

PROPOSTA DE UNIFORMIZAÇÃO DOS CRITÉRIOS DE SINALIZAÇÃO DE PROIBIÇÃO DE ULTRAPASSAGEM

CARLOS DE ALMEIDA ROQUE

Engenheiro civil. Director da Aclive, Projectos de engenharia civil, Lda.

RESUMO

Um dos princípios básicos da sinalização, a homogeneidade, determina que em condições idênticas o condutor encontre sinais com a mesma valência e dimensão, colocados segundo as mesmas regras. Este princípio deve prevalecer na definição dos locais onde a proibição de ultrapassagem é imposta em estradas de faixa de rodagem única.

O critério de sinalização apresentado considera na definição da zona de proibição de ultrapassagem toda a manobra desde o ponto crítico, onde a opção de a abortar ainda existe. Este critério é compatível com a Norma de Traçado (JAE), pois utiliza os valores da distância de visibilidade de ultrapassagem ali definida. O comprimento daquela zona enquadra-se, por outro lado, nos valores propostos pela CEMT, garantindo contudo distâncias de visibilidade mais realistas do que as obtidas pela CEMT ou pela Norma de Marcas Rodoviárias (JAE).

1. INTRODUÇÃO

Coexistem no nosso País dois critérios de definição da distância de visibilidade de ultrapassagem, um da Norma de Traçado (NT JAE) [1], baseado no modelo da AASHTO [2], e outro da Norma de Marcas Rodoviárias (NMR JAE) [3], baseado nas recomendações da CEMT [4], com resultados muito distintos na sua utilização.

Comparando os modelos da AASHTO – NT e da CEMT – NMR, e utilizando o critério de Glennon, estabelece-se um critério que compatibiliza as distâncias de visibilidade de ultrapassagem a considerar nos projectos de traçado (DVU) com as distâncias de proibição de ultrapassagem a utilizar nos projectos de sinalização (vertical e marcação rodoviária).

O critério proposto é compatível com a NT JAE, pois utiliza os valores da DVU ali definida, permitindo considerar na definição da zona de proibição de ultrapassagem toda a manobra desde o ponto crítico, onde a opção de a abortar ainda existe. O comprimento desta zona

enquadra-se na gama de valores propostos pela CEMT, garantindo contudo distâncias de visibilidade mais realistas do que as obtidas pela CEMT ou pela NMR JAE.

2. DISTÂNCIA DE VISIBILIDADE

Numa estrada de faixa de rodagem única com duas vias de tráfego, a manobra de ultrapassagem é realizada por ocupação da via de tráfego de sentido contrário. Para que a ultrapassagem se realize em segurança o condutor deve ver uma distância à sua frente de modo a poder completar a manobra sem obrigar um terceiro veículo, que circule em sentido oposto, a diminuir a sua velocidade.

Quando necessário o condutor pode retomar a mão sem ultrapassar, estando a manobra só parcialmente realizada, se verificar que o veículo de sentido contrário se encontra demasiado próximo – início da segunda fase da Figura 1 [2].

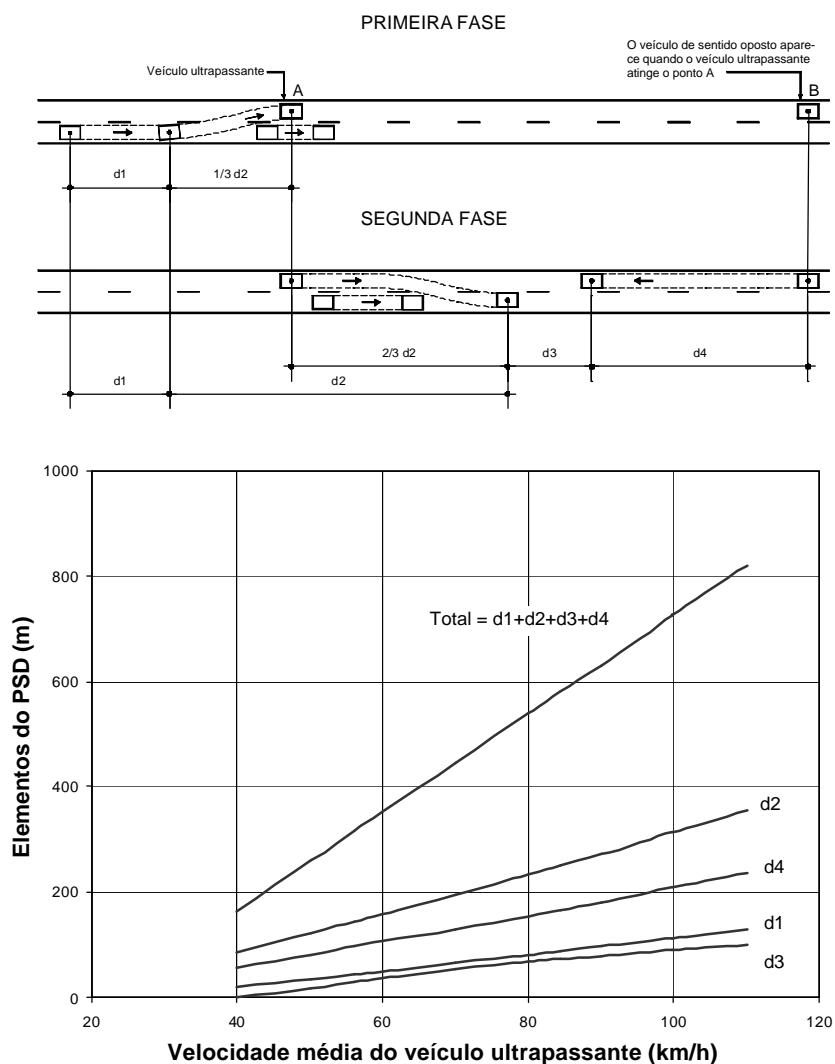


Figura 1 – Elementos da PSD [2]

A distância de visibilidade de ultrapassagem (Passing Sight Distance - PSD) mínima para estradas de duas vias é, de acordo com a AASHTO [2], a soma de quatro distâncias:

- d1 – distância percorrida durante o tempo de percepção e reacção e de aceleração inicial até o veículo estar em condições de ocupar a via de sentido contrário;
- d2 – distância percorrida enquanto o veículo circula na via de sentido contrário;
- d3 – distância, no final da manobra, entre o veículo ultrapassante e o veículo de sentido contrário;
- d4 – distância percorrida pelo veículo de sentido contrário durante 2/3 do tempo em que o veículo ultrapassante ocupa a via de sentido contrário, ou 2/3 de d2.

A AASHTO admite que a velocidade do veículo ultrapassado é a velocidade média do tráfego para um volume próximo da capacidade. A velocidade do veículo ultrapassante é 15 km/h superior durante a sua permanência na via de sentido contrário, sendo esta igual à do veículo de sentido contrário (Quadro 1). A distância de visibilidade de ultrapassagem é medida entre os olhos do condutor, 1.05 m acima do pavimento, e um objecto com 1.30 m de altura. Esta distância é medida, em estradas de duas vias de tráfego e faixa de rodagem única, sobre o eixo da estrada.

QUADRO 1 – PSD de projecto para estradas de duas vias e faixa de rodagem única [2]

| Velocidade base VB (km/h) | Velocidades tomadas (km/h) | | PSD (AASHTO) | |
|------------------------------|----------------------------|-----------------------|--------------|-------------|
| | Veículo ultrapassado | Veículo ultrapassante | da Figura 1 | Arredondado |
| 30 | 29 | 44 | 200 | 200 |
| 40 | 36 | 51 | 266 | 270 |
| 50 | 44 | 59 | 341 | 345 |
| 60 | 51 | 66 | 407 | 410 |
| 70 | 59 | 74 | 482 | 485 |
| 80 | 65 | 80 | 538 | 540 |
| 90 | 73 | 88 | 613 | 615 |
| 100 | 79 | 94 | 670 | 670 |
| 110 | 85 | 100 | 727 | 730 |
| 120 | 90 | 105 | 774 | 775 |
| 130 | 94 | 109 | 812 | 815 |

A Norma de Traçado [1] utiliza este modelo, sendo a DVU dada por:

$$DVU (m) = 7 \times V_{85} (km/h)$$

em que V_{85} é a velocidade do tráfego, correspondente ao percentil 85 da distribuição das velocidades, a qual está relacionada com a velocidade base (VB), de acordo com a mesma norma, pelo Quadro 2.

QUADRO 2 – Velocidade do tráfego nas estradas nacionais [1]

| Velocidade base VB (km/h) | Velocidade do tráfego V_{85} (km/h) |
|------------------------------|--|
| 60 | 80 |
| 80 | 100 |
| 100 | 120 |
| 120 | 130 |
| 140 | 140 |

Estudos recentes [5] mostram que as velocidades dos veículos ultrapassante e ultrapassado se situam entre 1.02 e 1.15 de V_{85} e entre 0.79 e 0.85 V_{85} , respectivamente, em concordância com a utilização da V_{85} na determinação da DVU.

Glennon [6] considerou não só a distância necessária para completar a manobra de ultrapassagem como avaliou a possibilidade de abortar a mesma a qualquer instante. No início da manobra a distância para abortar é substancialmente menor do que a necessária para a completar – Figura 2. Com o desenrolar da ultrapassagem, a primeira aumenta enquanto a segunda diminui, até que atingem o mesmo valor num ponto designado como crítico, sendo essa a distância de visibilidade de ultrapassagem (PSD_G) a tomar tanto no projecto (determinação da percentagem do traçado em que a distância de visibilidade de ultrapassagem não é assegurada, com vista à avaliação da capacidade) como na definição da marcação rodoviária.

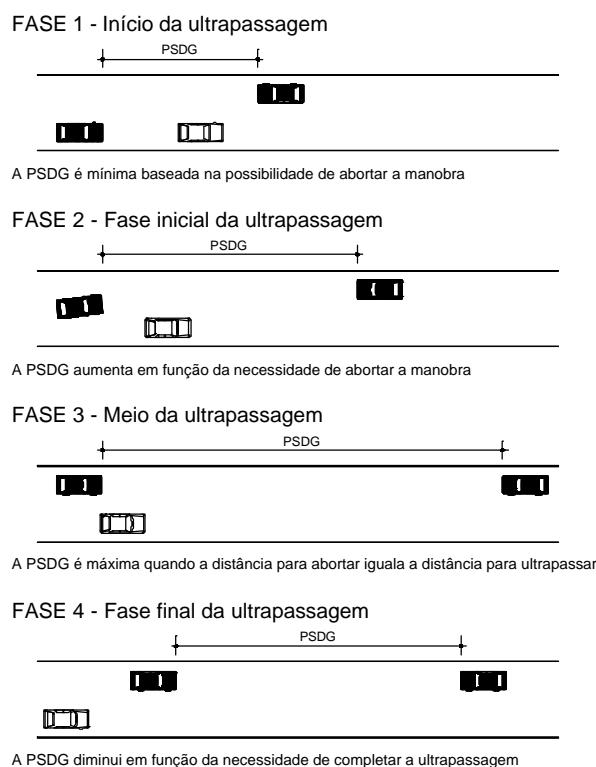


Figura 2 – Fases da PSD_G [6]

Glennon admite que a velocidade do veículo de sentido contrário é igual à velocidade de projecto (VB), que o veículo ultrapassante inicia a manobra em aceleração atingindo a velocidade de projecto no ponto crítico, continuando a velocidade constante e que o veículo ultrapassado tem uma velocidade constante e inferior à velocidade de projecto (VB - m). Admite, ainda, que no final da manobra existe uma distância entre o veículo ultrapassante e o veículo de sentido contrário, após o retorno do primeiro à sua via de tráfego.

Comparando os modelos de ultrapassagem da AASHTO e de Glennon, observa-se que, embora com parametrizações diferentes, a segunda fase do primeiro modelo corresponde ao segundo. Assim, aplicando o critério de Glennon ao modelo da AASHTO, a distância de visibilidade de ultrapassagem corresponde ao somatório das distâncias $\frac{2}{3} d_2$, d_3 e d_4 da Figura 1.

Verifica-se, por outro lado, que: $\frac{2}{3} d_2 + d_3 + d_4 \sim 0.7 \text{ PSD}$ e $d_3 + d_4 \sim 0.4 \text{ PSD}$, correspondendo a primeira equação à distância de visibilidade de ultrapassagem, aplicando o critério de Glennon à PSD, e a segunda à parte daquela distância em que a ultrapassagem deve ser proibida por sinalização, no sentido considerado para o veículo ultrapassante – Figura 3.

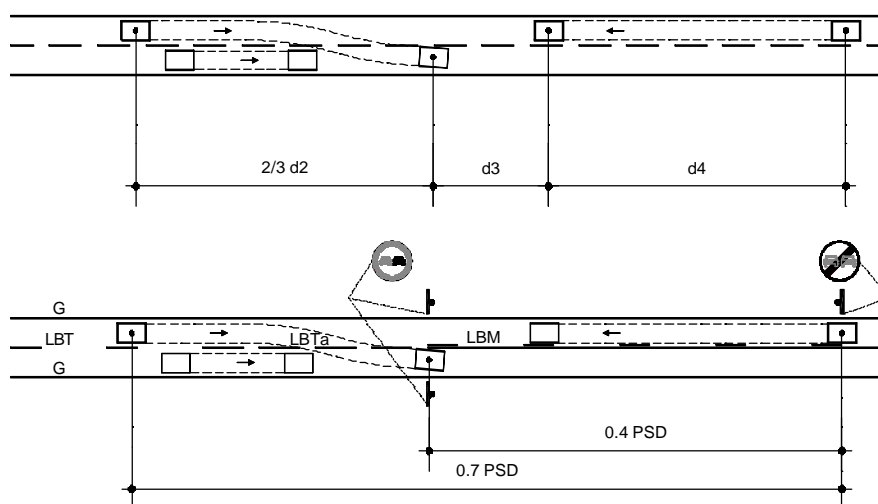


Figura 3 – Critério de Glennon

De acordo com a CEMT [4] “distância de visibilidade” é a distância à qual um objecto deve ser visto pelo condutor, considerando que a altura ocular é de 1.0 m e a altura do objecto sobre a faixa de rodagem é de 1.2 m. Quando há lugar à interdição de utilização da parte da faixa de rodagem reservada à circulação em sentido contrário, nos locais onde a distância de visibilidade é reduzida, nomeadamente em curvas em planta, essa interdição deve ser imposta nos locais onde a distância de visibilidade é inferior a um certo mínimo M, por intermédio de linhas contínuas colocadas de acordo com a Figura 4 [4]. A escolha da distância de visibilidade a adoptar para a definição das zonas onde uma linha contínua é ou não desejável, assim como a escolha do comprimento a dar-lhe, resulta de um compromisso, sendo recomendado um conjunto de valores de M para diferentes velocidades de aproximação (Quadro 3).

A NMR JAE [3] refere as recomendações da CEMT para definir que, se os valores de distância de visibilidade calculados para um determinado ponto singular em planta forem

inferiores ao valor de M, a ultrapassagem deve ser impedida pela marcação de uma linha contínua.

Como se pode ver no Quadro 3 os valores da NT JAE são praticamente concordantes com os da AASHTO, estando os calculados por Glennon entre 46 e 47% daqueles valores e, surpreendentemente, muito próximos dos do MUTCD [7] (embora as bases de cálculo sejam diversas [6]). Os valores propostos pela NMR JAE são baixos face aos preconizados pela CEMT, nomeadamente para as velocidades mais baixas e na parte alta dos intervalos definidos.

De notar que tanto a AASHTO como a NT JAE têm valores da distância de visibilidade de ultrapassagem para as velocidades mais elevadas superiores a 600 m, distâncias para as quais os condutores têm dificuldades em interpretar as imagens [5].

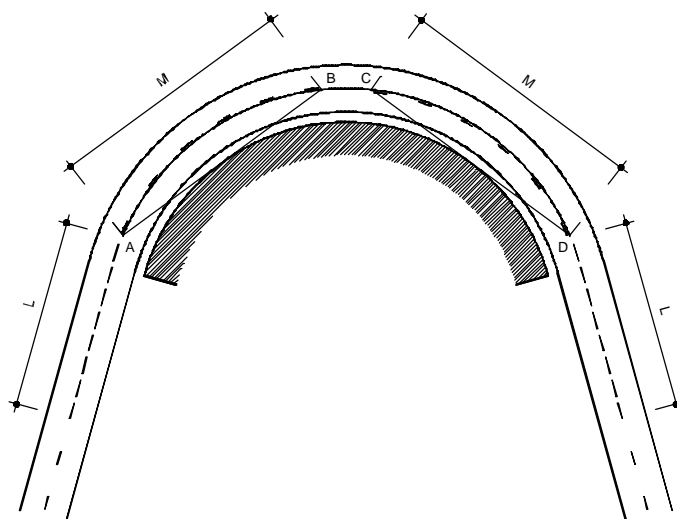


Figura 4 – Marcação de curvas [4]

QUADRO 3 – Distâncias de visibilidade (m)

| | AASHTO PSD [2] | Glennon PSD _G [5] | MUTCD DV [7] | CEMT M [4] | NT JAE DVU | NMR JAE M | CrITÉrio de Glennon 0.7 DVU |
|--------------------------|-------------------|---------------------------------|-----------------|-----------------|-----------------|------------------------|-----------------------------------|
| Velocida de (km/h) | VB | VB | V ₈₅ | V ₈₅ | V ₈₅ | V ₈₅ (*) | V ₈₅ |
| 40 | 270 | - | 140 | 35-75 | 280 | 40 | 195 |
| 50 | 345 | - | 160 | 60-120 | 350 | 60 | 245 |
| 60 | 410 | 180 | 180 | 85-170 | 420 | 80-90 | 295 |
| 70 | 485 | 225 | 210 | 105-215 | 490 | 100-120 | 340 |
| 80 | 540 | 255 | 245 | 130-260 | 560 | 120-160 | 390 |
| 90 | 615 | 280 | 280 | 145-290 | 630 | 140-200 | 440 |
| 100 | 670 | 310 | 320 | 160-320 | 700 | 160-250 | 490 |
| 110 | 730 | 345 | 355 | 175-350 | 770 | 180-300 | 540 |

| | | | | | | | |
|-----|-----|---|-----|---------|-----|---------|-----|
| 120 | 775 | - | 395 | 190-380 | 840 | 200-360 | 590 |
|-----|-----|---|-----|---------|-----|---------|-----|

(*) Valor mínimo - valor normal

A utilização do Critério de Glennon é compatível com a NT JAE, pois utiliza os valores da DVU ali definida, permitindo considerar na marcação da zona de proibição de ultrapassagem toda a manobra desde o ponto crítico, onde a opção de a abortar ainda existe. O comprimento desta zona enquadra-se na gama de valores propostos pela CEMT (Quadro 4), garantindo contudo distâncias de visibilidade mais realistas do que as obtidas pela CEMT ou pelas NMR JAE. Todos os valores são inferiores a 600 m, ou seja dentro do limite das capacidades visuais do condutor (Quadro 3).

QUADRO 4 – Comprimento de linha contínua (m)

| Velocidade (km/h) | CEMT | NMR JAE | Critério de Glennon 0.4 DVU |
|----------------------|---------|---------|-----------------------------------|
| 40 | 35-75 | 40 | 110 |
| 50 | 60-120 | 60 | 140 |
| 60 | 85-170 | 80-90 | 170 |
| 70 | 105-215 | 100-120 | 195 |
| 80 | 130-260 | 120-160 | 225 |
| 90 | 145-290 | 140-200 | 250 |
| 100 | 160-320 | 160-250 | 280 |
| 110 | 175-350 | 180-300 | 310 |
| 120 | 190-380 | 200-360 | 335 |

No Quadro 5 comparam-se os comprimentos de marcação preconizados, com os valores de 0.7 DVU, para as várias velocidades do tráfego, constatando-se que o comprimento marcado é sempre inferior à distância de visibilidade considerada, ou seja pela sua compatibilidade.

QUADRO 5 – Distâncias de visibilidade e de marcação (m)

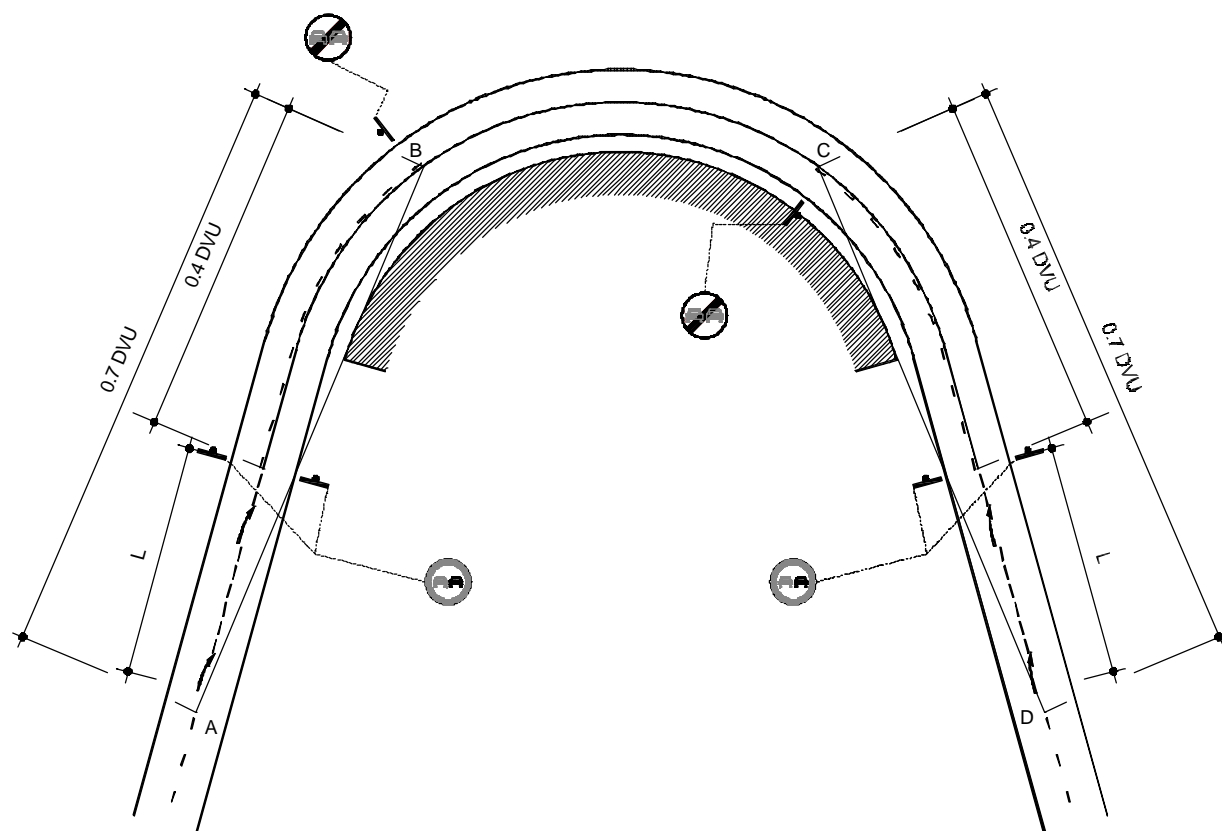
| Velocidade V ₈₅ (km/h) | Comprimento linha de aviso | Critério de Glennon | | Comprimento linha contínua + linha de aviso (Marcação) | Marcação/ /0.7 DVU |
|---|-------------------------------|--|---------|--|-----------------------|
| | | Comprimento da linha contínua (0.4 DVU) | 0.7 DVU | | |
| 40 | 42 | 110 | 195 | 152 | 78% |
| 50 | 42 | 140 | 245 | 182 | 74% |
| 60 | 84 | 170 | 295 | 254 | 86% |
| 70 | 84 | 195 | 340 | 279 | 82% |
| 80 | 126 | 225 | 390 | 351 | 90% |
| 90 | 126 | 250 | 440 | 376 | 85% |
| 100 | 168 | 280 | 490 | 448 | 91% |

| | | | | | |
|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| 110 | 210 | 310 | 540 | 520 | 96% |
| 120 | 252 | 335 | 590 | 587 | 99% |

3. CRITÉRIOS DE SINALIZAÇÃO

3.1 Curva horizontal

A sinalização em curva horizontal deve ser realizada de acordo com a Figura 5, em que o ponto A (ou D) é o ponto em que a distância de visibilidade começa a ser inferior a 0.7 DVU e o ponto C (ou B) é o ponto onde volta a ser superior a 0.7 DVU.



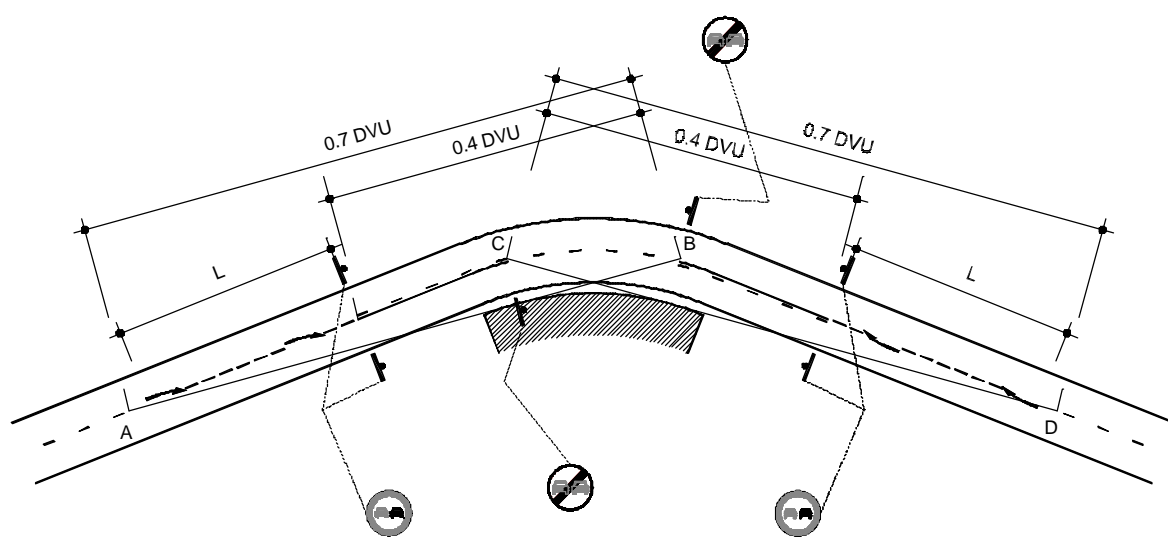


Figura 5 – Sinalização de curvas em função da ultrapassagem

3.2 Curva vertical

De acordo com [8] “distância de visibilidade” é a distância à qual um objecto deve ser visto pelo condutor, considerando que a altura ocular é de 1.0 m e a altura do objecto sobre a faixa de rodagem é igualmente de 1.0 m. Tomar-se-á esta definição por corresponder à revisão da Convenção de Viena, mais recente do que a definição da CEMT [4].

A sinalização deve ser realizada de acordo com a Figura 6, em que o ponto A (ou D) é o ponto em que a distância de visibilidade começa a ser inferior a 0.7 DVU e o ponto C (ou B) é o ponto onde volta a ser superior a 0.7 DVU.

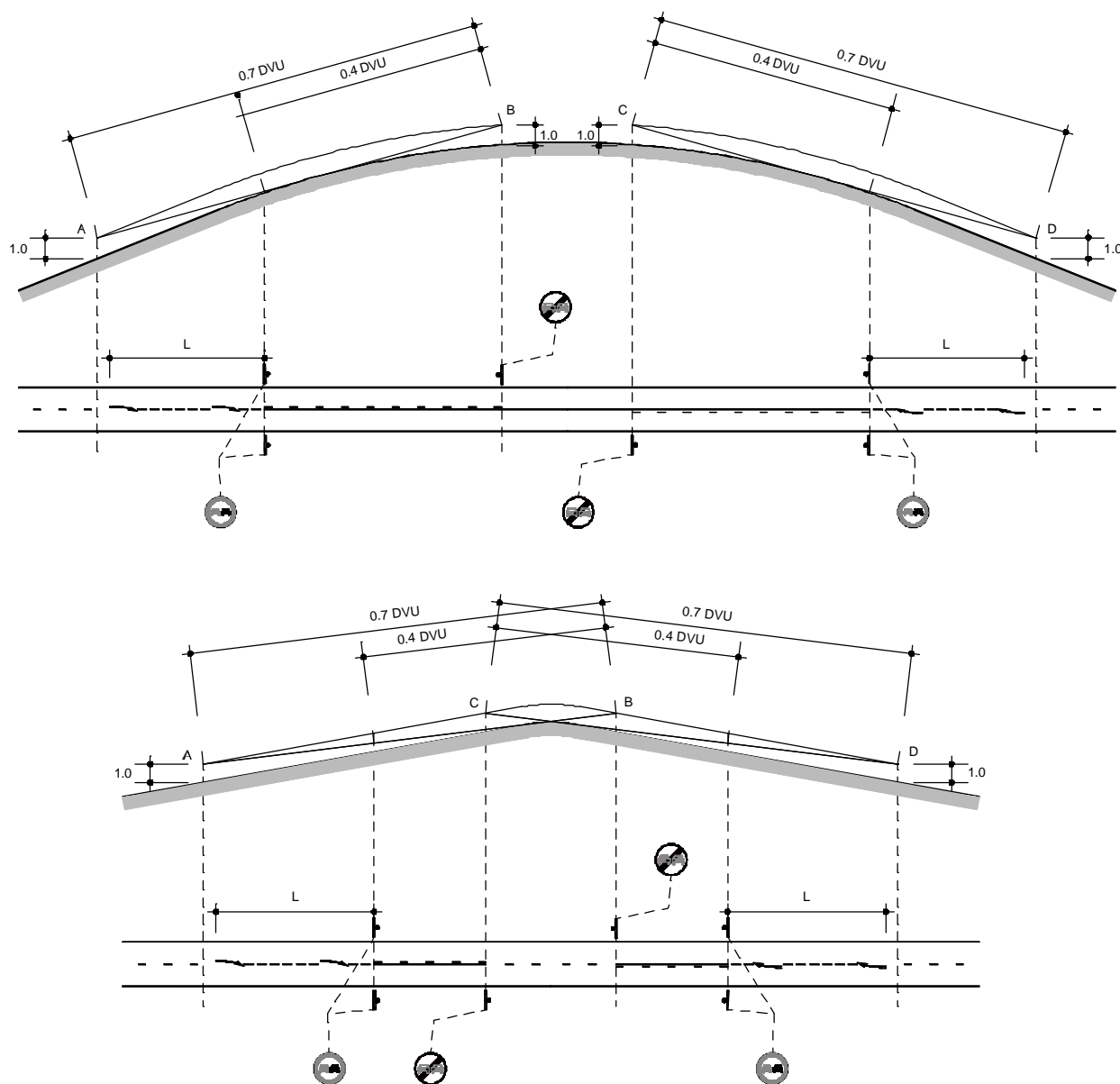


Figura 6 – Sinalização de concordâncias convexas em função da ultrapassagem

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Na área da sinalização muito há a fazer no nosso País, principalmente no domínio da normalização. Qualquer intervenção que se realize nesta área sem um suporte normativo sólido está condenada a ter resultados semelhantes aos que se podem hoje observar nas nossas vias públicas, que não são os melhores. É por isso fundamental a existência de um quadro legal e normativo coerente, completado por manuais ou guias técnicos acessíveis aos intervenientes no processo, bem como a adequada formação técnica destes [9].

Este trabalho enquadra-se nesta linha, enquanto proposta de uniformização de critérios de sinalização, podendo encarar-se como um contributo no âmbito do Plano Nacional de Prevenção Rodoviária, de que uma das intervenções previstas, incluída no seu Programa de Acções 2003/2005, é exactamente a “Revisão e uniformização dos critérios de sinalização da permissão de ultrapassagem em estradas de faixa de rodagem única”.

De referir que os conceitos apresentados têm sido incluídos nos cursos de Segurança e homogeneidade do traçado de estradas levados a efeito pelo Núcleo de Tráfego e Segurança Rodoviária do LNEC, desde 2002 [10].

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] J.A.E. – Norma de Traçado. Junta Autónoma de Estradas. Almada, 1994.
- [2] AASHTO – A policy on geometric design of highways and streets. AASHTO, Washington D.C., 1994.
- [3] J.A.E. – Norma de Marcas Rodoviárias. Junta Autónoma de Estradas. Almada, 1992.
- [4] CEMT – Règles européennes en matière de circulation et de signalisation routières. 1974.
- [5] Crisman, B., Marchionna, A e Perco, P. – Photogrammetric Surveys for Definition of a Model for Passing Sight Distance Computation. 2nd International Symposium on Highway Geometric Design. Mainz, 2000.
- [6] Glennon, J.C. – New and Improved Model of Passing Sight Distance on Two-Lane Highways. Transportation Research Record 1195. TRB, Washington D.C., 1988.
- [7] F.H.A. – Manual on Uniform Traffic Control Devices for Streets and Highways (MUTCD). U. S. Department of Transportation. Federal Highway Administration, Washington D.C., 2000.
- [8] U.N. – Convention on Road Signs and Signals. Amendment 1. Economic Commission for Europe. Inland Transport Committee. UN, 1995.
- [9] Almeida Roque, C. – A Sinalização de Orientação. 2.º Congresso Rodoviário Português. Centro Rodoviário Português, Lisboa, Novembro de 2002. 10 páginas.
- [10] Almeida Roque, C. – Sinalização de curvas em estradas interurbanas de faixa única. Elemento de apoio ao Curso “Segurança e homogeneidade do traçado de estradas. Método para aplicação no projecto e sinalização de curvas em planta”. LNEC, Lisboa, Outubro 2004.