

ESTAERO

Aula 3

Perfis Longitudinais

Rampas Rodoviárias

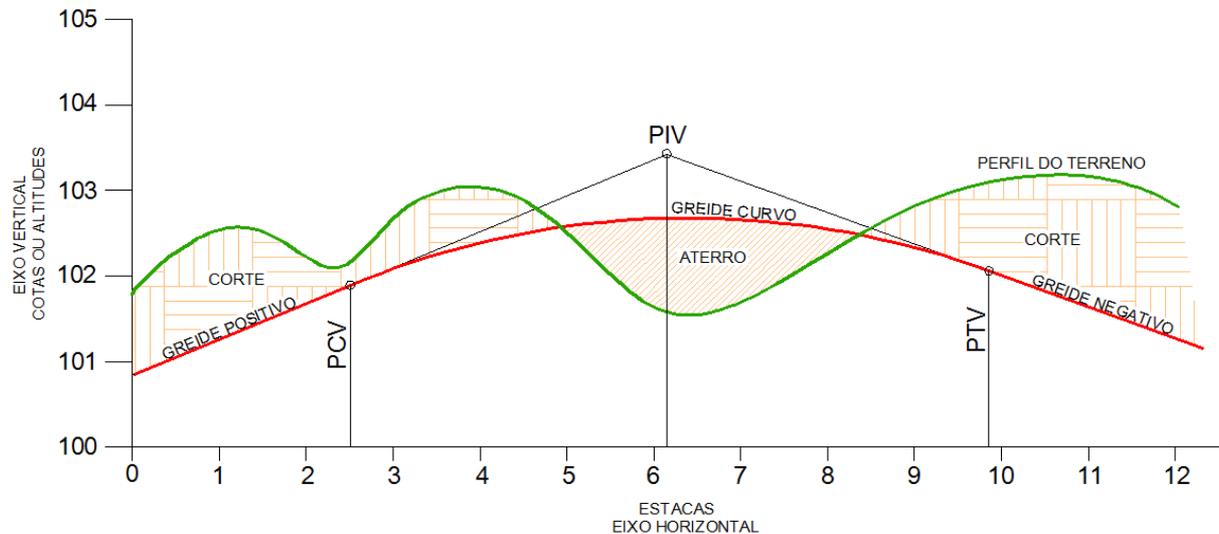
ESTAERO

Perfis Longitudinais

Perfis longitudinais são gráficos, onde no eixo das ordenadas (y) são apresentadas as cotas altimétricas e, no eixo das abscissas (x) são representadas as estacas ou distâncias horizontais correspondentes (no caminhamento do eixo da rodovia).

Transportes

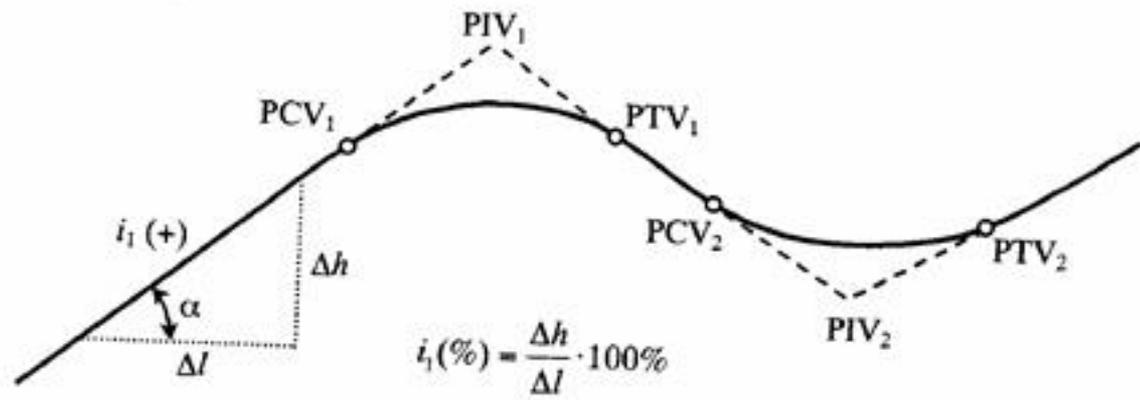
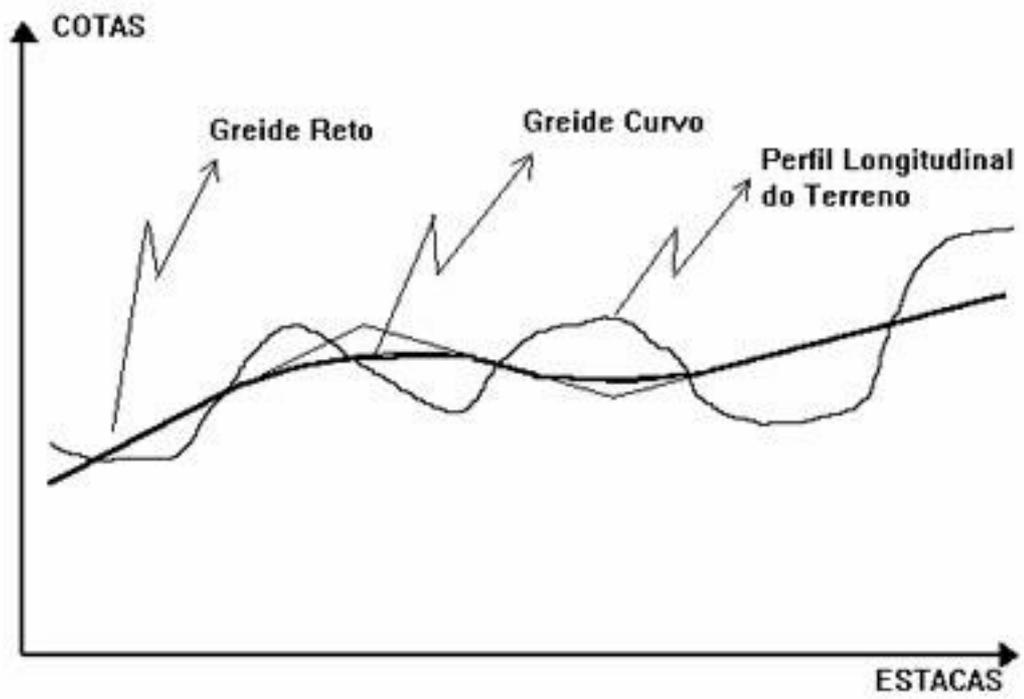
Perfis Longitudinais

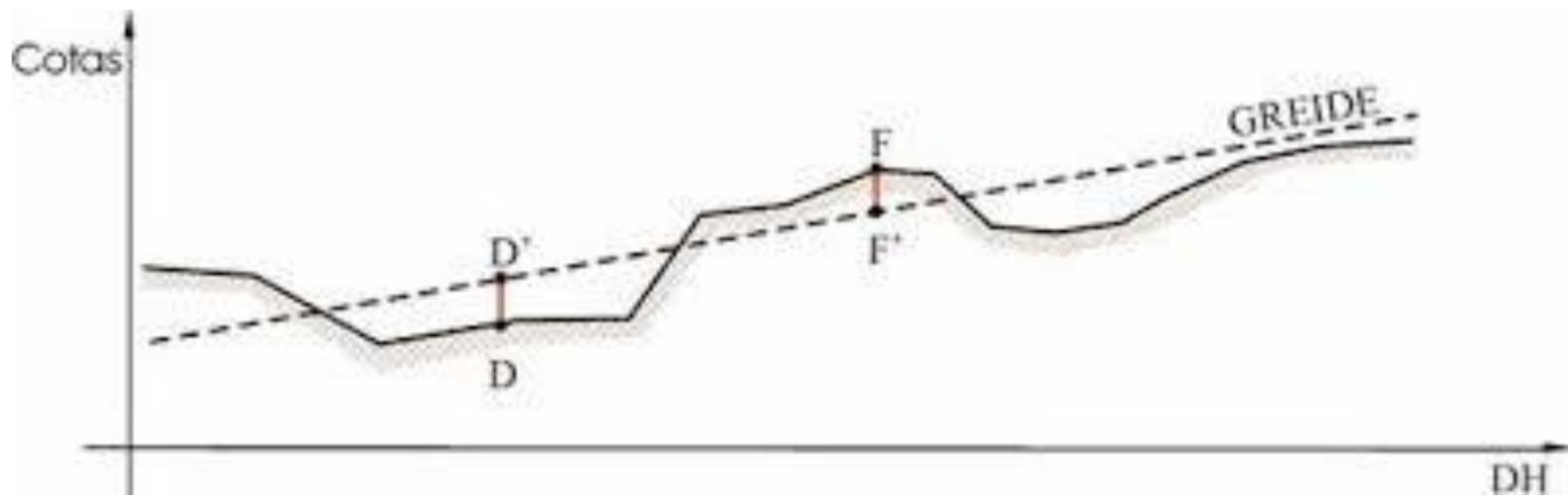


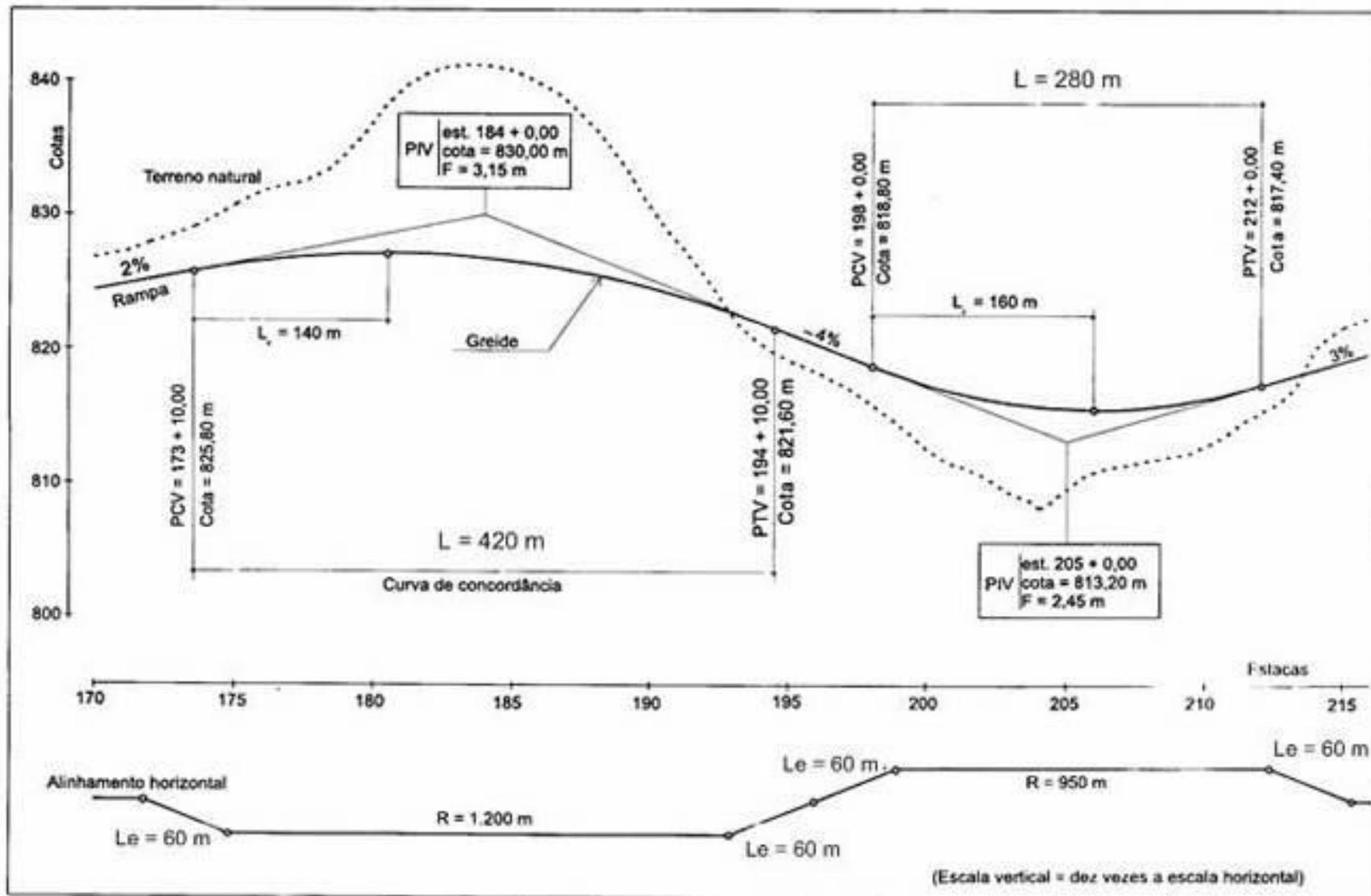
Destes valores permitem-se obter as rampas, ou inclinações, do terreno e das eventuais tangentes verticais que o perfil abriga.

$$i (\%) = \frac{DN}{DH} \cdot 100$$

DN é a diferença de nível entre dois pontos, DH é a distância horizontal entre eles.







Transportes

Perfis Longitudinais

Classe	Declividade
Plana	$< 10 \text{ m/km}$
Ondulada	$10 \text{ m/km} < H < 40 \text{ m/km}$
Montanhosa	$H \text{ aprox. } 40\text{m/km}$
Escarpada	$H > 40\text{m/km}$

Transportes

Rampas Rodoviárias

Rampa rodoviária é a extensão de trecho de rodovia onde os veículos pesados perdem sensivelmente a velocidade.

É dividida em dois trechos:

- O primeiro é caracterizado pelo movimento inercial;
- O segundo, onde o movimento é garantido pelo empuxo do motor

A relação entre o peso do veículo e a potência instalada no motor é um dos fatores que interferem no comportamento dos veículos em rampas.

Transportes

Rampas Rodoviárias

COMPORTAMENTO DOS VEÍCULOS NAS RAMPAS

Rampas:

- 7 a 8%: pouca influência sobre carros
- até 3%: operação praticamente igual à dos trechos em nível

Nas rampas **ascendentes** a velocidade desenvolvida por caminhões dependem de alguns fatores como: inclinação e comprimento da rampa, peso e potência do caminhão, velocidade de entrada da rampa, habilidade e vontade do motorista.

O tempo de percurso dos caminhões em uma determinada rampa cresce a medida que decresce a relação potência/peso.

Transportes

Rampas Rodoviárias

CONTROLE DE RAMPAS PARA PROJETO

INCLINAÇÕES MÁXIMAS E MÍNIMAS DAS RAMPAS

Rampas Máximas: 3 a 9% = f(condições topográficas locais e V_p)

- **inclinação até 3%:** alta velocidade de projeto, permitem o movimento dos veículos sem restrições, afetam muito pouco a velocidade dos caminhões leves e médios.
- **inclinação até 6%:** baixa velocidade de projeto, tem pouca influência sobre os veículos de passageiros, mas afetam bastante o movimentos dos caminhões pesados.
- **inclinação superior a 6%:** estradas secundárias de baixo volume de tráfego ou para estradas para tráfego exclusivo de veículos de passageiros.

Transportes

Rampas Rodoviárias

Pistas com um único sentido de tráfego: rampas 1% maiores

TABELA 7.1 - Rampas Máximas (%) – DNER

TERRENO	Classificação das Rodovias			
	Classe Especial	Classe I	Classe II	Classe III
Plano	3	3	4	4
Ondulado	4	4,5	5	6
Montanhoso	5	6	7	8

Transportes

Rampas Rodoviárias

Veículos leves (incluindo ônibus) sofrem mínima redução de velocidade em rampas de até 3%.

Veículos comerciais pesados apresentam significativa perda de velocidade em rampas – dependendo da declividade e extensão da rampa, da velocidade de entrada, da carga, do perfil do motorista etc.

Veículos de mesma relação peso/potência tendem-se a comportar de maneira parecida nas rampas.

Transportes

Rampas Rodoviárias

Pode-se dizer que caminhões pesados e reboques (e semi-reboques) apresentam velocidade inferior a 20 km/h após 500m de rampa forte (6%).

Neste caso, a capacidade de tráfego deve ser mantida, então devem ser construídas **faixas suplementares de tráfego**.

De modo geral, rampas de 3 a 4% não reduzem a velocidade excessivamente dos veículos circulantes. A fluidez do tráfego é, então, preservada.

Assumindo 6% de resistência ao rolamento (RR)



- Grade Constante
- Grade Não Constante





Transportes

Rampas Rodoviárias

As rampas mais íngremes possibilitam um menor custo construtivo, mas reduzem a fluidez do tráfego e não são indicadas para rodovias de velocidade diretriz e/ou VDM elevados.

O comprimento crítico das rampas é aquele onde não se estabeleça traçado montanha-russa, que reduzem a capacidade de ultrapassagem e, por sua vez, a segurança operacional (caso de rampas muito curtas).

Por outro lado, rampas longas devem ser estudadas de modo a verificar-se a necessidade de instalação de faixas suplementares.

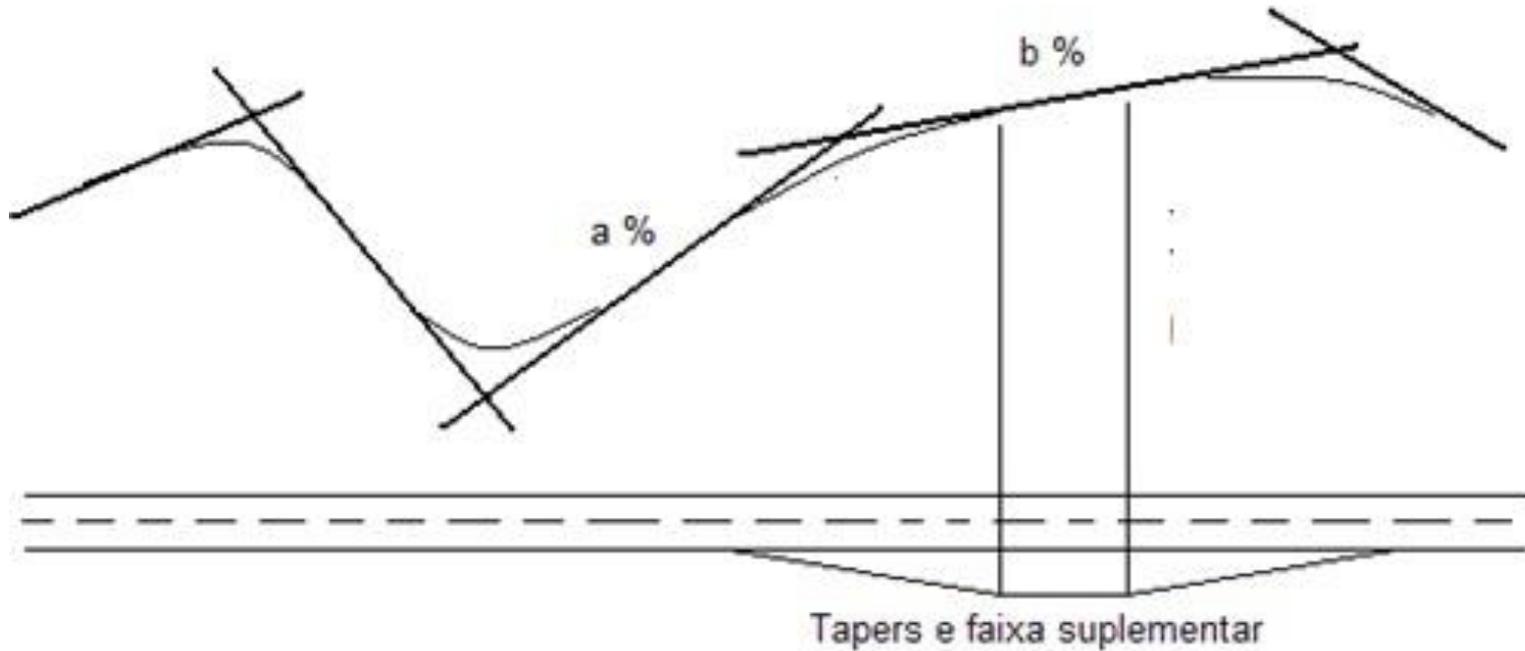
Transportes

O comprimento de uma rampa (R) é considerado utilizando-se como extremidade os PIVs de curvas verticais concordantes com tangentes verticais ascendentes ou descendentes; (T1, T2, T3)

Os extremos são os pontos interiores das curvas, **situados a 25% do comprimento da curva.** (LC1, LC2)

A estimativa de comprimento de rampa é importante para locar o início das faixas suplementares de tráfego, quando houver.

Transportes

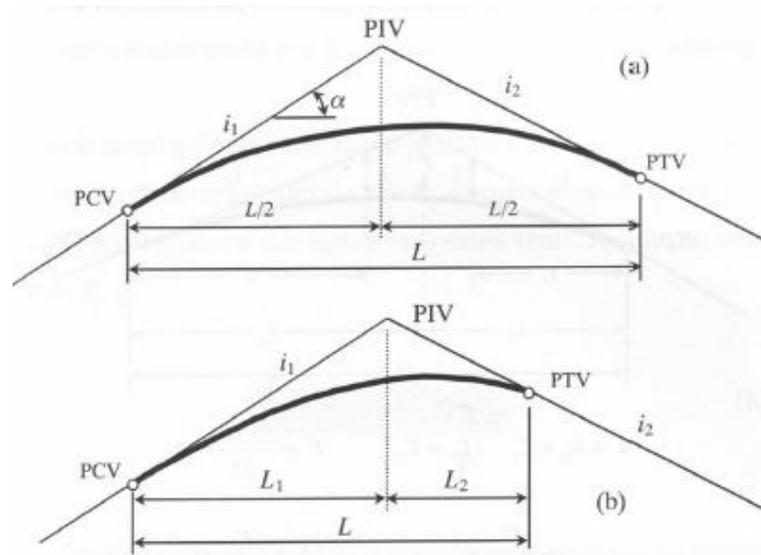


Tapers são extensões de tráfego de largura variável permitindo o estabelecimento e remoção de maneira gradual da velocidade.

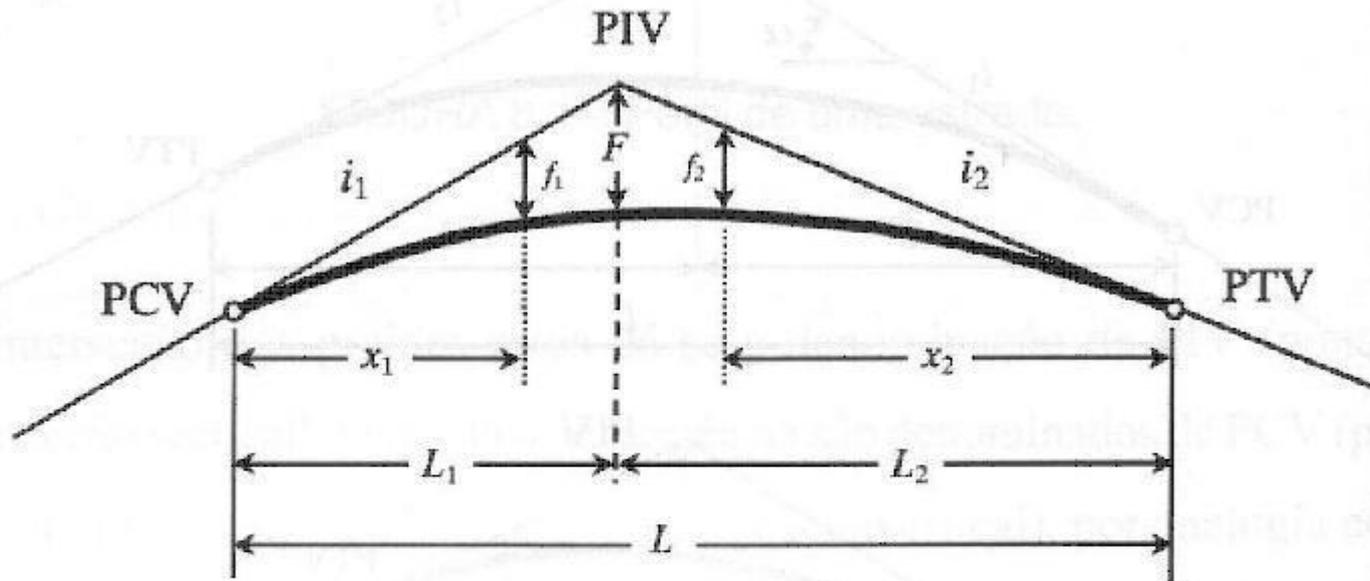
Transportes

As curvas clássicas de concordância empregadas em todo o mundo são as seguintes: parábola de 2º grau, curva circular, elipse e parábola cúbica.

O DNER recomenda o uso de parábolas de 2º grau no cálculo de curvas verticais, de preferência simétricas em relação ao PIV, ou seja, a projeção horizontal das distâncias do PIV ao PCV e do PIV ao PTV é igual a $L/2$.



Transportes



$$L = L_1 + L_2 \quad (L_1 \neq L_2) \quad F = \frac{L_1 \cdot L_2}{2L} \cdot |g|$$

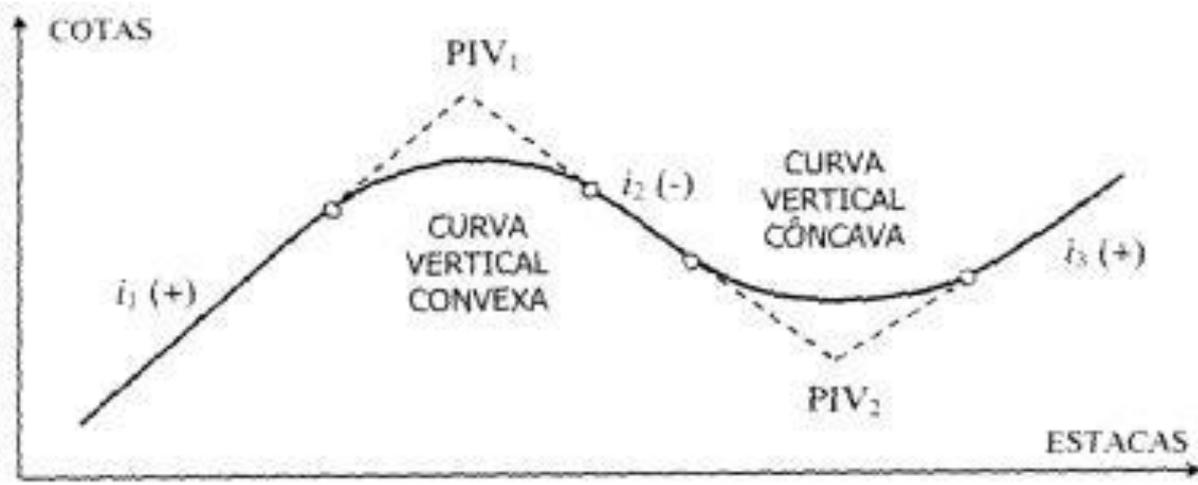
$$f_1 = \frac{F}{L_1^2} \cdot x_1^2 \quad f_2 = \frac{F}{L_2^2} \cdot x_2^2$$

Transportes

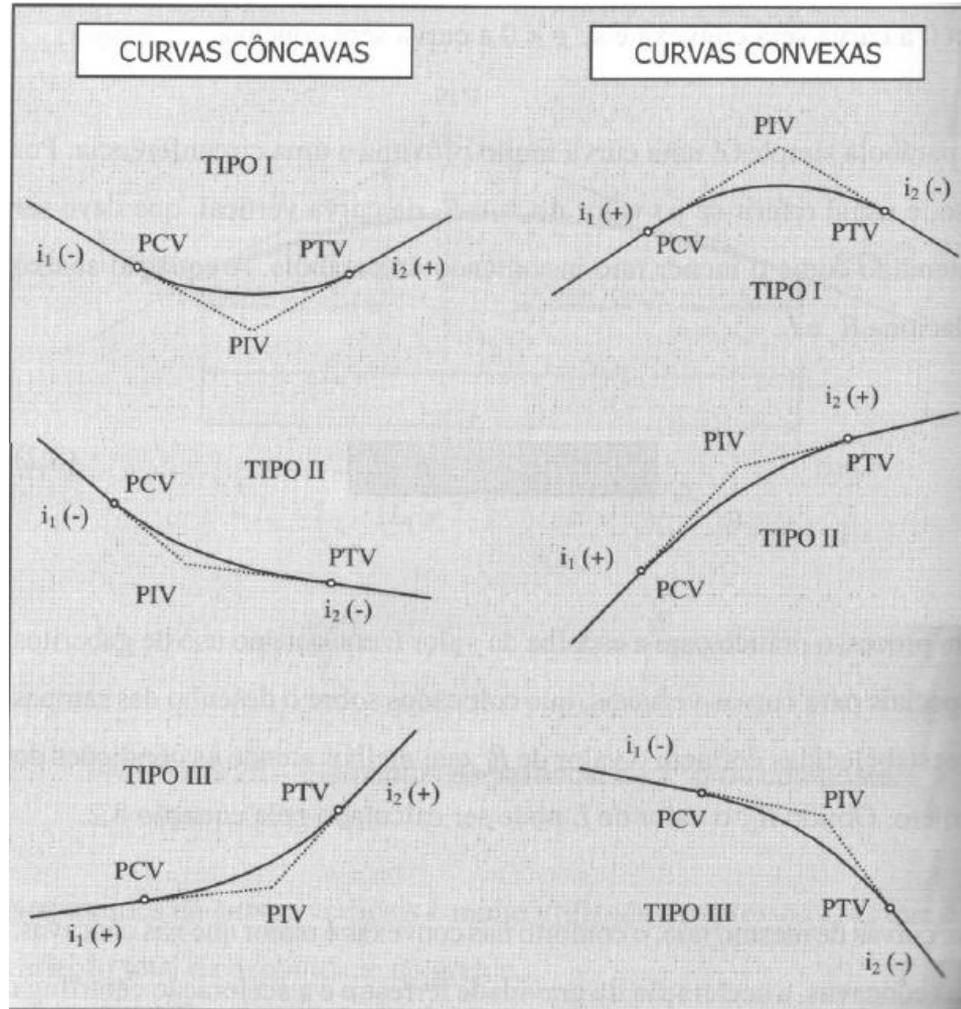
- Nos estudos de curvas verticais é muito utilizada a expressão $i_1 - i_2$, que é a variação total da declividade do greide.

$$g = i_1 - i_2$$

- A expressão do greide é algébrica. Na utilização da fórmula, os sinais das rampas devem ser mantidos.
- Pelo sinal de g podemos dizer se a curva é côncava ou convexa. Quando $g > 0$ a curva será convexa e se $g < 0$ a curva será côncava.



Transportes



Transportes

- A parábola simples é uma curva muito próxima a uma circunferência. Por isso, é usual referir-se ao valor do raio R_V da curva vertical, que deve ser entendido como o menor raio instantâneo da parábola. A equação abaixo relaciona R e L :

$$L = R_V \cdot |g| = R_V \cdot |i_1 - i_2|$$

- Em curvas de mesmo raio, o conforto nas convexas é maior que nas côncavas. Nas côncavas, a aceleração da gravidade terrestre e a aceleração centrífuga se somam. Nas convexas, as referidas acelerações são subtrativas, gerando certo efeito de flutuação.