



Prefeitura Municipal
de **Pouso Alegre**

ANEXO II – ESTUDO DE TRÁFEGO DA AVENIDA JOÃO INÁCIO RAIMUNDO

POUSO ALEGRE
FEVEREIRO DE 2019

Índice

1.	Normativas	1
2.	Localização	2
3.	Níveis de Serviço	2
3.1.	Classificação das vias de pista simples	2
3.2.	Determinação da Velocidade de Fluxo Livre	3
3.3.	Determinação da Taxa de Fluxo Equivalente.....	4
3.4.	Determinação da Velocidade Média de Operação.....	6
3.5.	Determinação da Porcentagem de Tempo em Pelotão (PTP).....	7
3.6.	Determinação do Nível de Serviço	8
3.7.	Resultados	9
	Referências	10

Lista de Tabelas

Tabela 3-1 – Fator de ajuste (f_{LS})

Tabela 3-2 – Fator de ajuste (f_A)

Tabela 3-3 – Fator de ajuste em função de greides (f_{VG})

Tabela 3-4 – Fator de ajuste em função de greides (f_{PG})

Tabela 3-5 – Equivalentes veiculares

Tabela 3-6 – Equivalentes veiculares

Tabela 3-7 – Fator de ajuste f_{NP}

Tabela 3-8 – Fator de ajuste $f_{d/NP}$

Tabela 3-9 – Nível de Serviço

Tabela 3-10 – Resultados

Apresentação

O presente memorial descreve o processo metodológico utilizado na determinação dos Níveis de Serviço, atual e futuro, de uma intercessão localizada no município de Pouso Alegre – MG.

1. Normativas

Foram utilizados os seguintes documentos para o desenvolvimento do Estudo de Tráfego:

- DNIT - Manual de Projeto de Interseções;
- DNIT – Manual de Estudos de Tráfego;
- HCM – *Transportation Research Board*;

2. Localização

A via, objeto do presente estudo, está localizada no município de Pouso Alegre/MG, e interliga o bairro Nossa Sra. Guadalupe à MG-290. A Figura 1 apresenta a interseção estudada.



Figura 1 – Localização da via

Fonte: Google Earth (2018)

3. Níveis de Serviço

O Nível de Serviço é definido pelo HCM (TRB, 2010) como uma medida de qualidade que descreve as condições operacionais dentro de um fluxo de tráfego. São definidos seis níveis de serviço, que variam de A (melhor condição operacional) a F (pior condição operacional).

O presente estudo utiliza a metodologia do HCM para a determinação do Nível de Serviço da via de pista simples, apresentada no Capítulo 20 do Manual.

3.1. Classificação das vias de pista simples

O HCM classifica as rodovias de pista simples em duas categorias, para propósito de análise:

- **Categoria I:** inclui rodovias em que os motoristas esperam trafegar com velocidade razoável, sendo dada grande importância à mobilidade. Normalmente rodovias desse tipo constituem rotas de tráfego que conectam pólos de geração de viagens ou servem como

componentes de ligação de rodovias de maior importância, sendo utilizadas por tráfego cotidiano em viagens cuja distância percorrida é relativamente longa.

- **Categoria II:** rodovias dessa categoria o aspecto mobilidade não é tão crítico como no caso das rodovias da categoria I. Normalmente, são rodovias que interligam outras rodovias de pista simples mais importantes, servem como rota turística ou localizam-se em regiões montanhosas em que as velocidades desenvolvidas não podem ser muito altas. Em geral, são utilizadas para viagens não muito longas, para o final ou começo de viagens de longa duração ou para viagens com propósito de turismo.

Diante do exposto, verifica-se que a via em análise enquadra-se na Categoria II.

3.2. Determinação da Velocidade de Fluxo Livre

A velocidade de fluxo livre (vf) pode ser estimada analiticamente, adotando-se uma velocidade de fluxo livre básica (vf_b) e ajustando-a em função das características geométricas da via.

$$vf = vf_b - f_{LS} - f_A$$

Onde,

f_{LS} é o fator de ajuste em função da largura das faixas de tráfego e dos acostamentos;

f_A é o fator de ajuste para número de pontos de acesso por quilômetro.

Tabela 3-1 – Fator de ajuste (f_{LS})

Largura da faixa L_f (m)	Redução no valor de v_f (km/h)			
	Largura dos acostamentos L_a (m)			
	$0,0 \leq L_a < 0,6$	$0,6 \leq L_a < 1,2$	$1,2 \leq L_a < 1,8$	$L_a \geq 1,8$
$2,7 \leq L_f < 3,0$	10,3	7,7	5,6	3,5
$3,0 \leq L_f < 3,3$	8,5	5,9	3,8	1,7
$3,3 \leq L_f < 3,6$	7,5	4,9	2,8	0,7
$L_f \geq 3,6$	6,8	4,2	2,1	0,0

Fonte: HCM (NRC, 2010)

Tabela 3-2 – Fator de ajuste (f_A)

Número de acessos por quilômetro (nos dois sentidos de tráfego)	Redução no valor de v_f (km/h)
0	0,0
6	4,0
12	8,0
18	12,0
≥ 24	16,0

Fonte: HCM (NRC, 2010)

3.3. Determinação da Taxa de Fluxo Equivalente

A taxa de fluxo equivalente é o valor hipotético estimado para uma corrente de tráfego composta somente por carros de passeio, para um período de pico de 15 min de análise.

O método de análise requer a determinação de dois valores de taxa de fluxo. Um dos valores (qv_b) é determinado para estimar a velocidade média de operação, e o segundo valor (qp_b) é calculado para estimativa da porcentagem de tempo trafegando em pelotão.

$$qv_b = \frac{q}{FHP \times fv_G \times fv_{HV}}$$

$$qp_b = \frac{q}{FHP \times fp_G \times fp_{HV}}$$

Onde,

FHP é o fator hora-pico e $FHP = 0,88$ para rodovias simples rurais;

fv_G é o fator de ajuste para greides, para velocidades;

fp_G é o fator de ajuste para greides, para porcentagem de tempo em pelotão;

fv_{HV} e fp_{HV} são fatores de ajuste do fluxo para veículos pesados;

Tabela 3-3 – Fator de ajuste em função de greides (f_{vG})

Faixa de variação do fluxo equivalente (cp/h)		Tipo de terreno	
bidirecional	direcional	plano	ondulado
$0 < q \leq 600$	$0 < q \leq 300$	1,00	0,71
$600 < q \leq 1200$	$300 < q \leq 600$	1,00	0,93
$q > 1200$	$q > 600$	1,00	0,99

Fonte: HCM (NRC, 2010)

Tabela 3-4 – Fator de ajuste em função de greides (f_{PG})

Faixa de variação do fluxo equivalente (cp/h)		Tipo de terreno	
bidirecional	direcional	plano	ondulado
$0 < q \leq 600$	$0 < q \leq 300$	1,00	0,77
$600 < q \leq 1200$	$300 < q \leq 600$	1,00	0,94
$q > 1200$	$q > 600$	1,00	1,00

Fonte: HCM (NRC, 2010)

$$f_{v_{HV}} = \frac{1}{1 + p_T(Ev_T - 1) + p_R(Ev_R - 1)}$$

Onde,

p_T é a porcentagem de caminhões e ônibus no tráfego (em decimais);

p_R é porcentagem de veículos recreacionais no tráfego (expresso em decimais);

Ev_T é o equivalente veicular para caminhões e ônibus;

Ev_R é o equivalente veicular para veículos recreacionais.

Tabela 3-5 – Equivalentes veiculares

Tipo de veículo	Faixa de variação da taxa de fluxo (cp/h)		Tipo de terreno	
	2 sentidos (qv_b)	direcional (qv_b^d)	plano	ondulado
Caminhões (Ev_T)	$0 < q \leq 600$	$0 < q \leq 300$	1,7	2,5
	$600 < q \leq 1200$	$300 < q \leq 600$	1,2	1,9
	$q > 1200$	$q > 600$	1,1	1,5
Veículos Recreacio- nais (Ev_R)	$0 < q \leq 600$	$0 < q \leq 300$	1,0	1,1
	$600 < q \leq 1200$	$300 < q \leq 600$	1,0	1,1
	$q > 1200$	$q > 600$	1,0	1,1

Fonte: HCM (NRC, 2010)

$$f_{p_{HV}} = \frac{1}{1 + p_T(Ep_T - 1) + p_R(Ep_R - 1)}$$

Onde,

p_T é a porcentagem de caminhões e ônibus no tráfego (em decimais);

p_R é porcentagem de veículos recreacionais no tráfego (expresso em decimais);

Ev_T é o equivalente veicular para caminhões e ônibus;

E_{v_R} é o equivalente veicular para veículos recreacionais.

Tabela 3-6 – Equivalentes veiculares

Tipo de veículo	Faixa de variação da taxa de fluxo (cp/h)		Tipo de terreno	
	2 sentidos (qv_b)	direcional (qv_b^d)	plano	ondulado
Caminhões (E_{p_T})	$0 < q \leq 600$	$0 < q \leq 300$	1,1	1,8
	$600 < q \leq 1200$	$300 < q \leq 600$	1,1	1,5
	$q > 1200$	$q > 600$	1,0	1,0
Veículos Recreacionais (E_{p_R})	$0 < q \leq 600$	$0 < q \leq 300$	1,0	1,0
	$600 < q \leq 1200$	$300 < q \leq 600$	1,0	1,0
	$q > 1200$	$q > 600$	1,0	1,0

Fonte: HCM (NRC, 2010)

3.4. Determinação da Velocidade Média de Operação

A velocidade média de operação é estimada através da equação:

$$v = vf - 0,0125qv_b - f_{NP}$$

Onde,

vf é a velocidade de fluxo livre (km/h);

qv_b é o fluxo equivalente para ambos os sentidos de tráfego (cp/h);

f_{NP} é o fator de ajuste para a porcentagem de trechos com ultrapassagem proibida.

Tabela 3-7 – Fator de ajuste f_{NP}

Fluxo equivalente, nos dois sentidos (cp/h)	Redução na velocidade média (km/h)					
	Porcentagem de trechos com ultrapassagem proibida (%)					
	0	20	40	60	80	100
0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
200	0,0	1,0	2,3	3,8	4,2	5,6
400	0,0	2,7	4,3	5,7	6,3	7,3
600	0,0	2,5	3,8	4,9	5,5	6,2
800	0,0	2,2	3,1	3,9	4,3	4,9
1000	0,0	1,8	2,5	3,2	3,6	4,2
1200	0,0	1,3	2,0	2,6	3,0	3,4
1400	0,0	0,9	1,4	1,9	2,3	2,7
1600	0,0	0,9	1,3	1,7	2,1	2,4
1800	0,0	0,8	1,1	1,6	1,8	2,1
2000	0,0	0,8	1,0	1,4	1,6	1,8
2200	0,0	0,8	1,0	1,4	1,5	1,7
2400	0,0	0,8	1,0	1,3	1,5	1,7
2600	0,0	0,8	1,0	1,3	1,4	1,6
2800	0,0	0,8	1,0	1,2	1,3	1,4
3000	0,0	0,8	0,9	1,1	1,1	1,3
3200	0,0	0,8	0,9	1,0	1,0	1,1

Fonte: HCM (NRC, 2010)

3.5. Determinação da Porcentagem de Tempo em Pelotão (PTP)

A porcentagem de tempo em pelotão (PTP) é calculada a partir das expressões:

$$PTP = PTP_b + f_{d/NP}$$

$$PTP_b = 100(1 - e^{-0,000879qpb})$$

Onde,

PTP_b é um valor base para a porcentagem de tempo em pelotão;

$f_{d/NP}$ é um fator de ajuste determinado em função do efeito combinado da distribuição direcional do tráfego e da porcentagem de trechos com ultrapassagem proibida

Tabela 3-8 – Fator de ajuste $f_{d/NP}$

Fluxo de tráfego nos dois sentidos (cp/h)	Aumento na porcentagem de tempo em pelotão (%)					
	Porcentagem de trechos com ultrapassagem proibida (%)					
	0	20	40	60	80	100
Distribuição direcional = 50/50						
≤ 200	0,0	10,1	17,2	20,2	21,0	21,8
400	0,0	12,4	19,0	22,7	23,8	24,8
600	0,0	11,2	16,0	18,7	19,7	20,5
800	0,0	9,0	12,3	14,1	14,5	15,4
1400	0,0	3,6	5,5	6,7	7,3	7,9
2000	0,0	1,8	2,9	3,7	4,1	4,4
2600	0,0	1,1	1,6	2,0	2,3	2,4
3200	0,0	0,7	0,9	1,1	1,2	1,4
Distribuição direcional = 60/40						
≤ 200	1,6	11,8	17,2	22,5	23,1	23,7
400	0,5	11,7	16,2	20,7	21,5	22,2
600	0,0	11,5	15,2	18,9	19,8	20,7
800	0,0	7,6	10,3	13,0	13,7	14,4
1400	0,0	3,7	5,4	7,1	7,6	8,1
2000	0,0	2,3	3,4	3,6	4,0	4,3
≥ 2600	0,0	0,9	1,4	1,9	2,1	2,2
Distribuição direcional = 70/30						
≤ 200	2,8	13,4	19,1	24,8	25,2	25,5
400	1,1	12,5	17,3	22,0	22,6	23,2
600	0,0	11,6	15,4	19,1	20,0	20,9
800	0,0	7,7	10,5	13,3	14,0	14,6
1400	0,0	3,8	5,6	7,4	7,9	8,3
≥ 2000	0,0	1,4	4,9	3,5	3,9	4,2
Distribuição direcional = 80/20						
≤ 200	5,1	17,5	24,3	31,0	31,3	31,6
400	2,5	15,8	21,5	27,1	27,6	28,0
600	0,0	14,0	18,6	23,2	23,9	24,5
800	0,0	9,3	12,7	16,0	16,5	17,0
1400	0,0	4,6	6,7	8,7	9,1	9,5
≥ 2000	0,0	2,4	3,4	4,5	4,7	4,9
Distribuição direcional = 90/10						
≤ 200	5,6	21,6	29,4	37,2	37,4	37,6
400	2,4	19,0	25,6	32,2	32,5	32,8
600	0,0	16,3	21,8	27,2	27,6	28,0
800	0,0	10,9	14,8	18,6	19,0	19,4
≥ 1400	0,0	5,5	7,8	10,0	10,4	10,7

Fonte: HCM (NRC, 2010)

3.6. Determinação do Nível de Serviço

Finalmente, o Nível de Serviço da via é determinado a partir da porcentagem de tempo em pelotão, de acordo com a

Tabela 3-9 – Nível de Serviço

Nível de serviço	Porcentagem de tempo em pelotão (%)
A	$PTP \leq 40$
B	$40 < PTP \leq 55$
C	$55 < PTP \leq 70$
D	$70 < PTP \leq 85$
E	$PTP > 85$

Obs: O nível de serviço F ocorre quando a demanda excede a capacidade da via

Fonte: HCM (NRC, 2010)

3.7. Resultados

A seguir, são apresentados os resultados obtidos a partir da aplicação da metodologia do HCM.

Tabela 3-10 – Resultados

Categoria da via	II
Capacidade (cp/h)	1700
BVFL (km/h)	30
fls	10,3
fa	0
VFL (km/h)	19,7
q	34
FHP	0,88
fvhv	1
fv_g	0,71
fpg	0,77
qvb	54,84
qpb	50,57
fnp	5,6
VF (km/h)	13,41
PTPb (%)	4,34
fd/np	22,2
PTP	26,54
Nível de Serviço	A

Observa-se que a via em questão apresenta Nível de Serviço A.

Referências

BRASIL. MINISTÉRIO DOS TRANSPORTES. DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRA-ESTRUTURA DE TRANSPORTES. Instituto de Pesquisas Rodoviárias. **Manual de estudos de tráfego**. Rio de Janeiro, 2006.

INSTITUTE OF TRANSPORTATION ENGINEERS. **Traffic Engineering Handbook**. 6 ed. Washington, DC, 2009.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL. **Transportation Research Board**. Highway Capacity Manual. Washington, DC, 2010.