

Procedimento do U.S.HCM/97

- ⇒ procedimentos novos para rodovias e vias expressas !
(métodos detalhados/operacionais e simplificados/de planejamento)
- ⇒ 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)
- ⇒ dois conceitos distintos de velocidade de fluxo livre:
 - procedimento para vias expressas (urbanas/rurais):
autos, desimpedidos, pode ser medida para $q < 1300v/h$
 - procedimento para rodovias de múltiplas faixas:
autos, desimpedidos ou não, pode ser medida para $q < 1200v/h$
- ⇒ recomendação: usar velocidade de fluxo livre medida !
(em ambos os casos)
- ⇒ estimativa indireta da velocidade de fluxo livre
 - critério recomendado para rodovias de múltiplas faixas:
 - $\cong V_{85} - 1 \text{ mph} \quad p / V_{85} < 40\text{mph}$
 - $V_{85} - 3\text{mph} \quad p / 40\text{mph} < V_{85} < 60\text{mph}$
 - (V_{85} é a velocidade do percentil 85%)
 - não há critério recomendado para vias expressa

Revisão para Segmentos de Vias Expressas:

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

$$\tilde{C}_r = \tilde{c}_f \cdot N, \text{ onde } N = n^o \text{ de faixas do sentido e } \tilde{c}_f = f(\tilde{V}_{FL}) \text{ (ver Figura 3-4)}$$

\tilde{V}_{FL} (km/h)	120	110	100	90
\tilde{c}_f (veq/h/fx)	2400	2350	2300	2250

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

estimado por $\tilde{V}_{FL} = \tilde{V}_{FL0} - F_{LV} - F_{OL} - F_N - F_{DI}$ (para autos)

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

recomendado valor de 120 km/h (75mph) para vias rurais e

de 112 km/h (70 mph) para urbanas, suburbanas e casos especiais

correções devidas à

F_{LV} = largura de faixa (f_{LV} , ver Tabela 3-6),

F_{OL} = (des)obstrução lateral (f_{OL} , ver Tabela 3-7),

F_N = número de faixas (f_N , ver Tabela 3-8) e

F_{DI} = densidade de interconexões (f_{DI} , ver Tabela 3-9).

para obter condições de operação com veículos padrão:

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

f_{VP} = composição de tráfego: veículos pesados
(Ver Tabela 3-2,3,4,5)

f_P = tipo de população, entre 1,0 (para usuários regulares) e 0,85 (segundo 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 declive ...

extensão (teórica) da curva de operação nos regimes saturados

dois regimes: dissipação de fila e fluxo forçado (ver Figura 3-3)

⇒ **Nível de serviço:** não há redução devida ao padrão geométrico da via !
(Ver Tabela 3-1; Figura 3-4)

- A: $\tilde{K} < 10$ vp/mi.fx (6 veq/km.fx)
- B: $\tilde{K} < 16$ vp/mi.fx (10 vp/km.fx)
- C: $\tilde{K} < 24$ vp/mi.fx (15 vp/km.fx)
- D: $\tilde{K} < 32$ vp/mi.fx (20 vp/km.fx)
- E: $\tilde{K} < 45$ vp/mi.fx (28 vp/km.fx), limite da operação não congestionada
- F: operação instável (fluxo forçado)

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

⇒ **Fluxo de serviço:** $X_n^{\max} = \left(\frac{Q}{C}\right)_n^{\max}$ corresponde aos valores de \tilde{K}_n no diagrama fundamental (básico).

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

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

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

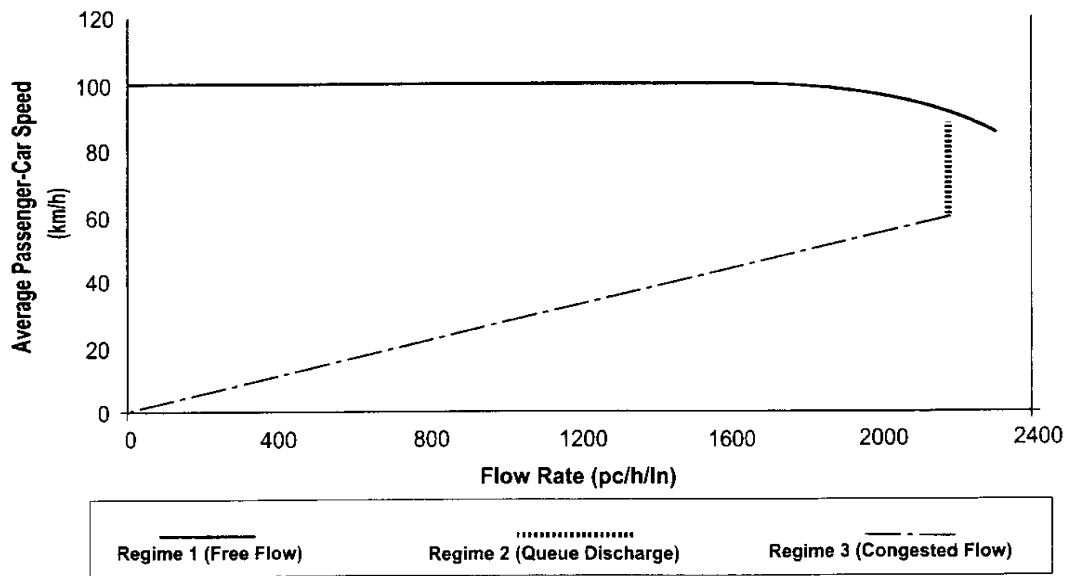
NS_n é o nível de serviço que vigora para $K < K_n$ ($> K_{n-1}$)

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

Ver Tabela 3-1

(os valores de velocidade e densidade por faixa indicados na Tabela 3.1 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).

FIGURA 3-3. DISSIPAÇÃO DE FILA E FLUXO FORÇADO



(fluxo máximo na dissipação de fila: 5% a 10% menor que a capacidade)

FIGURE 3-4. LEVEL OF SERVICE CRITERIA ILLUSTRATED

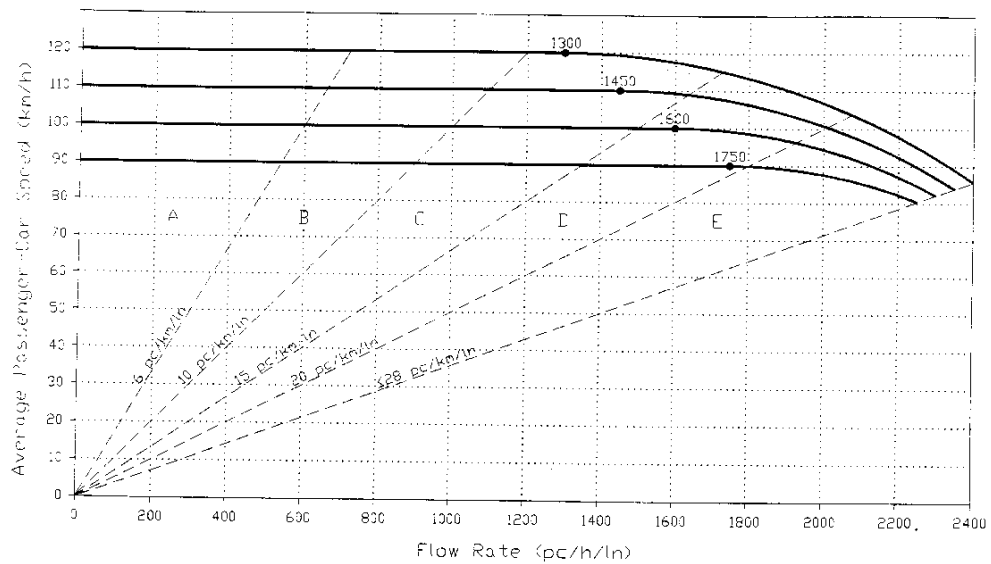


TABELA 3-1. Nível de Serviço para Segmentos Básicos de Vias Expressas - HCM/97

Nível de Serviço	Densidade Máxima (veq/km/fx)	Velocidade Mínima (km/h)	Máximo Fluxo de Serviço (veq/h/fx)	Máxima Razão q/C
Velocidade Fluxo Limite = 120 km/h				
A	6	120	720	0,29
B	10	120	1200	0,47
C	15	115	1725	0,68
D	20	104	2080	0,85
E	28	85,7	2400	1,00
F	>28	<85,7	<2400	<1,00
Velocidade Fluxo Limite = 110 km/h				
A	6	110	660	0,28
B	10	110	1100	0,44
C	15	109	1635	0,66
D	20	101	2020	0,84
E	28	84,0	2350	1,00
F	>28	<84,0	<2350	<1,00
Velocidade Fluxo Limite = 100 km/h				
A	6	100	600	0,26
B	10	100	1000	0,42
C	15	100	1500	0,63
D	20	96	1920	0,81
E	28	82,0	2300	1,00
F	>28	<82,0	<2300	<1,00
Velocidade Fluxo Limite = 90 km/h				
A	6	90	540	0,24
B	10	90	900	0,39
C	15	90	1350	0,59
D	20	90	1800	0,78
E	28	80,4	2250	1,00
F	>28	<80,4	<2250	<1,00

TABELA 3-6. Correção Devida à Largura da Faixa em Vias Expressas - HCM/97

LARGURA DA FAIXA (m)	REDUÇÃO NA VELOCIDADE FLUXO LIVRE (km/h)
3,0	10,6
3,3	3,1
3,6	0,0

TABELA 3-7. Correção Devida à Desobstrução Lateral em Vias Expressas - HCM/97

DESOBSTRUÇÃO LATERAL ACOSTAMENTO DIREITO* (m)	REDUÇÃO NA VELOCIDADE DE FLUXO LIVRE (km/h)		
	NÚMERO DE FAIXAS		
	2/sentido	3/sentido	4/sentido
1,80	0,0	0,0	0,0
1,50	1,0	0,7	0,3
1,20	1,9	1,3	0,7
0,90	2,9	1,9	1,0
0,60	3,9	2,6	1,3
0,30	4,8	3,2	1,6
0,0	5,8	3,9	1,9

* Distância da obstrução lateral ao limite da faixa de rolamento no acostamento da direita apenas (se maior que 1,80 m, usar 1,80 m). Admite-se que obstruções na face junto ao canteiro estão a mais de 0,60 m do limite da faixa de rolamento e, neste caso, podem ser desprezadas. Obstruções no canteiro mais próximas são pouco usuais e devem ser sujeitas a julgamento específico.

TABELA 3-8. Correção Devida ao Número de Faixas em Vias Expressas - HCM/97

NÚMERO DE FAIXAS (por sentido)	REDUÇÃO NA VELOCIDADE FLUXO LIVRE (km/h)
5	0,0
4	2,4
3	4,8
2	7,3

TABELA 3-9. Correção Devida à Densidade de Interconexões em Vias Expressas HCM/97

INTERCONEXÕES/QUILÔMETRO	REDUÇÃO NA VELOCIDADE FLUXO LIVRE (km/h)
0,3	0,0
0,5	2,1
0,6	2,5
0,8	6,0
0,9	8,1
1,1	10,2
1,2	12,1

Obs.: São consideradas apenas interconexões com pelo menos uma ligação de acesso, percebidas pelos usuários.

⇒ **Fator Equivalente para VP:** critérios semelhantes ao HCM/85
relação peso/potência típica: 125-150 lb/hp

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

Trechos específicos: ⇒ $i > 3\%$ e $L > 0,4\text{km}$ (1/4mi)
ou $i < 3\%$ mas $L > 0,8\text{km}$ (1/2mi)
(para análise combinada ou em trecho isolado)

equivalente função: da relação peso/potência típica
($e_A = 1$, sempre) da rampa i (active 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 3-3,4,5)

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 active simples

Trechos genéricos: ⇒ trechos extensos (ou rampas pequenas)

equivalente função do tipo de terreno: nivelado
($e_A = 1$, sempre) ondulado,
montanhoso
(Ver Tabela 3-2)

TABELA 3-2. Fator Equivalente Genérico para Segmentos de Vias Expressas - HCM/97

FATOR	TIPO DE TERRENO		
	Nivelado	Ondulado	Montanhoso
e_c para caminhões e ônibus	1.5	3.0	6.0
E_r veículos recreacionais	1.2	2.0	4.0

TABELA 3-3. Fator Equivalente para Específico para Caminhões e Ônibus em Active de Vias Expressas - HCM/97

aclive de rampa (%)	comprimento (km)	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	0 - 0,4	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5
	0,4 - 0,8	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5
	0,8 - 1,2	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5
	1,2 - 1,6	2.5	2.0	2.0	2.0	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5
	1,6 - 2,4	4.0	3.0	3.0	3.0	2.5	2.5	2.0	2.0	2.0
	>2,4	4.5	3.5	3.0	3.0	2.5	2.5	2.0	2.0	2.0
3	0 - 0,4	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5
	0,4 - 0,8	3.0	2.5	2.5	2.0	2.0	2.0	2.0	1.5	1.5
	0,8 - 1,2	6.0	4.0	4.0	3.5	3.5	3.0	2.5	2.5	2.0
	1,2 - 1,6	7.5	5.5	5.0	4.5	4.0	4.0	3.5	3.0	3.0
	1,6 - 2,4	8.0	6.0	5.5	5.0	4.5	4.0	4.0	3.5	3.0
	>2,4	8.5	6.0	5.5	5.0	4.5	4.5	4.0	3.5	3.0
4	0 - 0,4	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5
	0,4 - 0,8	5.5	4.0	4.0	3.5	3.0	3.0	3.0	2.5	2.5
	0,8 - 1,2	9.5	7.0	6.5	6.0	5.5	5.0	4.5	4.0	3.5
	1,2 - 1,6	10.5	8.0	7.0	6.5	6.0	5.5	5.0	4.5	4.0
	>1,6	11.0	8.0	7.5	7.0	6.0	6.0	5.0	5.0	4.5
	5	0 - 0,4	2.0	2.0	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5
0,4 - 0,5		6.0	4.5	4.0	4.0	3.5	3.0	3.0	2.5	2.0
0,5 - 0,8		9.0	7.0	6.0	6.0	5.5	5.0	4.5	4.0	3.5
0,8 - 1,2		12.5	9.0	8.5	8.0	7.0	7.0	6.0	6.0	5.0
1,2 - 1,6		13.0	9.5	9.0	8.0	7.5	7.0	6.5	6.0	5.5
>1,6		13.0	9.5	9.0	8.0	7.5	7.0	6.5	6.0	5.5
6	0 - 0,4	4.5	3.5	3.0	3.0	3.0	2.5	2.5	2.0	2.0
	0,4 - 0,5	9.0	6.5	6.0	6.0	5.0	5.0	4.0	3.5	3.0
	0,5 - 0,8	12.5	9.5	8.5	8.0	7.0	6.5	6.0	6.0	5.5
	0,8 - 1,2	15.0	11.0	10.0	9.5	9.0	8.0	8.0	7.5	6.5
	1,2 - 1,6	15.0	11.0	10.0	9.5	9.0	8.5	8.0	7.5	6.5
	>1,6	15.0	11.0	10.0	9.5	9.0	8.5	8.0	7.5	6.5

Obs: Se um comprimento da rampa cai na condição limite, aplica-se a categorias maior; a interpolação deve ser usada para encontrar percentagens equivalentes para rampas intermediárias.

TABELA 3-5. Fator Equivalente Específico para Caminhões e Ônibus em Declive de Vias Expressas - HCM/97

declive (%)	comprimento (km)	e _c			
		5	10	15	20
porcentagem de caminhões		5	10	15	20
<4	todos	1.5*	1.5*	1.5*	1.5*
4	≤6,4	1.5*	1.5*	1.5*	1.5*
	>6,4	2.0	2.0	2.0	1.5
5	≤6,4	1.5*	1.5*	1.5*	1.5*
	>6,4	5.5	4.0	4.0	3.0
≥6	≤6,4	1.5*	1.5*	1.5*	1.5*
	>6,4	7.5	6.0	5.5	4.5

* Valor para terreno nivelado.

TABELA 3-4. Fator Equivalente Específico para Veículos Recreacionais em Aclive de Vias Expressas - HCM/97

aclive de rampa (%)	comprimento (km)	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
3	0 - 0,8	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2
	>0,8	2.0	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.2	1.2	1.2
4	0 - 0,4	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2
	0,4 - 0,8	2.5	2.5	2.0	2.0	2.0	2.0	1.5	1.5	1.5
	>0,8	3.0	2.5	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	1.5	1.5
5	0 - 0,4	2.5	2.0	2.0	2.0	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5
	0,4 - 0,8	4.0	3.0	3.0	3.0	2.5	2.5	2.0	2.0	2.0
	>0,8	4.5	3.5	3.0	3.0	3.0	2.5	2.5	2.0	2.0
6	0 - 0,4	4.0	3.0	2.5	2.5	2.5	2.0	2.0	2.0	1.5
	0,4 - 0,8	6.0	4.0	3.5	3.5	3.0	3.0	2.5	2.5	2.0
	>0,8	6.0	4.5	4.0	4.0	3.5	3.0	3.0	2.5	2.0

Obs: Se um comprimento da rampa cai na condição limite, aplica-se a categorias maior; a interpolação deve ser usada para encontrar porcentagens equivalentes para rampas intermediárias.

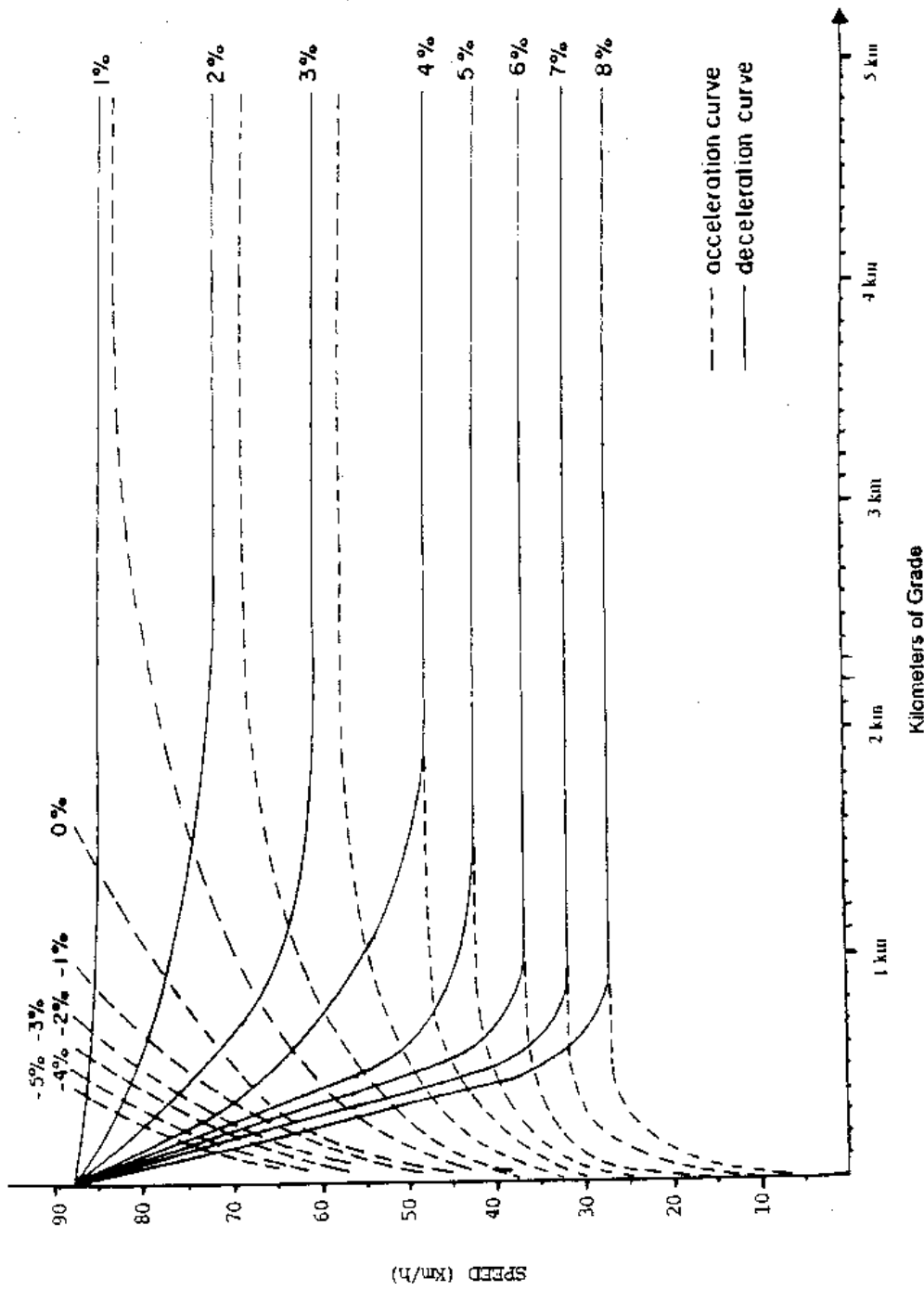


Figure 1.3-2. Performance curves for a standard truck.

Revisão para Rodovias de Múltiplas Faixas:

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

$\tilde{C}_r = \tilde{c}_f \cdot N$, onde $N = n^\circ$ de faixas do sentido e $\tilde{c}_f = f(\tilde{V}_{FL})$ (ver Figura 7-3)

\tilde{V}_{FL} (km/h)	100	90	80	70
\tilde{c}_f (veq/h/fx)	2200	2100	2000	1900

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

onde: \tilde{V}_{FL0} = Velocidade fluxo livre (básica, ideal) para autos (FFS_I)
recomendado o valor de 100 km/h (60 mph)

correções devidas à

F_{LV} = largura de faixa (F_{LV} , ver Tabela 7-3),

F_{OL} = (des)obstrução lateral (F_{LC} , ver Tabela 7-4)

F_A = ambiente/acessos (F_A , ver Tabela 7-5) e

F_D = divisão de pistas (F_M , ver Tabela 7-2).

para condições de operação com veículos padrão:

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

f_{VP} = composição de tráfego: veículos pesados
(Ver Tabela 7-8,9,10)

(pode também ser usado f_P = tipo de população)

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 ...

⇒ **Nível de serviço:** não há redução devida ao padrão geométrico da via !
(Ver Tabela 7-1; Figura 7-3)

- A: $\tilde{K} < 12$ vp/mi.fx (7 veq/km.fx)
- B: $\tilde{K} < 20$ vp/mi.fx (12 vp/km.fx)
- C: $\tilde{K} < 28$ vp/mi.fx (17 vp/km.fx)
- D: $\tilde{K} < 34$ vp/mi.fx (21 vp/km.fx)
- E: limite da operação não congestionada (é função de VFL)
- F: operação instável (fluxo forçado)

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

⇒ **Fluxo de serviço:** $X_n^{\max} = \left(\frac{Q}{C}\right)_n^{\max}$ corresponde aos valores de \tilde{K}_n no diagrama fundamental (básico).

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

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

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

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

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

Ver Tabela 7-1 e Figura 7-3

(os valores de velocidade e densidade por faixa indicados na Tabela 7-1 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).

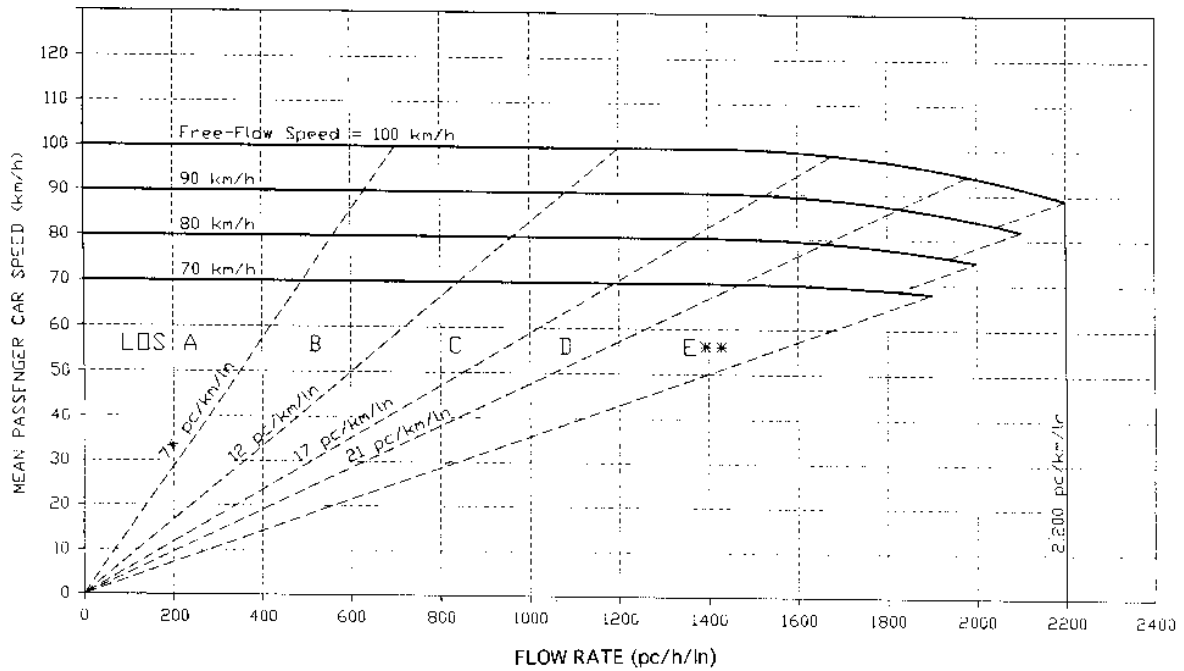


Figure 7-3. Speed-flow curves with LOS criteria. *Maximum density for respective levels of service. **Maximum densities for LOS E occur at volume-to-capacity ratio of 1.0. They are 24.7, 25.6, 26.7, and 28.0 pc/km/ln at free-flow speeds of 100, 90, 80, and 70 km/h, respectively.

TABELA 7-1. Níveis de Serviço em Vias de Múltiplas Faixas - HCM/97

NS	Velocidade de Fluxo Livre															
	100 km/h				90 km/h				80 km/h				70 km/h			
	Máx densidade (veq/km/ln)	Velocidade* (km/h)	Máx q/C	MFS** (veq/h/ln)	Máx densidade (veq/km/ln)	Velocidade* (km/h)	Máx q/C	MFS** (veq/h/ln)	Máx densidade (veq/km/ln)	Velocidade* (km/h)	Máx q/C	MFS** (veq/h/ln)	Máx densidade (veq/km/ln)	Velocidade* (km/h)	Máx q/C	MFS** (veq/h/ln)
A	7	100	0,33	700	7	90	0,31	630	7	80	0,30	560	7	70	0,28	490
B	12	100	0,55	1200	12	90	0,52	1080	12	80	0,50	960	12	70	0,47	840
C	17	98,8	0,77	1680	17	89,7	0,72	1525	17	80	0,70	1360	17	70	0,66	1190
D	21	94,3	0,89	1980	21	87,1	0,86	1830	21	79,0	0,84	1660	21	70	0,79	1470
E	24,7	89,0	1,00	2200	25,6	82,0	1,00	2100	26,7	75,0	1,00	2000	28,0	67,9	1,00	1900

* Velocidade média.** Máximo fluxo de serviço por faixa nas condições ideais.

Obs: A exata relação matemática entre densidade e q/C não é sempre observada nos limites do NS por causa dos valores arredondados. Densidade é o primeiro determinante do NS. NS F é caracterizado por uma grande instabilidade e fluxo de tráfego variável. A previsão acurada do fluxo, densidade e velocidade no NS F é difícil.

TABELA 7-3. Correção Devida a Largura da Faixa em Vias de Múltiplas Faixas - HCM/97

LARGURA DA FAIXA (m)	REDUÇÃO NA VELOCIDADE FLUXO LIVRE (km/h)
3,0	10,6
3,3	3,1
3,6	0,0

TABELA 7-4. Correção Devida a Desobstrução Lateral em Vias de Múltiplas Faixas - HCM/97

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

* Toda obstrução lateral 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). Portanto, para fim de análise, a desobstrução lateral total não pode exceder 3,6 m.

TABELA 7-2. Correção Devida a Divisão de Pistas em Vias de Múltiplas Faixas - HCM/97

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

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

TABELA 7-5. Correção Devida Ambiente/Acessos em Vias de Múltiplas Faixas - HCM/97

PONTOS DE ACESSO POR QUILÔMETRO	REDUÇÃO NA VELOCIDADE FLUXO LIVRE (km/h)
0	0,0
6	4,0
12	8,0
18	12,0
24 ou mais	16,0

TABELA 7-6. Número de Pontos de Acessos por Ambiente de Ocupação Geral - HCM/97

TIPO DE OCUPAÇÃO	PONTOS DE ACESSO POR QUILÔMETRO (EM UM LADO DA RODOVIA)
Rural	0-6
Suburbana - baixa densidade	7-12
Suburbana - alta densidade	13 ou mais

⇒ **Fator Equivalente para VP:** critérios semelhantes ao HCM/85
relação peso/potência típica: 167 lb/hp

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 $L > 0,4\text{km}$ (1/4mi)
ou $i < 3\%$ mas $L > 0,8\text{km}$ (1/2mi)
(até 2.L 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 7-8,9,10)

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 7-7)

TABELA 7-7. Fator Equivalente Genérico por Tipo de Terreno em Vias de Múltiplas Faixas - HCM/97

FATOR	TIPO DE TERRENO		
	Nivelado	Ondulado	Montanhoso
e_C para caminhões e ônibus	1.5	3.0	6.0
e_R veículos recreacionais	1.2	2.0	4.0

TABELA 7-8. Fator Equivalente Específicos para Caminhões e Ônibus em Aclives Uniformes em Vias de Múltiplas Faixas - HCM/97

aclive de rampa (%)	comprimento (km)	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	0 - 0,4	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5
	0,4 - 0,8	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5
	0,8 - 1,2	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5
	1,2 - 1,6	2.5	2.0	2.0	2.0	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5
	1,6 - 2,4	4.0	3.0	3.0	3.0	2.5	2.5	2.0	2.0	2.0
	>2,4	4.5	3.5	3.0	3.0	2.5	2.5	2.0	2.0	2.0
3	0 - 0,4	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5
	0,4 - 0,8	3.0	2.5	2.5	2.0	2.0	2.0	2.0	1.5	1.5
	0,8 - 1,2	6.0	4.0	4.0	3.5	3.5	3.0	2.5	2.5	2.0
	1,2 - 1,6	7.5	5.5	5.0	4.5	4.0	4.0	3.5	3.0	3.0
	1,6 - 2,4	8.0	6.0	5.5	5.0	4.5	4.0	4.0	3.5	3.0
	>2,4	8.5	6.0	5.5	5.0	4.5	4.5	4.0	3.5	3.0
4	0 - 0,4	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5
	0,4 - 0,8	5.5	4.0	4.0	3.5	3.0	3.0	3.0	2.5	2.5
	0,8 - 1,2	9.5	7.0	6.5	6.0	5.5	5.0	4.5	4.0	3.5
	1,2 - 1,6	10.5	8.0	7.0	6.5	6.0	5.5	5.0	4.5	4.0
	>1,6	11.0	8.0	7.5	7.0	6.0	6.0	5.0	5.0	4.5
	5	0 - 0,4	2.0	2.0	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5
0,4 - 0,6		6.0	4.5	4.0	4.0	3.5	3.0	3.0	2.5	2.0
0,6 - 0,8		9.0	7.0	6.0	6.0	5.5	5.0	4.5	4.0	3.5
0,8 - 1,2		12.5	9.0	8.5	8.0	7.0	7.0	6.0	6.0	5.0
1,2 - 1,6		13.0	9.5	9.0	8.0	7.5	7.0	6.5	6.0	5.5
> 1,6		13.0	9.5	9.0	8.0	7.5	7.0	6.5	6.0	5.5
6	0 - 0,4	4.5	3.5	3.0	3.0	3.0	2.5	2.5	2.0	2.0
	0,4 - 0,6	9.0	6.5	6.0	6.0	5.0	5.0	4.0	3.5	3.0
	0,6 - 0,8	12.5	9.5	8.5	8.0	7.0	6.5	6.0	6.0	5.5
	0,8 - 1,2	15.0	11.0	10.0	9.5	9.0	8.0	8.0	7.5	6.5
	1,2 - 1,6	15.0	11.0	10.0	9.5	9.0	8.5	8.0	7.5	6.5
	> 1,6	15.0	11.0	10.0	9.5	9.0	8.5	8.0	7.5	6.5

Obs: Se um comprimento da porcentagem cai na condição limite, o equivalente entre as categorias de maior porcentagem é usado.
* 4 ou 6 faixas.

TABELA 7-9. Fator Equivalente Específico para Veículos Recreacionais em Active Uniforme em Vias de Múltiplas Faixas - HCM/97

ative de rampa (%)	comprimento (km)	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
3	0 - 0,8	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2
	>0,8	2.0	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.2	1.2	1.2
4	0 - 0,4	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2
	0,4 - 0,8	2.5	2.5	2.0	2.0	2.0	2.0	1.5	1.5	1.5
	>0,8	3.0	2.5	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	1.5	1.5
5	0 - 0,4	2.5	2.0	2.0	2.0	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5
	0,4 - 0,8	4.0	3.0	3.0	3.0	2.5	2.5	2.0	2.0	2.0
	>0,8	4.5	3.5	3.0	3.0	3.0	2.5	2.5	2.0	2.0
6	0 - 0,4	4.0	3.0	2.5	2.5	2.5	2.0	2.0	2.0	1.5
	0,4 - 0,8	6.0	4.0	3.5	3.5	3.0	3.0	2.5	2.5	2.0
	>0,8	6.0	4.5	4.0	4.0	3.5	3.0	3.0	2.5	2.0

Obs: Se um comprimento da porcentagem cai na condição limite, o equivalente entre as categorias de maior porcentagem é usado.
* 4 ou 6 faixas.

TABELA 7-10. Fator Equivalente Específico para Caminhões em Declive Uniforme em Vias de Múltiplas Faixas - HCM/97

descida (%)	comprimento (km)	e_C *			
		porcentagem de caminhões			
		5	10	15	20
<4	todos	1.5	1.5	1.5	1.5
4	≤6,4	1.5	1.5	1.5	1.5
	>6,4	2.0	2.0	2.0	1.5
5	≤6,4	1.5	1.5	1.5	1.5
	>6,4	5.5	4.0	4.0	3.0
6	≤3,2	1.5	1.5	1.5	1.5
	>3,2	7.5	6.0	5.5	4.5

* 4 ou 6 faixas.

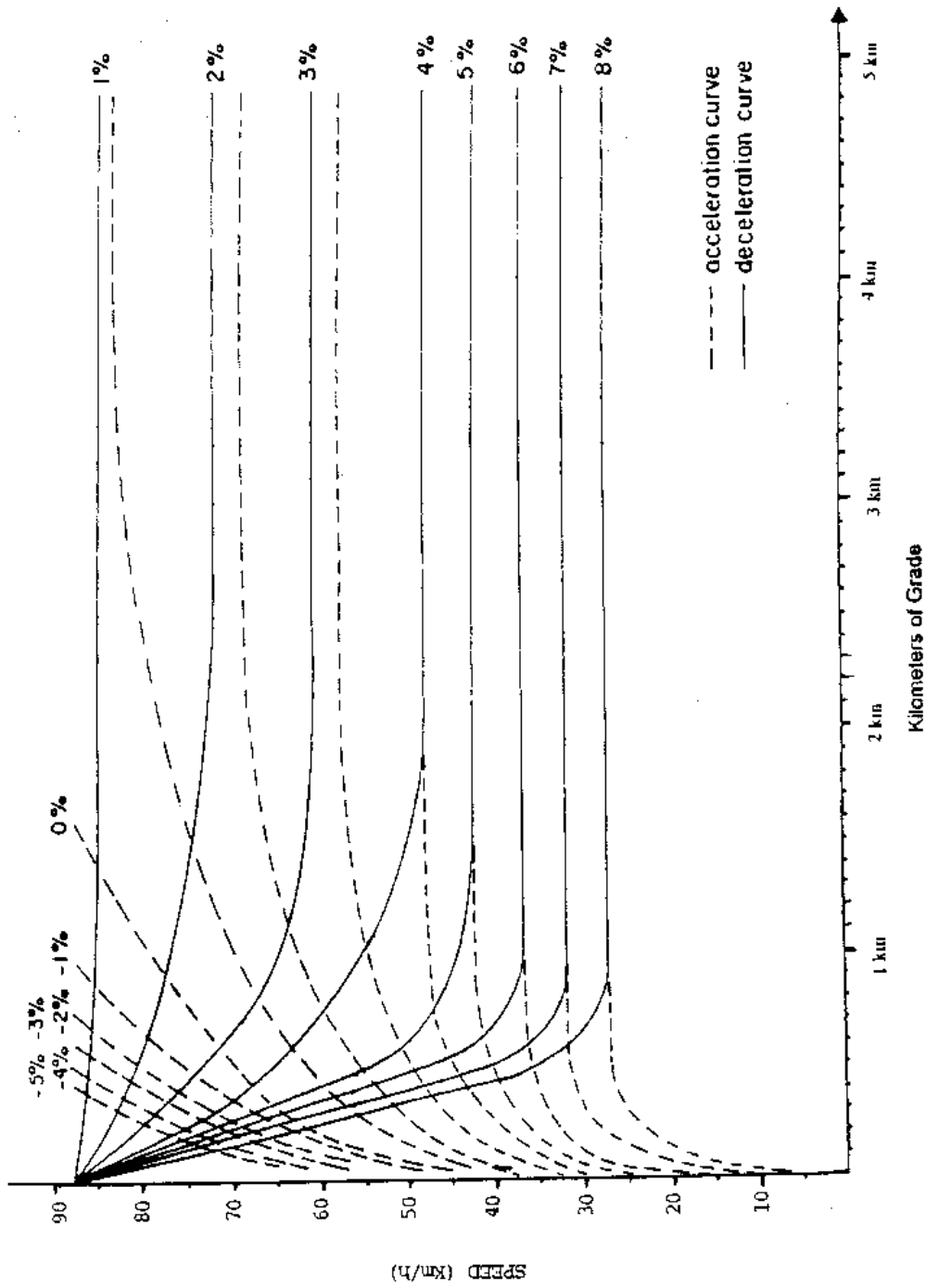


Figure I.3-2. Performance curves for a standard truck.

Comentários sobre as Revisões do U.S.HCM/97

- ⇒ deficiência comuns a ambos os procedimentos e ao HCM/85:
 - não analisa situações de sobre-demanda ($Q > C$) e aleatoriedade
 - não analisa distribuição dos fluxos por faixa (leves e pesados)
 - 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:
 - inclui o efeito do número de faixas na velocidade de fluxo livre
 - 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
 - adota relação peso/potência típica de 167 lb/hp (curvas para 200lb/hp)
- ⇒ 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)

VER EXERCÍCIO REVISÃO EXPRESSAS

VER EXERCÍCIO REVISÃO RODOVIAS