



FICHA TÉCNICA

CONDUÇÃO EM CURVA

Níveis GDE: **Nível 1** – Nível Atitudinal; **Nível 3** – Nível Tático; **Nível 4** – Nível Operacional

Temas Transversais **Tema 5** – Conhecimento das Regras de Trânsito
Tema 6 – Domínio das Situações de Trânsito
Tema 7 – Controlo do Veículo

Síntese informativa:

- Anatomia de uma curva
- Dinâmica do veículo e derrapagem em curva
- Sistema de controlo de estabilidade
- Prevenção da derrapagem em curva

SUGESTÕES DE OPERACIONALIZAÇÃO

FORMAÇÃO TEÓRICA

Nível 3 – Nível Tático - Regras de Trânsito e Sinais e Comportamento Dinâmico do Veículo

Objetivos	Métodos e Recursos
Compreender que um veículo deve ser conduzido de forma defensiva Aprender a manobrar o veículo de forma a aumentar a segurança	Método expositivo Método interrogativo Método ativo Debates Grupos de discussão

Portaria n.º 536/2005, de 22 de Junho

Cap. I, Sec. I, V.1.1

FORMAÇÃO PRÁTICA

Nível 1 – Nível Atitudinal – Fatores de Risco e Condução Defensiva

Objetivos	Métodos e Recursos
Compreender a dinâmica do veículo em curva e identificar as principais situações de perigo	Método interrogativo Método ativo Veículo de instrução

**Nível 3 – Nível Tático – Domínio das Situações de Trânsito**

Objetivos	Métodos e Recursos
Saber adequar a velocidade e a trajetória do veículo em curva de acordo com as condições de circulação	Método interrogativo Método ativo Veículo de instrução

Nível 4 – Nível Operacional – Controlo do Veículo

Objetivos	Métodos e Recursos
Adquirir técnicas de condução defensiva que visam a manutenção da estabilidade e controlo do veículo em curva e em condições desfavoráveis	Método interrogativo Método ativo Veículo de instrução

Portaria n.º 536/2005, de 22 de Junho

Cap. II, Sec. II, 2.6



CONDUÇÃO EM CURVA

ANATOMIA DE UMA CURVA

Cada curva tem características próprias, algumas delas variáveis com o tempo. O coeficiente de atrito e a visibilidade, por exemplo, podem variar no tempo e com o tempo, para uma mesma curva.

Os fatores invariáveis duma curva são:

- Raio;
- Comprimento dos arcos de curva;
- Inclinação longitudinal e lateral;
- Tipo de piso;
- Largura das vias;
- Existência de barreiras, bermas, muros, rails ou passeios;
- Localização da via;
- Sinalização horizontal e vertical;
- Existência de lombas redutoras de velocidade (LRV);
- Dispositivos de detecção de velocidade (radares fixos).

Os fatores variáveis duma curva são:

- Estado de conservação do piso;
- Iluminação e as sombras;
- Existência de contaminações (água, óleo, pó, areia, pedras);
- Existência de obstáculos (incluindo trabalhos na via);
- Existência de veículos, peões e animais incluindo agentes da autoridade;
- Sinalização temporária;
- Sinalização luminosa;
- Dispositivos de detecção de velocidade (radares móveis).



Por outro lado, nem o condutor nem o veículo são constantes. Fatores como a percepção do condutor, a sua atenção, o seu estado físico e emocional, ou fatores relacionados com o veículo e a carga, incluindo o estado e a temperatura dos pneus, o peso, o número e tipo de passageiros, etc., tudo condiciona o comportamento do veículo e a seleção dum percurso.

Por isso, não existe sempre uma trajetória ou uma velocidade ideal para cada curva, muito menos para todas as curvas. Essa velocidade e a trajetória devem ser definidas, em cada momento, de acordo com todas estas variáveis atrás enunciadas.

Todavia, se a circulação é feita por uma via de trânsito demarcada horizontalmente, é necessário cuidado para não transpor os seus limites para outra via de trânsito onde possam circular outros veículos e pôr assim em risco a segurança.

DINÂMICA DO VEÍCULO E DERRAPAGEM EM CURVA

Como parte integrante da condução defensiva, a prevenção da derrapagem em curva faz-se sempre por antecipação, prevendo as dificuldades que se podem encontrar em cada curva, através da seleção da velocidade de entrada adequada, do ponto de travagem antes da curva, da manutenção duma velocidade estabilizada na descrição da curva, e traçando uma trajetória suave, que minimize a aceleração radial e, ao mesmo tempo, aumente a visibilidade de saída.

Ao descrever uma curva, um veículo realiza uma aceleração radial, também chamada de aceleração centrípeta, ou seja, em direção ao centro da curva. A aceleração centrípeta é perpendicular à trajetória e não pressupõe variação de velocidade, pois existe, mesmo quando a velocidade do veículo é constante. É dada pelo quadrado da velocidade a que o veículo circula (ou velocidade tangencial) a dividir pelo raio da curva, ou seja:

$$a = \frac{v^2}{r}$$



A velocidade é um fator quadrático, ou seja, faz variar mais a aceleração centrípeta do que o raio da curvatura. Por causa disto, a velocidade é um fator crítico na abordagem das curvas, tal como na travagem, devendo ser sempre respeitado.

É importante não esquecer que, negligenciando outros fatores, a aceleração máxima possível de obter – seja em reta ou em curva – é proporcional ao coeficiente de atrito disponível μ , formado entre a área de contacto dos pneus e o piso.

Então, o que segura as rodas do veículo ao piso, quando este descreve uma curva?

É o atrito, a força desenvolvida entre as rodas e o piso, que permite que o veículo curve, ou seja, altere a sua trajetória. É, pois, preciso força.

Para que um veículo mantenha uma trajetória sem derrapar, a força de atrito tem de equivaler a força centrífuga que é sentida no veículo e nos seus ocupantes, quando se descreve uma curva. A força centrífuga é a força que impele a massa em movimento de circular para o exterior da curva. A força centrífuga é igual à massa vezes a aceleração centrípeta já indicada na fórmula em cima, ou seja:

$$F = m \frac{v^2}{r}$$

Se o coeficiente de atrito é baixo, relativamente, e a velocidade de entrada em curva é elevada, o veículo entra em **subviragem** e “foge de frente”, ou seja, alarga a trajetória e não consegue descrever a curva àquela velocidade de entrada.



A subviragem é uma situação dinâmica nefasta em que os ângulos de derrapagem das rodas do veículo são mais acentuados à frente do que atrás. Genericamente, o ângulo de derrapagem é a diferença angular entre a direção da roda e a direção efetiva do deslocamento do veículo.

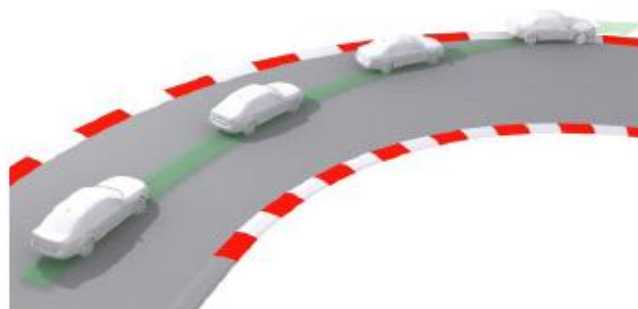


Fig. - Subviragem (com despiste)

O problema com a subviragem é o de que o condutor perde parcial, ou totalmente, o controlo direcional do veículo, sendo incapaz de colocar o veículo na trajetória pretendida. Pode, no limite, despistar-se, provocando um acidente.

Mas, se os ângulos de derrapagem das rodas do veículo são mais acentuados atrás do que à frente, o veículo encontra-se em situação de **sobreviragem**.

A sobreviragem é um fenómeno dinâmico de instabilidade, em que os veículos tendem a descrever uma rotação por excesso em torno dum eixo vertical (guinada). Durante uma curva, isso significa que estão a curvar mais do que a própria trajetória da curva. Normalmente, este fenómeno resulta num atravessamento com imobilização do veículo a meio da via.

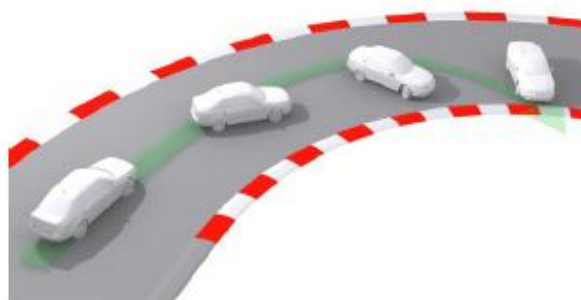


Fig. - Sobreviragem (com atravessamento)



SISTEMA DE CONTROLO DE ESTABILIDADE

Na década de 90, foi introduzido no mercado um sistema digital de auxílio à condução, para corrigir a trajetória e a derrapagem dos veículos em curva.

O “Electronic Stability Control” (ESC) vem já hoje como equipamento de série em muitos automóveis de produção e existe como opcional para quase todos os que não o trazem. Este sistema deteta, através dos sensores de velocidade das rodas – usados pelo ABS, – e dum sensor da posição do volante, situado na coluna de direção, e ainda dum sensor de inércia (acelerómetro), qual a intenção do condutor de acordo com a posição do volante versus a situação dinâmica real, no que toca à guinada (rotação em torno do eixo vertical) do veículo.

Com base em algoritmos matemáticos, o ESC calcula a diferença e corrige a trajetória, travando uma ou mais rodas, em momentos determinados, estabilizando assim o veículo. Por especificação técnica das entidades certificadoras, este sistema deve ser eficaz a uma velocidade de 80kms/h, em piso seco e com pneus novos.

O sistema de controlo de estabilidade aumenta ou reduz a guinada do veículo conforme a situação dinâmica, pela aplicação de forças de travagem (torques) estratégicas nas rodas, individualmente, tornando o veículo fácil de curvar e de manter sob controlo.

PREVENÇÃO DA DERRAPAGEM EM CURVA

À exceção de situações de vias com piso degradado, contaminado ou perante a existência de obstáculos, podem definir-se, ao nível da trajetória, princípios aplicáveis a qualquer curva.

Uma via de trânsito – seja em reta ou em curva – tem uma largura que é sempre superior à do veículo, que pode variar de via para via. Esse espaço adicional é uma margem de segurança que deve ser usado estrategicamente em curva para aumentar a segurança rodoviária.

Um dos princípios que devem ser seguidos é traçar uma trajetória de arco suave, para que o seu raio seja sempre maior do que o raio da curva propriamente dita. Isto reduz a aceleração radial e a centrífuga, conferindo ainda uma margem de segurança maior para



uma eventual situação de derrapagem. Não se deve circular sempre do lado interior da curva, o que reduz a visibilidade e aumenta a aceleração, nem do lado exterior da curva que também não a reduz e nem confere margem de segurança, em caso de eventual derrapagem.

A trajetória ideal inicia-se, pois, do exterior para o interior da curva, dentro da área disponível da via de trânsito na qual o veículo circula. O ponto da via de trânsito mais interior à curva, a qual o veículo deverá intersectar, é a tangente à curva. Esse ponto estratégico situa-se sensivelmente a meio do arco da curva, em termos longitudinais.

Não é só a velocidade de entrada na curva que importa. Durante a sua descrição, a velocidade deve ser constante, devendo o condutor abster-se de acelerar e/ou de travar. Uma aceleração ou travagem desnecessárias a meio duma curva provocam transferências de peso entre os eixos e conseqüente desequilíbrio do veículo, podendo provocar uma derrapagem e até um despiste.

A velocidade adequada para qualquer curva é aquela que permite:

- Ao veículo descrever a curva sem derrapar;
- Imobilizar o veículo no espaço visível à sua frente.

Existem alguns aspetos a considerar sempre. Sendo aplicados como rotinas, podem diminuir o perigo de derrapagem, despiste, colisão ou capotamento em curva:

- Praticar sempre uma condução defensiva e evitar o excesso de confiança, mesmo que se conheça a curva muito bem;
- Não circular a velocidade superior à permitida por sinalização para o local e respeitar o C.E.;
- Com chuva ou em condições de aderência reduzidas, manter a velocidade abaixo do nível de derrapagem provável;
- De noite, sendo o espaço visível menor, deve reduzir-se a velocidade para manter um controlo maior sobre o espaço visível;
- Avaliar a curva antes de entrar nela, verificando o arco que a berma exterior forma;



- Ao entrar na curva, observar o ponto mais longínquo possível, de forma a antecipar todas as situações;
- Observar bem o pavimento e as bermas, detetando possíveis contaminações que possam reduzir o coeficiente de atrito;
- Iniciar a curva com uma posição de mãos que permita ao condutor manter um controlo ótimo e preciso sobre a direção: uma postura ergonómica ao nível do eixo horizontal central do volante (mãos posicionadas nas “9h15m”). Assim haverá sempre maior controlo e eficácia no controlo direcional perante qualquer solicitação e evitar-se-á uma sobre reação nefasta do condutor em caso de necessidade de mudança rápida de direção;
- Ao sair da curva, recuperar a posição central do volante, sem o soltar e sem o deixar escorregar entre as mãos;
- Estar sempre preparado para qualquer imprevisto, dentro da curva, mesmo que a visibilidade seja boa e não existam obstáculos visíveis ou aparentes;
- Evitar movimentos desnecessários ou bruscos, incluindo guinadas no volante, durante a descrição da curva;
- Manter a velocidade constante durante toda a curva, sem acelerar nem travar, a não ser que seja estritamente necessário.