12</sup> O modelo desenvolvido por Lord, Persaud e Palmisano adequa-se ao tipo de intersecção em causa, mas devido à falta de dados de tráfego (em série histórica de dimensão adequada) que permitam verificar qual a relação entre o TMDA e a frequência de acidentes, não foi utilizado.



Figura 15 | Fotografias da intersecção da Av. Rio de Janeiro com a Rua João Saraiva



Fonte: Google Earth



- Maier e Summersgill

- Atropelamentos (eq. 32)

Forma do modelo		$A_p = 0.052 \times T_{Princ}^{0.51} \times T_{Sec}^{0.16} \times P^{0.46}$	
Variável	Unidade	Local	Valor considerado
$T_{Princ}$ = TMDA de veículos motorizados nos ramos principais	Milhares de veículos	Av. Rio de Janeiro	20.260
$T_{Sec}$ = TMDA de veículos motorizados no ramo secundário	Milhares de veículos	Rua João Saraiva	2.674
P = Volume de tráfego pedonal que atravessa tanto a zona central da intersecção como os ramos de acesso (em períodos de 12 horas)	Milhares de peões	Av. Rio de Janeiro e Rua João Saraiva	1.322
<b>Variável de resposta</b> $A_p$ = Frequência média estimada de atropelamentos por ano			0.32

- o Total de acidentes (eq. 34)

Forma do modelo		$A_T = 0.049 \times T_{Princ}^{0.71} \times T_{Sec}^{0.30} \times e^{0.68 \times P^{0.20}}$	
Variável	Unidade	Local	Valor considerado
$T_{Princ}$ = TMDA de veículos motorizados nos ramos principais	Milhares de veículos	Av. Rio de Janeiro	20.260
$T_{Sec}$ = TMDA de veículos motorizados no ramo secundário	Milhares de veículos	Rua João Saraiva	2.674
P = Volume de tráfego pedonal que atravessa tanto a zona central da intersecção como os ramos de acesso (em períodos de 12 horas)	Milhares de peões	Av. Rio de Janeiro e Rua João Saraiva	1.322
<b>Variável de resposta</b>			
$A_p$ = Frequência média estimada de acidentes por ano			1.14

- Mountain e Fawaz (eq. 40)

Forma do modelo		$A_{TI} = 0.180 \times T_{Princ}^{0.64} \times T_{Sec}^{0.24}$	
Variável	Unidade	Local	Valor considerado
$T_{Princ}$ = TMDA de veículos motorizados na estrada principal	Milhares de veículos	Av. Rio de Janeiro	20.260
$T_{Sec}$ = TMDA de veículos motorizados na estrada secundária	Milhares de veículos	Rua João Saraiva	2.674
<b>Variável de resposta</b>			
$A_p$ = Frequência média estimada de acidentes por ano			1.22

- Greibe (eq. 42)

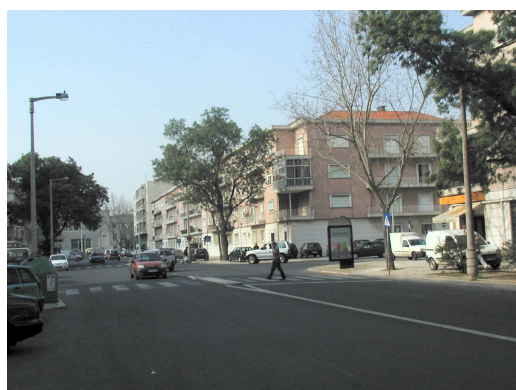
Forma do modelo		$A_T = a_1 \times T_{Princ}^{a_2} \times T_{Sec}^{a_3}$	
Variável	Unidade	Local	Valor considerado
$T_{Princ}$ = TMDA de veículos motorizados na estrada principal	Veículos	Av. Rio de Janeiro	20260
$T_{Sec}$ = TMDA de veículos motorizados na estrada secundária	Veículos	Rua João Saraiva	2674
$a_1$	-	-	1.04E-05
$a_2$	-	-	0.69
$a_3$	-	-	0.6
<b>Variável de resposta</b>			
$A_p$ = Frequência média estimada de acidentes por ano			1.11

### 3.3.3.2 Intersecção 6: Av. Rio de Janeiro com a Rua Ricardo Jorge

Figura 16 | Fotografias da intersecção da Av. Rio de Janeiro com a Rua Ricardo Jorge



Fonte: Google Earth



- Maher e Summersgill

- Atropelamentos (eq. 32)

Forma do modelo		$A_P = 0.052 \times T_{Princ}^{0.51} \times T_{Sec}^{0.16} \times P^{0.46}$	
Variável	Unidade	Local	Valor considerado
$T_{Princ}$ = TMDA de veículos motorizados nos ramos principais	Milhares de veículos	Av. Rio de Janeiro	19.196
$T_{Sec}$ = TMDA de veículos motorizados no ramo secundário	Milhares de veículos	Rua Ricardo Jorge	5.494
P = Volume de tráfego pedonal que atravessa tanto a zona central da intersecção como os ramos de acesso (em períodos de 12 horas)	Milhares de peões	Av. Rio de Janeiro e Rua Ricardo Jorge	5.081
<b>Variável de resposta</b> $A_P$ = Frequência média estimada de atropelamentos por ano			0.65

- o Total de acidentes (eq. 34)

Forma do modelo		$A_T = 0.049 \times T_{Princ}^{0.71} \times T_{Sec}^{0.30} \times e^{0.68 \times P^{0.20}}$	
Variável	Unidade	Local	Valor considerado
$T_{Princ}$ = TMDA de veículos motorizados nos ramos principais	Milhares de veículos	Av. Rio de Janeiro	19.196
$T_{Sec}$ = TMDA de veículos motorizados no ramo secundário	Milhares de veículos	Rua Ricardo Jorge	5.494
P = Volume de tráfego pedonal que atravessa tanto a zona central da intersecção como os ramos de acesso (em períodos de 12 horas)	Milhares de peões	Av. Rio de Janeiro e Rua Ricardo Jorge	5.081
<b>Variável de resposta</b>			
$A_p$ = Frequência média estimada de acidentes por ano			1.71

- Mountain e Fawaz (eq. 40)

Forma do modelo		$A_{TI} = 0.180 \times T_{Princ}^{0.64} \times T_{Sec}^{0.24}$	
Variável	Unidade	Local	Valor considerado
$T_{Princ}$ = TMDA de veículos motorizados na estrada principal	Milhares de veículos	Av. Rio de Janeiro	19.196
$T_{Sec}$ = TMDA de veículos motorizados na estrada secundária	Milhares de veículos	Rua Ricardo Jorge	5.494
<b>Variável de resposta</b>			
$A_p$ = Frequência média estimada de acidentes por ano			1.41

- Greibe (eq. 42)

Forma do modelo		$A_T = a_1 \times T_{Princ}^{a_2} \times T_{Sec}^{a_3}$	
Variável	Unidade	Local	Valor considerado
$T_{Princ}$ = TMDA de veículos motorizados na estrada principal	Veículos	Av. Rio de Janeiro	19196
$T_{Sec}$ = TMDA de veículos motorizados na estrada secundária	Veículos	Rua Ricardo Jorge	5494
$a_1$	-	-	1.04E-05
$a_2$	-	-	0.69
$a_3$	-	-	0.6
<b>Variável de resposta</b>			
$A_p$ = Frequência média estimada de acidentes por ano			1.65

### 3.3.3.3 Intersecção 9: Av. Rio de Janeiro com a Rua Alexandre Rey Colaço

Figura 17 | Fotografias da intersecção da Av. Rio de Janeiro com a Rua Alexandre Rey Colaço



Fonte: Google Earth



- Maher e Summersgill
  - Atropelamentos (eq. 32)

Forma do modelo		$A_P = 0.052 \times T_{Princ}^{0.51} \times T_{Sec}^{0.16} \times P^{0.46}$	
Variável	Unidade	Local	Valor considerado
$T_{Princ}$ = TMDA de veículos motorizados nos ramos principais	Milhares de veículos	Av. Rio de Janeiro	16.939
$T_{Sec}$ = TMDA de veículos motorizados no ramo secundário	Milhares de veículos	Rua Alexandre Rey Colaço	1.919
P = Volume de tráfego pedonal que atravessa tanto a zona central da intersecção como os ramos de acesso (em períodos de 12 horas)	Milhares de peões	Av. Rio de Janeiro e Rua Alexandre Rey Colaço	0.502
<b>Variável de resposta</b> $A_P$ = Atropelamentos por ano			0.18

- o Total de acidentes (eq. 34)

Forma do modelo		$A_T = 0.049 \times T_{Princ}^{0.71} \times T_{Sec}^{0.30} \times e^{0.68 \times P^{0.20}}$	
Variável	Unidade	Local	Valor considerado
$T_{Princ}$ = TMDA de veículos motorizados nos ramos principais	Milhares de veículos	Av. Rio de Janeiro	16.939
$T_{Sec}$ = TMDA de veículos motorizados no ramo secundário	Milhares de veículos	Rua Alexandre Rey Colaço	1.919
P = Volume de tráfego pedonal que atravessa tanto a zona central da intersecção como os ramos de acesso (em períodos de 12 horas)	Milhares de peões	Av. Rio de Janeiro e Rua Alexandre Rey Colaço	0.502
<b>Variável de resposta</b>			
$A_p$ = Frequência média estimada de acidentes por ano			0.80

- Mountain e Fawaz (eq. 40)

Forma do modelo		$A_{TI} = 0.180 \times T_{Princ}^{0.64} \times T_{Sec}^{0.24}$	
Variável	Unidade	Local	Valor considerado
$T_{Princ}$ = TMDA de veículos motorizados na estrada principal	Milhares de veículos	Av. Rio de Janeiro	16.939
$T_{Sec}$ = TMDA de veículos motorizados na estrada secundária	Milhares de veículos	Rua Alexandre Rey Colaço	1.919
<b>Variável de resposta</b>			
$A_p$ = Frequência média estimada de acidentes por ano			1.01

- Greibe (eq. 41)

Forma do modelo		$A_T = a_1 \times T_{Princ}^{a_2} \times T_{Sec}^{a_3}$	
Variável	Unidade	Local	Valor considerado
$T_{Princ}$ = TMDA de veículos motorizados na estrada principal	Veículos	Av. Rio de Janeiro	16939
$T_{Sec}$ = TMDA de veículos motorizados na estrada secundária	Veículos	Rua Ricardo Jorge	1919
$a_1$	-	-	1.04E-05
$a_2$	-	-	0.69
$a_3$	-	-	0.6
<b>Variável de resposta</b>			
$A_p$ = Frequência média estimada de acidentes por ano			0.80

### 3.3.4 Intersecções do Tipo 4

Tipo de intersecção: rotunda.

Modelos aplicáveis:

Quadro 31 | Modelos de estimativa de acidentes aplicáveis às intersecções do tipo 4

País	Autor	Aplicabilidade
Nova Zelândia	Turner, Roozemburg e Francis	Aplicável
Estados Unidos da América	Bauer e Harwood	Não aplicável
	Leden	Não aplicável
Canadá	Sayed e Rodriguez	Não aplicável
	Lord e Persaud	Não aplicável
	Lord, Persaud e Palmisano	Não aplicável
Suécia	Brüde e Larson	Não aplicável
	Maycock e Hall	Aplicável
Reino Unido	Maher e Summersgill	Não aplicável
	Mountain e Fawaz	Aplicável
Dinamarca	Greibe	Não aplicável

#### 3.3.4.1 Intersecção 7: Av. Rio de Janeiro com a Av. da Igreja

Figura 18 | Fotografias da intersecção da Av. Rio de Janeiro com a Av. da Igreja



Fonte: Google Earth





- Turner, Roozenburg e Francis (eq. 11)

Forma do modelo		$A_p = b_0 \times T^{b_1} \times P^{b_2}$	
Variável	Unidade	Local	Valor considerado
T = TMDA de veículos motorizados em dois sentidos opostos	Veículos	Av. Rio Janeiro	15917
P = TMDA de peões que atravessam até 50m da intersecção	Peões	Av. Rio de Janeiro	9259
<b>Variável de resposta</b>			
<b><math>A_p</math> = Frequência média estimada de atropelamentos relativos a atravessamentos na Av. Rio de Janeiro (antes e depois da Rotunda)</b>			0.17
T = TMDA de veículos motorizados em dois sentidos opostos	Veículos	Av. da Igreja	14510
P = TMDA de peões que atravessam até 50m da intersecção	Peões	Av. da Igreja	5842
<b>Variável de resposta</b>			
<b><math>A_p</math> = Frequência média estimada de atropelamentos relativos a atravessamentos na Av. da Igreja (antes e depois da Rotunda)</b>			0.13
<b>Variável de resposta</b>			
<b><math>A_p</math> = Frequência média estimada de atropelamentos na rotunda por ano</b>			0.3



- Maycock e Hall (eq. 32)

Forma do modelo		$A_p = 0.028 \times (T \times P)^{0.53}$	
Variável	Unidade	Local	Valor considerado
T= TMDA de veículos motorizados na rotunda	Milhares de veículos	Av. Rio de Janeiro e Av. da Igreja	30.427
P= TMDA de peões nos ramos de acesso à rotunda	Milhares de peões	Av. Rio de Janeiro e Av. da Igreja	15.102
<b>Variável de resposta</b> $A_p$ = Frequência média estimada de atropelamentos na rotunda por ano			0.72

- Mountain e Fawaz (eq. 40)

Forma do modelo		$A_{TI} = 0.168 \times T_{Princ}^{0.64} \times T_{Sec}^{0.24}$	
Variável	Unidade	Local	Valor considerado
$T_{Princ}$ = TMDA de veículos motorizados na estrada principal	Milhares de veículos	Av. Rio de Janeiro	15.917
$T_{Sec}$ = TMDA de veículos motorizados na estrada secundária	Milhares de veículos	Av. da Igreja	14.510
<b>Variável de resposta</b> $A_p$ = Frequência média estimada de acidentes por ano na rotunda			1.88

### 3.3.5 Resumo das frequências estimadas de acidentes

No Quadro 32 é apresentado um resumo das frequências anuais de acidentes estimadas para as nove intersecções analisadas.

**Quadro 32 | Resumo das frequências estimadas de acidentes para as intersecções analisadas**

Intersecção	Maher e Summersgill		Turner, Roosemburg e Francis	Mountain e Fawaz	Greibe	Sayed e Rodriguez	Maycock e Hall	Brude e Larson
	Atropelam.	Total de acidentes	Atropelam.	Total de acidentes com vítimas	Total de acidentes	Total de acidentes	Atropelam.	Atropelam.
Av. do Brasil X Av. Rio de Janeiro	0.58	2.38	0.40	2.74	2.42	-	-	0.57
Av. do Brasil X Rua das Murtas Oeste	0.17	1.58	0.03	2.53	2.16	-	-	0.09
Av. do Brasil X Av. de Roma	0.82	2.95	0.97	3.09	2.85	-	-	0.9
Av. do Brasil X Rua das Murtas Este	0.49	2.40	0.23	2.92	2.64	-	-	0.43
Av. Rio de Janeiro X Rua João Saraiva	0.32	1.14	-	1.22	1.11	-	-	0.32
Av. Rio de Janeiro X Rua Ricardo Jorge	0.65	1.71	-	1.41	1.65	-	-	0.89
Av. Rio de Janeiro X Av. da Igreja	-	-	0.30	1.88	-	-	0.72	1.31
Av. Rio de Janeiro X Rua Maria Amália V. Carvalho	-	-	-	-	0.82	2.71	-	0.31
Av. Rio de Janeiro X Rua Alexandre Rey Colaço	0.18	0.80	-	1.01	0.80	-	-	0.15

### 3.3.6 Comparação das frequências de acidentes observadas com as estimadas

Dadas as características urbanas da área de estudo, admitiu-se que o tráfego se manteve estável ao longo da última década, possibilitando a comparação da frequência observada de acidentes dos anos 2003 a 2005 com a frequência estimada de acidentes obtida com base no tráfego de 2005.

No Quadro 33 apresentam-se, para cada cruzamento, as frequências observadas de acidentes, considerando zonas de influência de 20 e de 50m e as frequências estimadas aplicando os modelos de Maher e Summersgill, Greibe e Sayed e Rodriguez. Apresentam-se, também, os somatórios das frequências para cada conjunto de intersecções em que foram aplicados os modelos.

Nos Quadros 34 e 35 apresenta-se o mesmo tipo de informação do Quadro 33, mas para as frequências de acidentes corporais e de atropelamento, respectivamente.

**Quadro 33 | Comparação das frequências anuais do total de acidentes observadas com as estimadas**

Intersecção	Frequência observada de acidentes (total)		Frequência estimada de acidentes (total)		
	20 m	50m	Maher e Summersgill	Greibe	Sayed e Rodriguez
Av. do Brasil X Av. Rio de Janeiro	6.67	7.33	2.38	2.42	-
Av. do Brasil X Rua das Murtas Oeste	3.00	3.33	1.58	2.16	-
Av. do Brasil X Av. de Roma	9.33	11.00	2.95	2.85	-
Av. do Brasil X Rua das Murtas Este	4.67	8.33	2.40	2.64	-
Av. Rio de Janeiro X Rua João Saraiva	1.33	2.33	1.14	1.11	-
Av. Rio de Janeiro X Rua Ricardo Jorge	2.00	2.33	1.71	1.65	-
Av. Rio de Janeiro X Av. da Igreja	1.67	2.67	-	-	-
Av. Rio de Janeiro X Rua Maria Amália V. Carvalho	2.67	3.33	-	0.82	2.71
Av. Rio de Janeiro X Rua Alexandre Rey Colaço	3.67	3.67	0.80	0.80	-
	30,67 <sup>a</sup>	38,32 <sup>a</sup>	12,96 <sup>a</sup>		
SOMA	33.34 <sup>b</sup>	41.65 <sup>b</sup>		14,45 <sup>b</sup>	
	2.67 <sup>c</sup>	3.33 <sup>c</sup>			2,71 <sup>c</sup>

<sup>a</sup> – Total para as intersecções em que foi possível aplicar o modelo de Maher e Summersgill

<sup>b</sup> – Total para as intersecções em que foi possível aplicar o modelo de Greibe

<sup>c</sup> – Total para as intersecções em que foi possível aplicar o modelo de Sayed e Rodriguez

**Quadro 34 | Comparação das frequências anuais de acidentes com vítimas observadas com as estimadas**

Intersecção	Frequência observada de acidentes com vítimas		Frequência estimada de acidentes com vítimas
	20 m	50m	Mountain e Fawaz
Av. do Brasil X Av. Rio de Janeiro	2.33	2.33	2.74
Av. do Brasil X Rua das Murtas Oeste	1.67	1.67	2.53
Av. do Brasil X Av. de Roma	2.00	2.33	3.09
Av. do Brasil X Rua das Murtas Este	1.00	1.33	2.92
Av. Rio de Janeiro X Rua João Saraiva	0.00	0.00	1.22
Av. Rio de Janeiro X Rua Ricardo Jorge	0.67	0.67	1.41
Av. Rio de Janeiro X Av. da Igreja	0.33	0.67	1.88
Av. Rio de Janeiro X Rua Maria Amália V. Carvalho	1.67	1.67	-
Av. Rio de Janeiro X Rua Alexandre Rey Colaço	1.00	1.00	1.01
<b>SOMA</b>	<b>9.00<sup>a</sup></b>	<b>10.00<sup>a</sup></b>	<b>16.8<sup>a</sup></b>

<sup>a</sup> – Total para as intersecções em que foi possível aplicar o modelo de Mountain e Fawaz

**Quadro 35 | Comparação das frequências anuais de atropelamentos observadas com as estimadas**

Intersecção	Frequência observada de atropelamentos		Frequência estimada de atropelamentos			
	20 m	50m	Maher e Summersgill	Turner, Roozemburg e Francis	Maycock e Hall	Brude e Larson
Av. do Brasil X Av. Rio de Janeiro	0.67	0.67	0.58	0.40	-	0.57
Av. do Brasil X Rua das Murtas Oeste	0.00	0.00	0.17	0.03	-	0.09
Av. do Brasil X Av. de Roma	1.67	2.00	0.82	0.97	-	0.9
Av. do Brasil X Rua das Murtas Este	0.00	0.00	0.49	0.23	-	0.43
Av. Rio de Janeiro X Rua João Saraiva	0.00	0.00	0.32	-	-	0.32
Av. Rio de Janeiro X Rua Ricardo Jorge	0.33	0.33	0.65	-	-	0.89
Av. Rio de Janeiro X Av. da Igreja	0.33	0.33	-	0.30	0.72	1.31
Av. Rio de Janeiro X Rua Maria Amália V. Carvalho	0.00	0.00	-	-	-	0.31
Av. Rio de Janeiro X Rua Alexandre Rey Colaço	0.00	0.00	0.18	-	-	0.15
SOMA	2.67 <sup>a</sup>	3.00 <sup>a</sup>	3,21 <sup>a</sup>			
	2.67 <sup>b</sup>	3.00 <sup>b</sup>		1,93 <sup>b</sup>		
	0.33 <sup>c</sup>	0.33 <sup>c</sup>			0,72 <sup>c</sup>	
	3.00 <sup>d</sup>	3.33 <sup>d</sup>				4,97 <sup>d</sup>

<sup>a</sup> – Total para as intersecções em que foi possível aplicar o modelo de Maher e Summersgill

<sup>b</sup> – Total para as intersecções em que foi possível aplicar o modelo de Turner, Roozemburg e Francis

<sup>c</sup> – Total para as intersecções em que foi possível aplicar o modelo de Maycock e Hall

<sup>d</sup> – Total para as intersecções em que foi possível aplicar o modelo de Brude e Larson

A comparação foi feita considerando duas abordagens: a análise individual de cada intersecção; e a análise do total dos acidentes da área de estudo.

A comparação entre as frequências observadas e estimadas permite constatar que existem diferenças significativas e sistemáticas entre os valores correspondentes.

No que se refere ao total de acidentes, tanto na análise isolada de cada intersecção, como tendo em conta todos os acidentes nas intersecções relevantes da área de

estudo, os valores observados são bastante superiores (2 a 3 vezes) aos estimados. Verificou-se apenas uma excepção, no caso da intersecção da Av. Rio de Janeiro com a Rua Maria Amália V. Carvalho, para o modelo de Sayed e Rodriguez e para a zona de influência de 20m. Trata-se, no entanto da única aplicação desse modelo, pelo que não é prudente generalizar a outros casos a semelhança observada.

Relativamente aos acidentes com vítimas, verifica-se que os valores estimados são superiores aos observados, tanto na análise isolada como na análise global, ainda que da mesma ordem de grandeza. Foi identificada uma semelhança entre os valores obtidos para a intersecção da Av. Rio de Janeiro com a Rua Alexandre Rey Colaço, que não se verificou, contudo, nas restantes intersecções do mesmo tipo: Av. Rio de Janeiro com a Rua João Saraiva e Av. Rio de Janeiro com a Rua Ricardo Jorge.

No que diz respeito aos atropelamentos, constata-se uma maior proximidade entre os valores observados e estimados, quando comparada com as anteriores, mas que ainda não pode ser considerada adequada, uma vez que se verificam diferenças significativas em todas as intersecções (umas por excesso e outras por defeito). Em termos absolutos, as frequências em causa são inferiores às do total de acidentes e de acidentes corporais, o que dificulta a comparação.

A comparação entre os dois modos de definir a zona de influência da intersecção considerados foi inconclusiva. Relativamente ao total de acidentes, foi verificada uma maior proximidade dos valores observados com os estimados considerando uma distância de influência de 20 metros. No caso dos acidentes com vítimas, como o valor estimado é superior ao observado, a frequência estimada de acidentes com vítimas, obtida para uma área de influência de 50 m em torno da intersecção parece mais adequada. Quanto aos atropelamentos, não foi possível chegar a uma conclusão sobre a melhor distância de influência a considerar, uma vez que nuns casos será a de 20m noutros de 50m.

No presente relatório foram aplicados a algumas intersecções da Av. do Brasil e da Av. Rio de Janeiro, em Lisboa modelos de estimativa de acidentes para intersecções desenvolvidos internacionalmente em contextos rodoviários distintos do português, com o objectivo de avaliar a possibilidade de uma utilização em Portugal.

Dada a relativa escassez de dados, os modelos passíveis de aplicação cingiram-se aos de: Brude e Larson, Maher e Summersgill, Moutain e Fawaz, Greibe, Turner, Roozemburg e Francis, Sayed e Rodriguez, Maycock e Hall e Bauer e Harwood.

A comparação entre as frequências de acidentes observadas e as estimadas, calculadas mediante a aplicação dos referidos modelos, permitiu constatar uma desadequação dos mesmos face ao contexto rodoviário urbano de Lisboa. Os modelos de estimativa são particularmente desajustados no que diz respeito ao número total de acidentes. Na análise dos acidentes com vítimas e atropelamentos, verificou-se, na generalidade dos casos, que o número de acidentes estimado é superior ao observado, tanto para uma área de influência de 20, como de 50m.

O desenvolvimento de modelos de estimativa de acidentes adaptados à realidade rodoviária portuguesa revela-se, assim, de extrema importância, quer para melhorar os diagnósticos produzidos, quer para fundamentar de modo mais realista os investimentos em segurança rodoviária, quer ainda para a avaliação dos progressos na melhoria da segurança rodoviária.

Agradece-se ao Técnico Especialista Principal Francisco Cavalheiro, ao Técnico Especialista Principal José Carmo, à Técnica de 1ª Classe Cristina Sousa, à Técnica Profissional Especialista Cristina Cabral e ao Técnico Profissional Especialista Paulo Miranda a eficiente colaboração na recolha de dados e tratamento da informação.


Lisboa, LNEC, Dezembro de 2008

VISTOS



António Lemonde de Macedo  
(Investigador Coordenador)  
Director do Departamento de Transportes

AUTORIAS



Sandra Vieira Gomes  
(Bolsista de Doutoramento)



João Lourenço Cardoso  
(Investigador Principal)



- [1] Turner, S. A.; Roozenburg, A. P.; Francis, T. – Predicting Accident Rates for Cyclists and Pedestrians – Land Transport New Zealand Research Report 289, Christchurch, New Zealand, 2006.
- [2] Leden, L. – Pedestrian Risk decreases with pedestrian flow. A case study based on data from signalized intersections in Hamilton, Ontario – Accident Analysis and Prevention, Vol. 34, p. 457-464, 2002.
- [3] Gårder, P.E – The impact of speed and other variables on pedestrian safety in Maine – Accident Analysis and Prevention, Vol. 36, p. 533-542, 2004.
- [4] Brüde, U.; Larson, J. – Models for predicting accidents at junctions where pedestrians and cyclist are involved. How well do they fit? – Accident Analysis and Prevention, Vol. 25, No. 5, p. 499-509, 1993.
- [5] SWOV – Safety Standards for Road Design and Redesign – Deliverable D 9.2, SAFESTAR, Final Report, 1998.
- [6] Maher, M. J.; Summersgill, I. – A comprehensive methodology for the fitting of predictive accident models – Accident Analysis and Prevention, Vol. 28, no. 3, p. 281-296, 1996.
- [7] Mountain, L.; Fawaz, B. – Estimating accidents at junctions using routinely-available input data – Traffic Engineering &Control, 37 (11), p. 624-628, 1996.
- [8] Sayed, T.; Rodriguez, F. – Accident prediction models for urban unsignalized intersections in British Columbia – Em: Transportation Research Record 1665, p. 93-99, 1999.
- [9] Lord, D.; Persaud, B.N. – Accident prediction models with and without trend. Application of the generalized estimating equations procedure – Em: Transportation Research Record 1717, p. 102-108, 2000.
- [10] Bauer, K. M.; Harwood, D. W. – Statistical models for at-grade intersection accidents – Addendum. Relatório FHWA-RD-99-094, U.S. Department of

Transportation, Federal Highway Administration, 2000.

- [11] Cardoso, J. L.; Andrade, P.S. – Velocidades praticadas pelos condutores nas estradas portuguesas – Relatório 131/00 – NTSR, LNEC, 2000.
- [12] Persaud, B.; Lord, D.; Palmisano, J. – Calibration and transferability of accident prediction models for urban intersections – Em: Transportation Research Record 1784, p.57-64, 2002.
- [13] Hauer, E; Bamfo, J – Two tolls for finding what function links the dependent variable to the explanatory variables. Em: proceedings of the ICTCT 1997 Conference, Lund, Sweden, 1997.
- [14] Greibe, P. – Accident prediction models for urban roads. Em: Accident analysis and prevention, 35, p. 273-285, 2003.
- [15] Washington, S.; Meyer, M.; Schalkwyk, I.; Dumbaugh, E.; Mitra, S.; Zoll, M. – Guidance: Incorporating safety into long-range transportation planning. National Cooperative Highway Research Program Report 546, Transportation Research Board of the National Academies. Washington, D. C., 2006.
- [16] Jarret, D.; Cardoso, J.L.; Macedo, A.L.; Wright, C. – Models for comparison of road accident rates in Portugal and in the UK, at the local authority level. Memória n.º 781, LNEC, 1994.
- [17] Cardoso, J.L.; Macedo, A.L. – Modelos para comparação de taxas de acidentes rodoviários em Portugal e no Reino Unido, a nível regional – Relatório 276/97 – NTSR, LNEC, 1997.
- [18] Vieira-Gomes, S.; Cardoso, J. L.; Carvalheira, C.; Picado-Santos, L. - Accident prediction models for urban areas - a state-of-the-art. Apresentado no “3rd European Conference on Pavement and Asset Management”, Coimbra, 2008.
- [19] Mountain, L.; Maher, M.; Fawaz, B. – The influence of trend on estimates of accidents at junctions. Em Accident Analysis & Prevention, Volume 30, nº 5, Setembro de 1998, p. 641-649.

- [20] Lord, D. – The prediction of accidents on digital networks: Characteristics and issues related to the application of accident prediction models. Tese de Doutoramento, 2000, Universidade de Toronto.



## **ANEXOS**

---



## ANEXO I – Mapa da zona de estudo

---

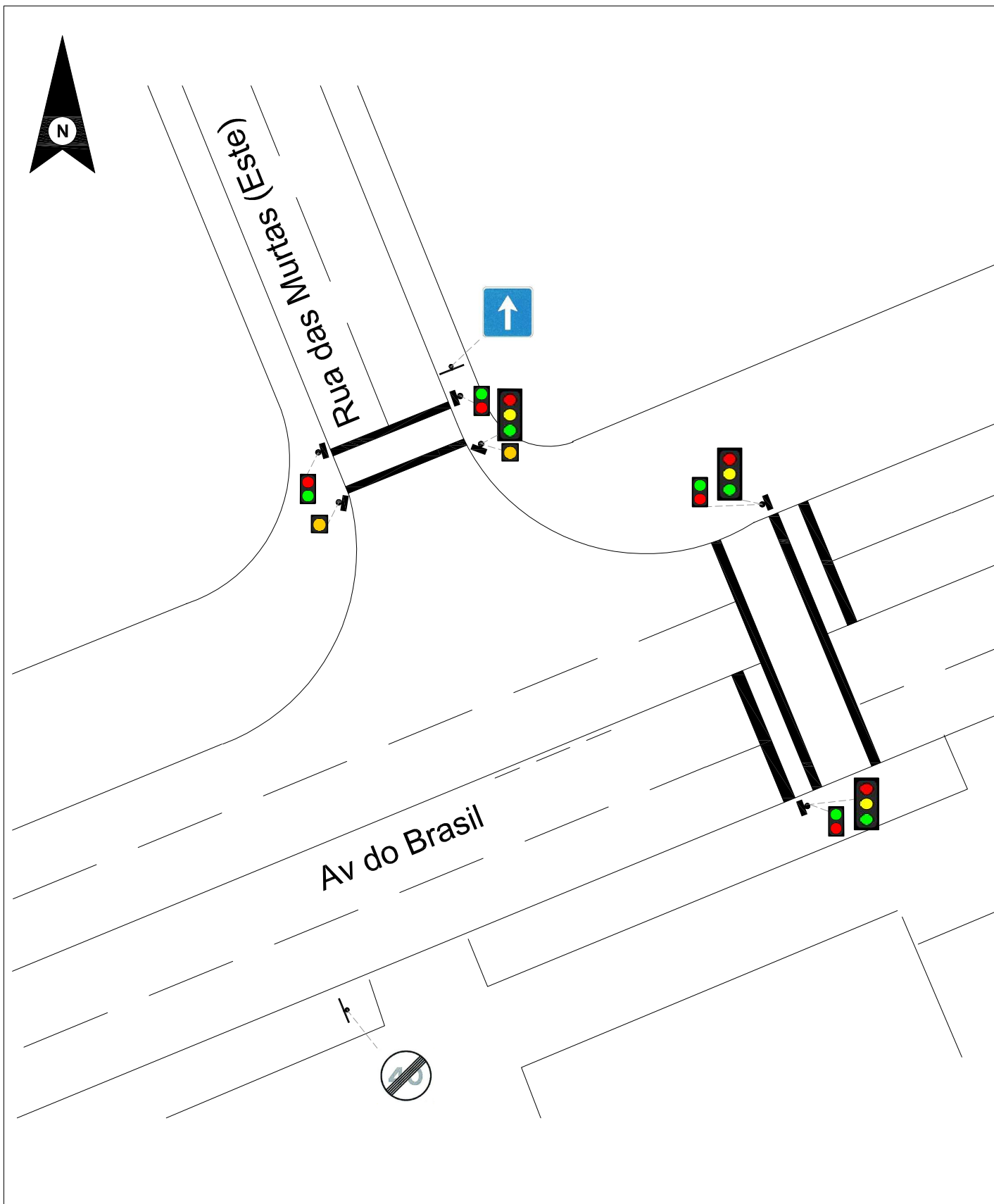




## ANEXO II – Esquema da sinalização nas intersecções analizadas

---





Laboratório Nacional de Engenharia Civil

Departamento de Transportes

Núcleo de Planeamento, Tráfego e Segurança



Esquema da sinalização vertical da Intersecção nº 2

Av. do Brasil com a Rua das Murtras (Norte)

Relatório nº 404/08

O Tráfego Pedonal na estimativa  
de acidentes em meio urbano

Desenho n.º 3

Novembro de 2008





Hospital  
Júlio de Matos

Av. do Brasil

Av. de Roma

Laboratório Nacional de Engenharia Civil

Departamento de Transportes

Núcleo de Planeamento, Tráfego e Segurança

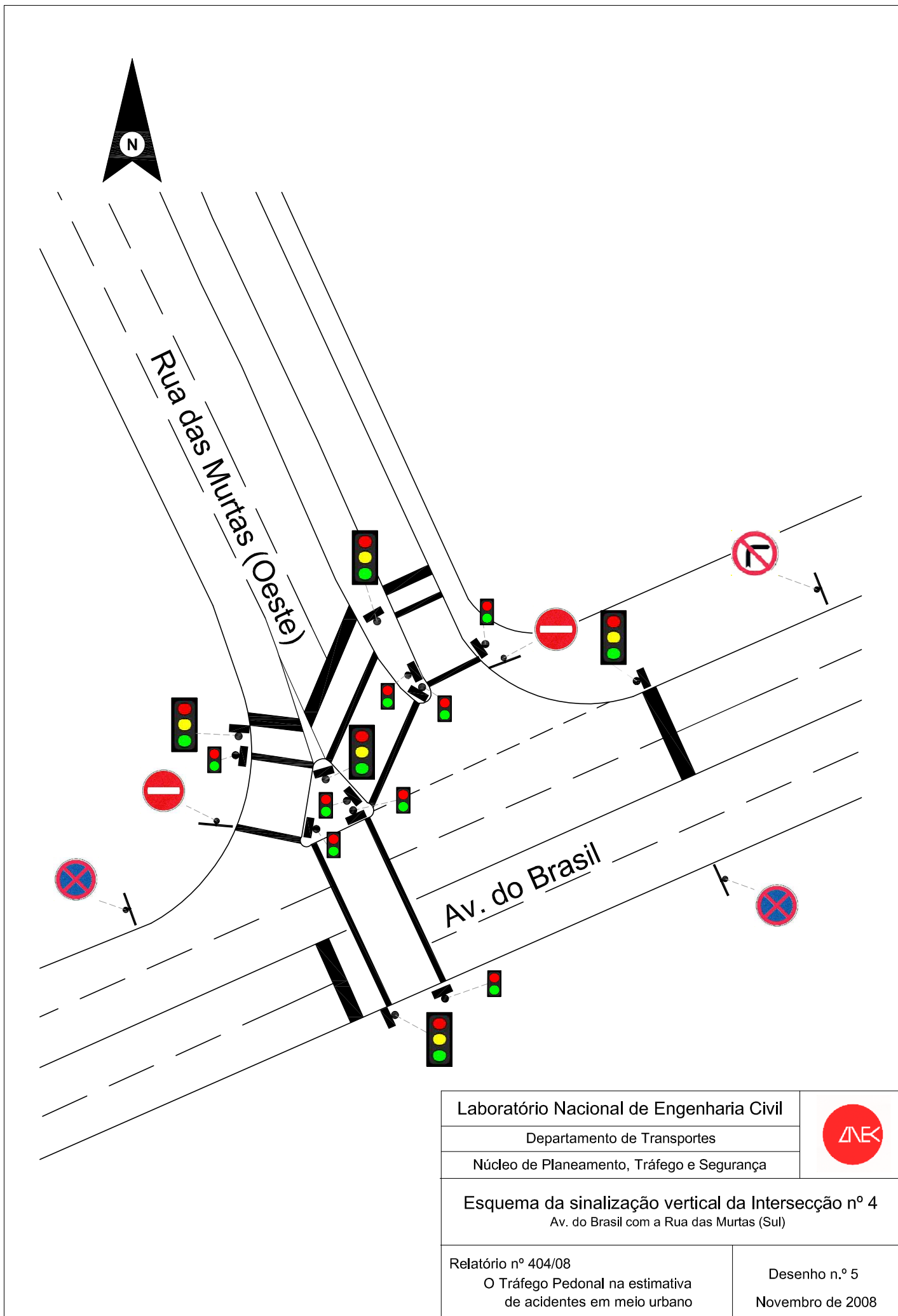



Esquema da sinalização vertical da Intersecção nº 3  
Av. do Brasil com a Av. de Roma

Relatório nº 404/08  
O Tráfego Pedonal na estimativa  
de acidentes em meio urbano

Desenho n.º 4  
Novembro de 2008

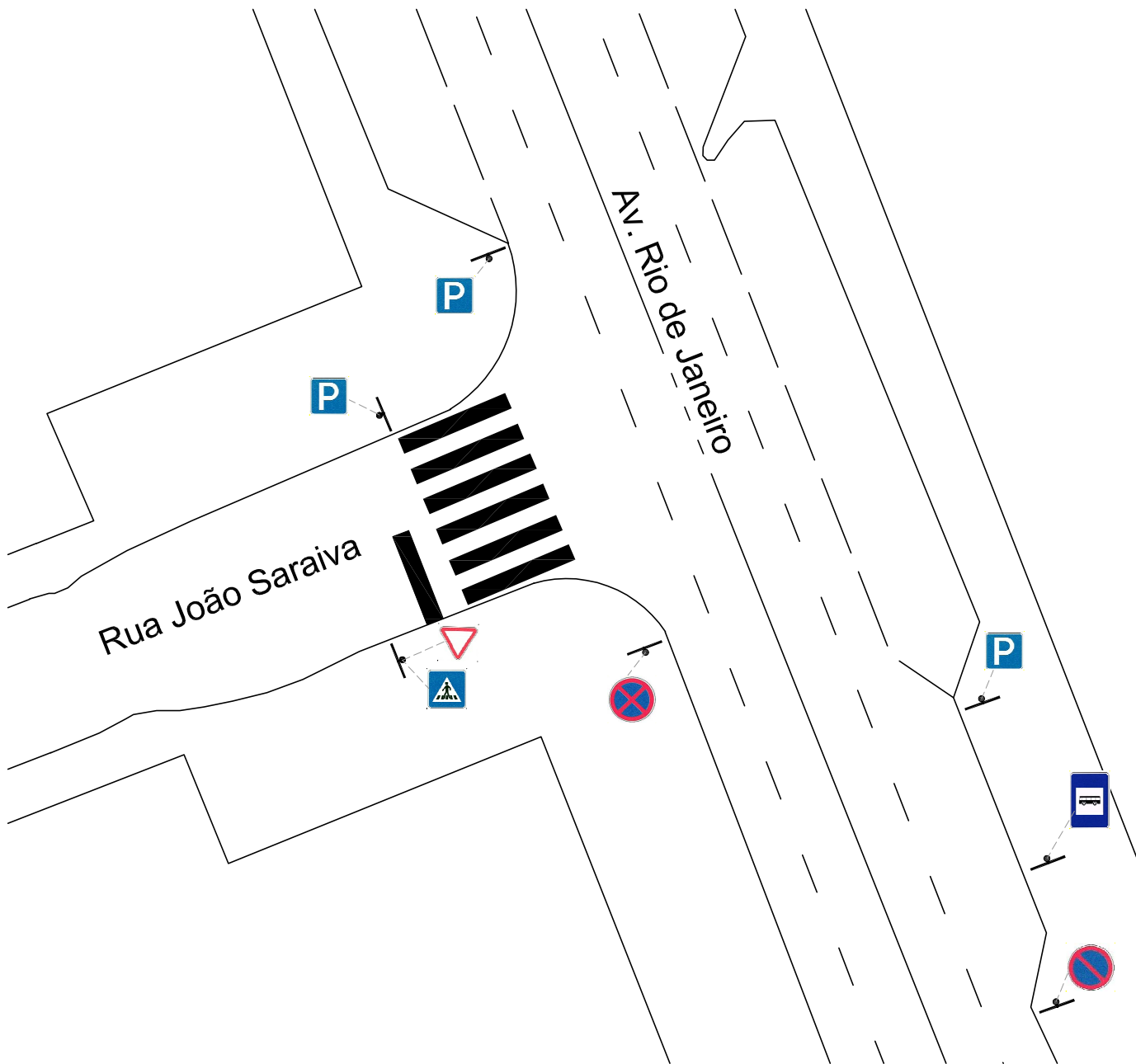




Laboratório Nacional de Engenharia Civil		
Departamento de Transportes		
Núcleo de Planeamento, Tráfego e Segurança		
<p>Esquema da sinalização vertical da Intersecção nº 4 Av. do Brasil com a Rua das Murtas (Sul)</p>		
<p>Relatório nº 404/08 O Tráfego Pedonal na estimativa de acidentes em meio urbano</p>		<p>Desenho n.º 5 Novembro de 2008</p>







Laboratório Nacional de Engenharia Civil

Departamento de Transportes

Núcleo de Planeamento, Tráfego e Segurança

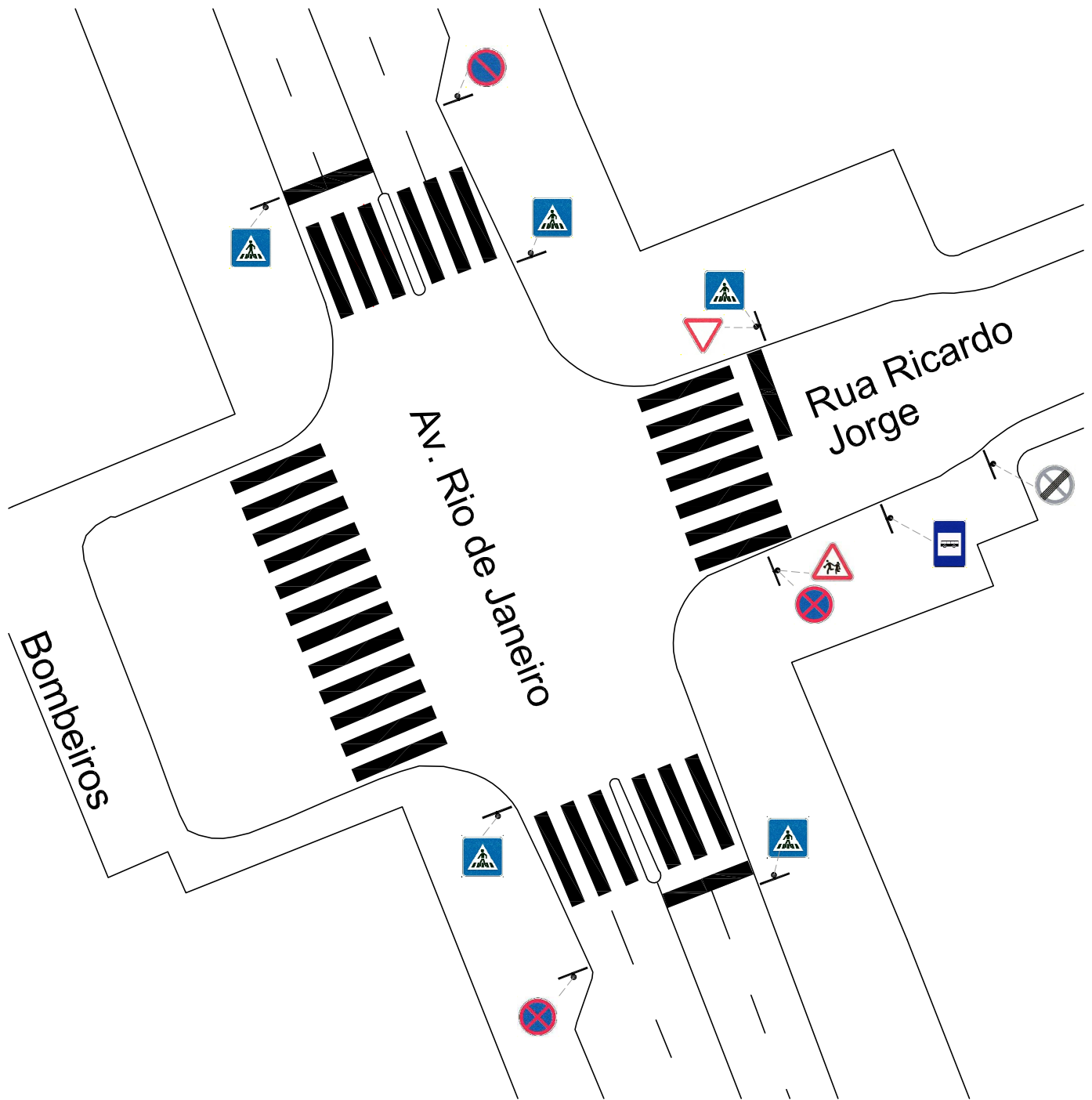


Esquema da sinalização vertical da Intersecção nº 5  
Av. Rio de Janeiro com a Rua João Saraiva

Relatório nº 404/08  
O Tráfego Pedonal na estimativa  
de acidentes em meio urbano

Desenho n.º 6  
Novembro de 2008





Laboratório Nacional de Engenharia Civil

Departamento de Transportes

Núcleo de Planeamento, Tráfego e Segurança



Esquema da sinalização vertical da Intersecção nº 6  
Av. Rio de Janeiro com a Rua Ricardo Jorge

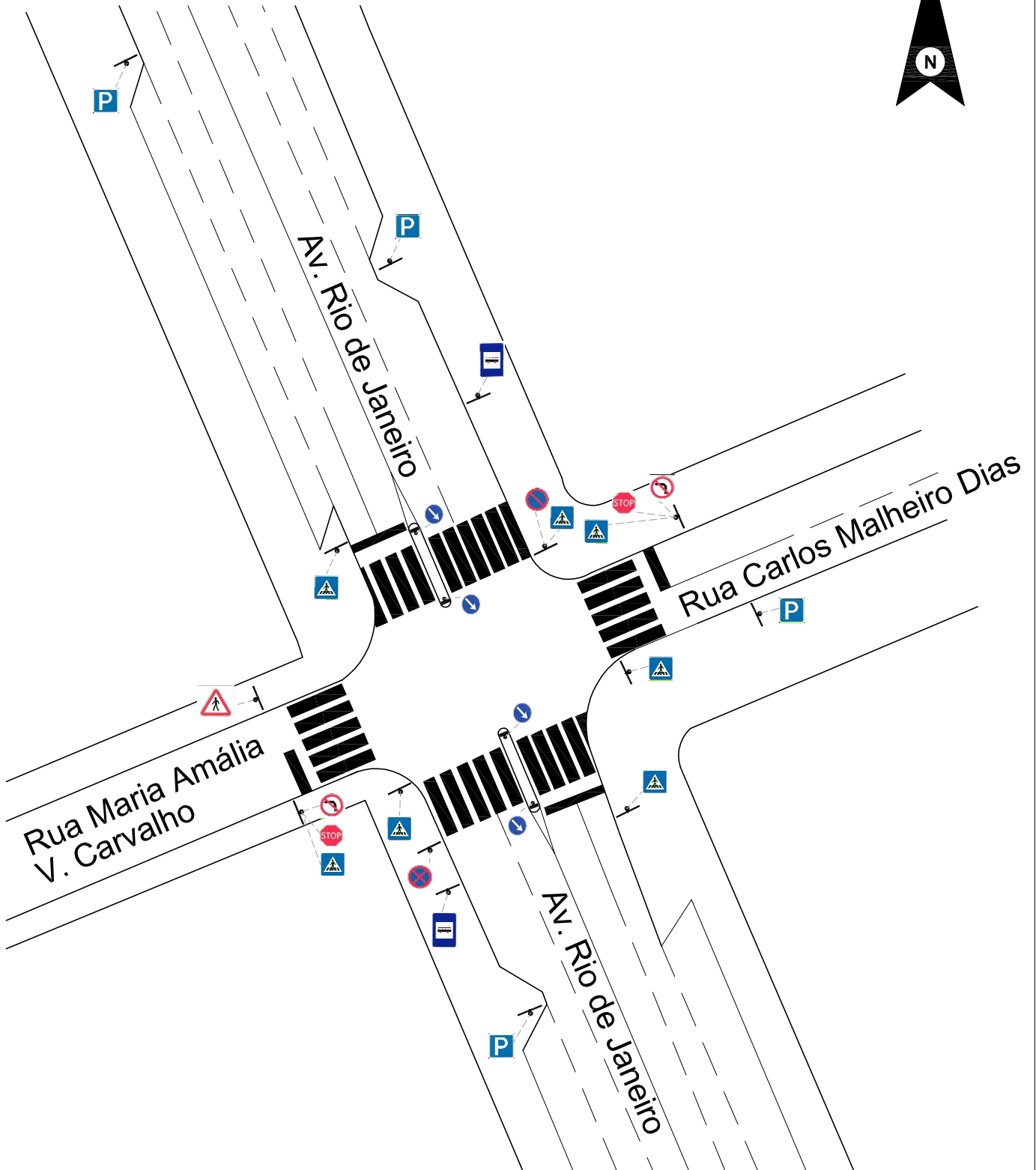
Relatório nº 404/08

O Tráfego Pedonal na estimativa  
de acidentes em meio urbano

Desenho n.º 7

Novembro de 2008





Laboratório Nacional de Engenharia Civil

Departamento de Transportes

Núcleo de Planeamento, Tráfego e Segurança



Esquema da sinalização vertical da Intersecção nº 8

Av. Rio de Janeiro com a Rua M<sup>a</sup> Amália Vaz de Carvalho

Relatório nº XX/2008

O Tráfego Pedonal na estimativa  
de acidentes em meio urbano

Desenho n.º 9

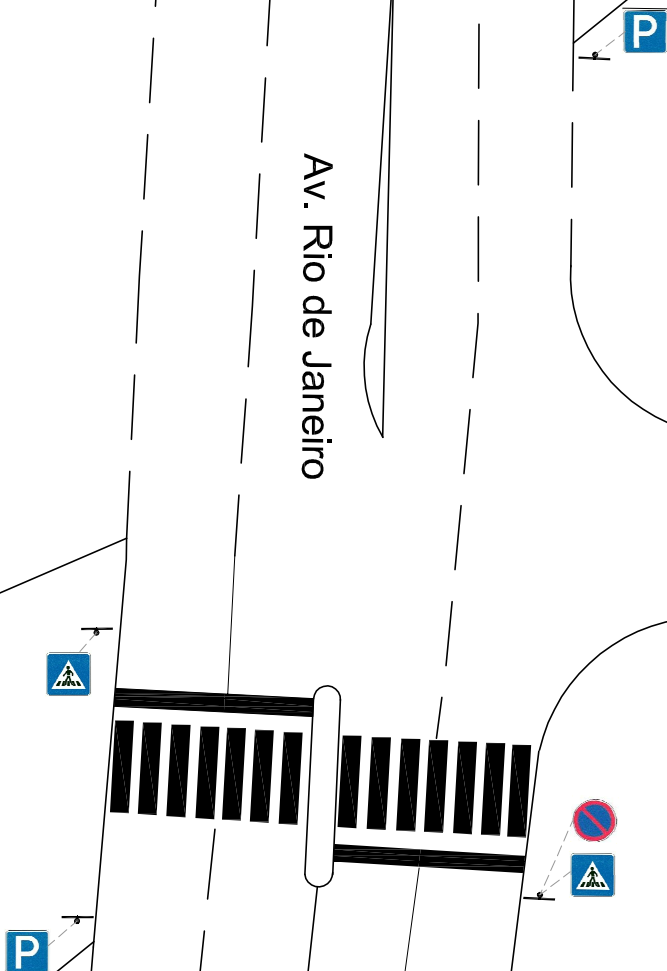
Novembro de 2008





Av. Rio de Janeiro

Rua Alexandre  
Rey Colaço



Laboratório Nacional de Engenharia Civil

Departamento de Transportes

Núcleo de Planeamento, Tráfego e Segurança



Esquema da sinalização vertical da Intersecção nº 9  
Av. Rio de Janeiro com a Rua Alexandre Rey Colaço

Relatório nº 404/08

O Tráfego Pedonal na estimativa  
de acidentes em meio urbano

Desenho n.º 10

Novembro de 2008





## ANEXO III –Resumo das contagens de tráfego de veículos e peões

---



**Av. do Brasil / Rua Reinaldo Ferreira**

Av. do Brasil

	Peões	Veículos
07:00-08:00	51	893
08:00-09:00	81	1218
09:00-10:00	111	1544
10:00-11:00	85	1068
11:00-12:00	95	1053
12:00-13:00	116	1023
13:00-14:00	126	1009
14:00-15:00	116	1063
15:00-16:00	96	1172
16:00-17:00	86	1226
17:00-18:00	80	1501
18:00-19:00	70	1512
19:00-20:00	51	1532
20:00-21:00	41	1543
21:00-22:00	30	624
Total das 07:00 / 22:00	1238	17979
Calc. das 22:00 / 07:00	13	1712
<b>TMD 24 horas</b>	<b>1250</b>	<b>19692</b>

Rua Reinaldo Ferreira

	Peões	Veículos
07:00-08:00	20	184
08:00-09:00	54	268
09:00-10:00	89	351
10:00-11:00	49	303
11:00-12:00	52	298
12:00-13:00	59	288
13:00-14:00	63	284
14:00-15:00	62	291
15:00-16:00	61	306
16:00-17:00	60	314
17:00-18:00	74	379
18:00-19:00	61	358
19:00-20:00	35	318
20:00-21:00	23	298
21:00-22:00	8	179
Total das 07:00 / 22:00	768	4418
Calc. das 22:00 / 07:00	9	440
<b>TMD 24 horas</b>	<b>777</b>	<b>4857</b>

Os valores a vermelho foram calculados por interpolação linear. No caso de duas horas foi feita a interpolação entre a média e o valor da hora mais próxima.

**Av. Brasil / Av. Rio de Janeiro**

	<u>Av. do Brasil</u>	
	Peões	Veículos
07:00 - 08:00	99	1414
08:00 - 09:00	192	2595
09:00 - 10:00	285	2628
10:00 - 11:00	238	1820
11:00 - 12:00	149	1515
12:00 - 13:00	263	1537
13:00 - 14:00	359	1501
14:00 - 15:00	220	1676
15:00 - 16:00	159	1609
16:00 - 17:00	196	1879
17:00 - 18:00	225	2218
18:00 - 19:00	168	2202
19:00 - 20:00	58	1679
20:00 - 21:00	62	1340
21:00 - 22:00	18	916
22:00 - 23:00	11	686
23:00 - 24:00	5	512
00:00 - 01:00	2	310
01:00 - 02:00	2	178
02:00 - 03:00	0	77
03:00 - 04:00	0	71
04:00 - 05:00	4	76
05:00 - 06:00	0	155
06:00 - 07:00	8	481
<b>TMD 24 Horas</b>	<b>2723</b>	<b>29075</b>

	<u>Av. do Rio de Janeiro</u>	
	Peões	Veículos
07:00 - 08:00	38	314
08:00 - 09:00	59	823
09:00 - 10:00	134	747
10:00 - 11:00	106	648
11:00 - 12:00	81	555
12:00 - 13:00	114	576
13:00 - 14:00	137	614
14:00 - 15:00	92	672
15:00 - 16:00	88	588
16:00 - 17:00	91	701
17:00 - 18:00	112	862
18:00 - 19:00	93	969
19:00 - 20:00	36	751
20:00 - 21:00	27	551
21:00 - 22:00	8	385
22:00 - 23:00	9	290
23:00 - 24:00	11	181
00:00 - 01:00	7	106
01:00 - 02:00	2	58
02:00 - 03:00	2	37
03:00 - 04:00	0	17
04:00 - 05:00	0	18
05:00 - 06:00	2	34
06:00 - 07:00	25	78
<b>TMD 24 Horas</b>	<b>1274</b>	<b>10575</b>

Os valores a azul correspondem às contagens manuais  
Os restantes foram obtidos a partir da gravação vídeo

### Av. do Brasil / Rua das Murtas Oeste

#### Av. do Brasil

	Peões	Veículos
07:00-08:00	0	1026
08:00-09:00	4	1619
09:00-10:00	9	2213
10:00-11:00	9	1719
11:00-12:00	8	1676
12:00-13:00	8	1590
13:00-14:00	8	1548
14:00-15:00	6	1699
15:00-16:00	3	2002
16:00-17:00	1	2154
17:00-18:00	9	2239
18:00-19:00	7	2003
19:00-20:00	3	1533
20:00-21:00	1	1298
21:00-22:00	0	799
Total das 07:00 / 22:00	76	25117
Calc. das 22:00 / 07:00	1	2663
<b>TMD 24 horas</b>	<b>77</b>	<b>27780</b>

#### Rua das Murtas Oeste

	Peões	Veículos
07:00-08:00	3	231
08:00-09:00	13	371
09:00-10:00	23	510
10:00-11:00	23	443
11:00-12:00	22	455
12:00-13:00	20	480
13:00-14:00	19	493
14:00-15:00	20	508
15:00-16:00	22	539
16:00-17:00	23	555
17:00-18:00	21	899
18:00-19:00	18	810
19:00-20:00	11	632
20:00-21:00	8	543
21:00-22:00	1	308
Total das 07:00 / 22:00	243	7774
Calc. das 22:00 / 07:00	3	782
<b>TMD 24 horas</b>	<b>245</b>	<b>8556</b>

Os valores a vermelho foram calculados por interpolação linear. No caso de duas horas foi feita a interpolação entre a média e o valor da hora mais próxima.

## Av. do Brasil / Av. de Roma

### Av. do Brasil

	Peões	Veículos
07:00-08:00	175	1595
08:00-09:00	329	2357
09:00-10:00	483	3119
10:00-11:00	400	2455
11:00-12:00	418	2329
12:00-13:00	453	2076
13:00-14:00	471	1950
14:00-15:00	438	2087
15:00-16:00	371	2362
16:00-17:00	338	2499
17:00-18:00	436	2683
18:00-19:00	350	2483
19:00-20:00	178	2083
20:00-21:00	91	1884
21:00-22:00	29	1185
Total das 07:00 / 22:00	4960	33146
Calc. das 22:00 / 07:00	55	3428
<b>TMD 24 horas</b>	<b>5015</b>	<b>36574</b>

### Av. de Roma

	Peões	Veículos
07:00-08:00	86	253
08:00-09:00	100	424
09:00-10:00	114	595
10:00-11:00	116	561
11:00-12:00	128	554
12:00-13:00	153	540
13:00-14:00	165	533
14:00-15:00	152	587
15:00-16:00	125	694
16:00-17:00	111	748
17:00-18:00	186	719
18:00-19:00	149	697
19:00-20:00	75	652
20:00-21:00	38	629
21:00-22:00	38	418
Total das 07:00 / 22:00	1735	8603
Calc. das 22:00 / 07:00	18	851
<b>TMD 24 horas</b>	<b>1753</b>	<b>9454</b>

Os valores a vermelho foram calculados por interpolação linear. No caso de duas horas foi feita a interpolação entre a média e o valor da hora mais próxima.

## Av. do Brasil / Rua das Murtas Este

### Av. do Brasil

	Peões	Veículos
07:00-08:00	33	1011
08:00-09:00	88	1711
09:00-10:00	144	2410
10:00-11:00	85	1709
11:00-12:00	87	1676
12:00-13:00	92	1610
13:00-14:00	94	1578
14:00-15:00	93	1724
15:00-16:00	92	2017
16:00-17:00	91	2164
17:00-18:00	125	2276
18:00-19:00	100	2081
19:00-20:00	50	1689
20:00-21:00	25	1494
21:00-22:00	15	936
Total das 07:00 / 22:00	1213	26085
Calc. das 22:00 / 07:00	14	2735
<b>TMD 24 horas</b>	<b>1227</b>	<b>28820</b>

### Rua das Murtas Este

	Peões	Veículos
07:00-08:00	71	964
08:00-09:00	102	1068
09:00-10:00	133	1173
10:00-11:00	79	1000
11:00-12:00	82	948
12:00-13:00	89	843
13:00-14:00	93	790
14:00-15:00	94	843
15:00-16:00	96	948
16:00-17:00	98	1001
17:00-18:00	103	883
18:00-19:00	92	804
19:00-20:00	70	646
20:00-21:00	59	568
21:00-22:00	4	381
Total das 07:00 / 22:00	1262	12858
Calc. das 22:00 / 07:00	13	1307
<b>TMD 24 horas</b>	<b>1275</b>	<b>14166</b>

Os valores a vermelho foram calculados por interpolação linear. No caso de duas horas foi feita a interpolação entre a média e o valor da hora mais próxima.

## Av. do Rio de Janeiro / Rua João Saraiva

### Av. do Rio de Janeiro

	Peões	Veículos
07:00-08:00	3	706
08:00-09:00	8	1096
09:00-10:00	14	1485
10:00-11:00	24	1191
11:00-12:00	27	1197
12:00-13:00	33	1208
13:00-14:00	36	1214
14:00-15:00	34	1286
15:00-16:00	31	1431
16:00-17:00	30	1504
17:00-18:00	18	1775
18:00-19:00	19	1575
19:00-20:00	23	1174
20:00-21:00	25	974
21:00-22:00	11	664
Total das 07:00 / 22:00	335	18479
Calc. das 22:00 / 07:00	13	1780
<b>TMD 24 horas</b>	<b>347</b>	<b>20260</b>

### Rua João Saraiva

	Peões	Veículos
07:00-08:00	49	28
08:00-09:00	83	95
09:00-10:00	118	163
10:00-11:00	128	181
11:00-12:00	185	174
12:00-13:00	301	160
13:00-14:00	359	154
14:00-15:00	303	172
15:00-16:00	192	210
16:00-17:00	136	229
17:00-18:00	134	248
18:00-19:00	108	222
19:00-20:00	57	170
20:00-21:00	31	144
21:00-22:00	21	84
Total das 07:00 / 22:00	2205	2432
Calc. das 22:00 / 07:00	91	242
<b>TMD 24 horas</b>	<b>2296</b>	<b>2674</b>

Os valores a vermelho foram calculados por interpolação linear. No caso de duas horas foi feita a interpolação entre a média e o valor da hora mais próxima.



### Av. do Rio de Janeiro / Rua Ricardo Jorge

#### Av. do Rio de Janeiro

	Peões	Veículos
07:00-08:00	0	0
08:00-09:00	0	0
09:00-10:00	633	1369
10:00-11:00	621	1184
11:00-12:00	648	1151
12:00-13:00	701	1084
13:00-14:00	728	1051
14:00-15:00	673	1105
15:00-16:00	401	1144
16:00-17:00	506	1267
17:00-18:00	0	0
18:00-19:00	0	0
19:00-20:00	0	0
20:00-21:00	0	0
21:00-22:00	0	0
Total das 09:00 / 17:00	4911	9355
Total das 5 h manuais	2889	6015
Calc. das 17:00 / 22:00	1955	5962
Calc. das 22:00 / 07:00	301	1494
Calc. das 07:00 / 09:00	782	2385
<b>TMD 24 horas</b>	<b>7949</b>	<b>19196</b>

#### Rua Ricardo Jorge

	Peões	Veículos
07:00-08:00	0	0
08:00-09:00	0	0
09:00-10:00	183	476
10:00-11:00	185	300
11:00-12:00	187	304
12:00-13:00	191	312
13:00-14:00	193	316
14:00-15:00	177	320
15:00-16:00	118	304
16:00-17:00	129	333
17:00-18:00	0	0
18:00-19:00	0	0
19:00-20:00	0	0
20:00-21:00	0	0
21:00-22:00	0	0
Total das 09:00 / 17:00	1363	2665
Total das 5 h manuais	808	1729
Calc. das 17:00 / 22:00	547	1714
Calc. das 22:00 / 07:00	84	429
Calc. das 07:00 / 09:00	219	686
<b>TMD 24 horas</b>	<b>2213</b>	<b>5494</b>

Os valores a vermelho foram calculados por interpolação linear. No caso de duas horas foi feita a interpolação entre a média e o valor da hora mais próxima.

## Av. do Rio de Janeiro / Av. da Igreja

### Av. do Rio de Janeiro

	Peões	Veículos
07:00-08:00	125	513
08:00-09:00	367	814
09:00-10:00	609	1115
10:00-11:00	608	899
11:00-12:00	685	932
12:00-13:00	841	998
13:00-14:00	919	1031
14:00-15:00	879	1076
15:00-16:00	799	1166
16:00-17:00	759	1211
17:00-18:00	891	1289
18:00-19:00	707	1176
19:00-20:00	338	951
20:00-21:00	154	839
21:00-22:00	185	530
Total das 07:00 / 22:00	8864	14540
Calc. das 22:00 / 07:00	395	1377
<b>TMD 24 horas</b>	<b>9259</b>	<b>15917</b>

### Av. da Igreja

	Peões	Veículos
07:00-08:00	118	361
08:00-09:00	248	714
09:00-10:00	378	1066
10:00-11:00	395	806
11:00-12:00	443	848
12:00-13:00	539	930
13:00-14:00	588	971
14:00-15:00	569	1018
15:00-16:00	532	1111
16:00-17:00	514	1158
17:00-18:00	510	1238
18:00-19:00	407	1086
19:00-20:00	202	783
20:00-21:00	99	631
21:00-22:00	54	489
Total das 07:00 / 22:00	5594	13209
Calc. das 22:00 / 07:00	249	1301
<b>TMD 24 horas</b>	<b>5842</b>	<b>14510</b>

Os valores a vermelho foram calculados por interpolação linear. No caso de duas horas foi feita a interpolação entre a média e o valor da hora mais próxima.

**Av. do Rio de Janeiro / Rua Maria Amália V. Carvalho**

Av. do Rio de Janeiro

	Peões	Veículos
07:00-08:00	0	0
08:00-09:00	0	0
09:00-10:00	78	1357
10:00-11:00	60	1070
11:00-12:00	74	1065
12:00-13:00	102	1055
13:00-14:00	116	1050
14:00-15:00	105	1083
15:00-16:00	53	1101
16:00-17:00	70	1181
17:00-18:00	0	0
18:00-19:00	0	0
19:00-20:00	0	0
20:00-21:00	0	0
21:00-22:00	0	0
Total das 09:00 / 17:00	658	8962
Total das 5 h manuais	377	5759
Calc. das 17:00 / 22:00	255	5708
Calc. das 22:00 / 07:00	39	1430
Calc. das 07:00 / 09:00	102	2283
<b>TMD 24 horas</b>	<b>1054</b>	<b>18384</b>

Rua Maria Amália V. Carvalho

	Peões	Veículos
07:00-08:00	0	0
08:00-09:00	0	0
09:00-10:00	117	157
10:00-11:00	128	90
11:00-12:00	138	90
12:00-13:00	157	89
13:00-14:00	166	89
14:00-15:00	149	95
15:00-16:00	99	106
16:00-17:00	98	111
17:00-18:00	0	0
18:00-19:00	0	0
19:00-20:00	0	0
20:00-21:00	0	0
21:00-22:00	0	0
Total das 09:00 / 17:00	1051	827
Total das 5 h manuais	608	553
Calc. das 17:00 / 22:00	412	548
Calc. das 22:00 / 07:00	63	137
Calc. das 07:00 / 09:00	165	219
<b>TMD 24 horas</b>	<b>1691</b>	<b>1731</b>

Os valores a vermelho foram calculados por interpolação linear. No caso de duas horas foi feita a interpolação entre a média e o valor da hora mais próxima.

### Av. do Rio de Janeiro / Rua Alexandre Rey Colaço

#### Av. do Rio de Janeiro

	Peões	Veículos
07:00-08:00	14	463
08:00-09:00	34	843
09:00-10:00	54	1224
10:00-11:00	36	1026
11:00-12:00	37	1026
12:00-13:00	37	1024
13:00-14:00	38	1024
14:00-15:00	37	1081
15:00-16:00	35	1196
16:00-17:00	34	1254
17:00-18:00	50	1394
18:00-19:00	48	1280
19:00-20:00	43	1053
20:00-21:00	40	939
21:00-22:00	15	643
Total das 07:00 / 22:00	549	15468
Calc. das 22:00 / 07:00	22	1470
<b>TMD 24 horas</b>	<b>571</b>	<b>16939</b>

#### Rua Alexandre Rey Colaço

	Peões	Veículos
07:00-08:00	28	35
08:00-09:00	24	129
09:00-10:00	20	224
10:00-11:00	33	98
11:00-12:00	34	97
12:00-13:00	36	95
13:00-14:00	38	94
14:00-15:00	36	112
15:00-16:00	34	149
16:00-17:00	33	168
17:00-18:00	31	173
18:00-19:00	28	146
19:00-20:00	22	94
20:00-21:00	19	68
21:00-22:00	3	53
Total das 07:00 / 22:00	416	1732
Calc. das 22:00 / 07:00	16	187
<b>TMD 24 horas</b>	<b>432</b>	<b>1919</b>

Os valores a vermelho foram calculados por interpolação linear. No caso de duas horas foi feita a interpolação entre a média e o valor da hora mais próxima.

