



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

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

Portaria nº 536/2005, de 22 de Junho

Cap. I, Sec. I, V. 1.1

### FORMAÇÃO PRÁTICA

**Nível 1** - Nível Atitudinal - Factores de Risco e Condução Defensiva

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

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

Objectivos	Métodos e Recursos
Saber adequar a velocidade e a trajectória do veículo em curva de acordo com as condições de circulação	Método interrogativo
	Método activo
	Veículo de instrução

**Nível 4** - Nível Operacional - Controlo do Veículo

Objectivos	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 activo
	Veículo de instrução

Portaria nº 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 com o tempo, para uma mesma curva.

#### Os factores 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 reductoras de velocidade (LRV);
- Dispositivos de detecção de velocidade (radares fixos).

#### Os factores 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. Factores como a percepção do condutor, a sua atenção, o seu estado físico e emocional, ou factores 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 selecção dum percurso.



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

## 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 selecção da velocidade de entrada adequada, do ponto de travagem antes da curva, da manutenção duma velocidade estabilizada na descrição da curva, e traçando uma trajectória 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 direcção ao centro da curva. A aceleração centrípeta é perpendicular à trajectória 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 a dividir pelo raio da curva, ou seja:

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

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

É importante não esquecer que, negligenciando outros factores, a aceleração máxima possível de obter - seja em recta ou em curva - é proporcional ao coeficiente de atrito disponível  $\mu$ , 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?



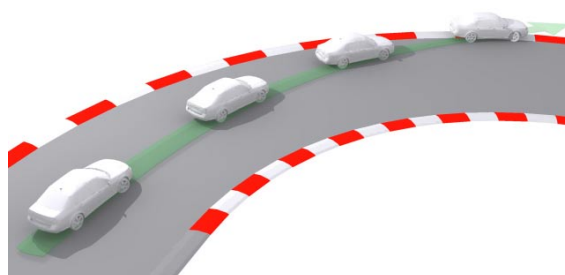
É o atrito, a força desenvolvida entre as rodas e o piso, que permite que o veículo curve, ou seja, altere a sua trajectória. É, pois, preciso força.

Para que um veículo mantenha uma trajectória 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:

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

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 trajectória 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 direcção da roda e a direcção efectiva do deslocamento do veículo.



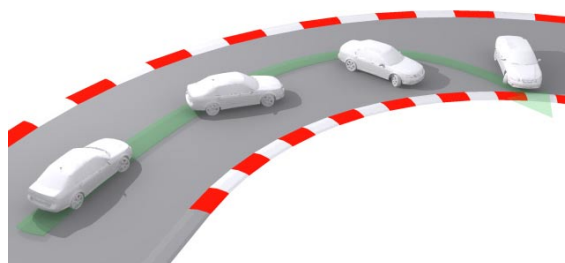
**Fig.** - Subviragem (com despiste)

O problema com a subviragem é o de que o condutor perde parcial, ou totalmente, o controlo direccional do veículo, sendo incapaz de colocar o veículo na trajectória 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 trajectória 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

Em 1995, foi introduzido no mercado um sistema digital de auxílio à condução, para corrigir a trajectória 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 detecta, através dos sensores de velocidade das rodas - usados pelo ABS, - e dum sensor da posição do volante, situado na coluna de direcção, 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 trajectória, 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 excepção de situações de vias com piso degradado, contaminado ou perante a existência de obstáculos, podem definir-se, ao nível da trajectória, princípios aplicáveis a qualquer curva.

Uma via de trânsito - seja em recta 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 trajectória de arco suave, para que o seu raio seja sempre maior do que o raio da curva propriamente dita. Isto influi na aceleração radial, reduzindo-a e, com isso, conferindo 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 trajectória 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 consequente 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 aspectos 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 CE;
- 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, detectando possíveis contaminações que possam reduzir o coeficiente de atrito;
- Iniciar a curva com uma posição de mãos que permita ao condutor manter um controlo óptimo e preciso sobre a direcção: uma postura ergonómica ao nível do eixo horizontal central do volante (mãos posicionadas nas "9h15m"). Assim haverá sempre maior controlo e eficácia no controlo direccional perante qualquer solicitação e evitar-se-á uma sobre reacção nefasta do condutor em caso de necessidade de mudança rápida de direcção;
- 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 quinadas 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.