

Procedimento do U.S.HCM/2010

- ⇒ procedimentos similares aos do HCM/97 e 2000 para rodovias e vias expressas !
(métodos detalhados/operacionais mas não os simplificados/de planejamento)
HCM/2010 abandona a versão métrica (há apenas a versão em unidades imperiais)
- ⇒ ambos os procedimentos caracterizam os trechos de vias pela
velocidade de fluxo livre (V_{FL});
(em lugar da velocidade de projeto da via, usada no HCM/85)
- ⇒ aproxima os dois conceitos distintos de velocidade de fluxo livre:
 - procedimento para vias expressas (urbanas/rurais):
autos, desimpedidos ou não, pode ser medida para $q < 1000 \text{veq/h}$
(amostra mínima de 100 veículos em condições representativas do segmento)
 - procedimento para rodovias de múltiplas faixas:
autos, desimpedidos ou não, medida direta para $q < 1400 \text{veq/h}$
(amostra mínima de 100 veículos em condições representativas do segmento)
- ⇒ recomendação: usar velocidade de fluxo livre medida !
(em ambos os casos)
- ⇒ estimativa indireta da velocidade de fluxo livre, em condições ideais ($\sim \tilde{V}_{FL0}$):
 - critério para valor básico, se necessário, em rodovias de múltiplas faixas:
 $\cong V_L + 5 \text{ mi/h}(8\text{km/h})$ $p/V_L = 50 \text{mi/h}$ ou mais
 $V_L + 7 \text{ mi/h}(11\text{km/h})$ p/V_L abaixo de $50 \text{mi/h}(80\text{km/h})$
(V_L é a velocidade limite regulamentada, sem fiscalização presente)
 - não há critério recomendado para vias expressas.
- ⇒ recomenda não interpolar e usar curva da velocidade de fluxo livre mais próxima !
(recomendação inadequada, exceto para definir parâmetros da curva da via)
- ⇒ não há critério recomendado para efeito da fiscalização (policial ou eletrônica)
suposição natural: limitar a velocidade de tráfego (ou a própria V_{FL})
- ⇒ novo procedimento de análise para uso das rodovias (acostamento) por bicicletas
 - mesmo procedimento recomendado para rodovias de pista simples ...
 - tendência de adotar uma visão multimodal (e promover sustentabilidade)
 - critério de qualidade de serviço (não nível de serviço) avaliado pelo usuário

Procedimento para Segmentos de Vias Expressas:

⇒ **Capacidade básica:** função da velocidade de fluxo livre da via

$$\tilde{C}_r = \tilde{c}_f \cdot N, \text{ onde } N = \text{n}^\circ \text{ de faixas do sentido e } \tilde{c}_f = f(\tilde{V}_{FL}) \text{ (ver Figura 11-2)}$$

\tilde{V}_{FL}	75mi/h (120km/h)	70mi/h (112km/h)	65mi/h (104km/h)	60mi/h (96km/h)	55mi/h (88km/h)
\tilde{c}_f (veq/h/fx)	2400	2400	2350	2300	2250

com \tilde{V}_{FL} medido (FFS, para autos, desimpedidos) ou

estimado por $\tilde{V}_{FL} = \tilde{V}_{FL0} - F_{Lf} - F_{OL} - F_{DR}$ (para autos)

onde: \tilde{V}_{FL0} = Velocidade fluxo livre (básica, ideal) para autos (FFS_i)

recomendado valor de 75,4mi/h (120,6 km/h) para vias rurais e urbanas
(HCM1997,2000 recomendava 110km/h para vias expressas urbanas)

correções devidas à

F_{Lf} = largura de faixa (f_{LW} , **ver Tabela 11-8**),

F_{OL} = (des)obstrução lateral (f_{LC} , **ver Tabela 11-9**), e

F_{DR} = densidade de ramais (entrada ou saída)

com $F_{DR} = 3,22 \cdot TRD^{0,84} \text{ mph}$ (f_{RD} ou $F_{DR} = 7,65 \cdot DRK^{0,84} \text{ km/h}$)

onde a densidade TRD é obtida com 3 mi antes e 3mi depois

(DRK, por km, é obtida com 4,8km antes e 4,8km depois)

incluindo incorporações e divergências (antes: interconexões com entrada) ...

(eliminou o fator de correção pelo número de faixas do HCM1997,2000)

para obter condições de operação com veículos padrão:

$$\text{fluxo: } \tilde{q}_f = \frac{VH}{N \cdot FHP \cdot f_{VP} \cdot f_p} \text{ em veq/h.fx (demanda equivalente),}$$

FHP = fator de hora-pico (usual 0,85 a 0,95)

f_{VP} = composição de tráfego: veículos pesados

(Ver Tabela 11-10,11,12,13)

f_p = tipo de população, 1,0 (usuários habituais) a 0,85 (evidência de campo)

velocidade: $\tilde{V} = f(\tilde{q})$ em condições básicas, reais !,

densidade: $\tilde{K} = \frac{\tilde{q}}{\tilde{V}}$ em condições básicas, reais !

f_{VP} = composição de tráfego: veículos pesados e recreacionais

($e_A = 1$ para autos, sempre, e $e_C = e_O$ para caminhões e ônibus)

$$f_{VP} = \frac{1}{P_A \cdot e_A + P_{CO} \cdot e_{CO} + P_R \cdot e_R} = \frac{1}{1 + P_{CO} \cdot (e_{CO} - 1) + P_R \cdot (e_R - 1)}$$

equivalentes para veículos pesados: específicos ou genéricos (active ou decline ...)

não recomenda interpolar curva de operação (arredondar para valor próximo)

não recomenda curva de operação nos regimes saturados

dois regimes: dissipação de fila e fluxo forçado (**ver Figura 11-1**)

⇒ **Nível de serviço:** não há redução devida ao padrão geométrico da via !
(Ver Tabela 11-3; Figura 11-6)

critérios iguais aos do HCM2000 (menos exigentes que os do HCM/97):

- A: $\tilde{K} \leq 11$ veq/mi/fx (7 veq/km.fx)
- B: $\tilde{K} \leq 18$ veq/mi/fx (11 veq/km.fx)
- C: $\tilde{K} \leq 26$ veq/mi/fx (16 veq/km.fx)
- D: $\tilde{K} \leq 35$ veq/mi/fx (22 veq/km.fx)
- E: $\tilde{K} \leq 45$ veq/mi/fx (28 veq/km.fx), limite da operação não saturada
- F: operação instável (fluxo forçado)

não considera restrições de geometria mas $\tilde{K} = \frac{\tilde{q}_T}{\tilde{V}}$ é função de VFL !

⇒ **Fluxo e volume de serviço:** $X_n^{\max} = \left(\frac{Q}{C}\right)_n^{\max} \Rightarrow q_n^{\max} = \left(\frac{Q}{C}\right)_n^{\max} \cdot C$ e $VS_n^{\max} = q_n^{\max} \cdot FHP$

corresponde aos valores de \tilde{K}_n no diagrama fundamental (básico).

(é admitido o mesmo, em condições básicas e condições reais)

Condições básicas ideais: $\tilde{V}S_{np}^{\max} = \left(\frac{Q}{C}\right)_n^{\max} \cdot \tilde{C}_p \cdot FHP$ (via em condições ideais)

ou reais: $VS_n^{\max} = \left(\frac{Q}{C}\right)_n^{\max} \cdot C \cdot FHP$ em v/h, $\tilde{V}S_n^{\max} = \left(\frac{Q}{C}\right)_n^{\max} \cdot \tilde{C}_r \cdot FHP$ em veq/h

NS_n é o nível de serviço que vigora para $K \leq K_n$ ($> K_{n-1}$)

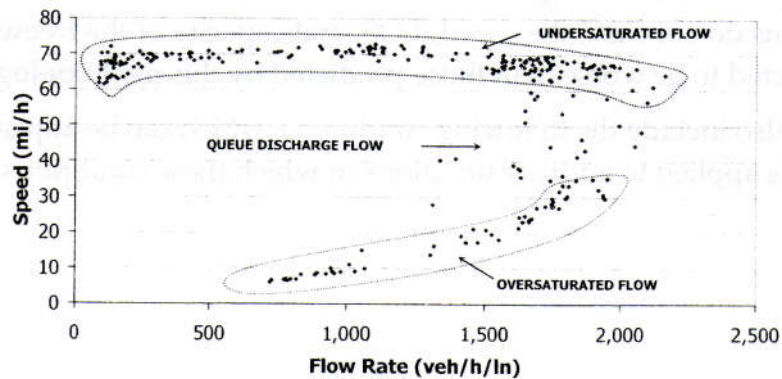
ou $\frac{Q}{C} < \left(\frac{Q}{C}\right)_n^{\max}$ e $\left(\text{tambem } > \left(\frac{Q}{C}\right)_{n-1}^{\max}\right)$

Ver Figura 11-6

(os valores de velocidade e densidade por faixa indicados na Tabela 23.2 são para condições básicas, com autos apenas, e não são diretamente obtíveis os valores observáveis nas condições efetivas de operação da via real, com tráfego misto).

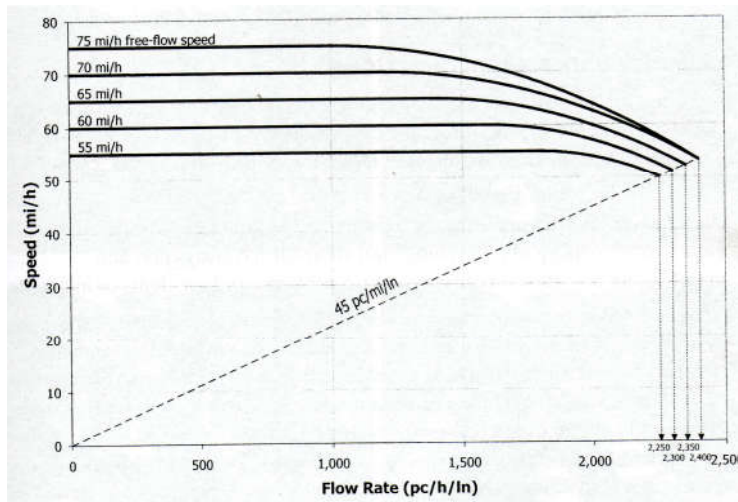
Podem ser expressos em valores diários, considerando a composição horária e em valores bidirecionais considerando a composição direcional

Figura 11-1. Tipos de Fluxo em Vias Expressas



Fonte: California Department of Transportation, 2008 (I-405, Los Angeles, CA, USA).

Figura 11-2. Curvas Velocidade-Fluxo e Nível de Serviço para Segmentos Básicos de Vias Expressas – HCM/2010



Obs.: Curvas similares à versão original do U.S.HCM/2000 (que eram distintas às da versão métrica).

Curvas recalibradas em função da velocidade de fluxo livre para $55 \leq V_f \leq 75$ mi/h ($88 \leq V_f \leq 120$ km/h)

- se $\tilde{q}_b < \tilde{q}_f \leq \tilde{c}_f$ então $\bar{V} = \bar{V}_f - \beta_v \cdot (\tilde{q}_f - \tilde{q}_b)^2$ senão, $\bar{V} = \bar{V}_f$ para $\tilde{q}_f \leq \tilde{q}_b$ (break-point).

\tilde{V}_{FL}	75mi/h (120km/h)	70mi/h (112km/h)	65mi/h (104km/h)	60mi/h (96km/h)	55mi/h (88km/h)
\tilde{q}_b (veq/h/fx)	1000	1200	1400	1600	1800
\tilde{c}_f (veq/h/fx)	2400	2400	2350	2300	2250
β_v (mi/h)	0,00001107	0,00001160	0,00001418	0,00001816	0,00002469
β_v (km/h)	0,00001773	0,00001858	0,00002272	0,00002909	0,00003955
\tilde{K}_c	45veq/mi/fx (28veq/kmfx)	45veq/mi/fx (28veq/kmfx)	45veq/mi/fx (28veq/kmfx)	45veq/mi/fx (28veq/kmfx)	45veq/mi/fx (28veq/kmfx)

Figura 11-4.Exemplos de Nível de Serviço para Segmentos Básicos de Vias Expressas - HCM/2010

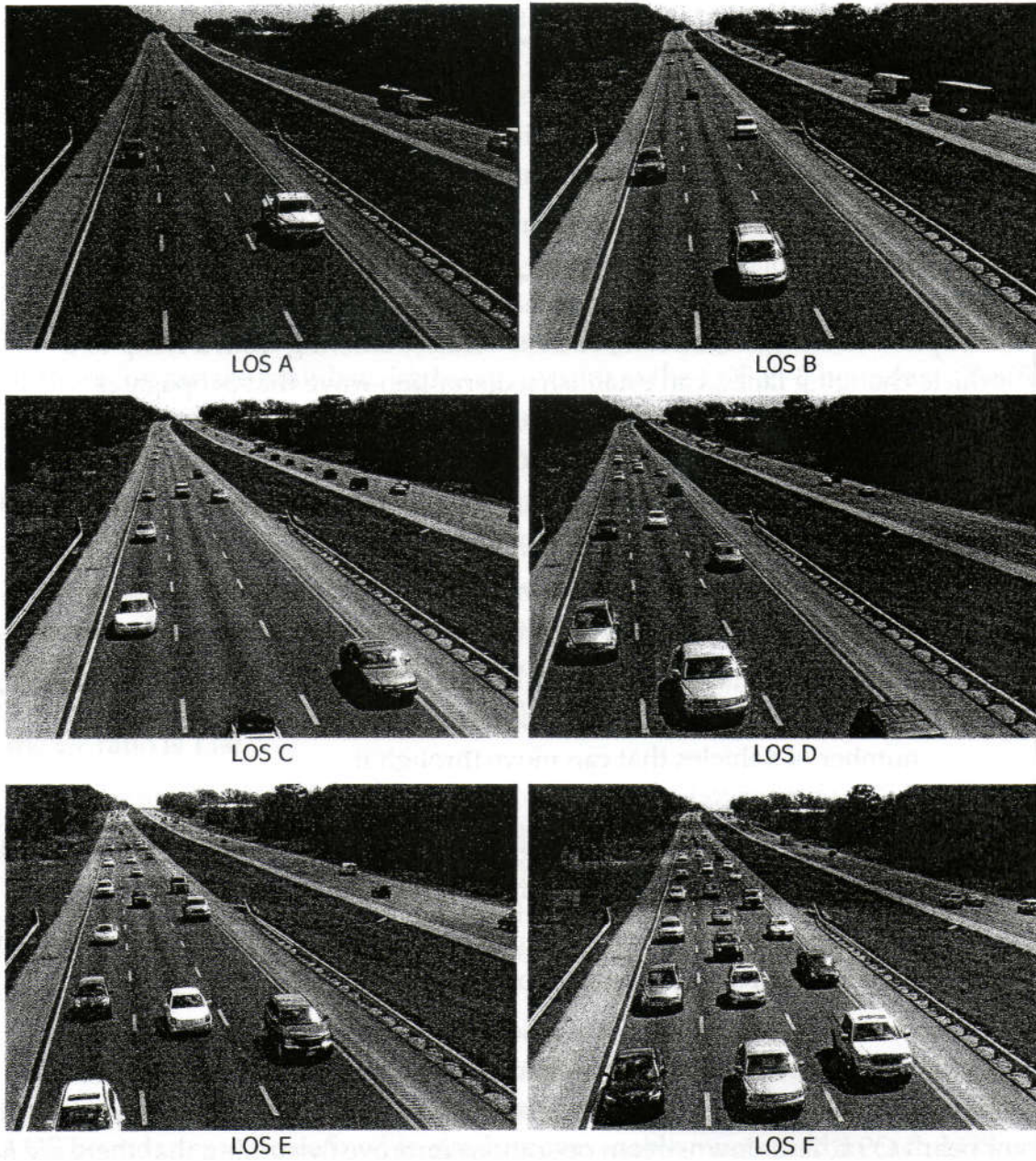
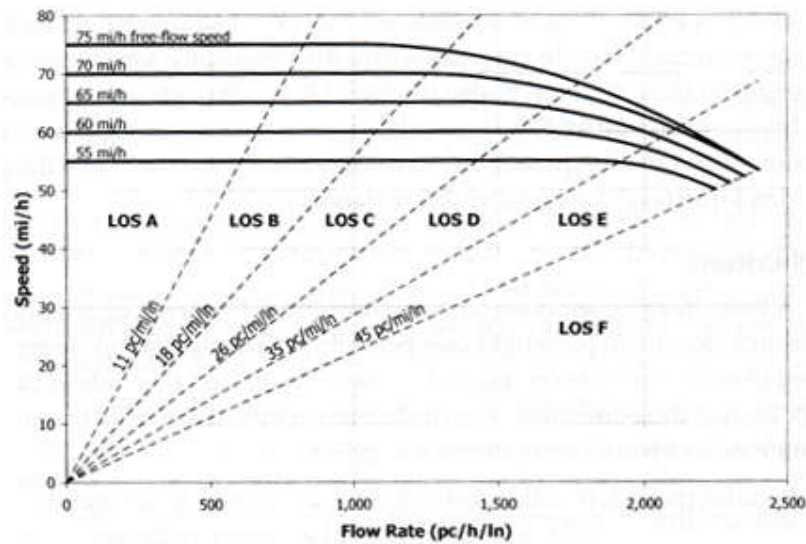


TABELA 11-5. Nível de Serviço para Segmentos Básicos de Vias Expressas - HCM/2010

NÍVEL DE SERVIÇO	DENSIDADE DE TRÁFEGO (equivalente)
A	11 vea/mi/fx (7 vea/km.fx)
B	>11 a 18 vea/mi/fx (7 a 11 vea/km.fx)
C	>18 a 26 vea/mi/fx (11 a 16 vea/km.fx)
D	>26 a 35 vea/mi/fx (16 a 22 vea/km.fx)
E	>35 a 45 vea/mi/fx (22 a 28 vea/km.fx)
F	Demanda > Capacidade. >45 vea/mi/fx (28 vea/km.fx)

Figura 11-6. Nível de Serviço para Segmentos Básicos de Vias Expressas - HCM/2010



não há recomendação para esboçar a curva para fluxo forçado (critérios usuais: redução de 5% a 15% da capacidade e V_c entre 40 e 60km/h)

TABELA 11-8. Correção Devida à Largura da Faixa em Vias Expressas - HCM/2010

LARGURA DA FAIXA	REDUÇÃO NA VELOCIDADE FLUXO LIVRE
≥12ft (>=3.6m)	0.0mi/h (0km/h)
≥11 a 12ft (>=3,3 a 3,6m)	1,9mi/h (3,0km/h)
≥10 a 11ft (>=3,0 a 3,3m)	6.6mi/h (10,6km/h)

TABELA 11-9. Correção Devida à Desobstrução Lateral em Vias Expressas - HCM/2010

DESOBSTRUÇÃO LATERAL ACOSTAMENTO DIREITO*	REDUÇÃO NA VELOCIDADE DE LIVRE (km/h)			
	NÚMERO DE FAIXAS			
	2/sentido	3/sentido	4/sentido	≥5/sentido
≥ 6ft (≥1.80m)	0.0mi/h (0.0km/h)	0.0mi/h (0.0km/h)	0.0mi/h (0.0km/h)	0.0mi/h (0.0km/h)
5ft (1,50m)	0,6mi/h (1,0km/h)	0,4mi/h (0,7km/h)	0,2mi/h (0,3km/h)	0,1mi/h (0,2km/h)
4ft (1,20m)	1,2mi/h (1,9km/h)	0,8mi/h (1,3km/h)	0,4mi/h (0,7km/h)	0,2mi/h (0,3km/h)
3ft (0,90m)	1,8mi/h (2,9km/h)	1,2mi/h (1,9km/h)	0,6mi/h (1,0km/h)	0,3mi/h (0,5km/h)
2ft (0,60m)	2,4mi/h (3,9km/h)	1,6mi/h (2,6km/h)	0,8mi/h (1,3km/h)	0,4mi/h (0,7km/h)
1ft (0,30m)	3,0mi/h (4,8km/h)	2,0mi/h (3,2km/h)	1,0mi/h (1,6km/h)	0,5mi/h (0,8km/h)
0ft (0,0M)	3,6mi/h (5,8km/h)	2,4mi/h (3,9km/h)	1,2mi/h (1,9km/h)	0,6mi/h (1,0km/h)

* Distância da obstrução lateral ao limite da faixa de rolamento no acostamento da direita apenas (se maior que 6ft/1,80 m, usar 6ft/1,80m). Efeito de obstruções contínuas (defensas, barreiras, ...) ou periódicas (postes de sinalização ou iluminação regularmente espaçados) no lado direito exigem julgamento específico do analista. Efeitos de obstruções no lado esquerdo a menos de 2ft/0,60m (pouco usuais) podem ser relevantes e também exigem julgamento específico do analista (além de 2ft/0,60m não são usualmente consideradas obstruções).

⇒ **Fator Equivalente para VP:** critérios semelhantes ao HCM/85, 97 e 2000
mas com valores revisados do HCM2000 (reduzidos, critério de densidade)
relação peso/potência típica do HCM/2000: 125-150 lb/hp (~75-90 kg/kw)

efeito decorrente da maior dimensão e da menor velocidade dos VP
⇒ função do greide (active ou declive) e da porcentagem de VP ...

Trechos específicos: ⇒ i entre 2% e 3% com $L > 0,5\text{km}$
ou $i > 3\%$ e $L > 0,25\text{km}$ (inconsistente no HCM/2010)
(para análise combinada ou em trecho isolado)

Equivalente (mesmos do HCM/2000) função:
da relação peso/potência típica ($e_A = 1$, sempre)
da rampa i (active ou declive), da extensão L do trecho
(extensão deve incluir 25% da curva vertical no começo e final da rampa, ou
50% em cada trecho, no caso de uma seqüência de rampas ascendentes)

trechos simples: valores tabelados para rampa ascendente
corresponde ao topo da rampa (pode analisar ponto intermediário)
descendente: valores tabelados para veículos pesados (devem ser usados
quando é necessário usar marchas reduzidas para evitar velocidade,
caso contrário, usar equivalente de terreno nivelado)
(para veículos recreacionais declive=terreno nivelado sempre)
(Ver Tabela 11-11,12,13)

trechos compostos: perda de velocidade ⇒ rampa equivalente
(ver Figura 11-A1)
aplicação em função dos valores relativos das rampas
aceitável usar a rampa média ponderada ($\Delta h/L$) se extensão total $L < 4000\text{ft}$ (1,2km)
e todos os segmentos tem $i < 4\%$ (senão análise da perda de velocidade)
⇒ é sempre possível fazer a análise com a perda de velocidade
medida, obtendo uma rampa equivalente em active simples

Trechos genéricos: ⇒ trechos extensos com rampas curtas e pequenas ...)

equivalente função do tipo de terreno: nivelado (rampas até 2% e 0,25mi ou 0,4km)
($e_A = 1$, sempre) ondulado (intermediária, rampas de 2a3%, até 0,5mi ou 0,8km)
montanhoso (trechos curtos com caminhões em velocidade de arrasto)
(Ver Tabela 11-10)

TABELA 11-10. Fator Equivalente para Segmentos Genéricos de Vias Expressas - HCM/2010

FATOR	TIPO DE TERRENO		
	Nivelado	Ondulado	Montanhoso
e_c para caminhões e ônibus	1,5	2,5	4,5
E, veículos recreacionais	1,2	2,0	4,0

TABELA 11-11. Fator Equivalente para Caminhões e Ônibus em Active Específico de Vias Expressas - HCM/2010

active de rampa (%)	Comprimento	e_c *								
		porcentagem de caminhões e ônibus (%)								
		2	4	5	6	8	10	15	20	≥25
≤2	Todos	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5
>2 - 3	0,00-0,25mi (0 - 0,4km)	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5
	>0,25-0,50mi (0,4 - 0,8km)	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5
	>0,50-0,75mi (0,8 - 1,2km)	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5
	>0,75-1,00mi (1,2 - 1,6km)	2.0	2.0	2.0	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5
	>1,00-1,50mi (1,6 - 2,4km)	2.5	2.5	2.5	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0
	>1,50mi (>2,4km)	3.0	3.0	2.5	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0
>3 - 4	0,00-0,25mi (0 - 0,4km)	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5
	>0,25-0,50mi (0,4 - 0,8km)	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	1.5	1.5	1.5
	>0,50-0,75mi (0,8 - 1,2km)	2.5	2.5	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0
	>0,75-1,00mi (1,2 - 1,6km)	3.0	3.0	2.5	2.5	2.5	2.5	2.0	2.0	2.0
	>1,00-1,50mi (1,6 - 2,4km)	3.5	3.5	3.0	3.0	3.0	3.0	2.5	2.5	2.5
	>1,50mi (>2,4km)	4.0	3.5	3.0	3.0	3.0	3.0	2.5	2.5	2.5
>4 - 5	0,00-0,25mi (0 - 0,4km)	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5
	>0,25-0,50mi (0,4 - 0,8km)	3.0	2.5	2.5	2.5	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0
	>0,50-0,75mi (0,8 - 1,2km)	3.5	3.0	3.0	3.0	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5
	>0,75-1,00mi (1,2 - 1,6km)	4.0	3.5	3.5	3.5	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0
	>1,00mi (>1,6km)	5.0	4.0	4.0	4.0	3.5	3.5	3.0	3.0	3.0
	>1,50mi (>2,4km)	6.0	5.0	5.0	5.0	4.5	4.5	4.0	4.0	4.0
>5 - 6	0,00-0,25mi (0 - 0,4km)	2.0	2.0	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5
	>0,25-0,30mi (0,4 - 0,5km)	4.0	3.0	2.5	2.5	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0
	>0,30-0,50mi (0,5 - 0,8km)	4.5	4.0	3.5	3.0	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5
	>0,50-0,75mi (0,8 - 1,2km)	5.0	4.5	4.0	3.5	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0
	>0,75-1,00mi (1,2 - 1,6km)	5.5	5.0	4.5	4.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0
	>1,00mi (>1,6km)	6.0	5.0	5.0	4.5	3.5	3.5	3.5	3.5	3.5
>6	0,00-0,25mi (0 - 0,4km)	4.0	3.0	2.5	2.5	2.5	2.5	2.0	2.0	2.0
	>0,25-0,30mi (0,4 - 0,5km)	4.5	4.0	3.5	3.5	3.5	3.0	2.5	2.5	2.5
	>0,30-0,50mi (0,5 - 0,8km)	5.0	4.5	4.0	4.0	3.5	3.0	2.5	2.5	2.5
	>0,50-0,75mi (0,8 - 1,2km)	5.5	5.0	4.5	4.5	4.0	3.5	3.0	3.0	3.0
	>0,75-1,00mi (1,2 - 1,6km)	6.0	5.5	5.0	5.0	4.5	4.0	3.5	3.5	3.5
	>1,00mi (>1,6km)	7.0	6.0	5.5	5.5	5.0	4.5	4.0	4.0	4.0

Obs: Recomenda interpolação para porcentagens de caminhões&ônibus com arredondamento para 0,1 mais próximo.

TABELA 11-12. Fator Equivalente para Veículos Recreacionais em Active Especifico de Vias Expressas - HCM/2010

Active de rampa (%)	Comprimento	e_R								
		2	4	5	6	8	10	15	20	25
Porcentagem de caminhões e ônibus		2	4	5	6	8	10	15	20	25
≤2	Todos	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2
>2 – 3	0,00-0,50mi(0 - 0,8km)	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2
	>0,50mi(>0,8km)	3.0	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.2	1.2	1.2
>3 – 4	0,00-0,25mi(0 - 0,4km)	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2
	>0,25-0,50mi(,4 - 0,8km)	2.5	2.5	2.0	2.0	2.0	2.0	1.5	1.5	1.5
	>0,50mi(>0,8km)	3.0	2.5	2.5	2.5	2.0	2.0	2.0	1.5	1.5
>4 - 5	0,00-0,25mi(0 - 0,4km)	2.5	2.0	2.0	2.0	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5
	>0,25-0,50mi(0,4 - 0,8km)	4.0	3.0	3.0	3.0	2.5	2.5	2.0	2.0	2.0
	>0,50mi(>0,8km)	4.5	3.5	3.0	3.0	3.0	2.5	2.5	2.0	2.0
>5	0,00-0,25mi(0 - 0,4km)	4.0	3.0	2.5	2.5	2.5	2.0	2.0	2.0	1.5
	>0,25-0,50mi(0,4 - 0,8km)	6.0	4.0	4.0	3.5	3.0	3.0	2.5	2.5	2.0
	>0,50mi(>0,8km)	6.0	4.5	4.0	4.0	3.5	3.0	3.0	2.5	2.0

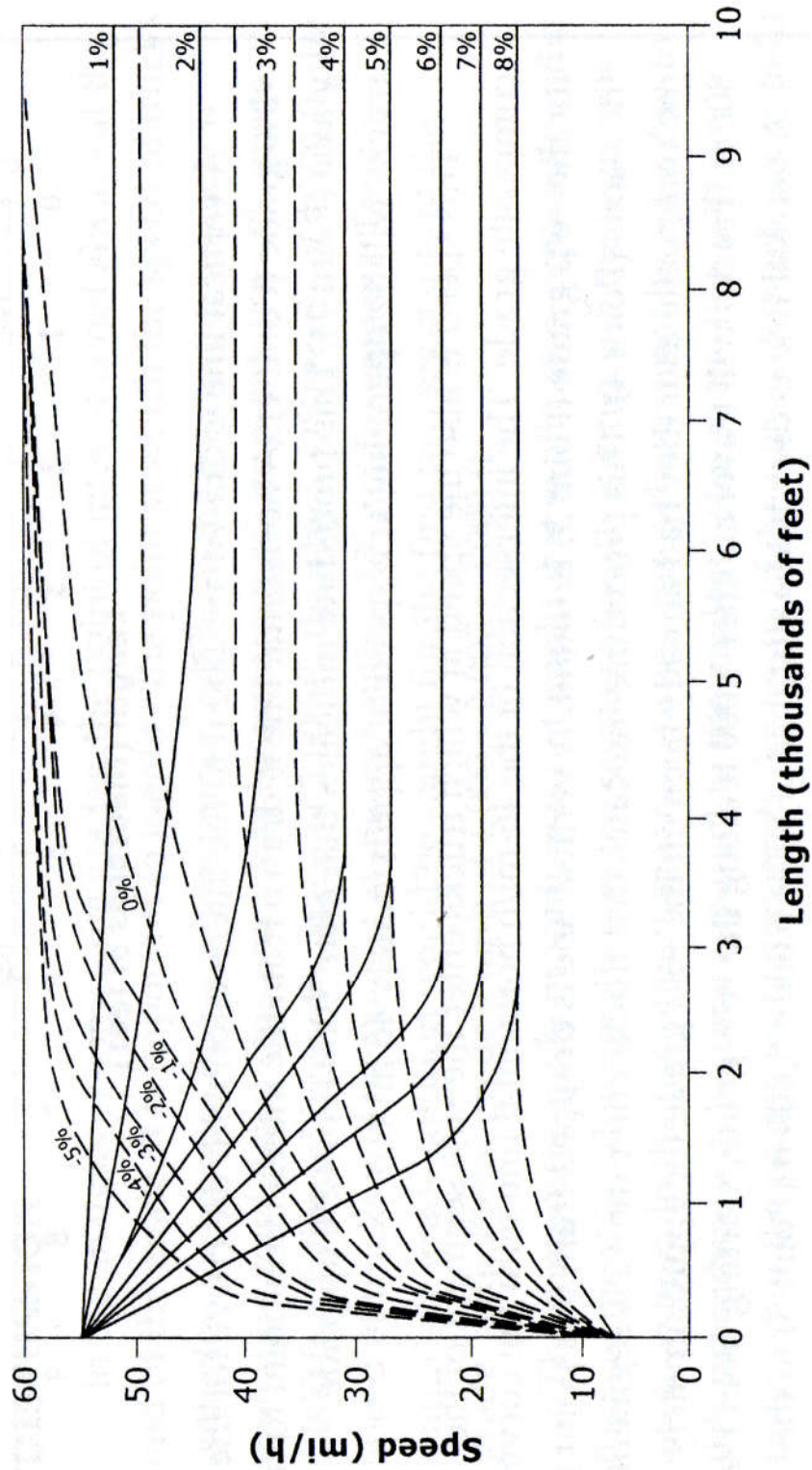
Obs: Recomenda interpolação para porcentagens de RVs e arredondamento para 0,1 mais próximo.

TABELA 11-13. Fator Equivalente para Caminhões e Ônibus em Declive Especifico de Vias Expressas - HCM/2010

declive (%)	Comprimento	e_c			
		5	10	15	20
porcentagem de caminhões		5	10	15	20
<4	Todos	1.5*	1.5*	1.5*	1.5*
4 – 5	≤4mi(≤6,4km)	1.5*	1.5*	1.5*	1.5*
	>4mi(>6,4km)	2.0	2.0	2.0	1.5
>5 – 6	≤4mi(≤6,4km)	1.5*	1.5*	1.5*	1.5*
	>4mi(>6,4km)	5.5	4.0	4.0	3.0
>6	≤4mi(≤6,4km)	1.5*	1.5*	1.5*	1.5*
	>4mi(>6,4km)	7.5	6.0	5.5	4.5

* Para veículos recreacionais, sempre usar valor para terreno nivelado (1,2).

Figura 11-A1. Curvas de Desempenho para Caminhão de 200 lb/hp (120kg/kw)



Procedimento para Rodovias de Múltiplas Faixas:

⇒ **Capacidade básica:** função da velocidade de fluxo livre da via !

$$\tilde{C}_r = \tilde{c}_f \cdot N, \text{ onde } N = \text{n}^\circ \text{ de faixas do sentido e } \tilde{c}_f = f(\tilde{V}_{FL}) \text{ (ver Figura 14-2)}$$

\tilde{V}_{FL}	60mi/h (96km/h)	55mi/h (88km/h)	50mi/h (80km/h)	45mi/h (72km/h)
\tilde{c}_f (veq/h/fx)	2200	2100	2000	1900

com \tilde{V}_{FL} medido (FFS, para autos, desimpedidos) ou
 estimado por $\tilde{V}_{FL} = \tilde{V}_{FL0} - F_{Lf} - F_{OL} - F_{DA} - F_{SC}$ (para autos)

onde: \tilde{V}_{FL0} = Velocidade fluxo livre (básica, ideal) para autos (FFS_I)
 recomendado usar a velocidade de projeto (ou indireta baseada em \tilde{V}_L limite)
 (HCM1997, 2000 recomendava 100km/h)

correções devidas à

F_{Lf} = largura de faixa (f_{LW} , ver Tabela 14-8),

F_{OL} = (des)obstrução lateral (f_{LC} , ver Tabela 14-9)

F_{DA} = ambiente/acessos (f_A , ver Tabela 14-10) e

F_{SC} = divisão de pistas (f_M , ver Tabela 14-11)

acessos: rural 8/mi (5/km); suburbano 16/mi (10/km) baixa, 25/mi (16/km) alta densidade.

para condições de operação com veículos padrão:

$$\text{fluxo: } \tilde{q} = \frac{VH}{N \cdot FHP \cdot f_{VP} \cdot f_p} \text{ em veq/h.fx (demanda equivalente),}$$

FHP = fator de hora-pico (usual 0,75 a 0,95)

f_{VP} = composição de tráfego: veículos pesados

(ver Tabela 14-12,13,14,15)

f_p = tipo de população, 0,85 a 1,0 (usuários regulares)

velocidade: $\tilde{V} = f(\tilde{q})$ em condições básicas, reais !,

densidade: $\tilde{K} = \frac{\tilde{q}}{\tilde{V}}$ em condições básicas, reais !

f_{VP} = composição de tráfego: veículos pesados e recreacionais

($e_A = 1$ para autos, sempre, e $e_C = e_O$ para caminhões e ônibus)

$$f_{VP} = \frac{1}{P_A \cdot e_A + P_{CO} \cdot e_{CO} + P_R \cdot e_R} = \frac{1}{1 + P_{CO} \cdot (e_{CO} - 1) + P_R \cdot (e_R - 1)}$$

equivalentes para veículos pesados: específicos ou genéricos
 acive ou declive ...

não recomenda interpolar curva de operação (arredondar para valor próximo)

não recomenda curva de operação nos regimes saturados

⇒ **Nível de serviço:** não há redução devida ao padrão geométrico da via !
(Ver Tabela 14-4; Figura 14-5)

- A: $\tilde{K} \leq 11$ veq/mi/px (7 veq/km.fx)
- B: $\tilde{K} \leq 18$ veq/mi/px (11 veq/km.fx)
- C: $\tilde{K} \leq 26$ veq/mi/px (16 veq/km.fx)
- D: $\tilde{K} \leq 35$ veq/mi/px (22 veq/km.fx)
- E: limite da operação não congestionada (variável, função de VFL)
- F: operação instável (fluxo forçado)

não considera restrições de geometria mas \tilde{V} é função de VFL !

⇒ **Fluxo ou volume de serviço:** $X_n^{\max} = \left(\frac{Q}{C}\right)_n^{\max} \Rightarrow q_n^{\max} = \left(\frac{Q}{C}\right)_n^{\max} \cdot C$ e $VS_n^{\max} = q_n^{\max} \cdot FHP$

corresponde aos valores de \tilde{K}_n no diagrama fundamental (básico).

(é admitido o mesmo, em condições básicas e condições reais)

Condições básicas ideais: $\tilde{V}_{np}^{\max} = \left(\frac{Q}{C}\right)_n^{\max} \cdot \tilde{C}_p \cdot FHP$ (via em condições ideais)

ou reais: $VS_n^{\max} = \left(\frac{Q}{C}\right)_n^{\max} \cdot C \cdot FHP$ em v/h, $\tilde{V}_{S_n}^{\max} = \left(\frac{Q}{C}\right)_n^{\max} \cdot \tilde{C}_r \cdot FHP$ em veq/h

NS_n é o nível de serviço que vigora para $K \leq K_n$ ($> K_{n-1}$)

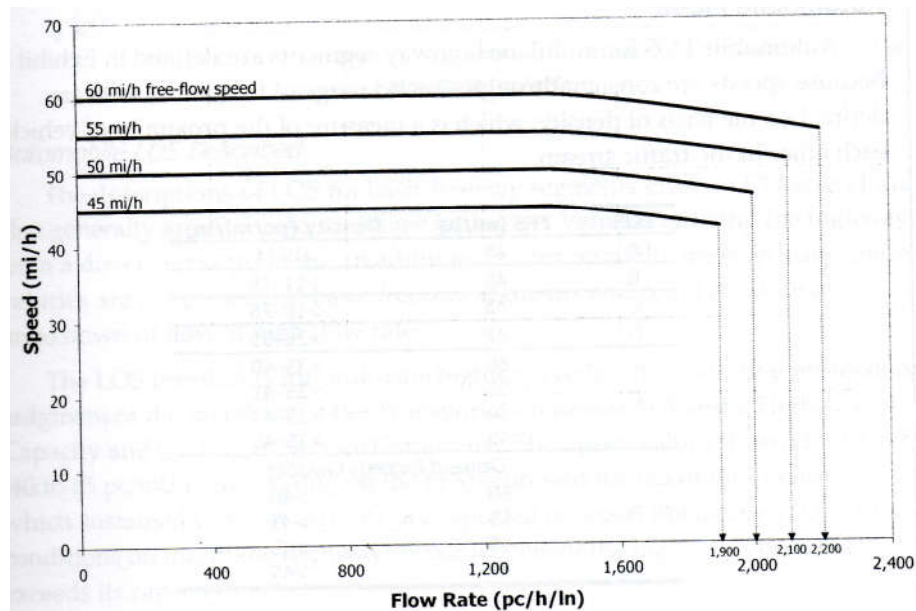
ou $\frac{Q}{C} < \left(\frac{Q}{C}\right)_n^{\max}$ e $\left(\text{tambem } > \left(\frac{Q}{C}\right)_{n-1}^{\max}\right)$

Ver Figura 14-5

(os valores de velocidade e densidade por faixa indicados na Tabela 21-2 são para condições básicas, com autos apenas, e não são diretamente obtíveis os valores observáveis nas condições efetivas de operação da via real, com tráfego misto).

Podem ser expressos em valores diários, considerando a composição horária e em valores bidirecionais considerando a composição direcional

FIGURA 14-2. Curvas Velocidade-Fluxo e Critérios de Nível de Serviço – HCM/2010



Obs.: Máximas densidades para NS E (razão volume-capacidade igual a 1,0) são 40, 41, 43, 45veq/mi/fx (25, 26, 27 e 28 veq/km/fx) para vias com velocidades básicas de fluxo livre de 60, 55, 50, 45 mi/h (96, 88, 80 e 72 km/h), respectivamente. A capacidade é 2200, 2100, 2000 e 1900 veq/h/fx para vias com velocidades básicas de fluxo livre de 60, 55, 50, 45 mi/h (96, 88, 80 e 72 km/h), respectivamente.

As curvas de velocidade para $\tilde{q}_f > 1400$ veq/h/fx são $\tilde{v} = \tilde{v}_f - \left(a \cdot \left(\frac{\tilde{q}_f - 1400}{b} \right)^{1,31} \right)$

(pode ser expressa como $\tilde{v} = \tilde{v}_f - \beta_v \cdot (\tilde{q}_f - \tilde{q}_b)^{1,31}$ com $\beta_v = \frac{a}{b^{1,31}}$)

senão, para $\tilde{q}_f \leq 1400$ veq/h/fx, $\tilde{v} = \tilde{v}_f$.

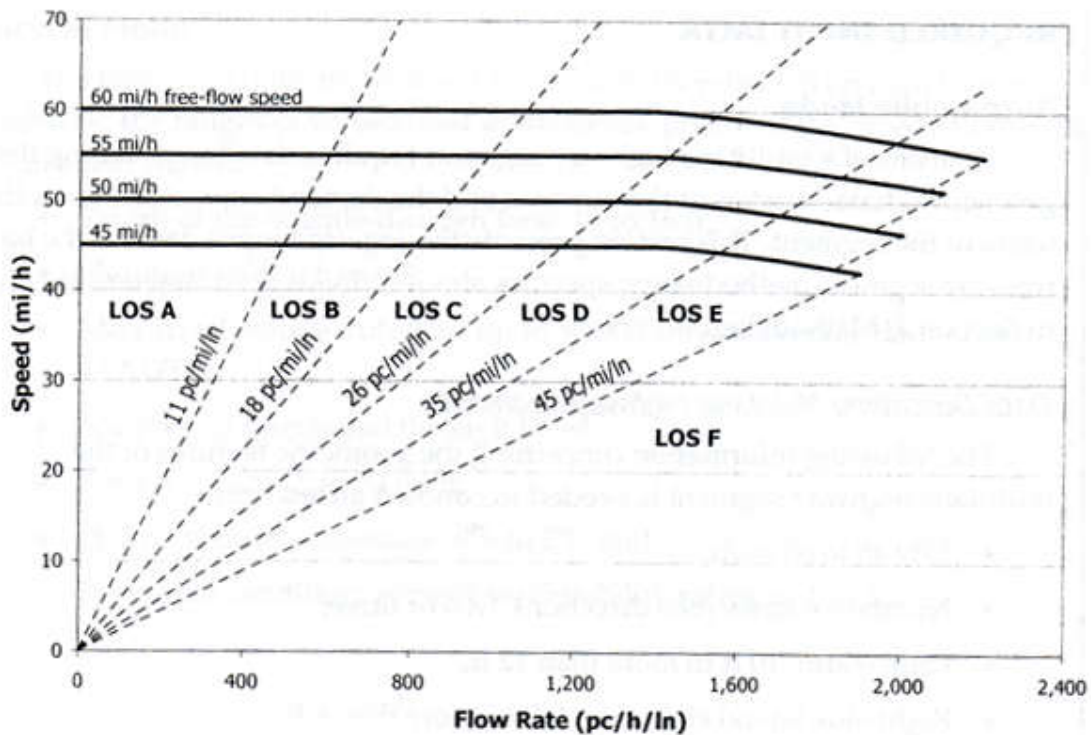
\tilde{v}_{FL}	60mi/h (96km/h)	55mi/h (88km/h)	50mi/h (80km/h)	45mi/h (72km/h)
\tilde{q}_b (veq/h/fx)	1400	1400	1400	1400
\tilde{c}_f (veq/h/fx)	2200	2100	2000	1900
β_v (mi/h)	0,0007869 (a=5,00; b=800)	0,0007086 (a=3,78; b=700)	0,0008007 (a=3,49; b=600)	0,0008098 (a=2,78; b=500)
β_v (km/h)	0,0012606 (a=8,01; b=800)	0,0011352 (a=6,06; b=700)	0,0012827 (a=5,59; b=600)	0,0012973 (a=4,45; b=500)
\tilde{K}_c	40veq/mi/fx (25veq/kmfx)	41veq/mi/fx (26veq/kmfx)	43veq/mi/fx (27veq/kmfx)	45veq/mi/fx (28veq/kmfx)

TABELA 14-4. Nível de Serviço para Segmentos Básicos de Rodovias de Múltiplas Faixas - HCM/2010

NÍVEL DE SERVIÇO	DENSIDADE DE TRÁFEGO (equivalente)
A	0 a 11 vea/mi/fx (7 vea/km.fx)
B	>11 a 18 vea/mi/fx (7 a 11 vea/km.fx)
C	>18 a 26 vea/mi/fx (11 a 16 vea/km.fx)
D	>26 a 35 vea/mi/fx (16 a 22 vea/km.fx)
E	>35 a Kc vea/mi/fx (22 a 28 vea/km.fx)
F	Demanda > Capacidade, Densidade > Kc

Obs.: Densidade que corresponde ao limite de capacidade varia com a velocidade de fluxo livre:
 para VFL=60mi/h (96km/h): 40veq/mi/fx (25 veq/km.fx)
 para VFL=55mi/h (88km/h): 41veq/mi/fx (26 veq/km.fx)
 para VFL=50mi/h (80km/h): 43veq/mi/fx (27 veq/km.fx)
 para VFL=45mi/h (72km/h): 45veq/mi/fx (28 veq/km.fx).

FIGURA 14-5. Níveis de Serviço em Vias de Múltiplas Faixas - HCM/2010



não há recomendação para esboçar a curva para fluxo forçado (critérios usuais: redução de 5% a 15% da capacidade e V_c entre 40 e 60km/h)

TABELA 14-8. Correção Devida a Largura da Faixa em Vias de Múltiplas Faixas - HCM/2010

LARGURA DA FAIXA	REDUÇÃO NA VELOCIDADE FLUXO LIVRE
≥12ft (≥3,6m)	0,0mi/h (0,0km/h)
≥11-12ft (≥3,3-3,6m)	1,9mi/h (3,0km/h)
≥10-11ft (≥3,0-3,3m)	6,6mi/h (10,6km/h)

TABELA 14-9. Correção Devida a Desobstrução Lateral em Vias de Múltiplas Faixas - HCM/2010

4 FAIXAS (2 por sentido)		6 FAIXAS (3 por sentido)	
DESOBSTRUÇÃO LATERAL TOTAL*	REDUÇÃO NA VELOCIDADE FLUXO LIVRE	DESOBSTRUÇÃO LATERAL TOTAL*	REDUÇÃO NA VELOCIDADE FLUXO LIVRE
12ft (3,6m)	0,0mi/h (0,0km/h)	12ft (3,6m)	0,0mi/h (0,0km/h)
10ft (3,0m)	0,4mi/h (0,6km/h)	10ft (3,0m)	0,4mi/h (0,6km/h)
8ft (2,4m)	0,9mi/h (1,5km/h)	8ft (2,4m)	0,9mi/h (1,5km/h)
6ft (1,8m)	1,3mi/h (2,1km/h)	6ft (1,8m)	1,3mi/h (2,1km/h)
4ft (1,2m)	1,8mi/h (3,0km/h)	4ft (1,2m)	1,7mi/h (2,7km/h)
2ft (0,6m)	3,6mi/h (5,8km/h)	2ft (0,6m)	2,8mi/h (4,5km/h)
0ft (0,0m)	5,4mi/h (8,7km/h)	0ft (0,0m)	3,9mi/h (6,3km/h)

* Obstrução lateral total é uma soma das desobstruções laterais no canteiro (se maior que 1,8 m, usar 1,8 m) e acostamento (se maior que 1,8 m, usar 1,8 m; sem canteiro central, usar 1,80m à esquerda). Portanto, para fim de análise, a desobstrução lateral total não pode exceder 3,6 m. Guia de altura usual não constitui obstrução lateral. Obstruções usuais à esquerda (barreiras), se a menos de 2ft (0,60m) exigem julgamento específico.

TABELA 14-10. Correção Devida a Divisão de Pistas em Vias de Múltiplas Faixas - HCM/2010

DIVISÃO DE PISTAS	REDUÇÃO NA VELOCIDADE FLUXO LIVRE
Rodovias não divididas	1,6mi/h (2,6km/h)
Rodovias divididas (incluindo TWLTLs)	0,0mi/h (0,0km/h)

TWLTLs: Faixa de acomodação de conversão à esquerda nos dois sentidos (não utilizada pelo tráfego direto) no centro da via.

TABELA 14-11. Correção Devida Ambiente/Densidade de Pontos de Acessos em Vias de Múltiplas Faixas - HCM/2010

DENSIDADE DE PONTOS DE ACESSO	REDUÇÃO NA VELOCIDADE FLUXO LIVRE
0/mi (0/km)	0,0mi/h (0,0km/h)
10/mi (6/km)	2,5mi/h (4,0km/h)
20/mi (12/km)	5,0mi/h (8,0km/h)
30/mi (18/km)	7,5mi/h (12,0km/h)
≥ 40/mi (≥24/km)	10,0mi/h (16,0km/h)

Obs.: rural 8/mi (5/km); suburbano 16/mi (10/km) baixa, 25/mi (16/km) alta densidade.

⇒ **Fator Equivalente para VP:** critérios semelhantes ao HCM85, 97 e 2000 mas com valores revisados do HCM2000 (reduzidos, critério de densidade) (não menciona relação peso/potência mas fatores são iguais a vias expressas e recomenda usar em rampas compostas o mesmo Apêndice 11.A) efeito decorrente da maior dimensão e da menor velocidade dos VP ⇒ função do greide (aclive ou declive) e da porcentagem de VP

Trechos específicos: ⇒ $i > 3\%$ e $L > 0,5\text{km}$
ou $i < 3\%$ mas $L > 1,0\text{km}$
(respectivamente 0,8 km e 1,6 km para análise de trecho isolado)

equivalente função: da relação peso/potência típica
($e_A = 1$, sempre) da rampa i (aclive ou declive)
da extensão L do trecho

trechos simples: valores tabelados para rampa ascendente
descendente: valores tabelados para veículos pesados
(para veículos recreacionais declive=terreno nivelado)

(Ver Tabela 14-13,14,15)

trechos compostos: perda de velocidade ⇒ rampa equivalente
(mesma do HCM/85 para 200 lb/hp, **ver Figura I.3-2**)
(para $L < 1,2\text{km}$ e $i < 4\%$ pode-se usar a rampa média ponderada)

⇒ é sempre possível fazer a análise com a perda de velocidade medida, obtendo uma rampa equivalente em aclive simples

Trechos genéricos: ⇒ trechos extensos (ou rampas pequenas)

equivalente função do tipo de terreno: nivelado
($e_A = 1$, sempre), ondulado, montanhoso

(Ver Tabela 14-12)

TABELA 14-12. Fator Equivalente para Segmento Genérico por Tipo de Terreno em Vias de Múltiplas Faixas - HCM/2010

FATOR	TIPO DE TERRENO		
	Nivelado	Ondulado	Montanhoso
e_c para caminhões e ônibus	1.5	2.5	4.5
e_R veículos recreacionais	1.2	2.0	4.0

TABELA 14-13. Fator Equivalente para Caminhões e Ônibus em Aclives Específicos em Vias de Múltiplas Faixas - HCM/2010

aclive de rampa (%)	comprimento	e_c *								
		2	4	5	6	8	10	15	20	25
Porcentagem de caminhões e ônibus		2	4	5	6	8	10	15	20	25
≤2	Todos	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5
>2 – 3	0,00-0,25mi (0 - 0,4km)	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5
	>0,25–0,50mi (0,4 -	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5
	>0,50-0,75mi (0,8 - 1,2km)	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5
	>0,75-1,00mi (1,2 - 1,6km)	2.0	2.0	2.0	2.0	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5
	>1,00-1,50mi (1,6 - 2,4km)	2.5	2.5	2.5	2.5	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0
	>1,50mi (>2,4km)	3.0	3.0	2.5	2.5	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0
>3 – 4	0,00-0,25mi (0 - 0,4km)	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5
	>0,25–0,50mi (0,4 -	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	1.5	1.5	1.5
	>0,50-0,75mi (0,8 - 1,2km)	2.5	2.5	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0
	>0,75-1,00mi (1,2 - 1,6km)	3.0	3.0	2.5	2.5	2.5	2.5	2.0	2.0	2.0
	>1,00-1,50mi (1,6 - 2,4km)	3.5	3.5	3.0	3.0	3.0	3.0	2.5	2.5	2.5
	>1,50mi (>2,4km)	4.0	3.5	3.0	3.0	3.0	3.0	2.5	2.5	2.5
>4 – 5	0,00-0,25mi (0 - 0,4km)	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5
	>0,25–0,50mi (0,4 -	3.0	2.5	2.5	2.5	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0
	>0,50-0,75mi (0,8 - 1,2km)	3.5	3.0	3.0	3.0	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5
	>0,75-1,00mi (1,2 - 1,6km)	4.0	3.5	3.5	3.5	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0
	>1,00mi (>1,6km)	5.0	4.0	4.0	4.0	3.5	3.5	3.0	3.0	3.0
>5 – 6	0,00-0,25mi (0 - 0,4km)	2.0	2.0	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5
	>0,25-0,30mi (0,4 –	4.0	3.0	2.5	2.5	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0
	>0,30-0,50mi (0,5 –	4.5	4.0	3.5	3.0	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5
	>0,50-0,75mi (0,8 –	5.0	4.5	4.0	3.5	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0
	>0,75-1,00mi (1,2 –	5.5	5.0	4.5	4.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0
	>1,00mi (>1,6km)	6.0	5.0	5.0	4.5	3.5	3.5	3.5	3.5	3.5
>6	0,00-0,25mi (0 - 0,4km)	4.0	3.0	2.5	2.5	2.5	2.5	2.0	2.0	2.0
	>0,25-0,30mi (0,4 –	4.5	4.0	3.5	3.5	3.5	3.0	2.5	2.5	2.5
	>0,30-0,50mi (0,5 –	5.0	4.5	4.0	4.0	3.5	3.0	2.5	2.5	2.5
	>0,50-0,75mi (0,8 –	5.5	5.0	4.5	4.5	4.0	3.5	3.0	3.0	3.0
	>0,75-1,00mi (1,2 –	6.0	5.5	5.0	5.0	4.5	4.0	3.5	3.5	3.5
	>1,00mi (>1,6km)	7.0	6.0	5.5	5.5	5.0	4.5	4.0	4.0	4.0

Obs: Recomendada interpolação na porcentagem de caminhões e ônibus arredondada para 0,1 mais próximo.

TABELA 14-14. Fator Equivalente para Veículos Recreacionais em Aclives Específicos em Vias de Múltiplas Faixas - HCM/2010

aclive de rampa (%)	comprimento	e_R *								
		porcentagem de caminhões e ônibus								
		2	4	5	6	8	10	15	20	25
≤ 2	Todos	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2
>2 – 3	0,00-0,50mi(0 - 0,8km)	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2
	>0,50mi(>0,8km)	3.0	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.2	1.2	1.2
>3 – 4	0,00-0,25mi(0 - 0,4km)	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2
	>0,25-0,50mi(0,4 - 0,8km)	2.5	2.5	2.0	2.0	2.0	2.0	1.5	1.5	1.5
	>0,50mi(>0,8km)	3.0	2.5	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	1.5	1.5
>4 – 5	0,00-0,25mi(0 - 0,4km)	2.5	2.0	2.0	2.0	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5
	>0,25-0,50mi(0,4 - 0,8km)	4.0	3.0	3.0	3.0	2.5	2.5	2.0	2.0	2.0
	>0,50mi(>0,8km)	4.5	3.5	3.0	3.0	3.0	2.5	2.5	2.0	2.0
>5	0,00-0,25mi(0 - 0,4km)	4.0	3.0	2.5	2.5	2.5	2.0	2.0	2.0	1.5
	>0,25-0,50mi(0,4 - 0,8km)	6.0	4.0	3.5	3.5	3.0	3.0	2.5	2.5	2.0
	>0,50mi(>0,8km)	6.0	4.5	4.0	4.0	3.5	3.0	3.0	2.5	2.0

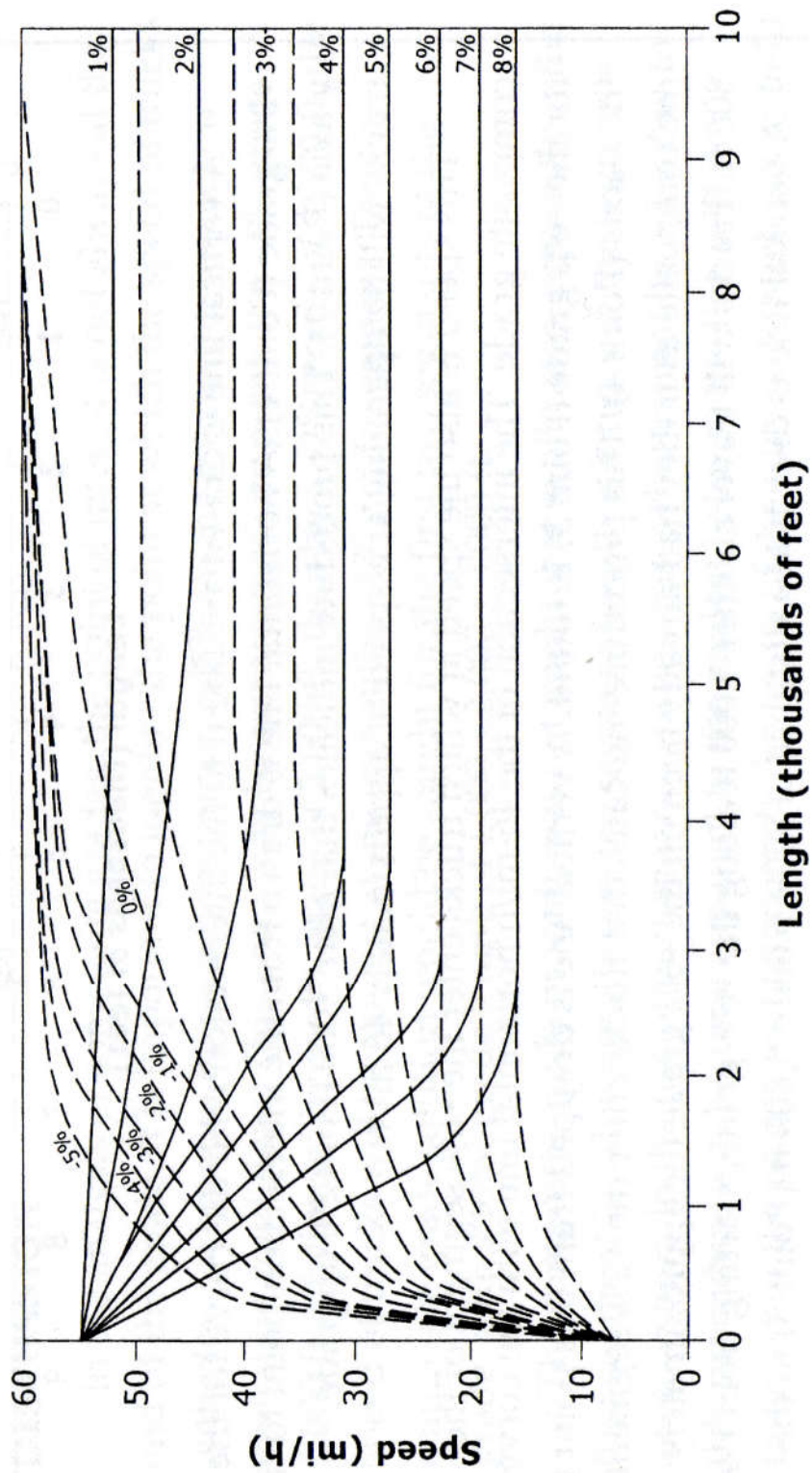
Obs: Recomendada interpolação na porcentagem de caminhões e ônibus arredondada para 0,1 mais próximo.

TABELA 14-15. Fator Equivalente para Caminhões em Declives Específicos em Vias de Múltiplas Faixas - HCM/2010

Descida (%)	comprimento	e_C *			
		Porcentagem de caminhões			
		5	10	15	20
<4	Todos	1.5	1.5	1.5	1.5
4 – 5	≤ 4 mi($\leq 6,4$ km)	1.5	1.5	1.5	1.5
	> 4 mi($> 6,4$ km)	2.0	2.0	2.0	1.5
>5 - 6	≤ 4 mi($\leq 6,4$ km)	1.5	1.5	1.5	1.5
	> 4 mi($> 6,4$ km)	5.5	4.0	4.0	3.0
>6	≤ 4 mi($\leq 6,4$ km)	1.5	1.5	1.5	1.5
	> 4 mi($> 6,4$ km)	7.5	6.0	5.5	4.5

* Para veículos recreacionais, usar sempre valor para terreno nivelado (1,2).

Figura 11-A1. Curvas de Desempenho para Caminhão de 200 lb/hp (120kg/kw)



Procedimento para Avaliar Uso das Rodovias pelos Ciclistas: com ajustes

⇒ **Qualidade de serviço para os ciclistas:** mesma elemento mas avaliação distinta ...

- tendência de adotar uma visão multimodal (e promover sustentabilidade)
 - critério de qualidade de serviço (não nível de serviço) avaliado pelo usuário
- recomendado também para outras rodovias comuns: uso do acostamento ou faixa direita

⇒ **Estimativa do índice de qualidade percebido pelos ciclistas (BLOS):**

$$BLOS = \beta_0 + \beta_Q \cdot F_Q + \beta_{SH} \cdot F_S \cdot F_H + \beta_P \cdot F_P - \beta_W \cdot F_W$$

onde $\beta_0 = 0,057$ (intercepto),

$\beta_Q = 0,507$ (efeito do tráfego na faixa externa)

$$\text{com } F_Q = \ln[q^o] \text{ e } q^o = \frac{VH^d}{FPH^d \cdot N} \text{ (em v/h na faixa direita)}$$

$\beta_{SH} = 0,1999$ (efeito do limite de velocidade e veículos pesados)

$$\text{com } F_S = 1,1199 \cdot \ln \left[\frac{S_L - 32 \text{ km/h}}{1,6} \right] + 0,8103, \text{ limite de velocidade: } S_L \text{ em km/h}$$

e $F_H = (1 + 0,1038 \cdot \%HV)^2$, veículos pesados em porcentagem: %HV
(se fluxo total Q até 200v/h então %HV deve ser limitado a 50%)

$\beta_P = 7,066$ (efeito da qualidade do pavimento) com $F_P = \left(\frac{1}{P} \right)^2$

P: condição do pavimento na escala do U.S.HPMS (0=péssimo a 5=ótimo)

$\beta_W = 0,005$ (efeito da largura de faixa efetiva) com $F_W = (3,28 \cdot W_e)^2$, W_e em metro

com $W_e = W_v + L_A - 0,03 \cdot \%OP$ se o acostamento tem $L_A \geq 2,4\text{m}(8\text{ft})$

? $W_e = W_v + L_A - 0,02 \cdot \%OP \cdot (L_A + 0,6\text{m})$ se $1,2\text{m}(4\text{ft}) \leq L_A < 2,4\text{m}(8\text{ft})$

? $W_e = W_v + 0,01 \cdot \%OP \cdot (L_A + 0,6\text{m})$ se o acostamento tem $L_A < 1,2\text{m}(4\text{ft})$

onde %OP é a porcentagem da extensão ocupada por estacionamento

e $W_v = L_o + L_A$ se fluxo total Q até 160v/h ou $W_v = (L_o + L_A)(2 - 0,005 \cdot Q)$

em caso contrário (L_o é a largura faixa externa, à direita)

(índice estimado por regressão linear, a partir de notas atribuídas por usuários/ciclistas)

⇒ **Nível de serviço para os ciclistas:** também definido, em função da qualidade de serviço

TABELA 15-4. Nível de Serviço para Bicicletas em Rodovias de Pista Simples - HCM/2010
(também adotado em Rodovias de Múltiplas Faixas)

NÍVEL DE SERVIÇO	ÍNDICE DE QUALIDADE (BLOS)
A	≤1,5
B	>1,5 a 2,5
C	>2,5 a 3,5
D	>3,5 a 4,5
E	>4,5 a 5,5
F	>5,5

Comentários sobre as Revisões do U.S.HCM/2010

⇒ deficiência comuns aos procedimentos anteriores:

- . não analisa situações de sobre-demanda ($Q > C$) e aleatoriedade
- . não analisa distribuição dos fluxos por faixa (leves e pesados)
- . não diferencia a operação para leves e pesados (particularmente V)
- . estimativa dos fatores equivalentes:

admite que os automóveis não são afetados pelo perfil da via
não avalia perda de velocidade adicional provocada pelos pesados

admite que efeito dos pesados não varia com nível de fluxo ($x = \frac{q}{C}$)

não avalia perda de velocidade dos pesados com congestionamento

⇒ os procedimentos atuais são teoricamente mais adequados que do HCM/85

- . curvas básicas de desempenho próprias do segmento (100% autos) !
- . pode avaliar velocidade média real (sem diferenciar autos e pesados)
- . ainda ignora muitos fatores que afetam a velocidade de fluxo livre
- . admite que a velocidade de fluxo livre caracteriza totalmente a capacidade !

⇒ o procedimento para vias expressas:

- . não considera outros fatores geométricos (como perfil vertical e horizontal)
- . adota relação peso/potência típica de 125-150 lb/hp (curvas para 200lb/hp)

⇒ o procedimento para rodovias de múltiplas faixas:

- . não considera efeito do no.faixas e geometria na velocidade de fluxo livre
- . parece adotar mesma relação peso/potência típica e curvas de desempenho

⇒ revisão dos valores de capacidade básica é admissível !

⇒ revisão dos fatores equivalentes tem de ser validada !

- . (melhoria da relação peso/potência é menor no Brasil)
- . deveria usar fatores equivalente distintos para fluxo e densidade.

VER EXERCÍCIO REVISÃO EXPRESSAS

VER EXERCÍCIO REVISÃO RODOVIAS

⇒ previsão da qualidade de serviço para ciclistas promove a visão multimodal !

- . no entanto, modelos empíricos e métodos de calibração são ainda incipientes
- . versão original do HCM2010 tem ajustes não justificados e diversos erros a corrigir ...