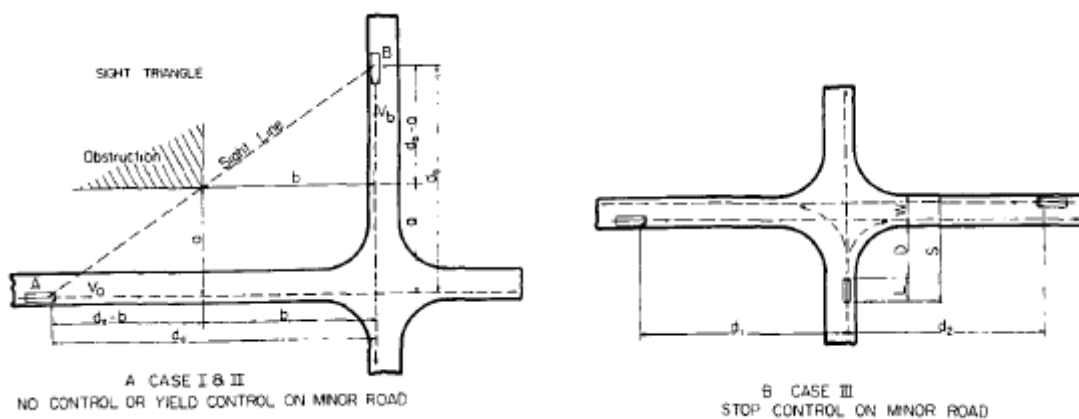


Procedimento da AASHTO/1984-1994

- ⇒ 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 ...
1994: versão em unidades métricas (versões de 1984 e 1990 são similares).
- ⇒ aspecto de interesse: deriva “brecha requerida” de modelos cinemáticos:
 - sensível às características operacionais dos veículos (aceleração/desaceleração);
 - sensível às características físicas das interseções (dimensão/canalização, etc...);
 - não examina, no entanto, relação entre brecha aceita e brecha requerida ...
- ⇒ distância de intervisibilidade requerida para projeto geométrico de diversos casos:
 - Caso I: interseção sem controle (i.e. sem sinalização de preferência);
 - Caso II: via secundária com controle com Dê Preferência (i.e. placa R2);
 - Caso III: via secundária com controle com Pare simples (i.e. placa R1);
 - Caso IV: via de interseção semaforizada (i.e. controlada por semáforo);
 - Caso V: conversão à esquerda com fluxo oposto na via principal (R1 ou R2)
(introduzido na versão de 1990 e 1994, além de interseções com Pare múltiplo)
- ⇒ verificação da condição necessária na chegada e na partida da posição parada ...
Ver Figura IX-20/1984; Figura IX-32/1994
- ⇒ pressupõe-se que deve ser verificada a distância de visibilidade de parada ...
(sem deixar de considerar também a visibilidade requerida da sinalização)



Triângulo de Visibilidade (Figura IX-20/1984; Figura IX-32/1994)

Distância de Visibilidade de Parada (critério geral)

- tempo de reação: 2,5seg; frenagem com coeficiente de atrito (f) seguro (variável com V)

V (km/h)	f	d (m)
20	(0,40	20)
30	0,40	30
40	0,38	45
50	0,35	63
60	0,33	85
70	0,31	111
80	0,30	140
90	0,30	169
100	0,29	205
110	0,28	247
120	0,28	286

(permite usar velocidade de percurso mas recomenda usar velocidade de projeto)

Distância de Visibilidade de Parada, em Nível (Tabela III-1/1994)

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

V (km/h)	-3%	-6%	-9%	+3%	+6%	+9%
20	-	-	-	-	-	-
30	30,4	31,2	32,2	29,0	28,5	28,0
40	45,7	47,5	49,5	43,2	42,1	41,2
50	65,5	68,6	72,6	55,5	53,8	52,4
60	88,9	94,2	100,8	71,3	68,7	66,6
70	117,5	125,8	136,3	89,7	85,9	82,8
80	148,8	160,5	175,5	107,1	102,2	98,1
90	180,6	195,4	214,4	124,2	118,8	113,4
100	220,8	240,6	256,9	147,9	140,3	133,9
110	267,0	292,9	327,1	168,4	159,1	151,3
120	310,1	341,0	381,7	190,0	179,2	170,2

Distância de Visibilidade de Parada Corrigida (Tabela III-2/1994)

Distância de Visibilidade de Decisão (casos especiais)

- tempo de reação/decisão majorado; inclui frenagem ou desvio trajeto/ajuste velocidade ...

V (km/h)	A: d (m)	B: d (m)	C: d (m)	D: d (m)	E: d (m)
50	75	160	145	160	200
60	95	205	175	205	235
70	125	250	200	240	275
80	155	300	230	275	315
90	185	360	275	320	360
100	225	415	315	365	405
110	265	455	335	390	435
120	305	505	375	415	470

A: Manobra de Parada, Rural;
B: Manobra de Parada, Urbano;
C: Manobra de Desvio/Mudança de Faixa, Rural;
D: Manobra de Desvio/Mudança de Faixa, Suburbano;
E: Manobra de Desvio/Mudança de Faixa, Urbano

Distância de Visibilidade na Interseção (intervisibilidade)

Caso I – Interseção Sem Sinalização de Controle: triângulo de visibilidade

Caso II – Interseção com Dê Preferência: triângulo de intervisibilidade

Caso III – Interseção com Pare: triângulo de intervisibilidade na parada

- analisa 3 manobras distintas: cruzamento (A), conversão à esquerda (B) e direita (C)

Caso IV – Interseção com Semáforo: adotar critérios do Caso III (operação com defeito)

Caso V – Conversão à Esquerda na Via Principal: não é discutido originalmente ...
mas é introduzido nas versões seguintes (AASHTO/1990 e AASHTO/1994)
com critério similar ao adotado para manobra de cruzamento (IIIA ou IIIB1) ...

Caso I – Interseção Sem Controle: triângulo de visibilidade

- recomenda garantir intervisibilidade com antecedência de 3seg ou distância de parada critério (não discute de forma clara): $D_a = V_a \cdot (t_r + t_i)$ e $D_b = V_b \cdot (t_r + t_i)$

Distância de Referência no Triângulo de Visibilidade para Ajuste de Velocidade
(tempo de reação: 2seg; tempo de atuação: 1seg para frenagem ou aceleração)

Va,b (km/h)	Da,b (m)
20	20
30	25
40	35
50	40
60	50
70	60
80	65
90	75
100	85
110	90
120	100

- verificação do triângulo de visibilidade: $d_b = \frac{a}{D_a - b} \cdot D_a \geq D_b$ e $d_a = \frac{b}{D_b - a} \cdot D_b \geq D_a$
- inclui a necessidade de verificar o efeito da obliquidade da interseção (se ocorrer)
- inclui a necessidade de verificar o efeito do aclave/declive para distância de parada

Caso II – Interseção com Dê Preferência: triângulo de intervisibilidade

- recomenda garantir intervisibilidade com distância de parada na via secundária

$$D_a = \text{DVP}[V_a] \text{ e } D_b = \text{DVP}[V_b], \text{ impondo-se } d_b = \frac{a}{D_a - b} \cdot D_a \geq D_b \text{ ou } d_b = \text{DVP}[VL_b]$$

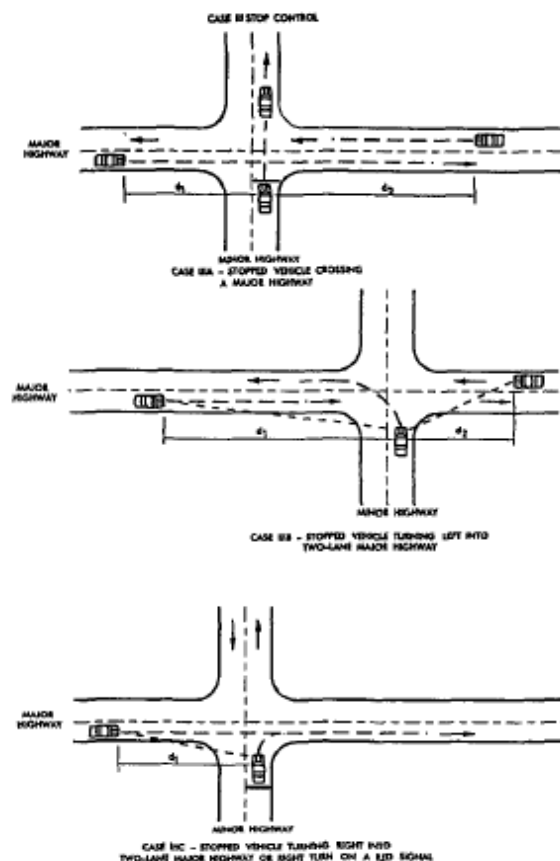
- inclui a necessidade de verificar o efeito da obliquidade da interseção (se ocorrer)
- inclui a necessidade de verificar o efeito do aclave/declive para distância de parada
- inclui a necessidade de verificar a visibilidade para manobra de partida após parada ... também aplicam-se então os critérios correspondentes ao Caso III (a seguir) ...
- condição pode não corresponder à situação de conflito (potencial de acidente ...)
- condição alternativa: considerando a velocidade na via secundária V_b e $D_b = \text{DVP}[V_b]$

$$\text{tem-se } t_b = \frac{D_a + W + \ell_v}{V_b} \text{ e } D_{ab} = V_a \cdot t_b, \text{ com } d_b = \frac{a}{D_{ab} - b} \cdot D_{ab} \geq D_b \text{ ou } d_b = \text{DVP}[VL_b]$$

(e verificar $D_a = \text{DVP}[V_a] \leq D_{ab}$ e $d_a = \frac{b}{D_b - a} \cdot D_b \geq D_a$ ou $d_a = \text{DVP}[VL_a]$ na via principal) ...

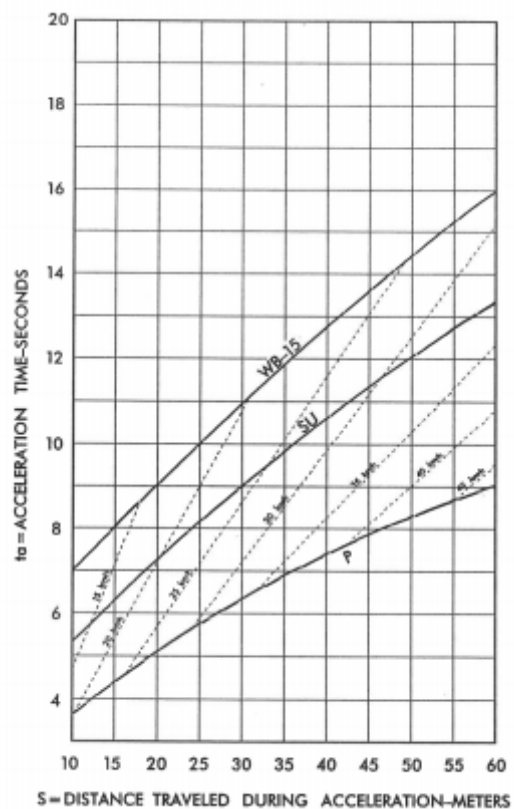
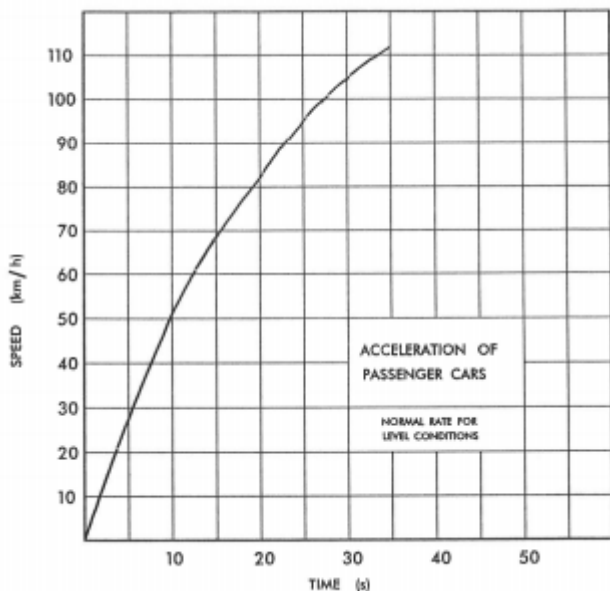
Caso III – Interseção com Pare: triângulo de intervisibilidade

- 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: cruzamento (A), conversão à esquerda (B) e direita (C)



Distância de Visibilidade de Partida de uma Parada (Figura IX-23/1984, Figura IX-36/1994)

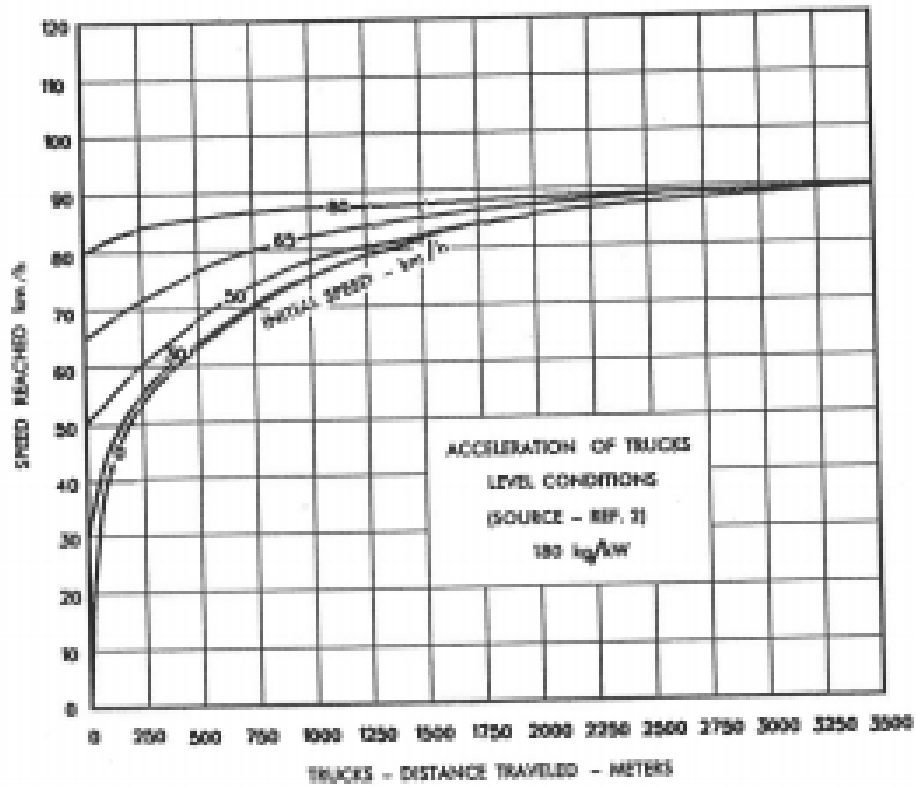
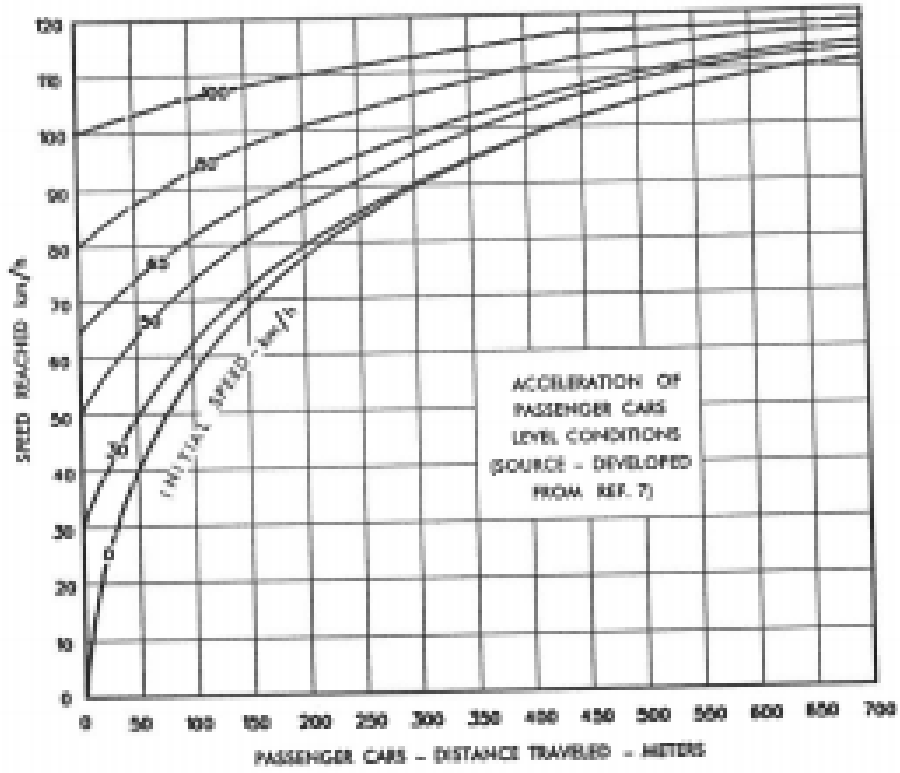
- tempo de manobra requerido t_a : função da distância a ser vencida em aceleração d ... (é uma estimativa da brecha requerida nas condições de manobra admitidas !)



Tempo/Distância Viajada durante a Aceleração (Figura IX-35,33/1994)

Efeito de Active/Declive no Tempo de Aceleração (Tabela IX-9/1994)

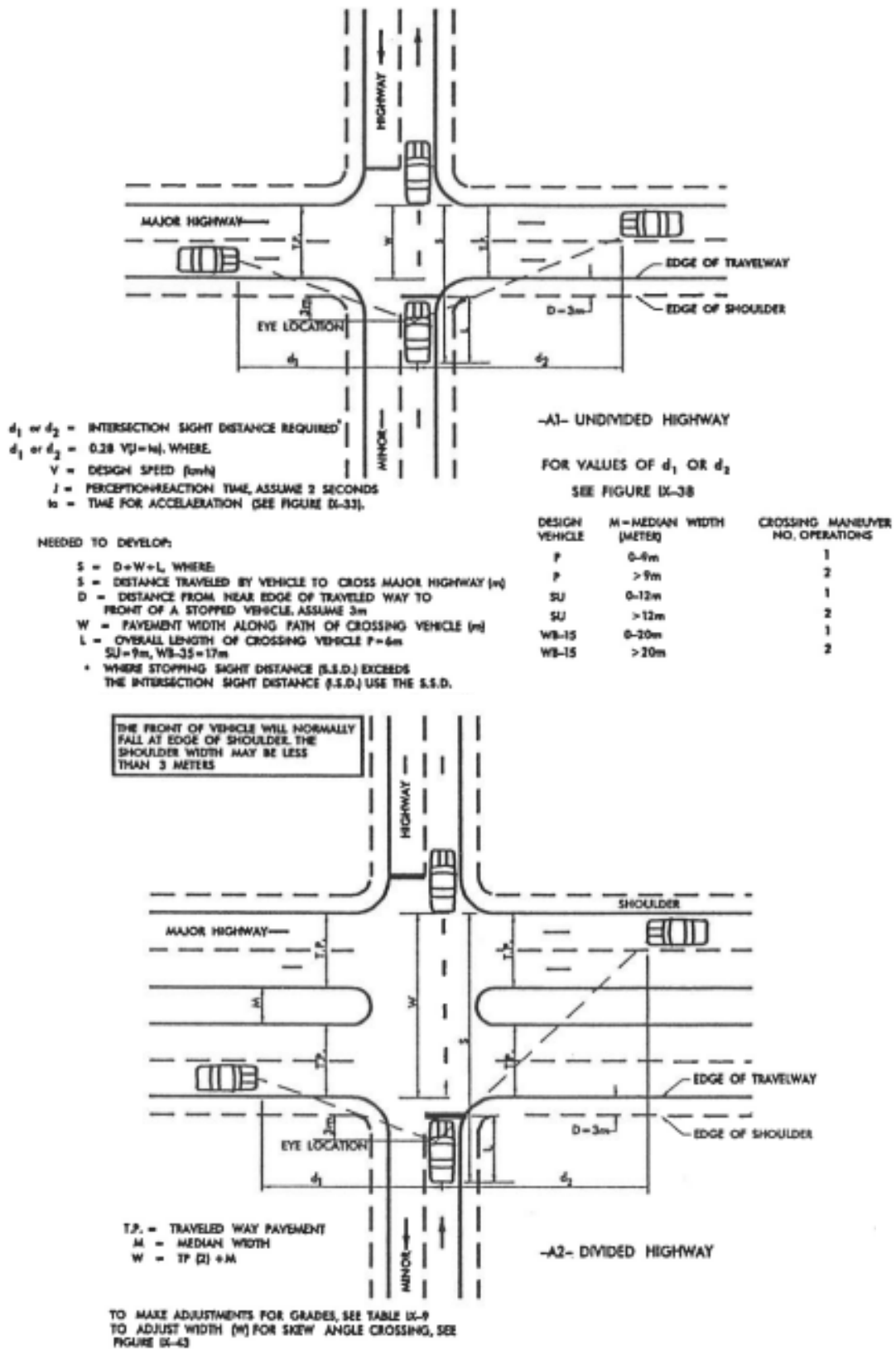
Veículo de Projeto	Razão do Tempo de Aceleração em Relação ao Local Plano				
	Declive/Active Transversal na Interseção (%)				
	-4	-2	0	+2	+4
P	0,7	0,9	1	1,1	1,3
SU	0,8	0,9	1	1,1	1,3
WB50	0,8	0,9	1	1,2	1,7



Curvas de Aceleração para Autos e Pesados (Figura IX-34/1994)

Caso IIIA – Cruzamento (**Figura IX-37/1994**):

- recomenda garantir intervisibilidade para reação e manobra $D_m = V_1 \cdot (t_r + t_m)$
(opção a=até velocidade de projeto; b=até velocidade média de operação)
tempo de manobra (**Figura IX-21/1984; Figura IX-33/1994**) para $S=Dr+Wt+Lv$
(ajustar se aclive/declive $\geq 3\%$; **Tabela IX-8/1984; Tabela IX-9/1994**)
 Dr =da retenção à interseção; se não disponível assumir 3m (10ft);
 Wt =largura da interseção; se não disponível assumir faixas de 3,6m (12ft)
incluir largura do canteiro se menor que necessário para acomodar um veículo
 Lv =comprimento do veículo; assumir valores do veículo de projeto (em análise)
P: 5,8m (19ft), SU: 9,1m (30ft), WB30(12): 15,2m (50ft); WB50(15): 16,7m (55ft)
deve-se verificar condição de intervisibilidade á direita e à esquerda ...
- adota tempo de reação igual a 2 seg (em áreas rurais ou interseções inesperadas)
em área urbanas onde interseções são esperadas, poderia reduzir para 1 seg
- valores usuais fornecidos (**Figura IX-26/1984; Figura IX-38/1994**) ...
- inclui a necessidade de verificar o efeito da obliquidade da interseção (se ocorrer) ...
- 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)
- para velocidades elevadas (maior que 55mph=88km/h) pode-se preferir garantir uma
intervisibilidade maior (igual à distância de visibilidade de parada na via principal)

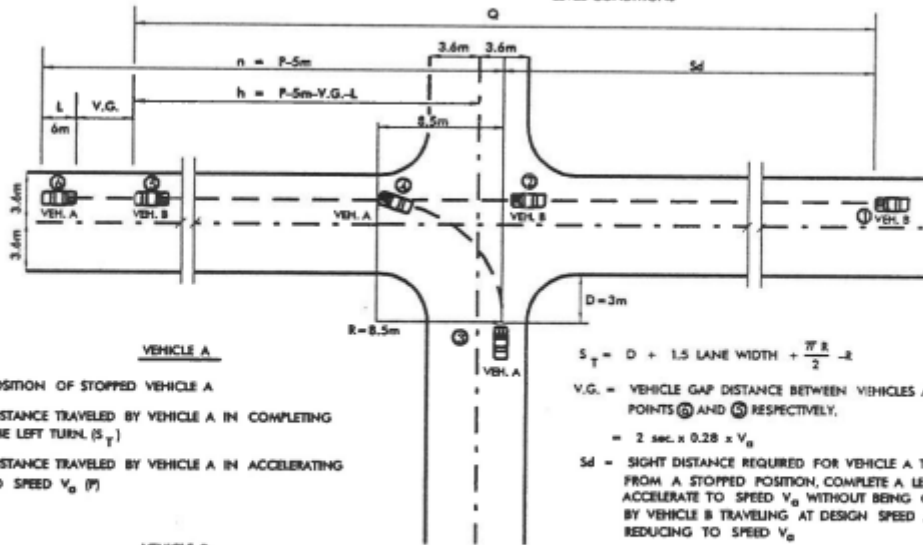


Visibilidade para Cruzamento com Parada (Figura IX-37/1994)

Caso IIIB – Conversão à Esquerda (**Figura IX-24/1984; Figura IX-39,40/1994**)

- recomenda garantir intervisibilidade para reação e manobra
(opção a=até velocidade de projeto; b=até velocidade média de operação)
 - B1. para cruzar fluxo adjacente (vindo da esquerda): $D_m = V_1 \cdot (t_r + t_m)$
tempo de manobra: acelerar em S (**Figura IX-21/1984; Figura IX-33/1994**)
com S=13,5m para pista simples; senão $S=Dr+Wo+Wl/2+Dd$
(ajustar se acline/declive $\geq 3\%$; **Tabela IX-8/1984; Tabela IX-9/1994**)
Dr=da retenção à interseção; se não disponível assumir 3m (10ft);
Wo=largura das faixas opostas; se não disponível assumir faixas de 3,6m (12ft)
incluir largura do canteiro se menor que necessário para acomodar um veículo
Discutível: Wl=largura da faixa onde vai entrar (incorporar à esquerda)
 Dd=diferença de percurso (5m, curva de Raio 8,5m menos 8,5m)
 (não inclui o comprimento do veículos L_v ...)
 - B2. para incorporar com fluxo convergente (da direita): $D_m = 0,95 \cdot V_1 \cdot (t_r + t_m) - D_h$
admite que veículo da via principal reduz para 95% de V ($V_{projeto}$, V_{85}) ...
e veículo em conversão acelera até 85% de V (frenagem adicional com conflito)
tempo de manobra até 85% de V (**Figura IX-22,21/1984 Figura IX-34,33/1994**)
Dh=Dc-Dd-De- L_v distância para incorporação (até V igual a 85% de V ...)
Dc=distância percorrida na aceleração (movimento curvo da conversão)
Dd=diferença de percurso (5m, curva de Raio 8,5m menos 8,5m)
De=distância da margem de segurança mínima (assumida como 2seg)
 L_v =comprimento do veículo de projeto (ou em análise) ...
- adota tempo de reação igual a 2 seg (em áreas rurais ou interseções inesperadas)
em área urbanas onde interseções são esperadas, poderia reduzir para 1 seg
- valores usuais fornecidos (**Figura IX-27/1984; Figura IX-41/1994**) ...
 - . curva B1 para o fluxo adjacente (que cruza com a conversão) da esquerda;
 - . curva B2 para o fluxo convergente (em que incorpora a conversão) da direita
- inclui a necessidade de verificar o efeito da obliquidade na interseção (se ocorrer) ...
- 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)

VELOCITY OF VEH. A at ③ = 0 VELOCITY OF VEH. B at ① = D.S.
 VELOCITY OF VEH. A at ⑥ = 0 VELOCITY OF VEH. B at ⑤ = V_0
 VEHICLE A AND B ARE 6M IN LENGTH
 LEVEL CONDITIONS



- VEHICLE A**
- ③ POSITION OF STOPPED VEHICLE A
 - ④-⑤ DISTANCE TRAVELED BY VEHICLE A IN COMPLETING THE LEFT TURN. (S_T)
 - ⑤-⑥ DISTANCE TRAVELED BY VEHICLE A IN ACCELERATING TO SPEED V_0 (P)

- VEHICLE B**
- ① POSITION OF VEHICLE B TRAVELING AT DESIGN SPEED 2 SECONDS BEFORE VEHICLE A STARTS HIS DEPARTURE MOVEMENT.
 - ①-⑤ DISTANCE TRAVELED BY VEHICLE B WHILE REDUCING TO SPEED V_0 AND BY NOT ENCRUCHING CLOSER THAN V.G. TO VEHICLE A WHEN VEHICLE A HAS REACHED POINT ④ (Q)

$$S_T = D + 1.5 \text{ LANE WIDTH} + \frac{\pi R}{2} - R$$

V.G. = VEHICLE GAP DISTANCE BETWEEN VEHICLES A AND B AT POINTS ④ AND ⑤ RESPECTIVELY,

$$= 2 \text{ sec.} \times 0.28 \times V_0$$

Sd = SIGHT DISTANCE REQUIRED FOR VEHICLE A TO DEPART FROM A STOPPED POSITION, COMPLETE A LEFT TURN AND ACCELERATE TO SPEED V_0 WITHOUT BEING OVERTAKEN BY VEHICLE B TRAVELING AT DESIGN SPEED AND REDUCING TO SPEED V_0

V_0 = 85% DESIGN SPEED (km/h)

$$n = P - S_T + R$$

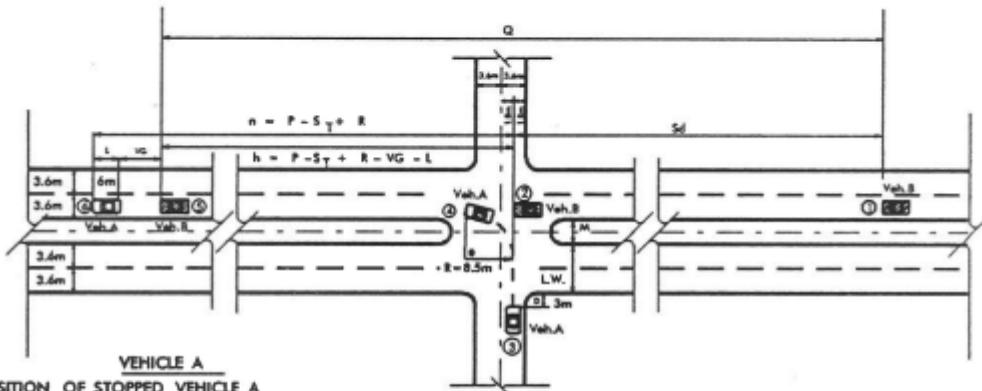
$$h = P - S_T + R - V.G. - L$$

$$SD = Q - h$$

VELOCITY OF VEH. A AT ③ = 0
 VELOCITY OF VEH. A AT ⑥ = V_0

VELOCITY OF VEH. B AT ① = D.S.
 VELOCITY OF VEH. B AT ⑤ = V_0

VEHICLE A AND B ARE 6m IN LENGTH
 LEVEL CONDITIONS



- VEHICLE A**
- ③ POSITION OF STOPPED VEHICLE A
 - ④-⑤ DISTANCE TRAVELED BY VEHICLE A IN COMPLETING THE LEFT TURN. (S_T)
 - ⑤-⑥ DISTANCE TRAVELED BY VEHICLE A IN ACCELERATING TO SPEED V_0 . (P)

- VEHICLE B**
- ① POSITION OF VEHICLE B TRAVELING AT DESIGN SPEED 2 SECONDS BEFORE VEHICLE A STARTS HIS DEPARTURE MOVEMENT.
 - ①-⑤ DISTANCE TRAVELED BY VEHICLE B WHILE REDUCING TO SPEED V_0 AND BY NOT ENCRUCHING CLOSER THAN VG TO VEHICLE A WHEN VEHICLE A HAS REACHED POINT ④. (Q)

$$S_T = D + L.W. + M + \frac{\pi R}{2} - R$$

V.G. = VEHICLE GAP DISTANCE BETWEEN VEHICLES A AND B AT POINTS ④ AND ⑤ RESPECTIVELY.

$$= 2 \text{ sec.} \times 0.28 \times V_0$$

Sd = SIGHT DISTANCE REQUIRED FOR VEHICLE A TO DEPART FROM A STOP POSITION, COMPLETE A LEFT TURN AND ACCELERATE TO SPEED V_0 WITHOUT BEING OVERTAKEN BY VEHICLE B TRAVELING AT DESIGN SPEED AND REDUCING TO SPEED V_0 .

V_0 = 85% DESIGN SPEED (km/h)

$$n = P - S_T + R$$

$$h = P - S_T + R - V.G. - L$$

$$Sd = Q - h$$

Visibilidade para Conversão à Esquerda com Parada (Figura IX-39,40/1994)

Caso IIIC – Conversão à Direita (**Figura IX-25/1984; Figura IX-42/1994**)

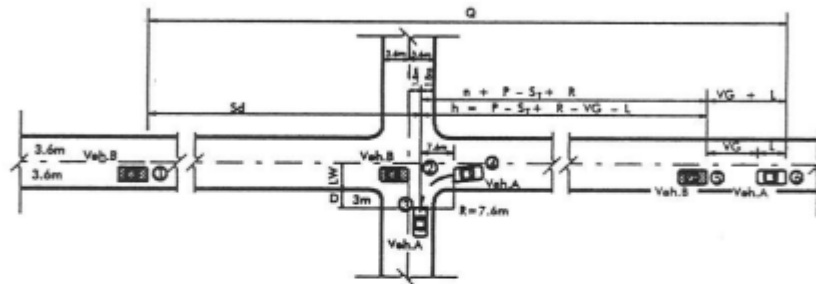
- recomenda garantir intervisibilidade para reação e manobra $D_m = V_1 \cdot (t_r + t_m) - D_h$
(opção a=até velocidade de projeto; b=até velocidade média de operação)
... admite que veículo da via principal reduz para 95% (?) de V (Vprojeto, V85) ...
e veículo em conversão acelera até 85% de V (frenagem adicional com conflito)
tempo de manobra até 85% de V (**Figura IX-22,21/1984 Figura IX-34,33/1994**)
Dh=Dc-Dd-De-Lv distância para incorporação (até V igual a 85% de V ...)
Dc=distância percorrida na aceleração (movimento curvo da conversão)
Dd=diferença de percurso (5m, curva de Raio 8,5m menos 8,5m)
De=distância da margem de segurança mínima (assumida como 2seg)
Lv=comprimento do veículo de projeto (ou em análise) ...

- adota tempo de reação igual a 2 seg (em áreas rurais ou interseções inesperadas)
em área urbanas onde interseções são esperadas, poderia reduzir para 1 seg

- valores usuais fornecidos (**Figura IX-27/1984; Figura IX-41/1994**) ...
. curva C para o fluxo convergente (em que incorpora a conversão) da direita

- inclui a necessidade de verificar o efeito da obliquidade da interseção (se ocorrer) ...

VELOCITY OF VEH. A AT ③ = 0
 VELOCITY OF VEH. A AT ⑥ = V_a
 VELOCITY OF VEH. B AT ① = D.S.
 VELOCITY OF VEH. B AT ⑤ = V_a
 VEHICLE A AND B ARE 6m IN LENGTH
 LEVEL CONDITIONS



$$S_r = D + 1/2 LW. + \pi R/2 - R$$

S_d = SIGHT DISTANCE FOR VEHICLE A TO DEPART FROM STOP POSITION, COMPLETE A RIGHT TURN AND ACCELERATE WITHOUT BEING OVERTAKEN BY VEHICLE B TRAVELING AT DESIGN SPEED AND REDUCING TO SPEED V_a .

VG = VEHICLE GAP DISTANCE BETWEEN VEHICLES A AND B AT POINTS ⑥ AND ⑤ RESPECTIVELY.

$$= \text{SPEED OF VEHICLE B AT POINT ⑤ (km/h)} \times 2 \text{ sec.} \times 0.28$$

$$h = P - S_r + R - VG - L$$

$$n = P - S_r + R$$

$$S_d = Q - h$$

$$V_a = 85\% \text{ DESIGN SPEED (km/h).}$$

VEHICLE A

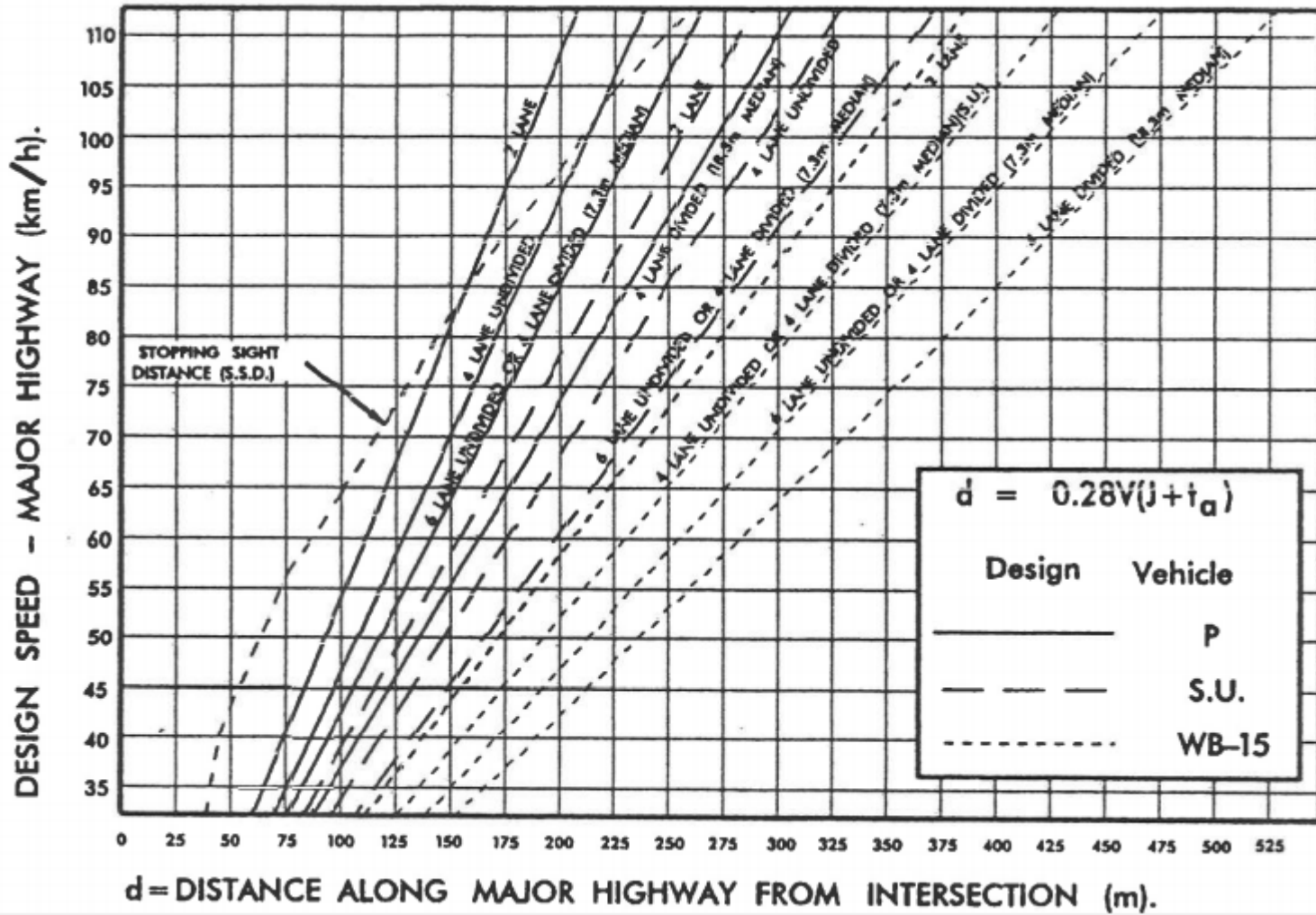
- ③ POSITION OF STOPPED VEHICLE A
- ③-④ DISTANCE TRAVELED BY VEHICLE A IN COMPLETING THE RIGHT HAND TURN. (5)
- ③-⑥ DISTANCE TRAVELED BY VEHICLE A FROM STOP POSITION AND ACCELERATING TO SPEED V_a . (P)

VEHICLE B

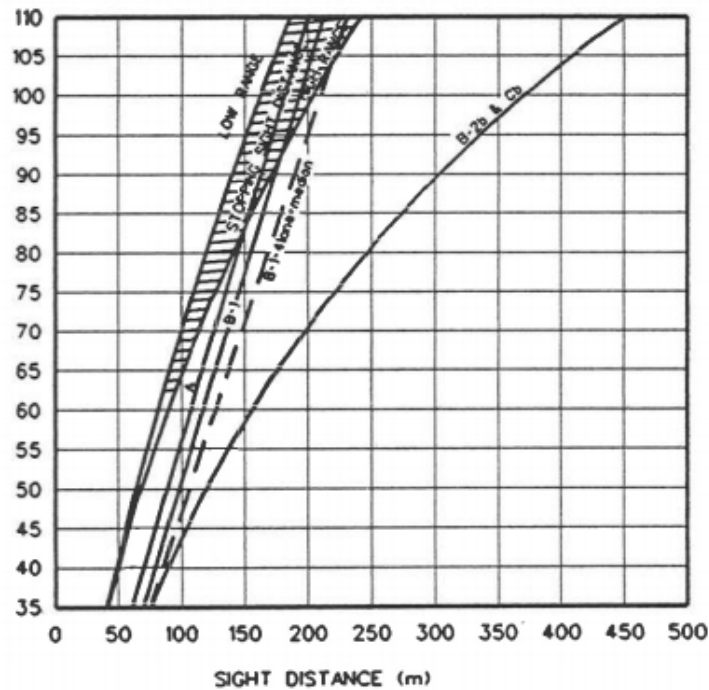
- ① POSITION OF VEHICLE B TRAVELING AT DESIGN SPEED 2 SECONDS BEFORE VEHICLE A STARTS THE DEPARTURE MOVEMENT.
- ①-⑤ DISTANCE TRAVELED BY VEHICLE B WHILE REDUCING TO SPEED V_a AND BY NOT ENCHROACHING CLOSER THAN VEHICLE GAP DISTANCE TO VEHICLE A WHEN VEHICLE A HAS REACHED POINT ⑥. (Q)

Visibilidade para Conversão à Direita com Parada (Figura IX-42/1994)

Valores Usuais (Figura IX-38/1994)



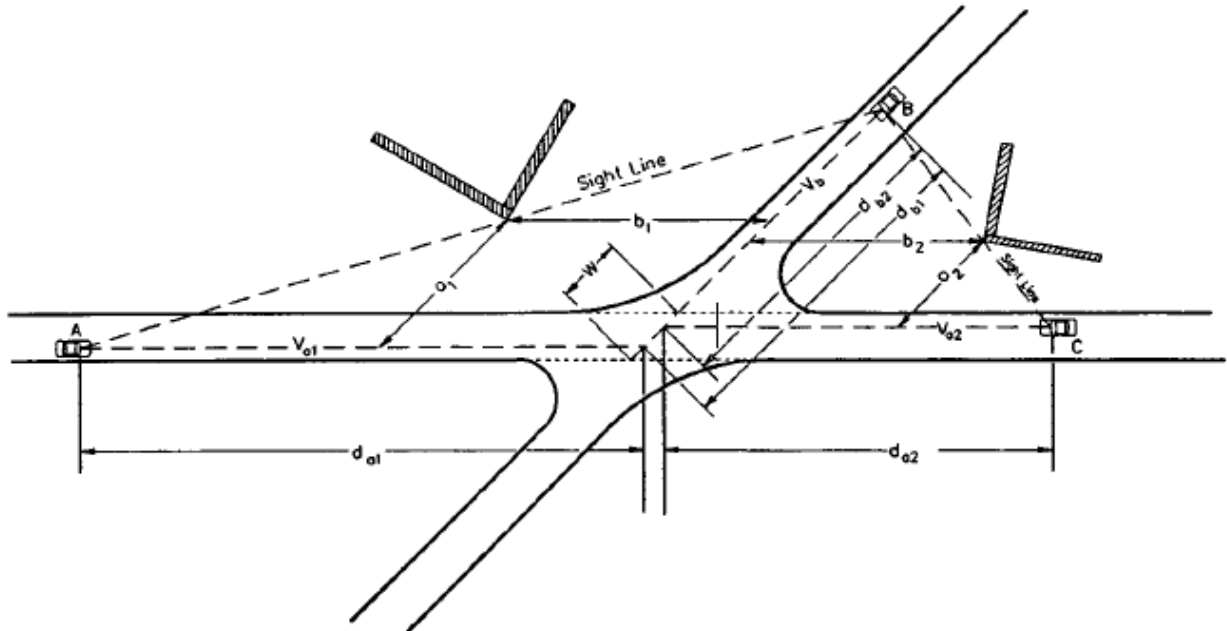
Valores Usuais (Figura IX-41/1994)



- A- SIGHT DISTANCE FOR P VEHICLE CROSSING 2-LANE HIGHWAY FROM STOP. (SEE DIAGRAM).
- B-1- SIGHT DISTANCE FOR P VEHICLE TURNING LEFT INTO 2-LANE HIGHWAY ACROSS P VEHICLE APPROACHING FROM LEFT. (SEE DIAGRAM).
- B-1-4Lane+median- SIGHT DISTANCE FOR P VEHICLE TURNING LEFT INTO 4-LANE HIGHWAY ACROSS P VEHICLE APPROACHING FROM LEFT. (SEE DIAGRAM).
- B-2b- SIGHT DISTANCE FOR P VEHICLE TO TURN LEFT INTO 2-LANE HIGHWAY AND ATTAIN 85% OF DESIGN SPEED WITHOUT BEING OVERTAKEN BY A VEHICLE APPROACHING FROM THE RIGHT REDUCING SPEED FROM DESIGN SPEED TO 85% OF DESIGN SPEED. (SEE DIAGRAM).
- Cb- SIGHT DISTANCE FOR P VEHICLE TO TURN RIGHT INTO 2-LANE HIGHWAY AND ATTAIN 85% OF DESIGN SPEED WITHOUT BEING OVERTAKEN BY A VEHICLE APPROACHING FROM THE LEFT AND REDUCING FROM DESIGN SPEED TO 85% OF DESIGN SPEED. (SEE DIAGRAM).

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)



- mesmo procedimento mas medir distâncias no alinhamento da via ...
- exemplo: extensão do cruzamento $W_e = W / \sin \theta$ (W é a medida transversal) ...

Comentários sobre o Procedimento da AASHTO/1984-1994

- ⇒ modelo cinemático é mais sensível a condições locais do tráfego e da via ...
- ⇒ permite diferenciar características dos veículos (dimensões, desempenho, ...)
- ⇒ permite (exige ...) incorporar variáveis comportamentais relevantes ...
- ⇒ tem de validar modelos de análise para garantir resultados adequados ...
- ⇒ relação entre brecha aceita e brecha requerida não é tratada explicitamente ...
- ⇒ não analisa necessidades dos usuários não-motorizados (pedestres, ciclistas, ...)

VER EXERCÍCIO AASHTO1984-NÃO SEMAFORIZADA