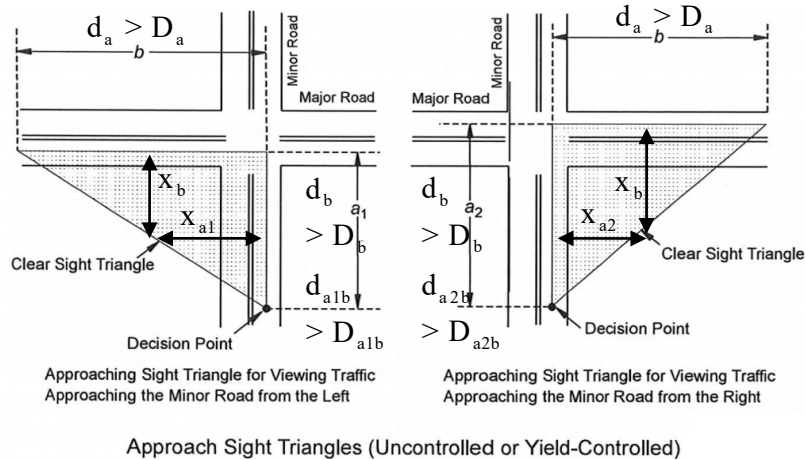


## Procedimento da AASHTO/2001-2018

- ⇒ procedimento para projeto geométrico de interseção (não análise da operação)
  - recomendações para interseções sem sinalização, com PARE, Dê Preferência, (tb para interseções PARE múltiplo) e Conversões Opostas ou com Semáforo ...
  - 2018: versão mais recente (versões de 2001, 2004 e 2011 são similares)
- ⇒ aspecto de interesse: brecha requerida do NCHRP R383 (antes modelos cinemáticos):
  - sensível às características operacionais dos veículos (aceleração/desaceleração);
  - sensível às características físicas das interseções (dimensão/declividade,...);
  - não examina adequadamente relação entre brecha aceita e brecha requerida ...
- ⇒ distância de visibilidade requerida para projeto geométrico de diversos casos:
  - Caso A: interseção sem controle (i.e. sem sinalização de preferência);
  - Caso B: via secundária com controle com Pare simples (i.e. placa R1);
  - Caso C: via secundária com controle com Dê Preferência (i.e. placa R2);
  - Caso D: via de interseção semaforizada (i.e. controlada por semáforo);
  - Caso E: via de interseções com Pare múltiplo (i.e. todas a vias com R1);
  - Caso F: conversão à esquerda com fluxo oposto na via principal (R1 ou R2);
  - Caso G: rotatórias (incluído na versão de 2018, pelo NCHRP Report 692)

⇒ verificação da condição necessária na chegada e na partida da posição parada ...



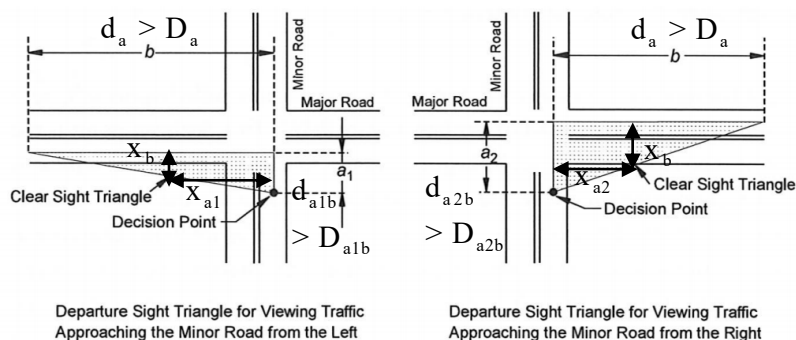
Approach Sight Triangles (Uncontrolled or Yield-Controlled)

notação adotada :

- $D_a$  : em  $V_a$  para  $V_a$
- ( $D_b$  : em  $V_b$  para  $V_b$ )
- $D_{ab}$  : em  $V_a$  para  $V_b$
- ( $D_{ba}$  : em  $V_b$  para  $V_a$ )
- $D_{ba} = \frac{X_b}{D_a - X_a} \cdot D_a$  de  $D_a$
- ( $D_{ab} = \frac{X_a}{D_b - X_b} \cdot D_b$  de  $D_b$ )

- $D$  : requerido ( $d$  : existente)

### Triângulo de Visibilidade de Chegada (Figura 9-16/2018; Figura 9-15A/2001-2011) – notação invertida



Departure Sight Triangles (Stop-Controlled)

### Triângulo de Visibilidade de Partida (Figura 9-17/2018; Figura 9-15B/2001-2011) – notação invertida

## Distância de Visibilidade de Parada (critério geral)

- tempo de reação: 2,5seg e frenagem requerida para autos: 3,4m/s<sup>2</sup> (ou 11,2ft/s<sup>2</sup>)

Table 3-1. Stopping Sight Distance on Level Roadways

U.S. Customary					Metric				
Design Speed (mph)	Brake Reaction Distance (ft)	Braking Distance on Level (ft)	Stopping Sight Distance		Design Speed (km/h)	Brake Reaction Distance (m)	Braking Distance on Level (m)	Stopping Sight Distance	
			Calculated (ft)	Design (ft)				Calculated (m)	Design (m)
15	55.1	21.6	76.7	80	20	13.9	4.6	18.5	20
20	73.5	38.4	111.9	115	30	20.9	10.3	31.2	35
25	91.9	60.0	151.9	155	40	27.8	18.4	46.2	50
30	110.3	86.4	196.7	200	50	34.8	28.7	63.5	65
35	128.6	117.6	246.2	250	60	41.7	41.3	83.0	85
40	147.0	153.6	300.6	305	70	48.7	56.2	104.9	105
45	165.4	194.4	359.8	360	80	55.6	73.4	129.0	130
50	183.8	240.0	423.8	425	90	62.6	92.9	155.5	160
55	202.1	290.3	492.4	495	100	69.5	114.7	184.2	185
60	220.5	345.5	566.0	570	110	76.5	138.8	215.3	220
65	238.9	405.5	644.4	645	120	83.4	165.2	248.6	250
70	257.3	470.3	727.6	730	130	90.4	193.8	284.2	285
75	275.6	539.9	815.5	820	140	97.3	224.8	322.1	325
80	294.0	614.3	908.3	910					
85	313.5	693.5	1007.0	1010					

Note: Brake reaction distance predicated on a time of 2.5 s; deceleration rate of 11.2 ft/s<sup>2</sup> [3.4 m/s<sup>2</sup>] used to determine calculated sight distance.

$$t_r = 2,5 \text{ seg}$$

$$b = 3,4 \text{ m/s}^2$$

$$D_{vp} = V \cdot t_r + \frac{V^2}{2 \cdot b}$$

$$V = 90 \text{ km/h}$$

$$D_{vp} = \frac{90}{3,6} \cdot 2,5 + \frac{(90/3,6)^2}{2 \cdot 3,4}$$

$$= 62,5 + 91,9 = 154,4 \text{ m}$$

(Tab.3-1: 160m)

- ajuste para alicive ( $i < 0$ )/declive ( $i > 0$ ):

Table 3-2. Stopping Sight Distance on Grades

U.S. Customary							Metric						
Design Speed (mph)	Stopping Sight Distance (ft)						Design Speed (km/h)	Stopping Sight Distance (m)					
	Downgrades			Upgrades				Downgrades			Upgrades		
	3%	6%	9%	3%	6%	9%		3%	6%	9%	3%	6%	9%
15	80	82	85	75	74	73	20	20	20	20	19	18	18
20	116	120	126	109	107	104	30	32	35	35	31	30	29
25	158	165	173	147	143	140	40	50	50	53	45	44	43
30	205	215	227	200	184	179	50	66	70	74	61	59	58
35	257	271	287	237	229	222	60	87	92	97	80	77	75
40	315	333	354	289	278	269	70	110	116	124	100	97	93
45	378	400	427	344	331	320	80	136	144	154	123	118	114
50	446	474	507	405	388	375	90	164	174	187	148	141	136
55	520	553	593	469	450	433	100	194	207	223	174	167	160
60	598	638	686	538	515	495	110	227	243	262	203	194	186
65	682	728	785	612	584	561	120	263	281	304	234	223	214
70	771	825	891	690	658	631	130	302	323	350	267	254	243
75	866	927	1003	772	736	704	140	341	367	398	302	287	274
80	965	1035	1121	859	817	782							
85	1070	1149	1246	949	902	862							

$$t_r = 2,5 \text{ seg}$$

$$b = 3,4 \text{ m/s}^2$$

$$D_{vp} = V \cdot t_r + \frac{V^2}{2 \cdot b \pm i \cdot g}$$

$$V = 90 \text{ km/h}, i = +3\%$$

$$D_{vp} = \frac{90}{3,6} \cdot 2,5 + \frac{(90/3,6)^2}{2 \cdot 3,4 + 0,03 \cdot 9,8}$$

$$= 62,5 - 88,1 = 150,6 \text{ m}$$

(Tab.3-2: 148m)

## Distância de Visibilidade de Decisão (casos especiais)

Table 3-3. Decision Sight Distance

U.S. Customary						Metric					
Design Speed (mph)	Decision Sight Distance (ft)					Design Speed (km/h)	Decision Sight Distance (m)				
	Avoidance Maneuver						Avoidance Maneuver				
	A	B	C	D	E		A	B	C	D	E
30	220	490	450	535	620	50	70	155	145	170	195
35	275	590	525	625	720	60	95	195	170	205	235
40	330	690	600	715	825	70	115	235	200	235	275
45	395	800	675	800	930	80	140	280	230	270	315
50	465	910	750	890	1030	90	170	325	270	315	360
55	535	1030	865	980	1135	100	200	370	315	355	400
60	610	1150	990	1125	1280	110	235	420	330	380	430
65	695	1275	1050	1220	1365	120	265	470	360	415	470
70	780	1410	1105	1275	1445	130	305	525	390	450	510
75	875	1545	1180	1365	1545	140	340	580	420	490	555
80	970	1685	1260	1455	1650						
85	1070	1830	1340	1565	1785						

Avoidance Maneuver A: Stop on road in a rural area— $t = 3.0$  s

Avoidance Maneuver B: Stop on road in an urban area— $t = 9.1$  s

Avoidance Maneuver C: Speed/path/direction change on rural road— $t$  varies between 10.2 and 11.2 s

Avoidance Maneuver D: Speed/path/direction change on suburban road or street— $t$  varies between 12.1 and 12.9 s

Avoidance Maneuver E: Speed/path/direction change on urban, urban core, or rural town road or street— $t$  varies between 14.0 and 14.5 s

$$D_{vd} = V \cdot t_d (C, D, E) \text{ ou}$$

$$D_{vd} = V \cdot t_d + \frac{V^2}{2 \cdot b} (A, B)$$

$$V = 90 \text{ km/h}$$

$$A : D_{vd} = \frac{90}{3,6} \cdot 3,0 + \frac{(90/3,6)^2}{2 \cdot 3,4}$$

$$= 75 + 91,9 = 166,9 \text{ m}$$

$$E : D_{vd} = \frac{90}{3,6} \cdot 14,5$$

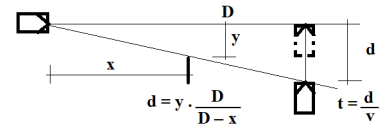
$$= 362,5 \text{ m}$$

(Tab.3-3: 170m; 360m)

- intervisibilidade em interseções: recíproca  $h = 1,08 \text{ m}$  (3,5ft) olhos ou 0,22m superior (auto)

## Distância de Visibilidade na Interseção (intervisibilidade)

- deve verificar triângulo de visibilidade (existência de obstruções à visibilidade) ...
  - para autos: olhos do condutor a 1,08m(3,5ft) e altura do objeto a 1,08m (3,5ft)
  - para pesados: olhos do condutor a 2,33m (7,6ft), objeto ainda é um auto (1,30m)
- alvo em movimento: tempo de observação=triângulo de visibilidade
- exemplo: tempo de observação  $t$  exige distância  $d$  visível ...
- sem conflito se  $(d + l_v)/v < D/V$  (+margem de segurança)
- deveria considerar posição do condutor  $D_v = D + d_o$  ...



### Caso A – Interseção Sem Sinalização de Controle: triângulo de visibilidade

### Caso B – Interseção com Pare: triângulo de visibilidade para partida após parada

- recomenda garantir intervisibilidade na via secundária suficiente para manobra segura (sair da área de conflito da interseção ou acelerar até a velocidade do tráfego)
- se há espaço suficiente no canteiro central, pode-se assumir manobra em etapas (senão deve-se assumir manobra em uma única etapa em toda a interseção)
- analisa 3 manobras distintas: conversão à direita (1), à esquerda (2) e cruzamento (3)

### Caso C – Interseção com Dê Preferência para Via Secundária: decisão antes de DVP

- analisa 2 manobras distintas: cruzamento (1), conversão à esquerda ou direita (2)

### Caso D – Interseção com Semáforo: adotar critérios do Caso B (operação com defeito) adicionalmente, primeiros veículos de cada retenção devem ter intervisibilidade e as conversões permitidas em brechas devem ter intervisibilidade (Caso F)...

### Caso E – Interseção com Pare Múltiplo: dispensa intervisibilidade ... mas primeiros veículos de cada retenção devem ter intervisibilidade

### Caso F – Conversão à Esquerda na Via Principal: também adotar critérios do Caso B ...

### Caso G – Rotatórias Modernas (AASHTO, 2018): são rotatórias convencionais ... (isto é, rotatórias com preferência ao fluxo circulante; diâmetro interno 13a91m) recomenda critério de conversões com Dê Preferência (Caso C2) mas mantendo a visibilidade mínima para evitar velocidades altas e mais conflito (NCHRP R692)

## Caso A – Interseção Sem Sinalização de Controle: triângulo de visibilidade

- recomenda garantir intervisibilidade com antecedência de 2,5seg e velocidade reduzida para  $D_a$  e  $D_b$ : modelo do NCHRP R383 (antes  $\sim D_a = DV_{3s}[V_a]$  ou  $\sim D_b = DV_{3s}[V_b]$ ) assume  $V_c$  reduzida a 50%  $V_{projeto}$  (ou  $V_{85}$  em meio de quadra) com  $b_0 = 1,5m/s^2$  ação preventiva (mesmo na ausência de veículo conflitante na interseção)

ponto de decisão:  $V_d = \sqrt{2 \cdot b_s \cdot X_d} = \sqrt{V_c^2 + 2 \cdot b_0 \cdot X_d} \leq V_0$ ;  $b_s = 3,4m/s^2$ ;  $X_d = \frac{V_c^2}{2 \cdot (b_s - b_0)}$

ponto de atenção:  $V_c = V_d + b_0 \cdot t_r \leq V_0$ ;  $t_c = t_r + \frac{V_d - V_c}{b_0}$ ;  $D_a = X_r + X_d$ ; ambas as vias

se  $V_d + b_0 \cdot t_r \leq V_0$  então  $X_r = \frac{V_c + V_d}{2} \cdot t_r$  senão  $t_{r0} = \frac{V_0 - V_d}{b_0}$  e  $X_r = \frac{V_0 + V_d}{2} \cdot t_{r0} + V_0 \cdot (t_r - t_{r0})$

Table 9-4. Length of Sight Triangle Leg—Case A, No Traffic Control

U.S. Customary		Metric	
Design Speed (mph)	Length of Leg (ft)	Design Speed (km/h)	Length of Leg (m)
15	70	20	20
20	90	30	25
25	115	40	35
30	140	50	45
35	165	60	55
40	195	70	65
45	220	80	75
50	245	90	90
55	285	100	105
60	325	110	120
65	365	120	135
70	405	130	150
75	445		
80	485		

Note: For approach grades greater than 3 percent, multiply the sight distance values in this table by the appropriate adjustment factor from Table 9-5.

Table 9-5. Adjustment Factors for Intersection Sight Distance Based on Approach Grade

Approach Grade (%)	U.S. Customary													
	Design Speed (mph)													
	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60	65	70	75	80
-6	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2
-5	1.0	1.0	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.2	1.2	1.2
-4	1.0	1.0	1.0	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1
-3 to +3	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
+4	1.0	1.0	1.0	1.0	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9
+5	1.0	1.0	1.0	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9
+6	1.0	1.0	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9

Approach Grade (%)	Metric												
	Design Speed (km/h)												
	20	30	40	50	60	70	80	90	100	110	120	130	
-6	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	
-5	1.0	1.0	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.2	1.2	
-4	1.0	1.0	1.0	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	
-3 to +3	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	
+4	1.0	1.0	1.0	1.0	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	
+5	1.0	1.0	1.0	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	
+6	1.0	1.0	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	

Note: Based on ratio of stopping sight distance on specified approach grade to stopping sight distance on level terrain.

Note: This table is used in determining intersection sight distance criteria for Cases A and C.

- inclui a necessidade de verificar o efeito de aive/declive (se maior que 3%) ...
- verificação do triângulo de visibilidade:  $d_{ba} = \frac{X_b}{D_a - X_a} \cdot D_a \geq D_b$  e  $d_{ab} = \frac{X_a}{D_b - X_b} \cdot D_b \geq D_a$  e também  $d_a \geq DVP[V_a]$  para outros obstáculos ou  $d_a = DVP[VL_a]$  (Vlimite)
- dispensa verificar distância de visibilidade de partida (em função do fluxo reduzido) ...
- condição pode não corresponder à situação de conflito (potencial de acidente  $t_a \sim t_b$  ...)?

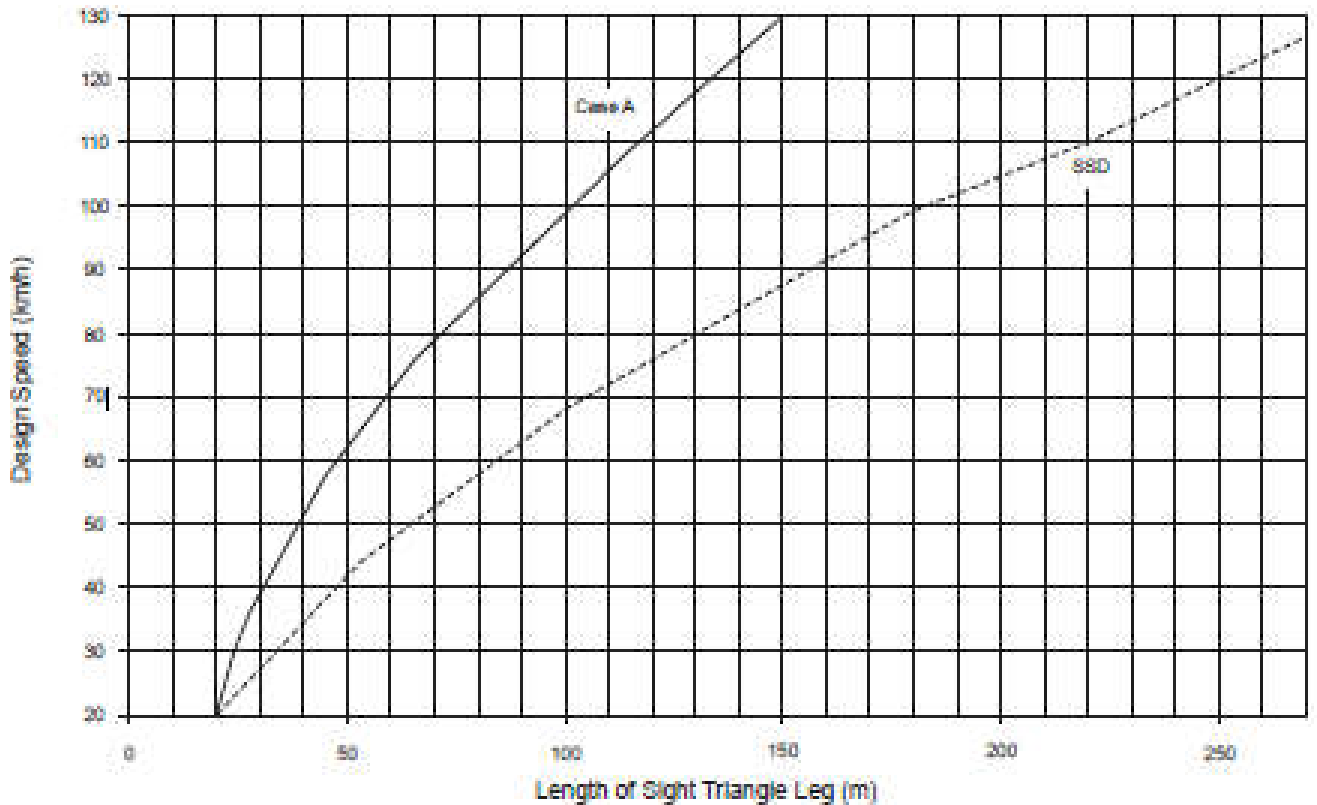
(melhor  $d_a \geq D_a$  e  $d_{ab} = \frac{X_a}{D_b - X_b} \cdot D_b \geq V_a \cdot t_{gb}$ , com  $t_{gb} = t_b + \frac{W_b + \ell_v}{V_{eb}}$ , no conceito de permitir a passagem segura na brecha implícita do veículo conflitante  $t_{gb}$  ...

ou  $d_a \geq D_a$  e  $d_{ba} = \frac{X_b}{D_a - X_a} \cdot D_a \geq V_b \cdot t_{ga}$ , com  $t_{ga} = t_a + \frac{W_a + \ell_v}{V_{ea}}$  para sua manobra)

- inclui a necessidade de verificar o efeito da obliquidade da interseção (se ocorrer) o mesmo deveria ser verificado para efeito de trechos curvos adjacentes

(valores são similares aos anteriores; esboço na Figura 9-16 da versão de 2011)

**METRIC**

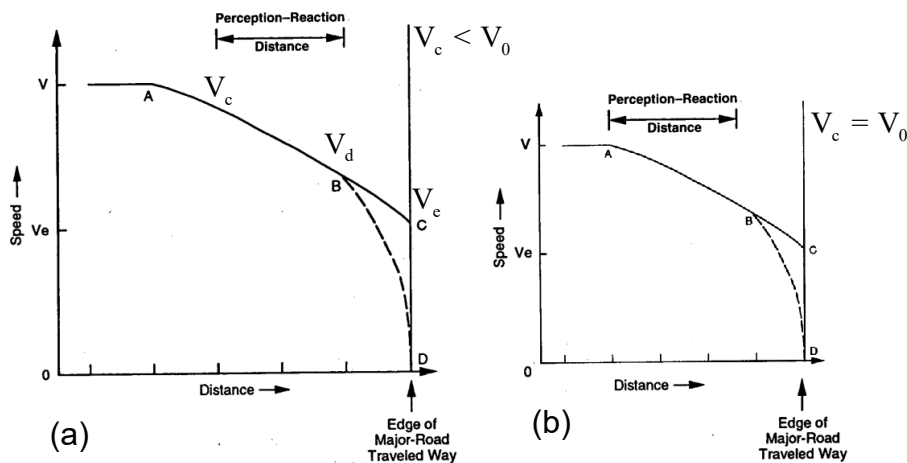


**Intervisibilidade – Interseção sem Sinalização de Controle (Caso A)**

NCHRP R383: via 12m,  $V_a = 60\text{km/h}$ ,  $V_e = 30\text{km/h}$ ,  $b_0 = 1,5\text{m/s}^2$ ,  $X_d = \frac{(30/3,6)^2}{2 \cdot (3,4 - 1,5)} = 18,3\text{m}$

$V_d = \sqrt{2 \cdot 3,4 \cdot 18,3} = 11,15\text{m/s}$ ,  $t_r = 2,5\text{seg}$ ,  $V_c = 11,15 + 1,5 \cdot 2,5 = 14,90\text{m/s} < V_0$  (a, 2,5s)

$X_r = \frac{V_c + V_d}{2} \cdot t_r = \frac{11,15 + 14,90}{2} \cdot 2,5 = 32,6\text{m}$ ,  $D_a = 32,6 + 18,3 = 50,9\text{m}$  (4,4s) (Tab.9-4: 55m)



então:  $t_{ga} = t_0 + \frac{D_r + W_L + l_v}{V_e} = \frac{14,9 - 8,3}{1,5} + \frac{5 + 12 + 8}{30/3,6}$  (auto) = 7,4seg e  $d_{ab} = \frac{x_a}{D_a - x_b} \cdot D_a \geq D_b \left\{ \begin{array}{l} DVP_b \\ V_b \cdot t_{ga} \end{array} \right.$

ou PARE:  $t_g \cong \begin{cases} t_{r1} \\ t_{r2} \end{cases} + \sqrt{2 \cdot \frac{D_r + W_L + l_v}{a}} = \begin{cases} 1,0 \\ 2,0 \end{cases} + \sqrt{2 \cdot \frac{5 + 12 + 8}{5,0/3,6}}$  (auto) =  $\begin{cases} 7,0\text{seg} \\ 8,0\text{seg} \end{cases}$  ou  $VL_b : D_b = DVP[VL_b]$

## Caso B1 – Interseção com Pare: Conversão à Esquerda

- recomenda garantir intervisibilidade para tempo de manobra (brecha):  $d_b \geq D_m = V_a \cdot t_{gb}$

pressupõe intervisibilidade sem obstrução, com  $D_a = D_m$  e  $D_b = D_r$  (ou  $V_{Limite} \dots$ )

$D_r$  = distância na via secundária para verificação da intervisibilidade até  $D_m \dots$

ponto de decisão: veículo a 2,0m (condutor a 4,4m) do alinhamento transversal

(se possível 5,4m; veículo a 3,0m; considerar posição da linha de retenção ...)

pressupõe valores do veículo de projeto P (SU/WB têm ponto de vista melhor ...)

distância ao ponto de conflito:  $D_0 = D_r + w_\ell/2$  para veículo vindo da esquerda;

e  $D_0 = D_r + 1,5 \cdot w_\ell$  em pista simples para veículo vindo da direita

( $D_0 = D_r + W_o + w_\ell/2$  em via com múltiplas faixas;  $W_o$  = faixas adicionais e canteiro)

análise cinemática não é utilizada (não menciona as condições de incorporação)

não distingue manobras do canteiro central (em geral condições mais restritivas)

tempo de manobra  $t_g$ : brechas obtidas pelo NCHRP R383 (por tipo de veículo) ...

Table 9-6. Time Gap for Case B1, Left Turn from Stop

Design Vehicle	Time Gap ( $t_g$ )(s) at Design Speed of Major Road
Passenger car	7.5
Single-unit truck	9.5
Combination truck	11.5

Note: Time gaps are for a stopped vehicle to turn left onto a two-lane highway with no median and with minor-road approach grades of 3 percent or less. The time gaps are applicable to determining sight distance to the right in left-turn maneuvers. The table values should be adjusted as follows:

*For multilane roadways or medians*—For left turns onto two-way roadways with more than two lanes, including turn lanes, add 0.5 s for passenger cars or 0.7 s for trucks for each additional lane, from the left, in excess of one, to be crossed by the turning vehicle. Median widths should be converted to an equivalent number of lanes in applying the 0.5 and 0.7 s criteria presented above; for example, an 18-ft (5.5-m) median is equivalent to one and a half lanes, and would require an additional 0.75 s for a passenger to cross and an additional 1.05 s for a truck to cross.

*For minor-road approach grades*—If the approach grade is an upgrade that exceeds 3 percent, add 0.2 s for each percent grade by which the approach grade exceeds zero percent.

(para veículos pesados em baixadas, usar a correção de acive tb na via principal)

(para via principal de mão única, pode-se usar os critérios B2, de conversão à direita)

- deve-se verificar condição de intervisibilidade à direita e à esquerda  $D_{ab} = D_m$  (ambas)

(se  $x_b < D_b = D_r + W_o + \frac{w_\ell}{2}$  há também efeito de obstrução  $d_{ab} = \frac{x_a}{D_b - x_b} \cdot D_b > D_{ab}$ )

- se há espaço suficiente no canteiro central, considerar segunda etapa apenas  
(em geral a condição para conversão à direita atende também a primeira etapa)  
largura suficiente: do veículo de projeto mais 2m (1m em cada extremo) ...

- inclui a necessidade de verificar o efeito da obliquidade na interseção (se ocorrer) ...  
o mesmo deveria ser verificado para efeito de trechos curvos adjacentes

- considera a mesma visibilidade suficiente para a via principal (exceto em declive ...)

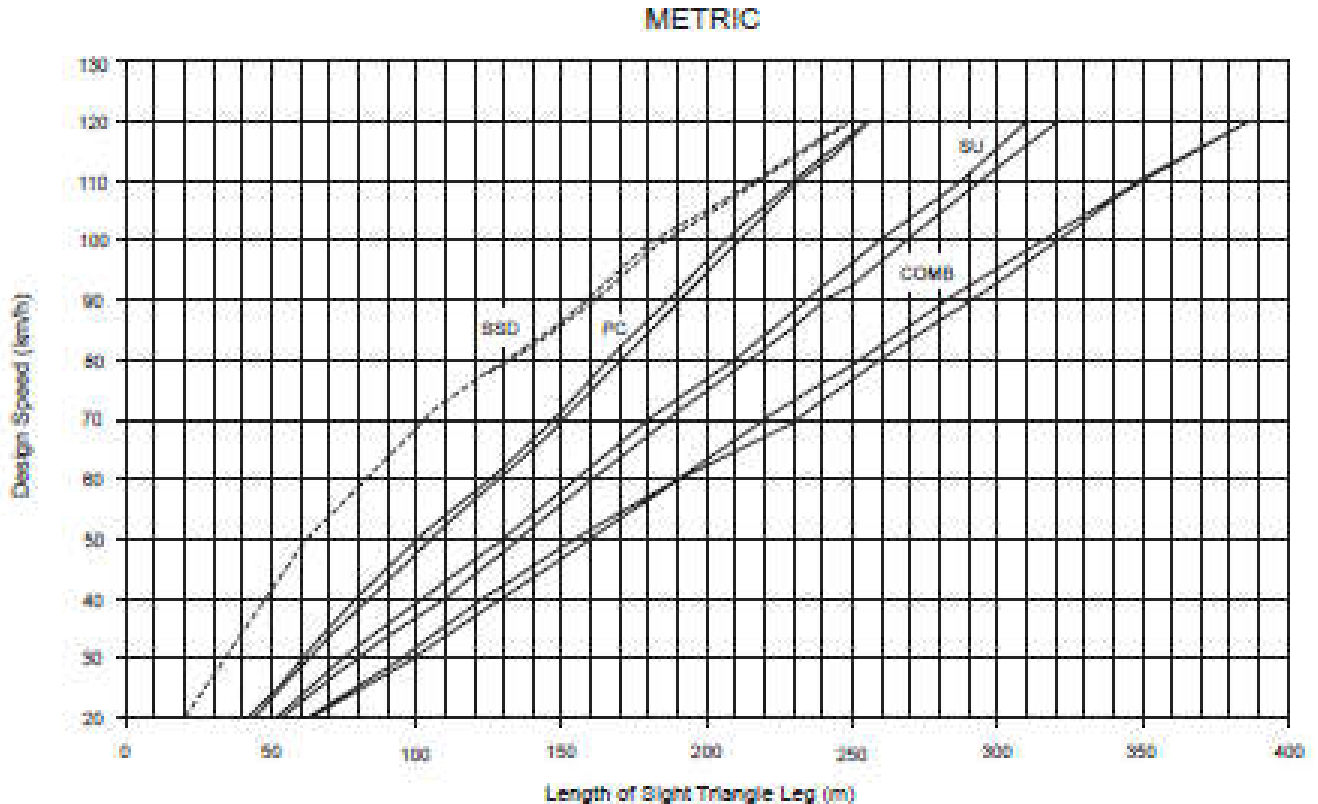
- valores usuais: Tabela 9-7 (auto, pista simples, sem canteiro, em nível, ...)

Table 9-7. Design Intersection Sight Distance—Case B1, Left Turn from Stop

U.S. Customary				Metric			
Design Speed (mph)	Stopping Sight Distance (ft)	Intersection Sight Distance for Passenger Cars		Design Speed (km/h)	Stopping Sight Distance (m)	Intersection Sight Distance for Passenger Cars	
		Calculated (ft)	Design (ft)			Calculated (m)	Design (m)
15	80	165.4	170	20	20	41.7	45
20	115	220.5	225	30	35	62.6	65
25	155	275.6	280	40	50	83.4	85
30	200	330.8	335	50	65	104.3	105
35	250	385.9	390	60	85	125.1	130
40	305	441.0	445	70	105	146.0	150
45	360	496.1	500	80	130	166.8	170
50	425	551.3	555	90	160	187.7	190
55	495	606.4	610	100	185	208.5	210
60	570	661.5	665	110	220	229.4	230
65	645	716.6	720	120	250	250.2	255
70	730	771.8	775	130	285	271.1	275
75	820	826.9	830				
80	910	882.0	885				

Note: Intersection sight distance shown is for a stopped passenger car to turn left onto a two-lane highway with no median and grades 3 percent or less. For other conditions, the time gap should be adjusted and the sight distance recalculated.

(valores são similares aos anteriores; esboço na Figura 9-17 da versão de 2011)



### Intervisibilidade – Interseção com Sinal Pare: Conversão à Esquerda (Caso B1)

NCHRP R383: via 12m,  $V_a = 60\text{km/h}$ , 2fxs por sentido (3,6m),  $D_r = 5\text{m}$ ,  $w_s = 2\text{m}$ ,  $w_m = 5\text{m}$  ...  
brecha requerida para autos:  $7,5+0,5(+1\text{fx})+1,5.0,5(+5\text{m})=8,75\text{seg}$  (em nível)

portanto  $D_m = \frac{60}{3,6} \cdot 8,75 = 145,8\text{m}$  (à esquerda e à direita), maior que  $DVP_a = 85\text{m}$

- brecha requerida pela versão de 1984-1994: à esquerda  $t_{gb} \cong t_r + \sqrt{2 \cdot \frac{D_r + W_o + l_v}{a}}$

à direita:  $t_{gb} \cong t_r + \frac{V_c}{a} - \frac{D_c}{V_m} + t_e$ ,  $D_c \cong S_{V_c} + 2.R - \frac{\pi.R}{2} - D_0$  ( $R=8,5\text{m}$ ),  $S_{V_c} \cong \frac{V_c^2}{2.a}$ ,  $t_{V_c} \cong \frac{V_c}{a}$

(admitindo  $V_c = 0,85.V_a$ ,  $V_r = 0,95.V_a$ ,  $V_m = 0,90.V_a$ ,  $t_r = 2\text{seg}$ ,  $t_e = 2\text{seg}$ , distância  $D_c$ : até  $S_{V_c}$ )

então  $t_{gb} \cong 2,0 + \sqrt{2 \cdot \frac{5+7,2+5+6}{5,0/3,6}} = 6,1\text{s}$  à esquerda ( $V_c \cong 5,0.4,1 = 20,4\text{km/h}$ )

para  $V_c = 0,85.60 = 51\text{km/h}$ ,  $t_{0,85.V} \cong \frac{51}{5,0} = 10,2\text{s}$ ,  $S_{0,85.V} \cong \frac{(51/3,6)^2}{2.5,0/3,6} = 72,2\text{m}$ ,

$D_0 = 5+7,2+5 = 17,2\text{m}$  ( $D_r$  inclui  $w_s$ ),  $D_c \cong 72,2 + 2.8,5 - \frac{\pi.8,5}{2} - 17,2 = 58,7\text{m}$ ,

$t_{gb} \cong 2,0 + 10,2 - \frac{58,7}{0,9.60/3,6} + 2,0 = 10,3\text{s}$  à direita (manobra em 1 etapa)

portanto  $D_m = \frac{60}{3,6} \cdot 6,1 = 101,7\text{m}$  à esquerda e  $D_m = \frac{60}{3,6} \cdot 10,3 = 171,7\text{m}$  à direita ...



## Caso B2 – Interseção com Pare: Conversão à Direita

- recomenda garantir intervisibilidade para tempo de manobra (brecha):  $d_b \geq D_m = V_a \cdot t_{gb}$

pressupõe intervisibilidade sem obstrução com  $D_a = D_m$  e  $D_b = D_r$  (ou VLimite ...)

$D_r$  =distância na via secundária para verificação da intervisibilidade até  $D_m$  ...

ponto de decisão: veículo a 2,0m (condutor a 4,4m) do alinhamento transversal (se possível 5,4m; veículo a 3,0m; considerar posição da linha de retenção ...)

pressupõe valores do veículo de projeto P (SU, ...: tem ponto de vista melhor ...)

distância ao ponto de conflito:  $D_0 = D_r + w_\ell/2$  para veículo vindo da esquerda ...

análise cinemática não é utilizada (não menciona as condições de incorporação)

tempo de manobra  $t_g$  : brechas obtidas pelo NCHRP R383 (por tipo de veículo) ...

Table 9-8. Time Gap for Case B2—Right Turn from Stop

Design Vehicle	Time Gap ( $t_g$ )(s) at Design Speed of Major Road
Passenger car	6.5
Single-unit truck	8.5
Combination truck	10.5

Note: Time gaps are for a stopped vehicle to turn right onto or to cross a two-lane roadway with no median and with minor-road approach grades of 3 percent or less. The table values should be adjusted as follows:

*For minor-road approach grades*—If the approach grade is an upgrade that exceeds 3 percent, add 0.1 s for each percent grade by which the approach grade exceeds zero percent.

(valores básicos ajustados pela redução em 1seg dos valores da Tabela 9-6)

- deve-se verificar condição de intervisibilidade à direita apenas  $D_{ab} = D_m$

(se  $x_b < D_b = D_r + w_s + \frac{w_\ell}{2}$  há também efeito de obstrução  $d_{ab} = \frac{x_a}{D_b - x_b} \cdot D_b > D_{ab}$ )

- em via com sentido único, aplica-se também à conversão à esquerda (se houver) ...

- inclui a necessidade de verificar o efeito da obliquidade na interseção (se ocorrer) ...  
o mesmo deveria ser verificado para efeito de trechos curvos adjacentes

- valores usuais: Tabela 9-9 (auto, pista simples, sem canteiro, em nível, ...)

Table 9-9. Design Intersection Sight Distance—Case B2, Right Turn from Stop

U.S. Customary				Metric			
Design Speed (mph)	Stopping Sight Distance (ft)	Intersection Sight Distance for Passenger Cars		Design Speed (km/h)	Stopping Sight Distance (m)	Intersection Sight Distance for Passenger Cars	
		Calculated (ft)	Design (ft)			Calculated (m)	Design (m)
15	80	143.3	145	20	20	36.1	40
20	115	191.1	195	30	35	54.2	55
25	155	238.9	240	40	50	72.3	75
30	200	286.7	290	50	65	90.4	95
35	250	334.4	335	60	85	108.4	110
40	305	382.2	385	70	105	126.5	130
45	360	430.0	430	80	130	144.6	145
50	425	477.8	480	90	160	162.6	165
55	495	525.5	530	100	185	180.7	185
60	570	573.3	575	110	220	198.8	200
65	645	621.1	625	120	250	216.8	220
70	730	668.9	670	130	285	234.9	235
75	820	716.6	720				
80	910	764.4	765				

Note: Intersection sight distance shown is for a stopped passenger car to turn right onto or to cross a two-lane roadway with no median and with grades of 3 percent or less. For other conditions, the time gap should be adjusted and the sight distance recalculated.

Caso B3 – Interseção com Pare: Cruzamento:

- recomenda garantir intervisibilidade para tempo de manobra (brecha):  $d_b \geq D_m = V_a \cdot t_{gb}$

normalmente não é necessário verificar (conversão requer mais visibilidade) exceto se:

- conversões são proibidas (apenas manobra de cruzamento é legalmente permitida) ...
- quando o cruzamento tem de vencer distância equivalente a mais de 6 faixas (21,6m)
- com muitos veículos pesados e aclive forte (efeito no sentido oposto ao adjacente ...)

recomenda utilizar os critérios do caso B1 mas as brechas básicas do caso B2 ... análise cinemática não é utilizada; não distingue manobras do canteiro central ...

tempo de manobra  $t_g$  : brechas obtidas pelo NCHRP R383 (por tipo de veículo) ...

Table 9-10. Time Gap for Case B3, Crossing Maneuver from the Minor Road

Design Vehicle	Time Gap (tg)(s) at Design Speed of Major Road
Passenger car	6.5
Single-unit truck	8.5
Combination truck	10.5

Note: Time gaps are for a stopped vehicle to cross a two-lane highway with no median and with minor-road approach grades of 3 percent or less. The table values should be adjusted as follows:

*For multilane roadways or medians*—For crossing maneuvers that cross roadways with more than two lanes, including turn lanes, add 0.5 s for passenger cars or 0.7 s for trucks for each additional lane, from the left, in excess of two, to be crossed by the turning vehicle. Median widths should be converted to equivalent lanes; for example, an 18 ft [5.5 m] median would be equal to one and a half lanes and would need an additional time gap of 0.75 s for passenger cars and 1.05 s for trucks.

*For minor-road approach grades*—If the approach grade is an upgrade that exceeds 3 percent, add 0.2 s for each percent grade by which the approach grade exceeds zero percent.

- deve-se verificar condição de intervisibilidade á direita e à esquerda  $D_{ab} = D_m$  (ambas)

(se  $x_b < D_b = D_r + W_o + \frac{W_\ell}{2}$  há também efeito de obstrução  $d_{ab} = \frac{x_a}{D_b - x_b} \cdot D_b > D_{ab}$ )

tb  $d_a \geq DVP[V_a]$ , impondo-se  $d_{ba} = \frac{x_b}{D_a - x_a} \cdot D_a \geq D_{ba}$ , ou  $d_a = DVP[VL_a]$  ...

e  $d_b \geq DVP[V_b]$ , impondo-se  $d_{ab} = \frac{x_a}{D_b - x_b} \cdot D_b \geq D_{ab}$ , ou  $d_b = DVP[VL_b]$  ...

- se há espaço suficiente no canteiro central, considerar segunda etapa apenas (em geral a condição para conversão à direita atende também a primeira etapa) largura suficiente: do veículo de projeto mais 2m (1m em cada extremo) ...
- inclui a necessidade de verificar o efeito da obliquidade na interseção (se ocorrer) ... o mesmo deveria ser verificado para efeito de trechos curvos adjacentes
- considera a mesma visibilidade suficiente para a via principal (exceto em declive ...)

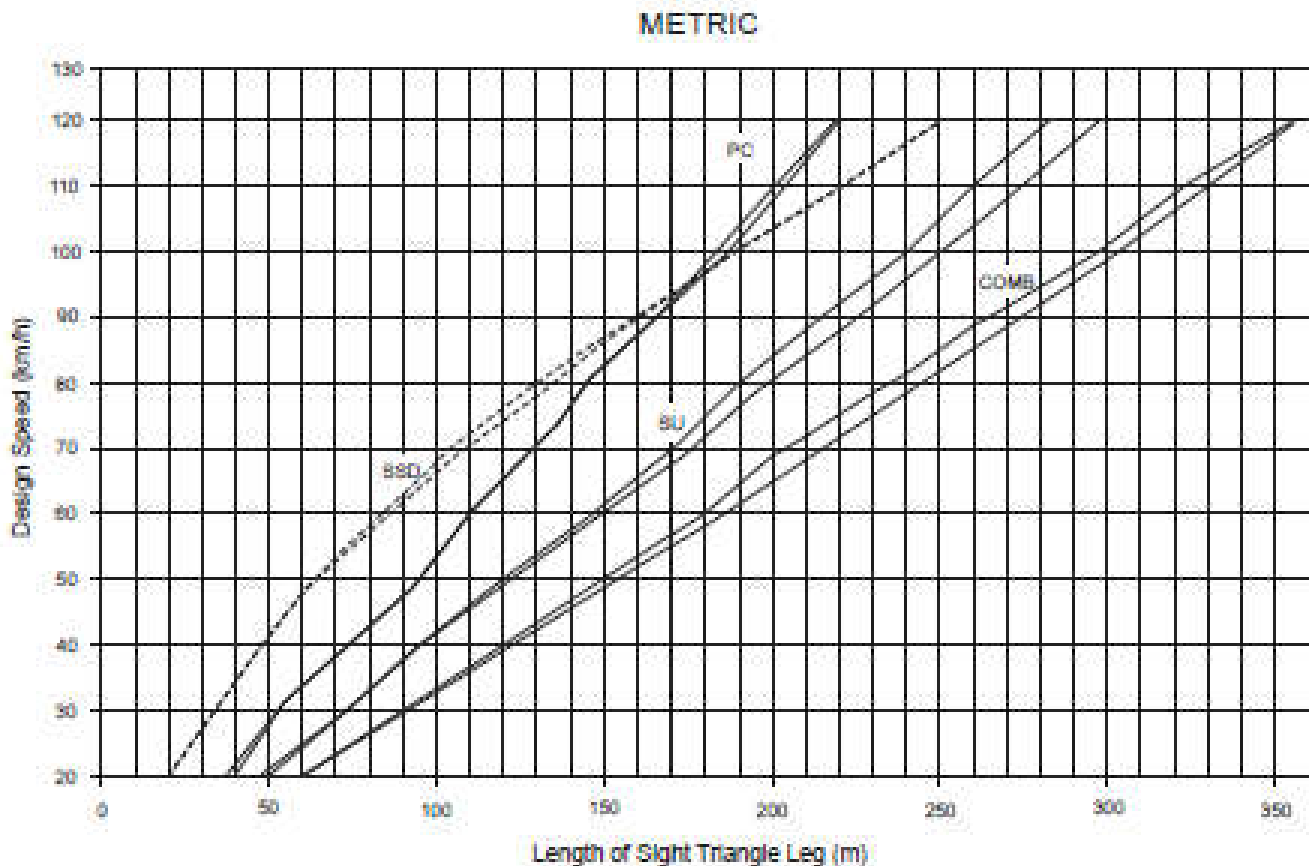
- valores usuais: Tabela 9-11 (auto, pista simples, sem canteiro, em nível, ...) ...

Table 9-11. Design Intersection Sight Distance—Case B3, Crossing Maneuver

U.S. Customary				Metric			
Design Speed (mph)	Stopping Sight Distance (ft)	Intersection Sight Distance for Passenger Cars		Design Speed (km/h)	Stopping Sight Distance (m)	Intersection Sight Distance for Passenger Cars	
		Calculated (ft)	Design (ft)			Calculated (m)	Design (m)
15	80	143.3	145	20	20	36.1	40
20	115	191.1	195	30	35	54.2	55
25	155	238.9	240	40	50	72.3	75
30	200	286.7	290	50	65	90.4	95
35	250	334.4	335	60	85	108.4	110
40	305	382.2	385	70	105	126.5	130
45	360	430.0	430	80	130	144.6	145
50	425	477.8	480	90	160	162.6	165
55	495	525.5	530	100	185	180.7	185
60	570	573.3	575	110	220	198.8	200
65	645	621.1	625	120	250	216.8	220
70	730	668.9	670	130	285	234.9	235
75	820	716.6	720				
80	910	764.4	765				

Note: Intersection sight distance shown is for a stopped passenger car to turn right onto or to cross a two-lane roadway with no median and with grades of 3 percent or less. For other conditions, the time gap should be adjusted and the sight distance recalculated.

(valores são similares aos anteriores; esboço na Figura 9-18 da versão de 2011)  
(até a versão 2011 não eram fornecidos valores típicos distintos para casos B2 e B3)



### Intervisibilidade – Interseção com Sinal Pare: Conversão à Direita (Caso B2)

#### & Intervisibilidade – Interseção com Sinal Pare: Cruzamento (Caso B3)

NCHRP R383: via 12m,  $V_a = 60 \text{ km/h}$ , 2fxs por sentido (3,6m),  $D_r = 3\text{m}$ ,  $w_s = 2\text{m}$ ,  $w_m = 5\text{m}$  ...

brecha para conversão à direita para autos: 6,5seg (em nível, sem ajustes)

portanto  $D_m = \frac{60}{3,6} \cdot 6,5 = 108,3\text{m}$  (à esquerda), maior que  $DVP_a = 85\text{m}$

brecha para cruzamento autos:  $6,5 + 2 \cdot 0,5(2\text{fxs}) + 1,5 \cdot 0,5(5\text{m}) = 8,25\text{seg}$  (em nível)

portanto  $D_m = \frac{60}{3,6} \cdot 8,25 = 137,5\text{m}$  (à esquerda e à direita), maior que  $DVP_a = 85\text{m}$

- brecha requerida pela versão de 1984-1994: cruzamento  $t_{gb} \cong t_r + \sqrt{2 \cdot \frac{D_r + W_o + l_v}{a}}$

à esquerda e  $t_{gb} \cong t_r + \sqrt{2 \cdot \frac{D_r + W_T + l_v}{a}}$  à direita (manobra em 1 etapa)

conversão  $t_{gb} \cong t_r + \frac{V_c}{a} - \frac{D_c}{V_m} + t_e$ ,  $D_c \cong S_{V_c} + 2 \cdot R - \frac{\pi \cdot R}{2} - D_0$  ( $R=7,6\text{m}$ ),  $S_{V_c} \cong \frac{V_c^2}{2 \cdot a}$ ,  $t_{V_c} \cong \frac{V_c}{a}$

(admitindo  $V_c = 0,85 \cdot V_a$ ,  $V_r = 0,95 \cdot V_a$ ,  $V_m = 0,90 \cdot V_a$ ,  $t_r = 2\text{seg}$ ,  $t_e = 2\text{seg}$ , distância  $D_c$ : até  $S_{V_c}$ )

para cruzamento:  $t_{gb} \cong 6,1\text{s}$  à esquerda ( $W_o = 14,2\text{m}$ ),  $t_{gb} \cong 8,8\text{s}$  à direita ( $W_T = 23,4\text{m}$ ); para

conversão à direita:  $t_{gb} \cong 9,5\text{s}$  à esquerda ( $S_{V_c} \cong 72,2\text{m}$ ,  $D_0 = 5,0\text{m}$ ,  $D_c \cong 70,5\text{m}$ )

Caso C1 – Interseção com Dê Preferência: Cruzamento (similar ao Caso A)

- recomenda garantir intervisibilidade com antecedência de 2,5seg e velocidade reduzida  
 $D_b$  : modelo do NCHRP R383 (antes  $\sim D_a = DVP[V_a]$  e  $\sim D_b = DVP[V_b]$  )  
 assume V reduzida a 60% de Vprojeto (ou V85 em meio de quadra) com  $b_0 = 1,5m/s^2$   
 ponto de frenagem:  $V_d = \sqrt{2 \cdot b_s \cdot X_d} = \sqrt{V_e^2 + 2 \cdot b_0 \cdot X_d} \leq V_0$ ,  $b_s = 3,4m/s^2$ ;  $X_d = \frac{V_e^2}{2 \cdot (b_s - b_0)}$   
 ponto de decisão:  $V_c = V_d + b_0 \cdot t_r \leq V_0$ ;  $t_c = t_r + \frac{V_d - V_e}{b_0}$ ;  $D_b = X_r + X_d$ ; via secundária  
 (tomar  $t_c$  de  $t_g$  da Tabela 9-12! impor que  $t_g$  seja maior que do Caso B3, com Pare!)
- distância de visibilidade requerida na via principal:  $D_{ab} = V_b \cdot t_{ga}$  com  $t_{ga} = t_{ca} + \frac{W_T + \ell_v}{V_a}$   
 $W_T$  =largura da interseção;  $\ell_v$  =comprimento do veículo de projeto (em análise) ...  
 (canteiros centrais estreitos devem ser considerados como faixas equivalentes)
- inclui a necessidade de verificar o efeito de alicve/declive (se maior que 3%)  
 (aplicam-se os mesmos fatores de correção do Caso A-Tabela 9-5)
- verificação do triângulo de visibilidade:  $d_{ab} = \frac{X_a}{D_b - X_b} \cdot D_b \geq D_{ab}$  com  $D_{ab} = V_b \cdot t_{ga}$   
 (se  $X_b < D_b = D_r + w_s + \frac{W_\ell}{2}$  há também efeito de obstrução  $d_{ab} = \frac{X_a}{D_b - X_b} \cdot D_b > D_{ab}$ )  
 $d_a \geq DVP[V_a]$ , impondo-se  $d_{ba} = \frac{X_b}{D_a - X_a} \cdot D_a \geq D_b$ , ou  $d_a = DVP[VL_a]$  (Vlimite)
- se há espaço suficiente no canteiro central, considerar primeira etapa apenas  
 (segunda etapa, do canteiro, deve ser examinada como no Caso B3 ...)  
 largura suficiente: do veículo de projeto mais 2m (1m em cada extremo) ...
- inclui a necessidade de verificar o efeito da obliquidade da interseção (se ocorrer)  
 o mesmo deveria ser verificado para efeito de trechos curvos adjacentes
- incluiria a necessidade de verificar a visibilidade para manobra adiante após parada ...  
 $t_g$  maior, então tb aplicam-se os critérios correspondentes ao Caso B (anterior) ...

- valores usuais: Tabela 9-12 (autos, pista simples, sem canteiro, em nível, ...) via secundária

Table 9-12. Case C1—Crossing Maneuvers from Yield-Controlled Approaches, Length of Minor Road Leg and Travel Times

U.S. Customary					Metric				
Design Speed (mph)	Minor-Road Approach		Travel Time ( $t_p$ ) (s)		Design Speed (km/h)	Minor-Road Approach		Travel Time ( $t_p$ ) (s)	
	Length of Leg <sup>a</sup> (ft)	Travel Time $t_p^{a,b}$ (s)	Calculated Value	Design Value <sup>c,d</sup>		Length of Leg <sup>a</sup> (m)	Travel Time $t_p^{a,b}$ (s)	Calculated Value	Design Value <sup>c,d</sup>
15	75	3.4	6.7	6.7	20	20	3.2	7.1	7.1
20	100	3.7	6.1	6.5	30	30	3.6	6.2	6.5
25	130	4.0	6.0	6.5	40	40	4.0	6.0	6.5
30	160	4.3	5.9	6.5	50	55	4.4	6.0	6.5
35	195	4.6	6.0	6.5	60	65	4.8	6.1	6.5
40	235	4.9	6.1	6.5	70	80	5.1	6.2	6.5
45	275	5.2	6.3	6.5	80	100	5.5	6.5	6.5
50	320	5.5	6.5	6.5	90	115	5.9	6.8	6.8
55	370	5.8	6.7	6.7	100	135	6.3	7.1	7.1
60	420	6.1	6.9	6.9	110	155	6.7	7.4	7.4
65	470	6.4	7.2	7.2	120	180	7.0	7.7	7.7
70	530	6.7	7.4	7.4	130	205	7.4	8.0	8.0
75	590	7.0	7.7	7.7					
80	660	7.3	7.9	7.9					

- a For minor-road approach grades that exceed 3 percent, multiply the distance or the time in this table by the appropriate adjustment factor from Table 9-5.
- b Travel time applies to a vehicle that slows before crossing the intersection but does not stop.
- c The value of  $t_p$  should equal or exceed the appropriate time gap for crossing the major road from a stop-controlled approach.
- d Values shown are for a passenger car crossing a two-lane roadway with no median and with minor-road approach grades of 3 percent or less.

- valores usuais: Tabela 9-13 (autos, pista simples, sem canteiro, em nível, ...) via secundária

Table 9-13. Length of Sight Triangle Leg along Major Road—Case C1, Crossing Maneuver at Yield-Controlled Intersections

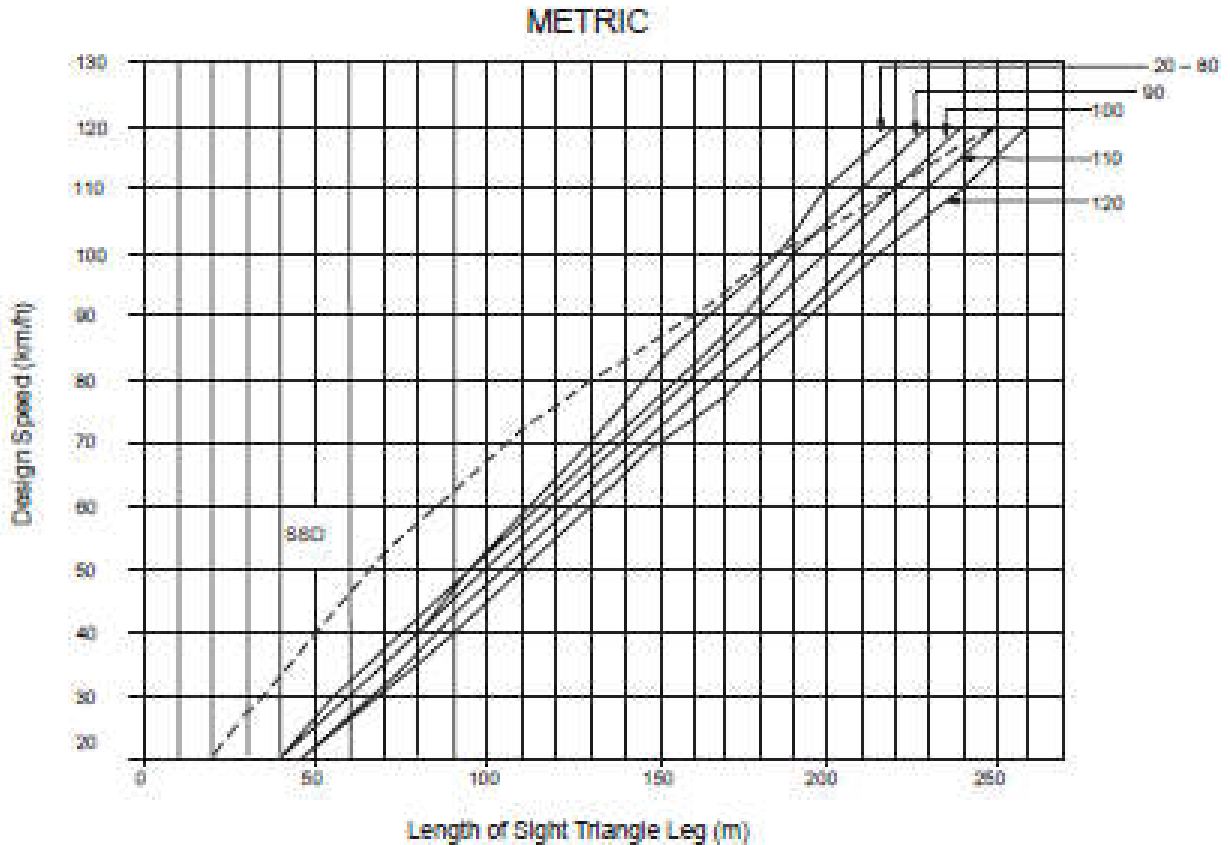
U.S. Customary									
Major Road Design Speed (mph)	Stopping Sight Distance (ft)	Design Values (ft)							
		Minor-Road Design Speed (mph)							
		15	20–50	55	60	65	70	75	80
15	80	150	145	150	155	160	165	170	175
20	115	200	195	200	205	215	220	230	235
25	155	250	240	250	255	265	275	285	295
30	200	300	290	300	305	320	330	340	350
35	250	345	335	345	360	375	385	400	410
40	305	395	385	395	410	425	440	455	465
45	360	445	430	445	460	480	490	510	525
50	425	495	480	495	510	530	545	570	585
55	495	545	530	545	560	585	600	625	640
60	570	595	575	595	610	640	655	680	700
65	645	645	625	645	660	690	710	740	755
70	730	690	670	690	715	745	765	795	815
75	820	740	720	740	765	795	820	850	875
80	910	790	765	790	815	850	875	910	930

Metric									
Major Road Design Speed (km/h)	Stopping Sight Distance (m)	Design Values (m)							
		Minor-Road Design Speed (km/h)							
		20	30–80	90	100	110	120	130	
20	20	40	40	40	40	45	45	45	
30	35	60	55	60	60	65	65	70	
40	50	80	75	80	80	85	90	90	
50	65	100	95	95	100	105	110	115	
60	85	120	110	115	120	125	130	135	
70	105	140	130	135	140	145	150	160	
80	130	160	145	155	160	165	175	180	
90	160	180	165	175	180	190	195	205	
100	185	200	185	190	200	210	215	225	
110	220	220	200	210	220	230	240	245	
120	250	240	220	230	240	250	260	270	
130	285	260	235	250	260	270	280	290	

Note: Values in the table are for passenger cars and are based on the unadjusted distances and times in Table 9-12. The distances and times in Table 9-12 need to be adjusted using the factors in Table 9-5.



(valores são similares aos anteriores; esboço na Figura 9-19 da versão de 2011)

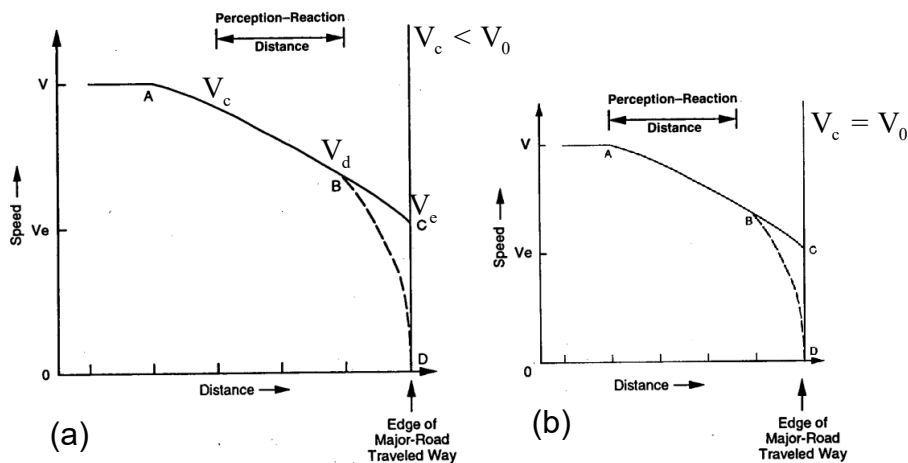


**Intervisibilidade – Interseção com Sinal Dê Preferência: Cruzamento (Caso C1)**

NCHRP R383: via 12m,  $V_a = 60\text{km/h}$ ,  $V_c = 36\text{km/h}$ ,  $b_0 = 1,5\text{m/s}^2$ ,  $X_d = \frac{(36/3,6)^2}{2 \cdot (3,4 - 1,5)} = 26,3\text{m}$

$V_d = \sqrt{2 \cdot 3,4 \cdot 26,3} = 13,38\text{m/s}$ ,  $t_r = 2,5\text{seg}$ ,  $V_c = 13,38 + 1,5 \cdot 2,5 = 17,13\text{m/s} > V_0$  (b,  $V_0 : 2,2\text{s}$ )

$X_r = \frac{13,38 + 16,67}{2} \cdot 2,2 + 16,67 \cdot 0,3 = 38,1\text{m}$ ,  $D_b = 38,1 + 26,3 = 64,4\text{m} (4,8\text{s})$  (Tab.9-12: 65m;4,8s)



$$t_{gb} = t_0 + \frac{D_r + W_T + l_v}{V_c} = 0,3 + \frac{16,7 - 10,0}{1,5} + \frac{5 + 12 + 8}{36/3,6} (\text{auto}) = 7,2\text{seg} \quad e \quad d_{ab} = \frac{x_a}{D_a - x_b} \cdot D_a \geq D_{ab} \begin{cases} DVP_a \\ V_a \cdot t_{gb} \end{cases}$$

$$\text{ou PARE: } t_g \cong \begin{cases} t_{r1} \\ t_{r2} \end{cases} + \sqrt{2 \cdot \frac{D_r + W_L + l_v}{a}} = \begin{cases} 1,0 \\ 2,0 \end{cases} + \sqrt{2 \cdot \frac{5 + 12 + 8}{5,0/3,6}} (\text{auto}) = \begin{cases} 7,0\text{seg} \\ 8,0\text{seg} \end{cases} \quad \text{ou } VL_{a,b} : d_{ab} \geq \frac{1}{V_{ab}} [VL_{a,b}]$$

Caso C2 – Interseção com Dê Preferência: Conversão (Direita ou Esquerda)

- recomenda garantir intervisibilidade com distância de manobra na via secundária assume velocidade reduzida para  $V_C = 16\text{km/h}$ ; aproximadamente  $D_b = 25\text{m}$  ...
- distância de visibilidade requerida na via principal:  $D_m = V_a \cdot t_{gb}$  (similar ao Caso B1 e B2)  
tempo de manobra  $t_g$ : brechas obtidas pelo NCHRP R383 (por tipo de veículo) ...

Table 9-14. Time Gap for Case C2, Left or Right Turn at Yield-Controlled Intersections

Design Vehicle	Time Gap ( $t_g$ )(s)
Passenger car	8.0
Single-unit truck	10.0
Combination truck	12.0

Note: Time gaps are for a vehicle to turn right or left onto a two-lane roadway with no median. The table values should be adjusted for multilane roadways:

*For multilane roadways or medians*—For left turns onto two-way roadways with more than two lanes, including turn lanes, add 0.5 s for passenger cars or 0.7 s for trucks for each additional lane, from the left, in excess of one, to be crossed by the turning vehicle. Median widths should be converted to equivalent lanes; for example, an 18 ft [5.5 m] median would be equal to one and a half lanes and would need an additional time gap of 0.75 s for passenger cars and 1.05 s for trucks.

For right turns, no adjustment is needed.

(valores básicos ajustados pelo acréscimo em 0,5seg dos valores da Tabela 9-6)

- verificação do triângulo de visibilidade:  $d_a = \frac{X_a}{D_b - X_b} \cdot D_b \geq D_{ab}$  com  $D_{ab} = V_b \cdot t_{ga}$

(se  $x_b < D_b = D_r + w_s + \frac{w_\ell}{2}$  há também efeito de obstrução  $d_a = \frac{X_a}{D_b - X_b} \cdot D_b > D_{ab}$ )

$d_a \geq \text{DVP}[V_a]$ , impondo-se  $d_{ba} = \frac{X_b}{D_a - X_a} \cdot D_a \geq D_b$ , ou  $d_a = \text{DVP}[VL_a]$  (Vlimite)

- inclui a necessidade de verificar o efeito da obliquidade da interseção (se ocorrer) o mesmo deveria ser verificado para efeito de trechos curvos adjacentes
- incluiria a necessidade de verificar a visibilidade para manobra adiante após parada ...  $t_g$  maior, então tb aplicam-se os critérios correspondentes ao Caso B (anterior) ...

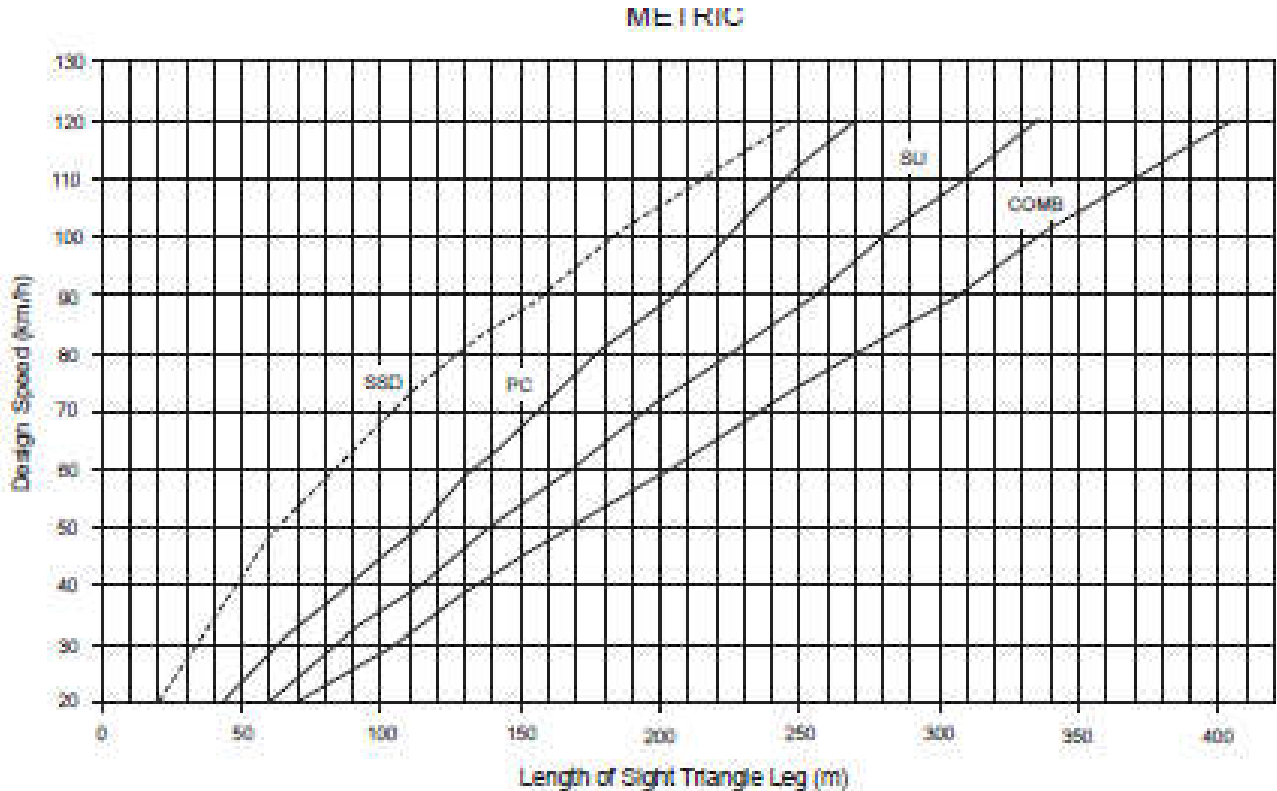
- valores usuais: Tabela 9-15 (auto, pista simples, ...)

Table 9-15. Design Intersection Sight Distance—Case C2, Left or Right Turn at Yield-Controlled Intersections

U.S. Customary				Metric			
Design Speed (mph)	Stopping Sight Distance (ft)	Length of Leg		Design Speed (km/h)	Stopping Sight Distance (m)	Length of Leg	
		Passenger Cars				Passenger Cars	
		Calculated (ft)	Design (ft)			Calculated (m)	Design (m)
15	80	176.4	180	20	20	44.5	45
20	115	235.2	240	30	35	66.7	70
25	155	294.0	295	40	50	89.0	90
30	200	352.8	355	50	65	111.2	115
35	250	411.6	415	60	85	133.4	135
40	305	470.4	475	70	105	155.7	160
45	360	529.2	530	80	130	177.9	180
50	425	588.0	590	90	160	200.2	205
55	495	646.8	650	100	185	222.4	225
60	570	705.6	710	110	220	244.6	245
65	645	764.4	765	120	250	266.9	270
70	730	823.2	825	130	285	289.1	290
75	820	882.0	885				
80	910	940.8	945				

Note: Intersection sight distance shown is for a passenger car making a right or left turn without stopping onto a two-lane road.

(valores são similares aos anteriores; esboço na Figura 9-20 da versão de 2011)



**Intervisibilidade – Interseção com Sinal Dê Preferência: Conversão (Caso C2)**

NCHRP R383: via 12m,  $V_a = 60\text{km/h}$ , 2fxs por sentido (3,6m),  $D_r = 5\text{m}$ ,  $w_s = 2\text{m}$ ,  $w_m = 5\text{m}$  ...  
brecha para conversão à direita para autos: 8,0seg (em nível, sem ajustes)

portanto  $D_m = \frac{60}{3,6} \cdot 8,0 = 133,3\text{m}$  (à esquerda), maior que  $DVP_a = 85\text{m}$

brecha para conversão à esquerda para autos:  $8,0 + 1,5 \cdot 0,5(5\text{m}) = 8,75\text{seg}$  (em nível)

portanto  $D_m = \frac{60}{3,6} \cdot 8,75 = 145,8\text{m}$  (à esquerda), maior que  $DVP_a = 85\text{m}$

- brecha implícita na versão de 1984-1994: não analisa Caso C2 (similar a Caso A e C1)

Caso C2 - NCHRP R383:  $V_a = 60\text{km/h}$ ,  $V_c = 16\text{km/h}$ ,  $b_0 = 1,5\text{m/s}^2$   $X_d = \frac{(16/3,6)^2}{2 \cdot (3,4 - 1,5)} = 5,2\text{m}$

$V_d = \sqrt{2 \cdot 3,4 \cdot 5,2} = 5,95\text{m/s}$ ,  $t_r = 2,5\text{seg}$ ,  $V_c = 5,95 + 1,5 \cdot 2,5 = 9,7\text{m/s} < V_0$

$X_r = \frac{V_c + V_d}{2} \cdot t_r = \frac{5,95 + 9,7}{2} \cdot 2,5 = 19,6\text{m}$ ,  $D_a = 5,2 + 19,6 = 24,8\text{m}$  (assumido: 25m)

então:  $t_0 = t_{ca} + \frac{D_r + W_0 + w_\ell/2 + \Delta_{d1}}{V_c}$  (mantendo  $V_c = V_c = 16\text{km/h}$ ) sem incorporação ...

incorporação:  $t_g \cong t_0 + \frac{V_c - V_e}{a} - \frac{D_c - \ell_v}{V_m} + t_e$ ,  $D_c \cong S_{Vc} - S_{Ve} + \Delta_{d2} - D_0$ ,  $D_0 = D_a + D_r + W_0 + w_\ell/2$

à direita:  $W_0 = 0$ ,  $R = 7,6\text{m}$ ; à esquerda:  $W_0 = \text{fxs opostas e canteiro central}$ ,  $R = 8,5\text{m}$   
(para manobra em 1 etapa; senão assumir cruzamento e parada no canteiro central)  
(admitindo  $V_c = 0,85 \cdot V_a$ ,  $V_r = 0,95 \cdot V_a$ ,  $V_m = 0,90 \cdot V_a$ ,  $t_r = 2,5\text{seg}$ ,  $t_e = 2\text{seg}$ , distância  $D_c$ : até  $S_{Vc}$ )

## Caso F – Conversão à Esquerda da Via Principal

- recomenda garantir intervisibilidade para tempo de manobra (brecha):  $D_m = V_a \cdot t_{gb}$

tempo de manobra  $t_g$  : brechas obtidas pelo NCHRP R383 (por tipo de veículo) ...

Table 9-16—Time Gap for Case F, Left Turns from the Major Road

Design Vehicle	Time Gap ( $t_g$ )(s) at Design Speed of Major Road
Passenger car	5.5
Single-unit truck	6.5
Combination truck	7.5

Note: Time gaps are for a stopped vehicle turning left from a two-lane highway with no median

*For multilane and/or divided roadways—For left turns on two-way roadways across more than one opposing lane, including turn lanes, add 0.5 s for passenger cars or 0.7 s for trucks for each additional lane to be crossed in the left-turn maneuver in excess of one lane. Where the left-turning vehicle must pass through a median, the median width should be converted to an equivalent number of lanes; for example, an 18-ft [5.5-m] median would be equivalent to one and a half lanes and crossing through the median would require an additional 0.75 s for a passenger car and 1.05 s for a truck. The table also contains appropriate adjustment factors for the number of major-road lanes to be crossed by the turning vehicle. The unadjusted time gap in Table 9-16 for passenger cars was used to develop the sight distances in Table 9-17.*

(na discussão sobre dimensionamento de baias de conversão adota valores distintos ...

brecha:  $t_{g50} = 5,0\text{seg}$  a  $t_{g85} = 6,25\text{seg}$  e intervalo de seguimento:  $t_f = 2,2\text{seg}$  para usar

fórmula poissoniana de capacidade e probabilidade de fila da M/M/1:  $\Pr[N > n] = X^{n+1}$  ) ...

- verificação do triângulo de visibilidade:  $d_{ab} \geq D_{ab} (D_b \cong 0)$  e  $D_{ab} = D_m (x_b \cong 0)$

tb  $d_a \geq D_a = DVP[V_a]$ , tendo-se  $D_b \cong 0; x_b \cong 0$ , ou  $d_a = DVP[VL_a]$

- inclui a necessidade de verificar o efeito da obliquidade da interseção (se ocorrer)  
o mesmo deveria ser verificado para efeito de trechos curvos adjacentes

- especialmente relevante próximo a curvas horizontais ou cristas de elevação ...

- também deve ser verificada nas conversões à esquerda em vias de pista dupla  
(além da existência de obstruções físicas no canteiro central  
conversões opostas podem representar obstruções à visibilidade,  
podendo justificar estratégias para deslocar baias de conversão ...)

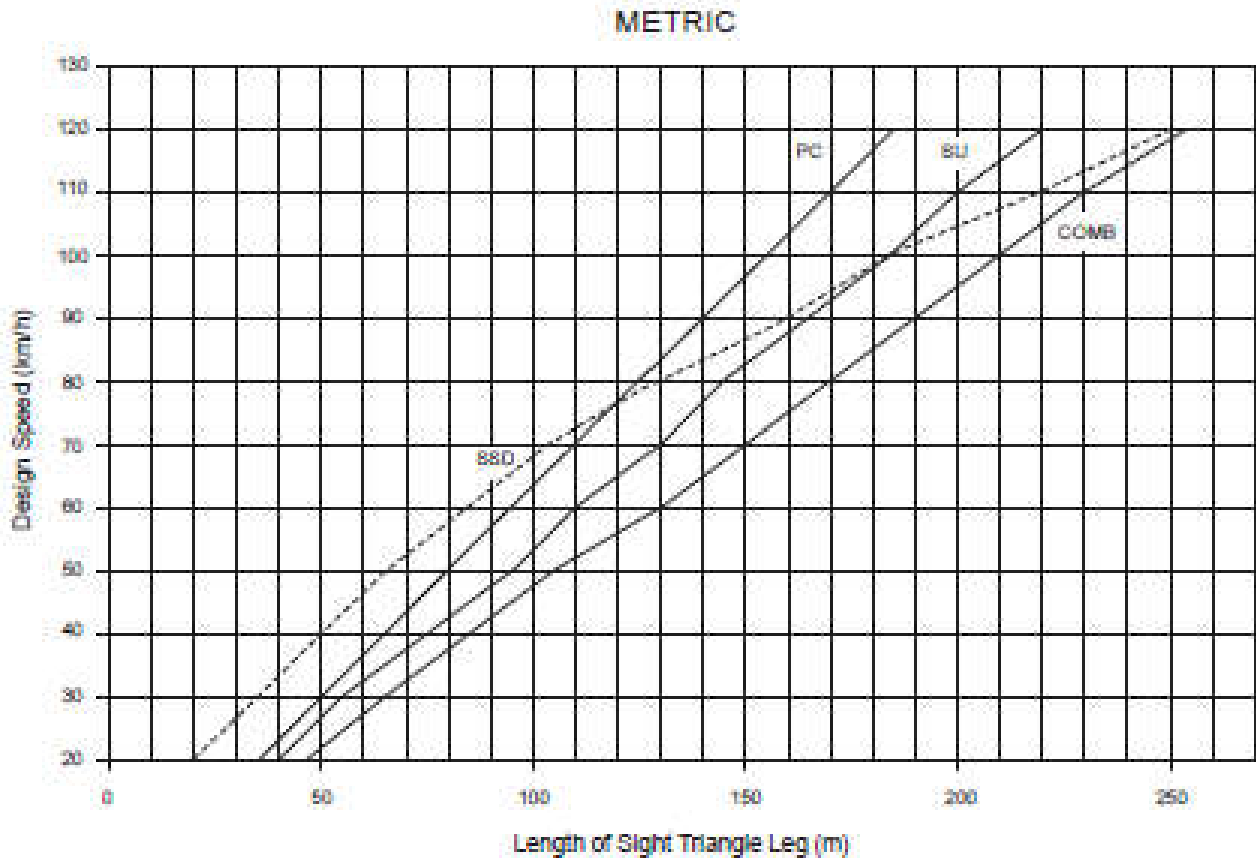
- valores usuais: Tabela 9-17 (autos, pista simples, ...)

Table 9-17. Intersection Sight Distance—Case F, Left Turn from the Major Road

U.S. Customary				Metric			
Design Speed (mph)	Stopping Sight Distance (ft)	Intersection Sight Distance		Design Speed (km/h)	Stopping Sight Distance (m)	Intersection Sight Distance	
		Passenger Cars				Passenger Cars	
		Calculated (ft)	Design (ft)			Calculated (m)	Design (m)
15	80	121.3	125	20	20	30.6	35
20	115	161.7	165	30	35	45.9	50
25	155	202.1	205	40	50	61.2	65
30	200	242.6	245	50	65	76.5	80
35	250	283.0	285	60	85	91.7	95
40	305	323.4	325	70	105	107.0	110
45	360	363.8	365	80	130	122.3	125
50	425	404.3	405	90	160	137.6	140
55	495	444.7	445	100	185	152.9	155
60	570	485.1	490	110	220	168.2	170
65	645	525.5	530	120	250	183.5	185
70	730	566.0	570	130	285	198.8	200
75	820	606.4	610				
80	910	646.8	650				

Note: Intersection sight distance shown is for a passenger car making a left turn from an undivided roadway. For other conditions and design vehicles, the time gap should be adjusted and the sight distance recalculated.

(valores são similares aos anteriores; esboço na Figura 9-21 da versão de 2011)



### Intervisibilidade – Interseção com Conversão à Esquerda da Via Principal (Caso F)

NCHRP R383: via 12m,  $V_a = 60\text{km/h}$ , 2fxs por sentido (3,6m),  $D_r = 3\text{m}$ ,  $w_s = 2\text{m}$ ,  $w_m = 5\text{m}$  ...

- brecha p/conversão à esquerda principal para autos:  $5,5 + 0,5(1\text{fx}) = 6,0\text{seg}$  (em nível)

$$\text{portanto } D_m = \frac{60}{3,6} \cdot 6,0 = 100,0\text{m} \text{ (à esquerda), maior que } DVP_a = 85\text{m}$$

- brecha requerida pela versão de 1984-1994: não discutida detalhadamente (~IIIA)

$$\text{para autos: } S = D_r + W_0 + \ell_v = 0 + 7,2 + 8 = 15,2\text{m} \text{ e } t_c \cong t_r + \sqrt{\frac{2 \cdot S}{a}} = 1 + \sqrt{2 \cdot \frac{15,2}{5,0/3,6}} = 5,7\text{seg}$$

### Correção para Interseção Oblíqua e Larga:

- efeito da escondidade deve ser considerado quando ângulo menor que 60° ...
- condição favorável para aproximações em ângulo obtuso (melhor visibilidade)
- condição desfavorável para aproximações em ângulo agudo (e giro da cabeça)

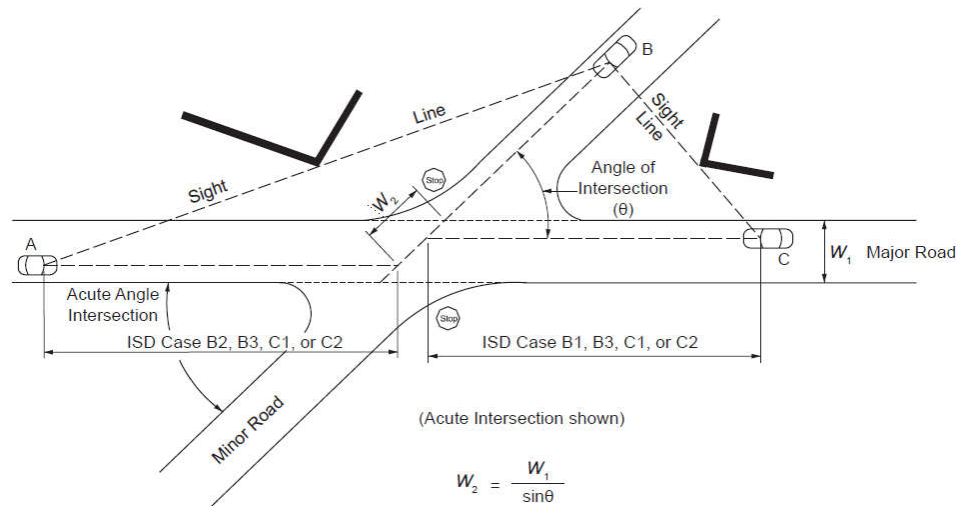


Figure 9-22. Sight Triangles at Skewed Intersections

- mesmo procedimento mas medir distâncias no alinhamento da via ...
- exemplo: extensão do cruzamento  $W_e = W / \sin\theta$  ( $W$  é a medida transversal) ...
- condutor pode usar movimentos de cabeça e ter obstruções internas ao veículo
- AASHTO não fornece indicações precisas (verificar geometria no projeto ou campo)

### Correção para Interseção em Trechos Curvos ou com Curvas Adjacentes:

- efeito de curvas horizontais e/ou verticais: tiram a interseção do cone de visão central!
- fator ignorado mas frequentemente associado à ocorrência de acidentes...
- AASHTO não fornece indicações para análise (verificar em campo ou projeto em 3D)



## Comentários sobre o Procedimento da AASHTO/2001-2018

- ⇒ principal alteração: baseado nas brechas aceitas (comportamental) ...  
(exceto interseção sem sinalização de controle ou com sinalização de prioridade)
- ⇒ diferencia características dos locais e veículos (dados do NCHRP R383 ...)  
distingue tipo de veículo (de projeto), no. faixas, aclive/declive, canteiro central, ...  
(fonte complementar: AP-T293-15-Road Design for Heavy Vehicles, Austroads)
- ⇒ critérios validados pela observação de campo (mas dados reduzidos) ...  
modelos de projeto naturalmente mais conservativos ( $t_r=2,5\text{seg}$ ;  $t_e=2\text{seg}$ ,...)  
modelos de análise de operação são mais medianos ( $t_{50}$  ao invés de  $t_{85}$ ,  $t_{95}$ , ...)
- ⇒ ignora diversas variáveis físicas, operacionais e comportamentais relevantes ...  
(discute velocidade na via principal; canalização ou impaciência também)
- ⇒ modelo cinemático é mais sensível a condições locais do tráfego e da via ...  
(validar interseção sem sinalização de controle ou com sinalização de prioridade)
- ⇒ relação entre brecha aceita e brecha requerida não é tratada explicitamente ...
- ⇒ não analisa necessidades dos usuários não-motorizados (pedestres, ciclistas, ...)

**VER EXERCÍCIO AASHTO2018-NÃO SEMAFORIZADA**