

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 $q < 1400 \text{v/h}$
(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:

$$\cong V_L + 5 \text{ mi/h (8km/h) } \text{ p/V}_L = 50 \text{ mi/h ou mais}$$

$$V_L + 7 \text{ mi/h (11km/h) } \text{ p/V}_L \text{ abaixo de } 50 \text{ mi/h (80k m/h)}$$
 (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

$\tilde{C}_r = \tilde{c}_f \cdot N$, onde N = nº de faixas do sentido e $\tilde{c}_f = f(\tilde{V}_{FL})$ (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:

fluxo: $\tilde{q}_f = \frac{VH}{N \cdot FHP \cdot f_{VP} \cdot f_P}$ 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 (ativo ou declive ...)

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

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

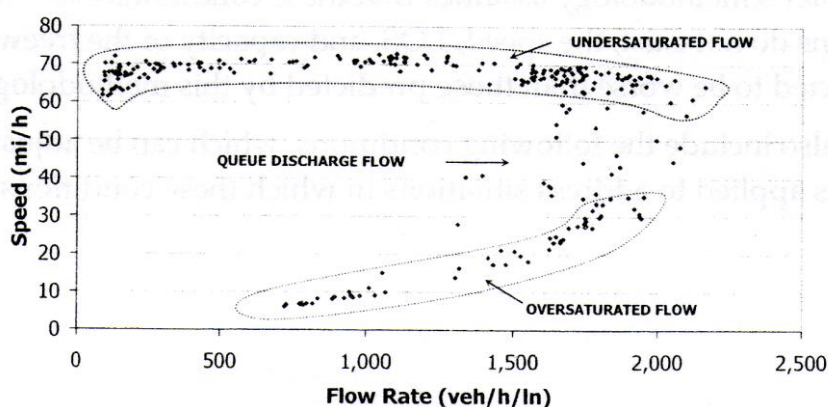
NS_n é o nível de serviço que vigora para $K \leq K_n$ ($> K_{n-1}$)

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

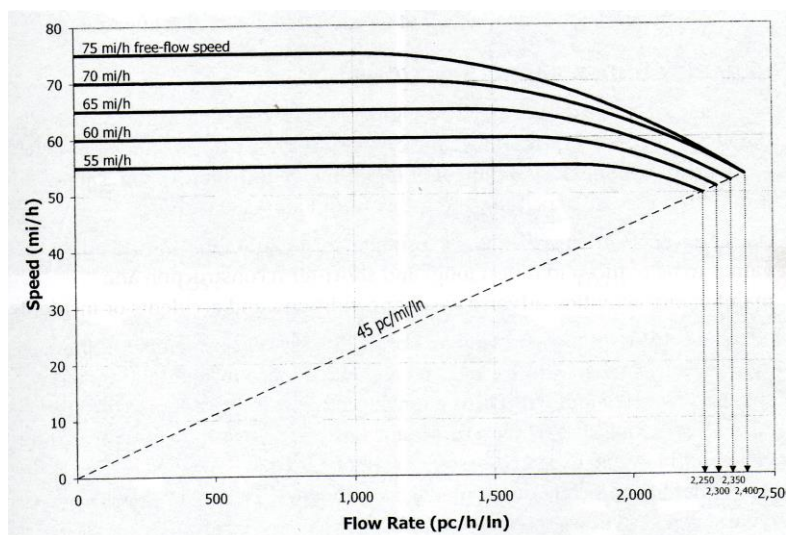
Ver Figura 11-6

(os valores de velocidade e densidade por faixa indicados na Tabela 23.2 são para condições básicas, com autos apenas, e não são diretamente obteníveis 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 $55 \leq V_f \leq 75 \text{ mi/h}$ ($88 \leq V_f \leq 120 \text{ km/h}$)

- 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, $\bar{V} = \tilde{V}_f$ 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)

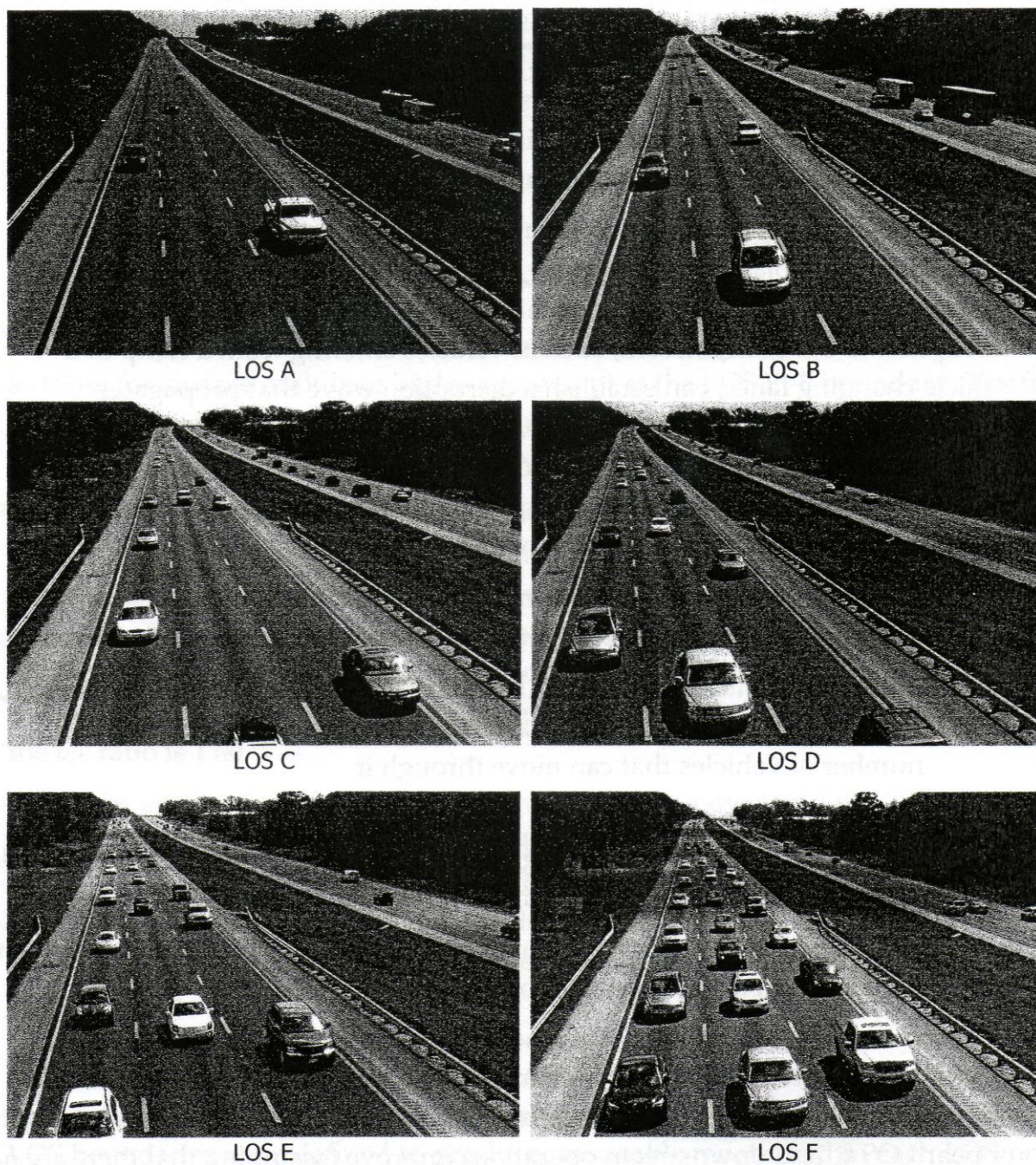
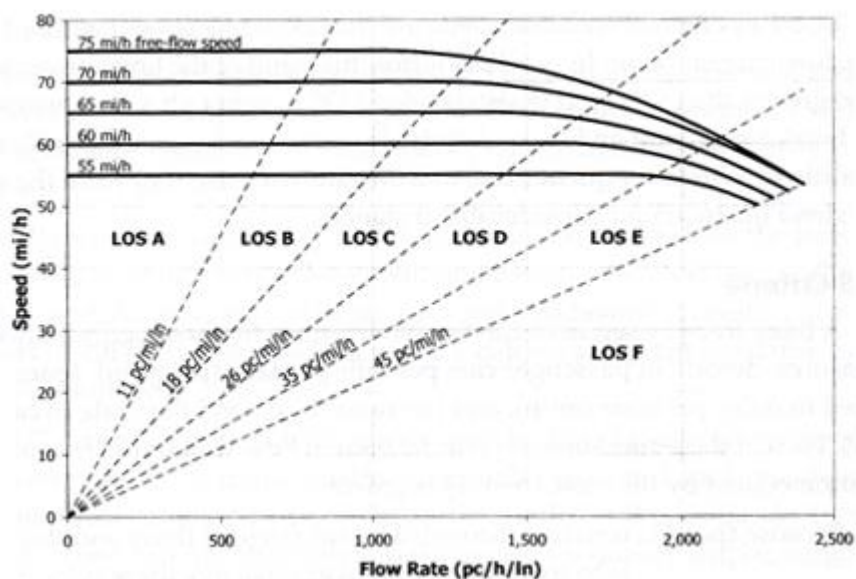
Figura 11-4.Exemplos de Nível de Serviço para Segmentos Básicos de Vias Expressas - HCM/2010

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 60 km/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_r 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
>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 Específico de Vias Expressas - HCM/2010**

Active 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(,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

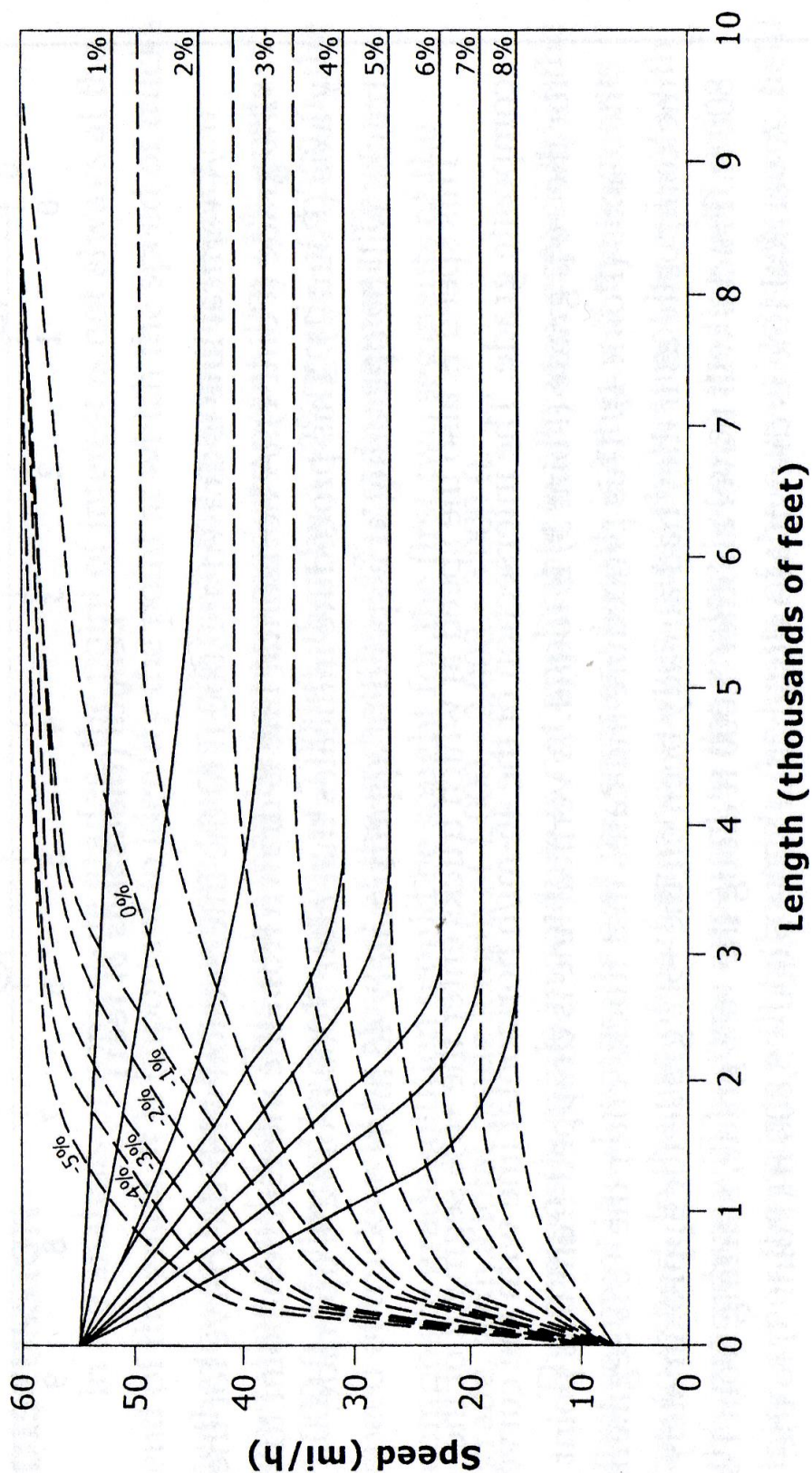
Obs: Recomenda interpolação para porcentagens de RVs e arredondamento para 0,1 mais próximo.

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

declive (%)	Comprimento	e_c			
porcentagem de caminhões		5	10	15	20
<4	Todos	1.5*	1.5*	1.5*	1.5*
4 – 5	$\leq 4mi(\leq 6,4km)$	1.5*	1.5*	1.5*	1.5*
	$> 4mi(> 6,4km)$	2.0	2.0	2.0	1.5
>5 – 6	$\leq 4mi(\leq 6,4km)$	1.5*	1.5*	1.5*	1.5*
	$> 4mi(> 6,4km)$	5.5	4.0	4.0	3.0
>6	$\leq 4mi(\leq 6,4km)$	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 !

$\tilde{C}_r = \tilde{c}_f \cdot N$, onde $N =$ nº de faixas do sentido e $\tilde{c}_f = f(\tilde{V}_{FL})$ (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:

fluxo: $\tilde{q} = \frac{VH}{N \cdot FHP \cdot f_{VP} \cdot f_p}$ 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
active ou decline ...

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/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: 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: $\tilde{V}S_{np}^{\max} = \left(\frac{Q}{C}\right)_n^{\max} \cdot \tilde{C}_p \cdot FHP$ (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

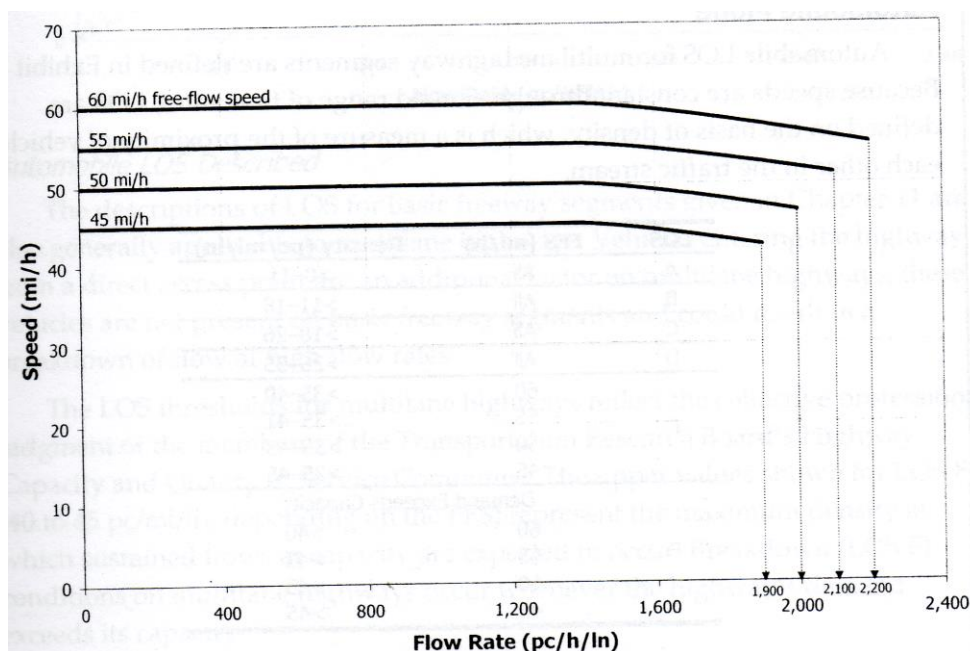
NS_n é o nível de serviço que vigora para $K \leq K_n$ ($> K_{n-1}$)

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

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 obteníveis 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 $\tilde{q}_f > 1400 \text{veq/h/fx}$ são $\tilde{V} = \tilde{V}_f - \left(a \left(\frac{\tilde{q}_f - 1400}{b} \right)^{1,31} \right)$

(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 $\tilde{q}_f \leq 1400 \text{veq/h/fx}$, $\tilde{V} = \tilde{V}_f$.

$\tilde{V}_{FL}$	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 veq/mi/fx (7 veq/km.fx)
B	>11 a 18 veq/mi/fx (7 a 11 veq/km.fx)
C	>18 a 26 veq/mi/fx (11 a 16 veq/km.fx)
D	>26 a 35 veq/mi/fx (16 a 22 veq/km.fx)
E	>35 a Kc veq/mi/fx (22 a 28 veq/km.fx)
F	Demanda > Capacidade, Densidade > Kc

Obs.: Densidade que corresponde ao limite de capacidade varia com a velocidade de fluxo livre:

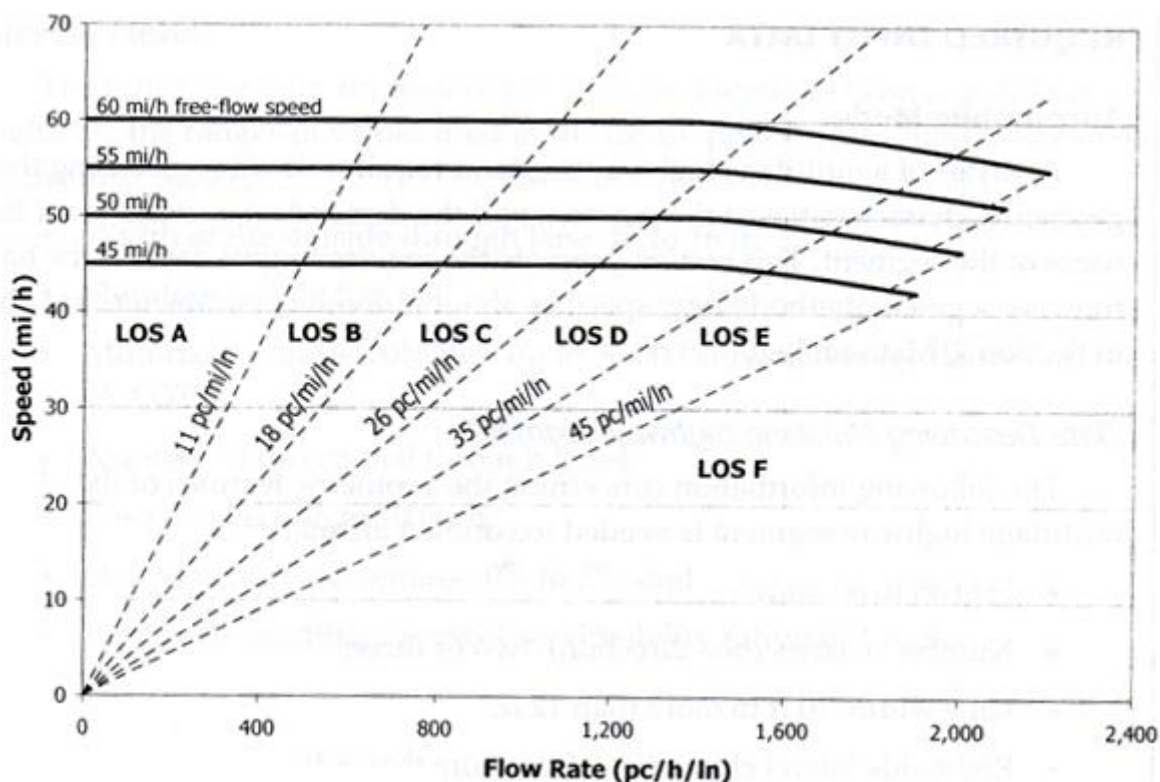
para VFL=60mi/h (96km/h): 40veq/mi/fx (25 veq/km.fx)

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 (aative 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 (aative 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 aative 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 *								
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

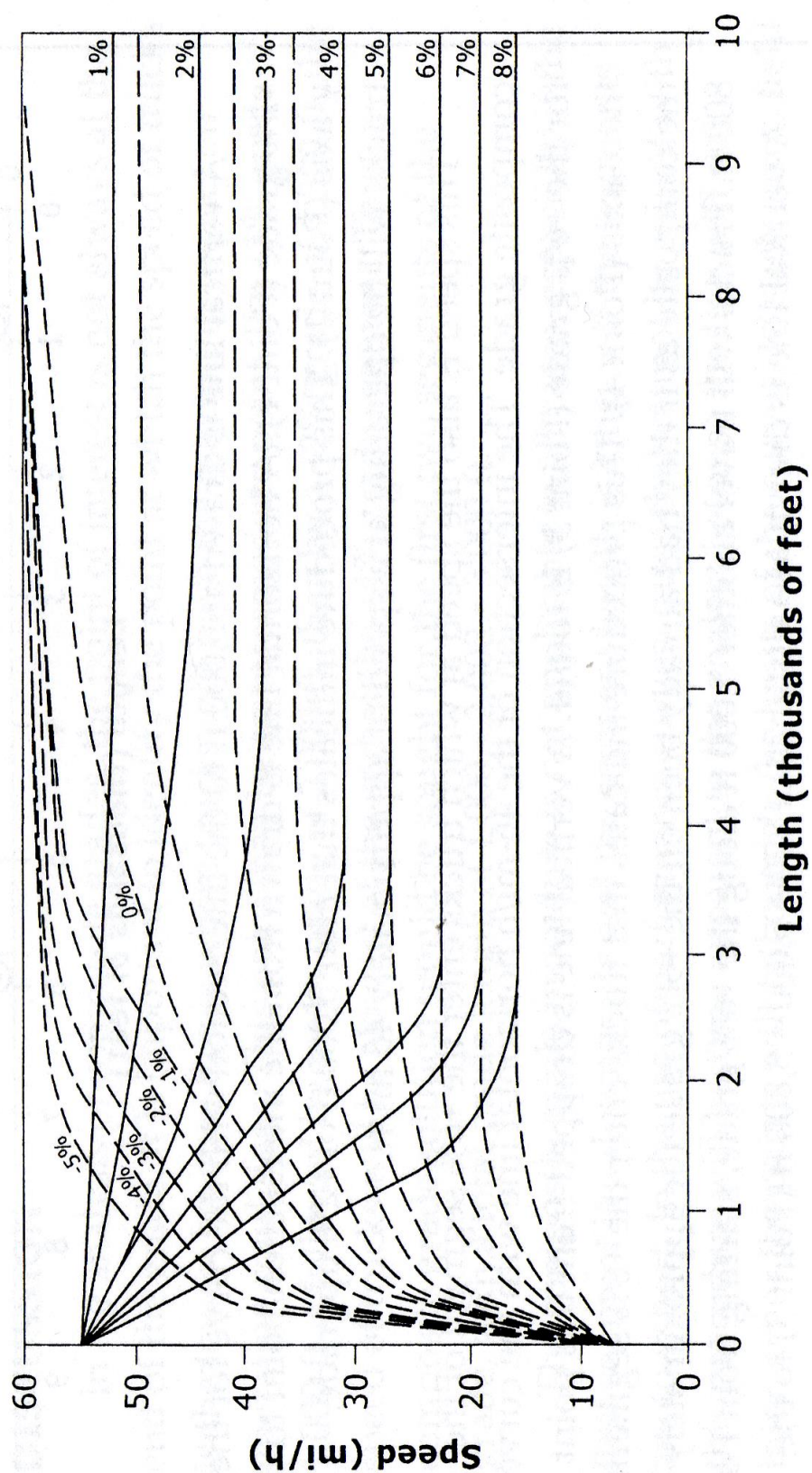
Obs: Recomendada interpolação na porcentagem de caminhões e ônibus arredondada para 0,1 mais próximo.

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	≤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, 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)

com $F_Q = \ln[q^0]$ e $q^0 = \frac{VH^d}{FPH^d \cdot N}$ (em v/h na faixa direita)

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

com $F_S = 1,1199 \cdot \ln \left[\frac{S_L - 32 \text{ km/h}}{1,6} \right] + 0,8103$, limite de velocidade: S_L 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 $L_A \geq 2,4 \text{ m (8ft)}$

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

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

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 $W_v = (L_O + L_A) \cdot (2 - 0,005 \cdot Q)$

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	$\leq 1,5$
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 ...