

Cálculo da superlargura da faixa de trânsito de uma curva circular horizontal

* Iran Carlos Stalliviere Corrêa
 Departamento de Geodésia
 Instituto de Geociências-UFRGS
 Av. Bento Gonçalves, 9500 Caixa Postal 15.001
 91501-970 Porto Alegre-RS
 iran.correa@ufrgs.br

Resumo

O presente trabalho trata da determinação da superlargura de uma faixa de trânsito referente a uma curva circular horizontal. O processo é apresentado de forma simples e com boa precisão no cálculo.

1 - Introdução

As normas adotadas e que regem os projetos geométricos permitem determinar as larguras mínimas a serem adotadas nas faixas de trânsito de um projeto de estrada, levando-se em consideração a largura máxima dos veículos e as velocidades diretrizes para o projeto.

A maior preocupação é a determinação da superlargura em trechos curvos da estrada, para a qual devem ser levados em conta dois importantes fatores, segundo Lee (2002):

- Quando os veículos percorrem trajetórias curvas, estes vêm a ocupar espaços laterais maiores que as próprias larguras;
- Devido ao efeito óptico, que é causado pela visualização da pista da rodovia em perspectiva, e devido à dificuldade de manobras dos veículos pesados em trajetória curva, os trechos das rodovias em curva horizontal, apresentam estreitamento da pista à frente, provocando sensação de confinamento.

Com a finalidade de compensar esses fatores, os trechos em curva da rodovia devem ser alargados de forma a oferecer ao usuário maior segurança e maior sensação de liberdade para as manobras.

2 - Cálculo da Superlargura

A figura 01 mostra um veículo descrevendo uma trajetória circular e, segundo as normas do DNER, esse estabelece os seguintes critérios para a determinação da superlargura:

- O veículo ao percorrer o trecho em curva circular horizontal mantém o eixo traseiro perpendicular a trajetória;
- As rodas dianteiras externas descrevem uma trajetória em curva circular. Por simplificação se considera o raio da trajetória igual ao raio da curva circular horizontal;
- A trajetória de um veículo em curva circular horizontal descreve um gabarito estático (G_c), dado pela largura do veículo (L_v), acrescida de uma largura extra (G_a). Tendo o veículo uma distância entre-eixos (E_e), esta largura externa (G_a)

pode ser obtida por:

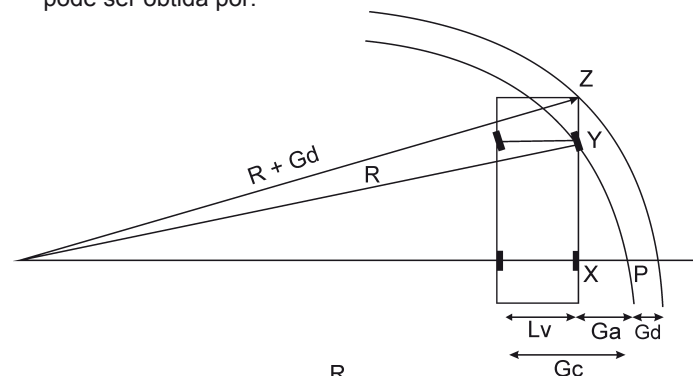


Figura 01 – Determinação da superlargura da curva de uma estrada

$$G_a = \overline{OP} - \overline{OX} = R - \overline{OX}$$

$$R^2 = \overline{OX}^2 + \overline{XY}^2 = \overline{OX}^2 + E_e^2$$

$$\overline{OX} = \sqrt{R^2 - E_e^2}$$

substituindo:

$$G_a = R - \sqrt{R^2 - E_e^2}$$

por consequência:

$$G_c = L_v + G_a$$

$$G_c = L_v + (R - \sqrt{R^2 - E_e^2})$$

onde

G_c = gabarito estático da trajetória em curva circular do veículo (m)

L_v = largura do veículo entre as faces externas dos pneus (m)

E_e = distância entre-eixos (m)

R = raio da curva circular horizontal (m)

Como a expressão $(R - \sqrt{R^2 - E_e^2})$ fornece valores muito semelhantes à expressão $\left(\frac{E_e^2}{2R}\right)$ a equação resulta em:

$$G_c = L_v + \frac{E_e^2}{2R}$$

O veículo ocupa um gabarito estático devido ao balanço dinâmico.

mico (Gd) que vem a ser um acréscimo de largura devido à disposição do veículo na curva, em função do balanço dianteiro (Bd) medido entre o eixo dianteiro e a frente do veículo, esse acréscimo pode ser obtido por:

$$Gd = \overline{OQ} - \overline{OP} = \overline{OZ} - R$$

$$\overline{OZ} = \sqrt{(Ee + Bd)^2 + \overline{OX}^2}$$

$$\overline{OZ} = \sqrt{(Ee^2 + 2EeBd + Bd^2) + (R^2 - Ee^2)}$$

$$\overline{OZ} = \sqrt{R^2 + 2EeBd + Bd^2}$$

$$\overline{OZ} = \sqrt{R^2 + Bd(2Ee + Bd)}$$

substituindo temos:

$$Gd = \sqrt{R^2 + Bd(2Ee + Bd)} - R$$

onde:

Gd = gabarito estático devido ao balanço dianteiro (m)
 Bd = balanço dianteiro (m)
 Ee = distância entre-eixos (m)
 R = raio da curva circular horizontal (m)

- É estabelecido um valor de gabarito lateral (Gl) para o veículo, que vem a ser a folga lateral livre para o veículo do projeto em movimento. Este é fixado segundo tabela do DNER.

Largura de uma faixa (Lf) (m)	3,00 – 3,20	3,30 – 3,40	3,50 – 3,60
Gabarito Lateral (Gl) (m)	0,60	0,75	0,90

- Para compensar as dificuldades naturais de manobras em curva é dado um acréscimo de largura adicional, denominado Folga dinâmica (Fd), obtida pela equação de VOSHEL:

$$Fd = \frac{V}{10\sqrt{R}}$$

onde:

Fd = folga dinâmica (m)
 V = velocidade diretriz do projeto (km)
 R = raio da curva circular horizontal (m)

Com base nestas informações determina-se a Largura total (Lt) com a qual deve ser projetada a curva da estrada.

Para uma estrada de duas pistas ou faixas temos:

$$Lt = 2(Gc + Gl) + Gd + Fd$$

Para “n” pistas a equação é:

$$Lt = n(Gc + Gl) + (n - 1)Gd + Fd$$

A Largura normal (Ln) da pista em tangente pode ser determinada por:

$$Ln = n \times Lf$$

onde:

Ln = largura normal da pista em tangente (m)
 n = número de faixas
 Lf = largura do projeto da faixa de trânsito (m)

A superlargura (Sr) a ser adotada para a pista numa concordância com o Raio (R) da curva circular horizontal é:

$$Sr = Lt - Ln$$

onde:

Sr = superlargura (m)
 Lt = largura total em curva de uma faixa da pista (m)
 Ln = largura normal de uma pista em tangente (m)

3 - Distribuição da Superlargura (pista de duas faixas)

A superlargura determinada deverá ser distribuída para cada lado da pista (alargamento simétrico) ou integralmente em um só lado da pista (alargamento assimétrico).

No caso de curvas circulares horizontais com curva de transição a superlargura (Sr) será distribuída linearmente ao longo da transição, sendo mantido o valor total ao longo do trecho circular. Neste caso será aplicada a metade da superlargura para cada lado da pista, como pode ser observado na figura 02. Se o eixo do projeto se localiza no centro da pista em tangente, este continuará no centro da pista no trecho de transição e no circular.

No caso de curvas circulares horizontais simples, a superlargura será distribuída no lado interno da curva. A distribuição do valor obtido pela superlargura (Sr) deverá ser feita parte na tangente e parte na curva, no mesmo trecho usado para a variação da superelevação.

Caso o eixo de projeto da curva se localize no centro da pista em tangente, este se situará de forma assimétrica em relação ao centro da pista (Figura 03).

Em qualquer uma das situações deve-se suavizar as quebras dos alinhamentos das bordas da pista nos pontos de início e término do alargamento, introduzindo curvas de arredondamento com comprimentos entre 10 e 20m.

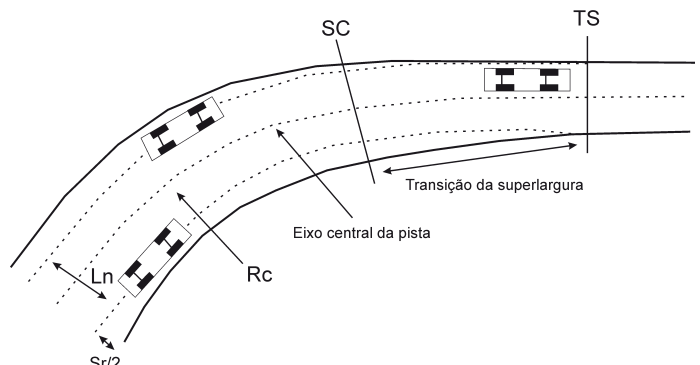


Figura 02 – Distribuição da superlargura em uma curva circular com transição

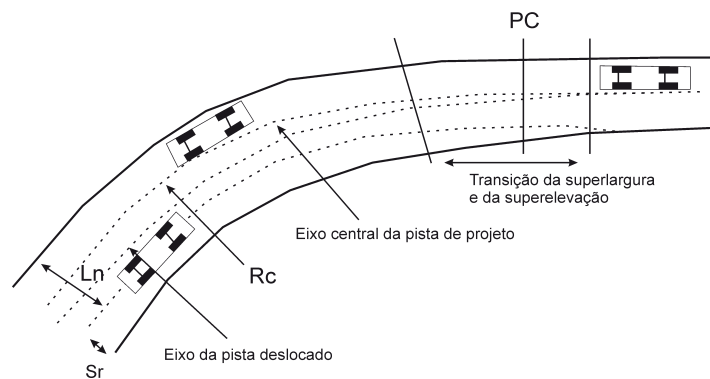


Figura 03 – Distribuição da superlargura numa curva circular simples

Conclusões

A metodologia aqui apresentada para a determinação da superlargura de uma curva circular horizontal é relativamente simples e de fácil obtenção, sendo seu resultado eficaz e preciso.

O processo pode ser aplicado a qualquer caso de curva circular horizontal e mesmo de transição. O processo de obtenção dos demais parâmetros para a determinação da superlargura de uma curva circular horizontal é obtido pelas tabelas elaboradas pelo DNER.

Bibliografia

- DNER. 1978. Manual de serviços de consultoria para estudos e projetos rodoviários. 2 vol. Rio de Janeiro.
- DNER. 1975. Normas para o projeto de estradas de rodagem. Rio de Janeiro. s/n.
- Lee, S. H. 2002. Introdução ao Projeto Geométrico de rodovias. Florianópolis. Ed. UFSC. Série Didática. 418p.
- Pontes Filho, G. 1998. Estradas de rodagem projetos geométricos. Inst. Panamericano de Carreteras-Brasil. 432p.

