ESTRADAS E AEROPORTOS

Prof. Vinícius C. Patrizzi

INTRODUÇÃO

- A sociedade se desenvolve de acordo com a evolução do seu sistema de transporte e as estradas fazem parte desse sistema, que evolui com o progresso tecnológico, sendo este dependente direto dos recursos técnicos e financeiros de um país.
- As estradas têm uma função econômica, que se manifesta em todas as épocas de sua evolução. Elas dão origem a povoações ao longo do percurso, ampliam as formações urbanas, valorizam terrenos atravessados, permitem o deslocamento rápido de grandes massas de produtos e estimulam o bem estar e o progresso para as regiões.

HISTÓRICO

1. Desenvolvimento das vias
   A. Europa:
      - Fins do séc. XVII: reforma da antiga rede de estradas e construção de novas vias;
      - Transportes de tração animal: Carruagens, charretes, carros de boi;
      - Século XVII: locomotiva a vapor (Inglaterra – 1814);
      - Transporte de carvão nas minas do País de Gales;
      - 1815 – primeira estrada de ferro do mundo (Stokton-Darlington)
        - vel. = 25 Km/h, percurso = 25 Km;
      - Aperfeiçoamento da locomotiva: EUA, França.

   B. Brasil:
      - 1854 – Inaugurada a "Estrada de ferro Mauá", construída por Irineu Evangelista, o Barão de Mauá.
        - Extensão = 16 Km;
      - Atualmente, tem-se mais de 37.000 Km de Vias Férreas.

HISTÓRICO

2. Desenvolvimento do veículo automotor

- Inicio do século XIX: Vulcanização da borracha (Goodyear);
- 1769 – construção do 1º carro a vapor (Engº Francês Cugnot);
- 1884 – construção do motor a explosão (benzina) – Daimler;
- Industrialização do petróleo;
- 1888 – Fabricação de pneumáticos (Dumlop);
- Aperfeiçoamento da indústria metalúrgica;
- 1890 – construção do primeiro automóvel e aperfeiçoamento do motor a benzina (Engº Penhard e Lavasor);
- 1909 – Henry Ford (EUA): construção de veículos em série;
- Aperfeiçoamento das estradas (traçado e pavimentação).

HISTÓRICO

BRASIL

- Até 1922 – não existiam estradas de rodagem no país, os poucos veículos destinavam-se ao transporte urbano nas grandes cidades;
- 1908 – primeira viagem de automóvel através de caminhos de bois entre Rio e São Paulo;
- 1922 – Washington Luiz, governador de São Paulo, iniciou o desenvolvimento da política rodoviária no Brasil, prosseguindo em 1926 quando Presidente da República;
- 1925 – segunda viagem entre Rio-São Paulo. Estrada melhorada com extensão de 580 Km. Tempo de percurso = 144 horas;
- 1928 – Pres. Washington Luiz inaugurou a 1ª ligação entre Rio-São Paulo e a estrada que liga o Rio a Petrópolis.
- Hoje, existem mais de 300.000 Km de estradas de 1ª, 2ª e 3ª classe (Federais, Estaduais e Municipais).

CLASSIFICAÇÃO DAS ESTRADAS

- Quanto ao tipo, as estradas podem ser classificadas em dois grandes grupos:

1º. Estradas de Ferro;

2º. Estradas de Rodagem.

1. ESTRADAS DE FERRO.

São divididas, quanto à importância, em Estradas de Ferro TRONCOS, SECUNDÁRIAS e as LIGAÇÕES.

As ferrovias podem ser classificadas, também, quanto a bitola (distancia entre os trilhos). No Brasil tem-se quatro tipos de bitola: 0,75 m; 1,00 m; 1,435 m e 1,60 m.

CLASSIFICAÇÃO DAS ESTRADAS

2. ESTRADAS DE RODAGEM

As estradas de rodagem, nas funções econômicas e sociais que desempenham, podem ser classificadas sob diversos pontos de vista, porém, a mais importante é aquela baseada nas características técnicas, pois permite a definição de uma série de limites geométricos de traçado rodoviário.

Os vários tipos de classificação são:

a) Quanto a proximidade de aglomerados populacionais.
   - URBANAS;
   - RURAIS.

CLASSIFICAÇÃO DAS ESTRADAS

b) Quanto à Função.
- ARTERIAIS;
- COLETORAS;
- LOCAIS.

c) Quanto à Jurisdição.
- LOCAIS;
- MUNICIPAIS;
- ESTADUAIS;
- INTERESTADUAIS;
- FEDERAIS.

d) Quanto à Utilização.
- PIONEIRAS;
- VICINAIS;
- TURISTICAS;
- COMERCIAIS OU ESTRATÉGICAS.

CLASSIFICAÇÃO DAS ESTRADAS

e) Quanto ao tipo de tráfego.
   - TRÁFEGO LEVE;
   - TRÁFEGO MÉDIO;
   - TRÁFEGO PESADO.

f) Quanto à Orografia.
   - Vias em região plana: desníveis inferiores a 10m/Km;
   - Vias em região ondulada: desníveis acima de 10m/Km e abaixo de 40m/Km;
   - Vias em região montanhosa: desníveis de aproximadamente 40m/Km;
   - Vias em região escarpada: desníveis acima de 40m/km.

CLASSIFICAÇÃO DAS ESTRADAS

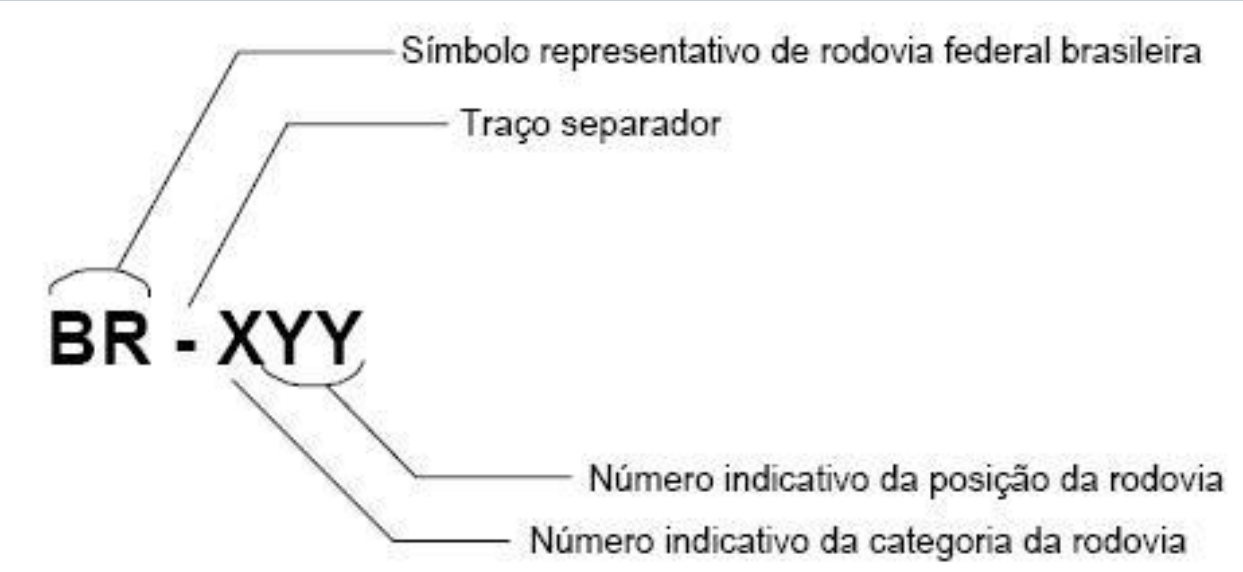
g) Quanto as condições Técnicas.

Este tipo de classificação é em função do tráfego que ela deverá apresentar no 10º ano após a sua abertura (ano-horizonte de projeto) sendo representado pelo Volume Médio Diário (VMD) ou pelo Volume Médio Horário (VMH) no ano-horizonte de projeto – 10º ano após sua abertura).

Classes de Projeto	Características	Critério para definição da Classe	Velocidade de Projeto (km/h) Orografia		
			Plano	Ondulado	Montanhoso
O	Via Expressa	Administrativo	120	100	80
I – A	Pista Dupla – Controle parcial de acesso	Nível de serviço C. VMD > 1.400	100	80	60
I – B	Pista Simples	VMD > 1.400	100	80	60
II	Pista Simples	700 < VMD ≤ 1400	100	70	50
III	Pista Simples	300 ≤ VMD ≤ 700	80	60	40
IV	Pista Simples	VMD < 300	70	50	35

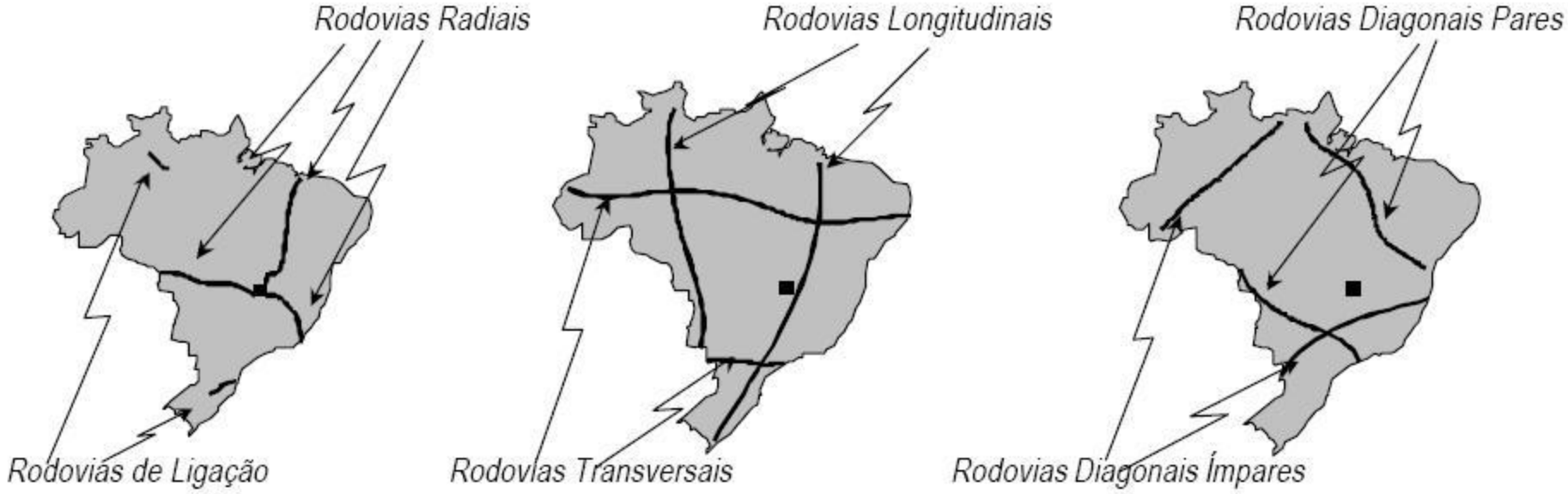
NOMENCLATURA DAS ESTRADAS

- Uma das atribuições que o Plano Nacional de Viação reservou ao DNER foi a de fixar critérios para a nomenclatura das rodovias federais, com o objetivo de sistematizar procedimentos para a designação técnica das rodovias.



NOMENCLATURA DAS ESTRADAS

- Para fins de nomenclatura das rodovias federais foram consideradas 5 categorias de rodovias, de acordo com as disposições gerais dos traçados.



NOMENCLATURA DAS ESTRADAS

- O primeiro algarismo da sigla de uma rodovia federal, indica a categoria a que pertence a rodovia, de acordo com o seguinte critério:

- **1º algarismo = 0 (zero) para as Rodovias Radiais;**
  - BR-010 / DF – GO – MA – PA;
  - BR-040 / DF – GO – MG – RJ.
- **1º algarismo = 1 para as Rodovias Longitudinais;**
  - BR-101 / RN – PB – PE – AL – SE – BA – ES – RJ – SP – PR – SC – RS;
  - BR-116 / CE – PB – PE – BA – MG – RJ – SP – PR – SC – RS.
- **1º algarismo = 2 para as Rodovias Transversais;**
  - BR-210 / AP – AM;
  - BR-259 / ES – MG.
- **1º algarismo = 3 para as Rodovias Diagonais;**
  - BR-354 / GO – MG – RJ;
  - BR-364 / SP – MG – GO – MT – RO – AC.
- **1º algarismo = 4 para as Rodovias de Ligação.**
  - BR-469 / PR (Porto Meira – Foz do Iguaçu – Parque Nacional);
  - BR-488 / SP (Santuário Nacional de Aparecida – extensão 1Km).

TRAÇADO DE ESTRADAS

- Fatores que influenciam na escolha do Traçado:

a) **Topografia:**

- Fator Predominante;
- Movimento de terras;
- Altos custos;
- Classificação:
  - Terreno Plano;
  - Terreno Ondulado;
  - Terreno Montanhoso.

TRAÇADO DE ESTRADAS

- Fatores que influenciam na escolha do Traçado:

b) **Condições Geológicas e Geotécnicas:**

- Características do Solo;
- Dureza do material = técnicas especiais de escavação;
- Custos Adicionais;
- Cortes que atingem lençol freático = drenagem;
- Contenção de taludes;
- Estabilização de aterros = solos moles;
- Locais com condições geotécnicas desfavoráveis devem ser evitados.

TRAÇADO DE ESTRADAS

c) **Hidrologia:**

- Redução de travessias = pontes e galerias;

d) **Desapropriações:**

- Existência de Benfeitorias;

e) **Interferências no ecossistema:**

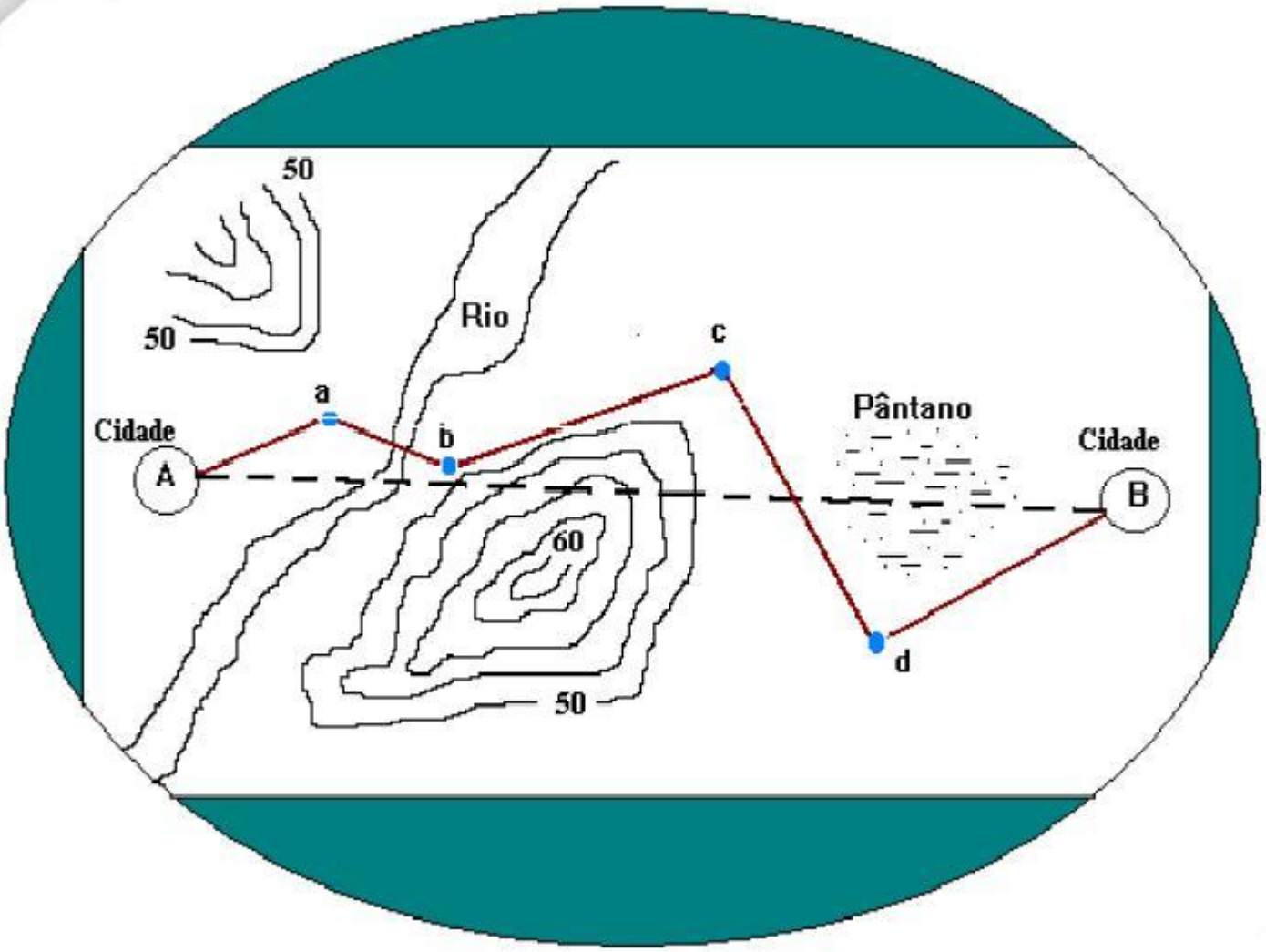
- Agente agressivo ao meio ambiente;
- Derrubada da vegetação;
- Cortes e Aterros altos podem acarretar danos ao ecossistema local;

Procurar traçados alternativos.

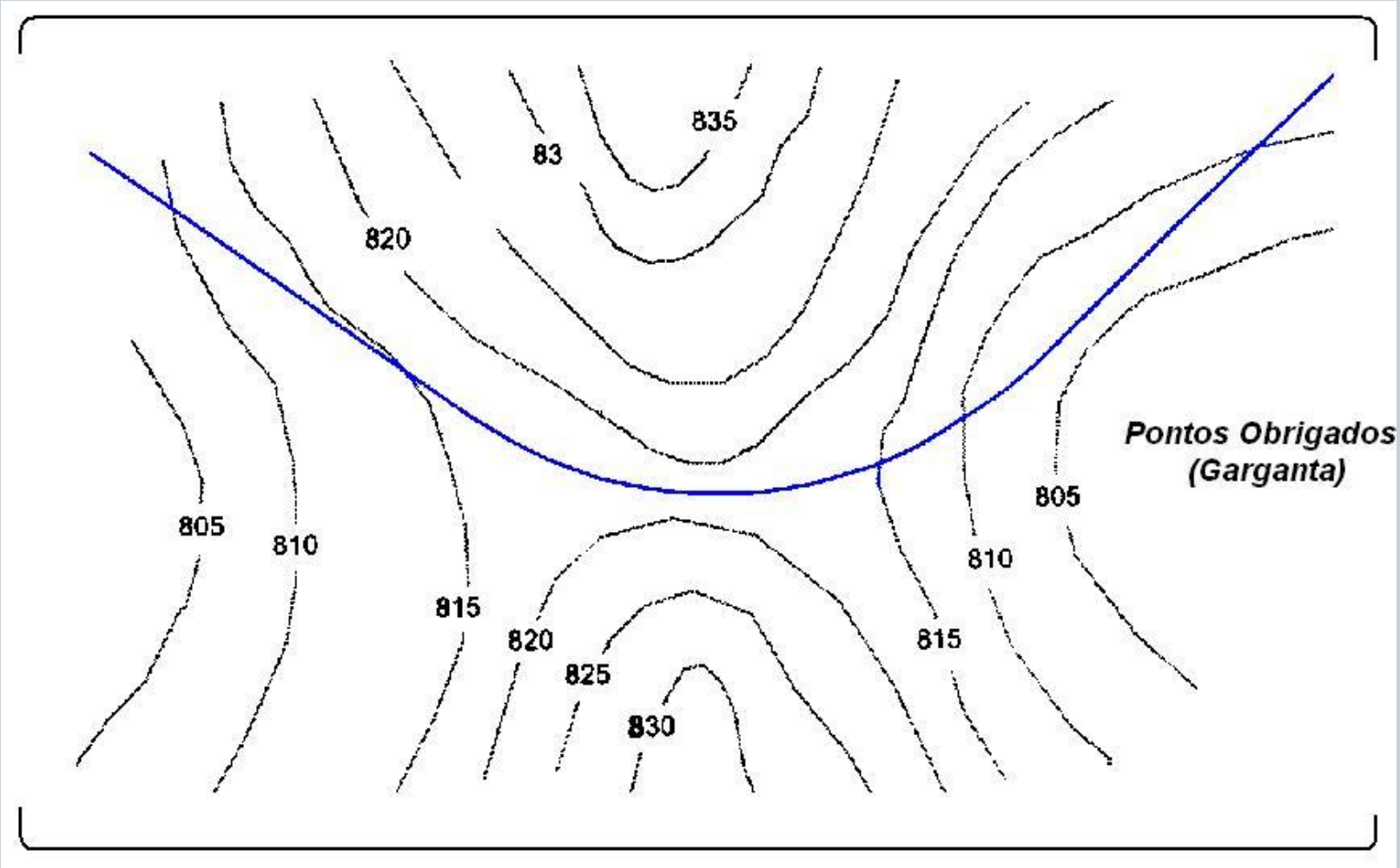
TRAÇADO DE ESTRADAS

- Procedimentos para escolha de um traçado:
  - Tem por objetivo o levantamento e a análise de dados necessários à definição dos possíveis locais por onde a estrada possa passar.
  - Engloba todos os estudos preliminares;
  - São definidos os principais obstáculos topográficos, hidrológicos, geológicos ou geotécnicos e escolhidos possíveis locais para o lançamento de anteprojetos.
  - Pode ser feito através de Mapas, Cartas Fotográficas, Fotos, Inspeção local, trabalhos de escritório;
  - Levantamentos Aerofotogramétricos facilita o trabalho, pois tem informações importantes para serem lançadas no anteprojeto.
  - Elementos necessários: Ponto Inicial e Ponto Final da estrada, indicação de pontos “obrigatórios” de passagem e as retas que ligam estes pontos.

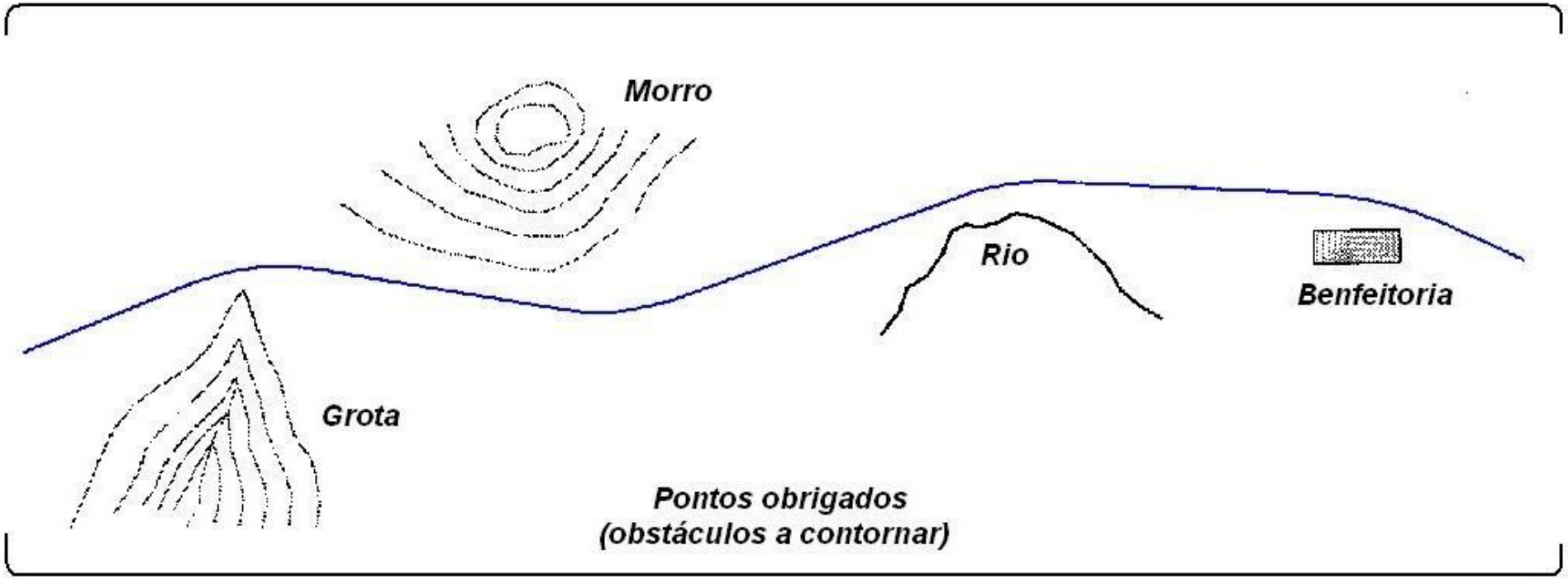
TRAÇADO DE ESTRADAS



TRAÇADO DE ESTRADAS

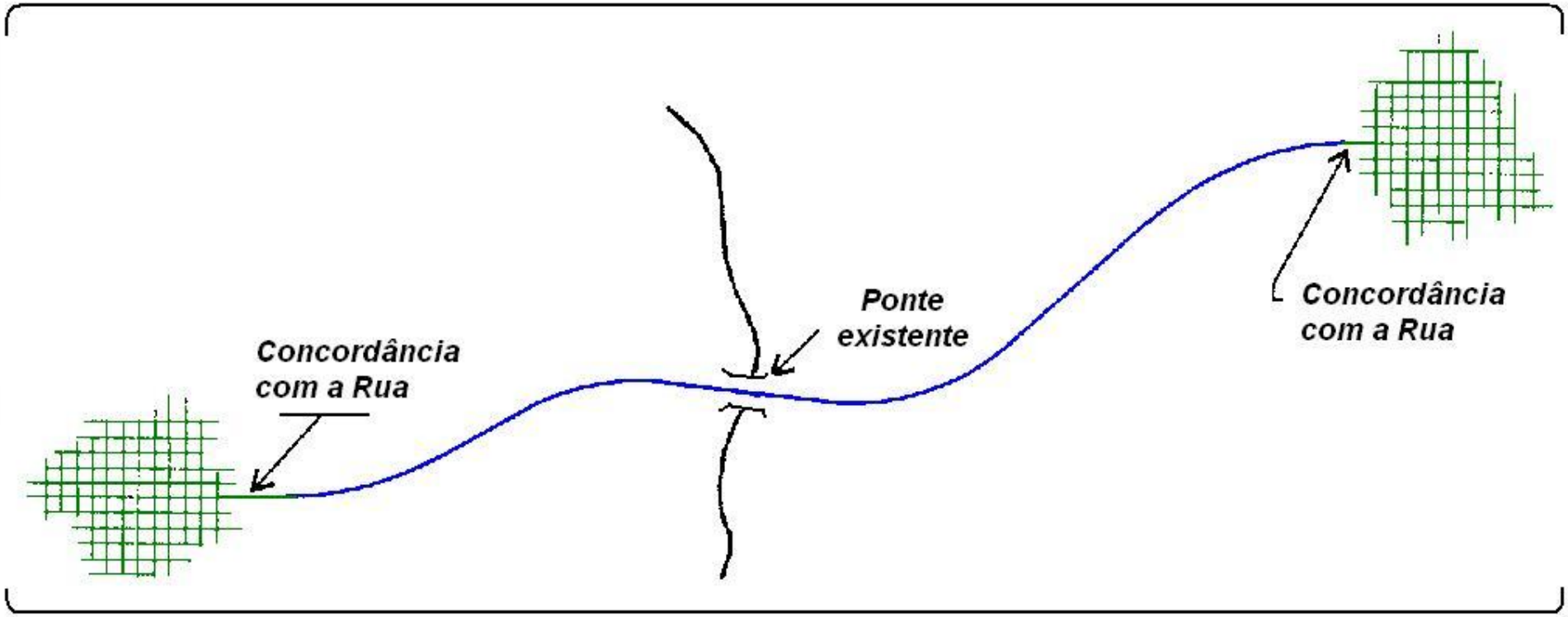


TRAÇADO DE ESTRADAS

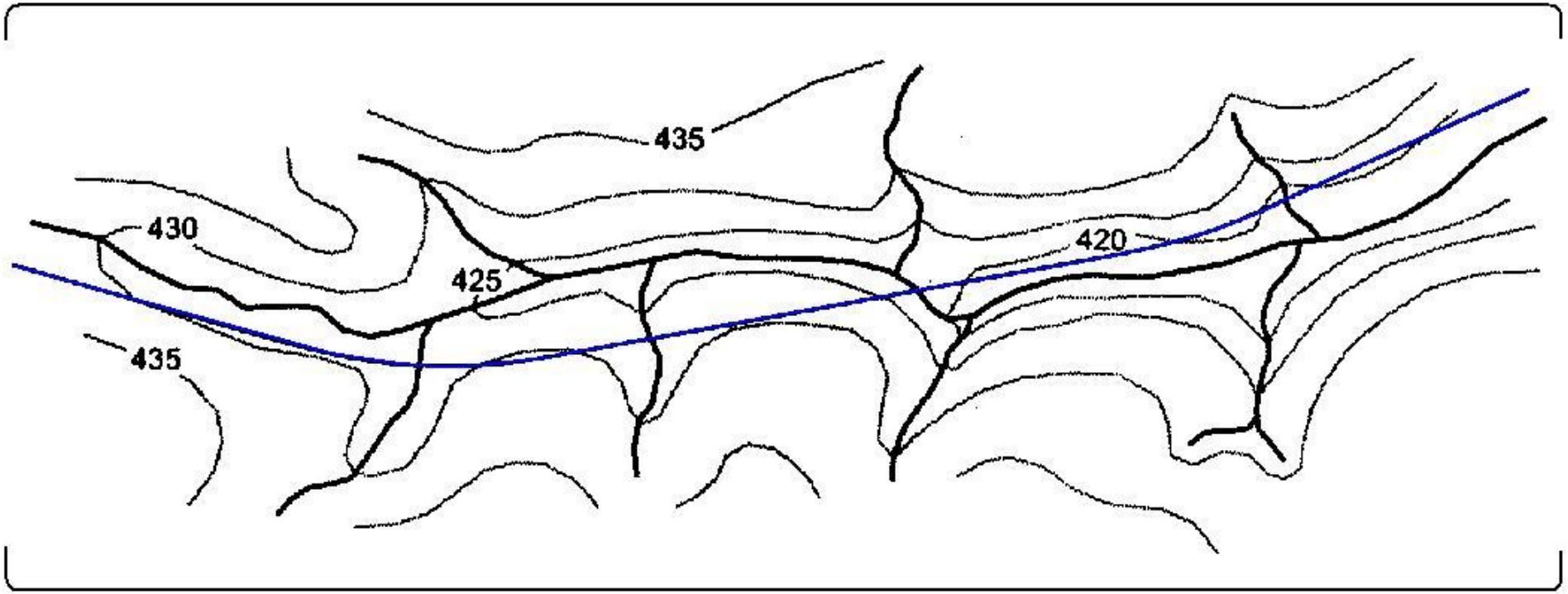


TRAÇADO DE ESTRADAS

TRAÇADO DE ESTRADAS



TRAÇADO DE ESTRADAS



ANTEPROJETO

- Implantação do Anteprojeto:
  - Exame do terreno ao longo da diretriz;
  - Identificação dos pontos obrigatórios;
  - Escolha dos pontos de interseção das tangentes (*PI's*);
  - Definição das coordenadas dos *PI's;*
  - Cálculo dos comprimentos das tangentes e das deflexões;
  - Escolha dos raios mais convenientes para as curvas circulares, de forma a acomodar a estrada à topografia, evitando os obstáculos conhecidos;
  - Cálculo das coordenadas dos pontos notáveis das curvas: ponto de início da curva (PC) e ponto de final da curva (PT);
  - Cálculo do estaqueamento do traçado (20m em 20m ou 50m);
  - Levantamento do perfil do terreno sobre o traçado escolhido;
  - Escolha dos pontos de interseção das rampas (PVI) em perfil;
  - Determinação das cotas e estacas dos *PVI's* escolhidos;
  - Cálculo das rampas resultantes: inclinação e extensão;
  - Escolha das curvas verticais: cálculo de cotas e estacas dos pontos de início (PCV) e fim das curvas (PTV).

ANTEPROJETO

- Conhecimento adequado da região, incluindo todos os elementos que possam influir na localização a ser definida para o traçado.
- Para escolha de um ou mais anteprojetos, é importante o conhecimento de aspectos sociais e econômicos da região.
- Sempre que possível, o traçado deverá ser localizado de forma a atender melhor as necessidades da região.
- Mesmo que a topografia permita, traçados com longos trechos retos devem ser evitados, pois a monotonia da estrada gera sonolência e desatenção dos motoristas.

PROJETO FINAL

- Paralelamente a execução do anteprojeto geométrico são também iniciados os estudos da infra-estrutura e superestrutura da estrada objetivando principalmente o levantamento de problemas que poderão mostrar a conveniência de alterações do anteprojeto geométrico escolhido.

  - **Elaboração do projeto:**
    - Estudos topográficos;
    - Estudos geológicos e geotécnicos;
    - Estudos hidrológicos (recursos d'água);
    - Projeto geométrico;
    - Projeto de terraplanagem;
    - Projeto de pavimentação;
    - Projeto de drenagem;
    - Projeto de obra de arte especial (pontes e viadutos);
    - Projeto de interseções, retornos e acessos;
    - Projeto de sinalização, cercas e defesas;
    - Projeto de paisagismo;
    - Projeto de desapropriações;
    - Projeto de instalações para operação de rodovia;
    - Orçamento dos projetos e plano de execução.

PROJETO FINAL

- O projeto final da estrada é o conjunto de todos esses projetos complementado por memórias de cálculo, justificativa de solução e processos adotados, quantificação de serviços, especificação de materiais, métodos de execução e orçamento.

REPRESENTAÇÃO GRÁFICA DO PROJETO

- A representação gráfica de cada trecho da estrada é feita por um conjunto de desenhos denominados: *Planta, Perfil Longitudinal* e *Seções Transversais*.

A. PLANTA:

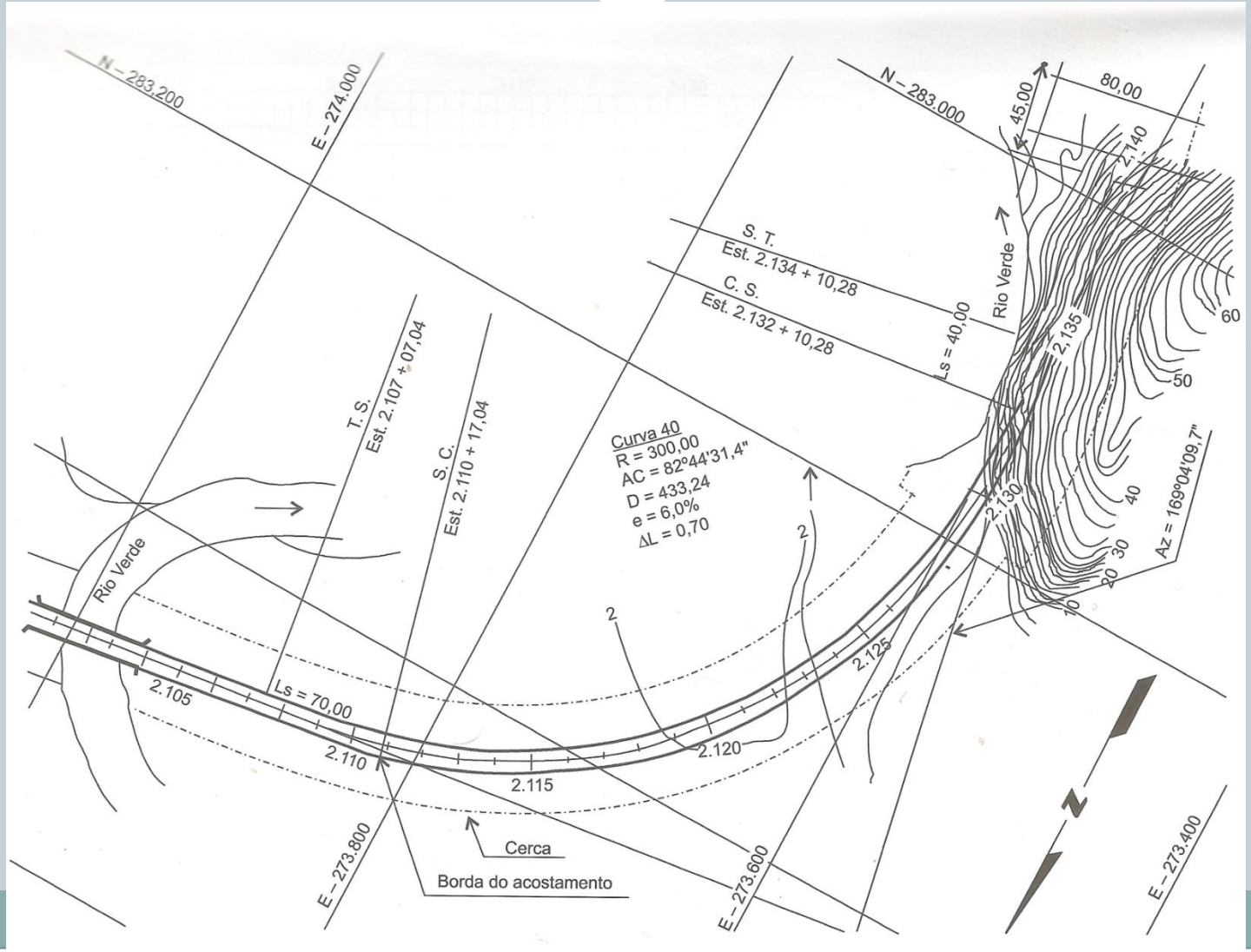
- É a projeção da estrada sobre um plano horizontal, onde cada desenho representa um trecho da estrada de extensão compatível com o tamanho da folha de desenho e a escala desejada;
- Normalmente são usadas as escalas 1:1.000 e 1:5.000 para a planta de anteprojetos, 1:2.000 para projetos executivos, 1:1.000 no projeto de interseções, cruzamentos ou outros locais onde seja necessário um maior nível de detalhamento.

REPRESENTAÇÃO GRÁFICA DO PROJETO

- É constituída por:

  - Eixo da estrada estaqueado com suas características geométricas e elementos necessários à perfeita localização do traçado escolhido;
  - Linhas indicando os bordos da plataforma da estrada e da faixa de domínio;
  - Representação da topografia local, através de curvas de nível e indicações de acidentes topográficos importantes;
  - Representação da hidrologia, através da localização de rios, córregos, lagos;
  - Indicação e localização de elementos diversos que possam de alguma forma influir no custo da estrada, como: tipo de vegetação, áreas cultivadas, acidentes geológicos ou geotécnicos notáveis, obras de arte previstas, etc.

REPRESENTAÇÃO GRÁFICA DO PROJETO



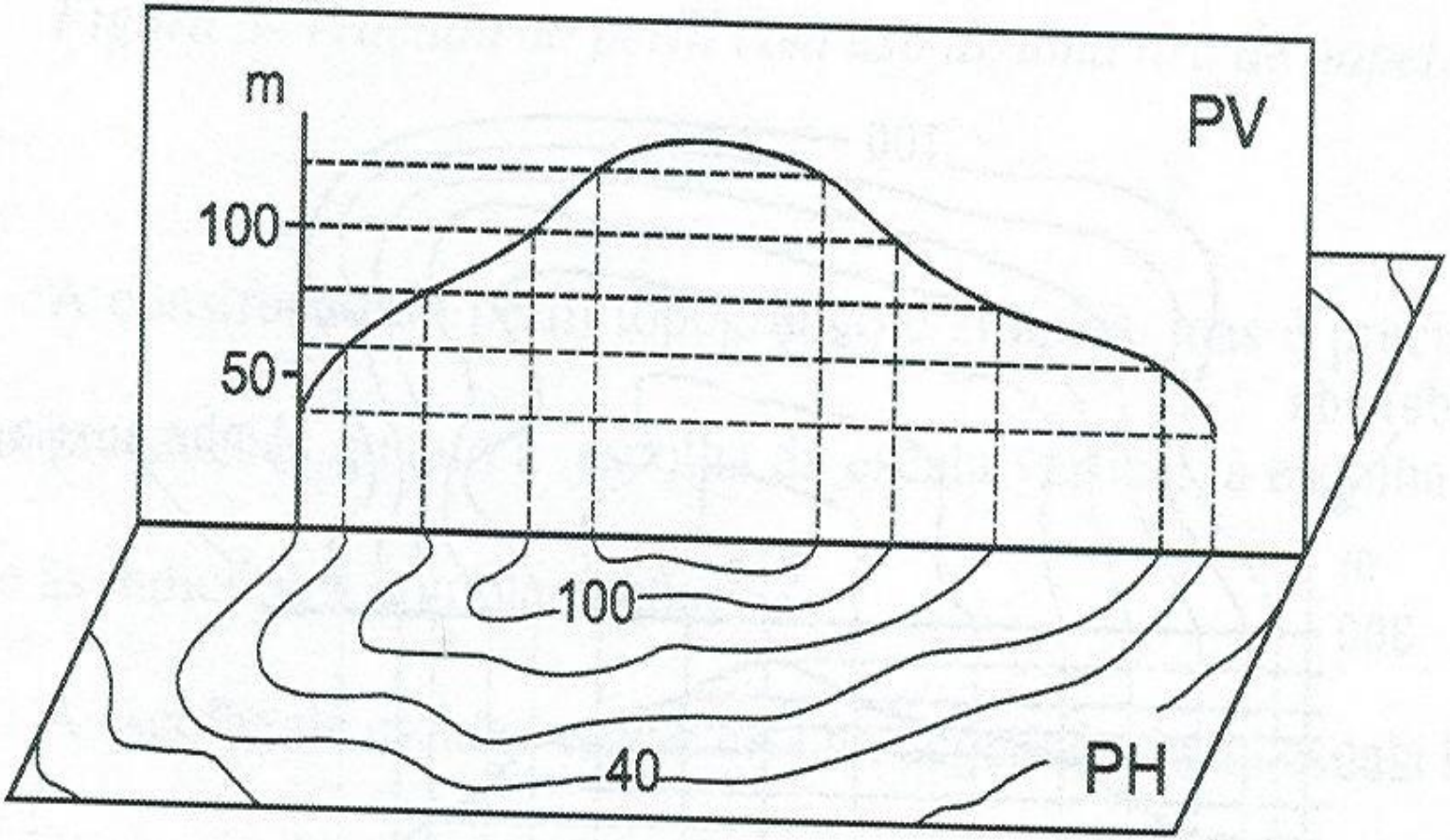
REPRESENTAÇÃO GRÁFICA DO PROJETO

B. PERFIL LONGITUDINAL:

- Para melhor visualização do projeto, o perfil longitudinal é um desenho deformado, onde a escala vertical (PV) é menor que a escala horizontal (PH) adotada.

- È aconselhável o uso de uma escala horizontal igual a adotada para a planta do trecho e uma escala vertical dez vezes maior que a escala horizontal, assim, os acidentes verticais são destacados, resultando uma melhor visão do projeto.

REPRESENTAÇÃO GRÁFICA DO PROJETO

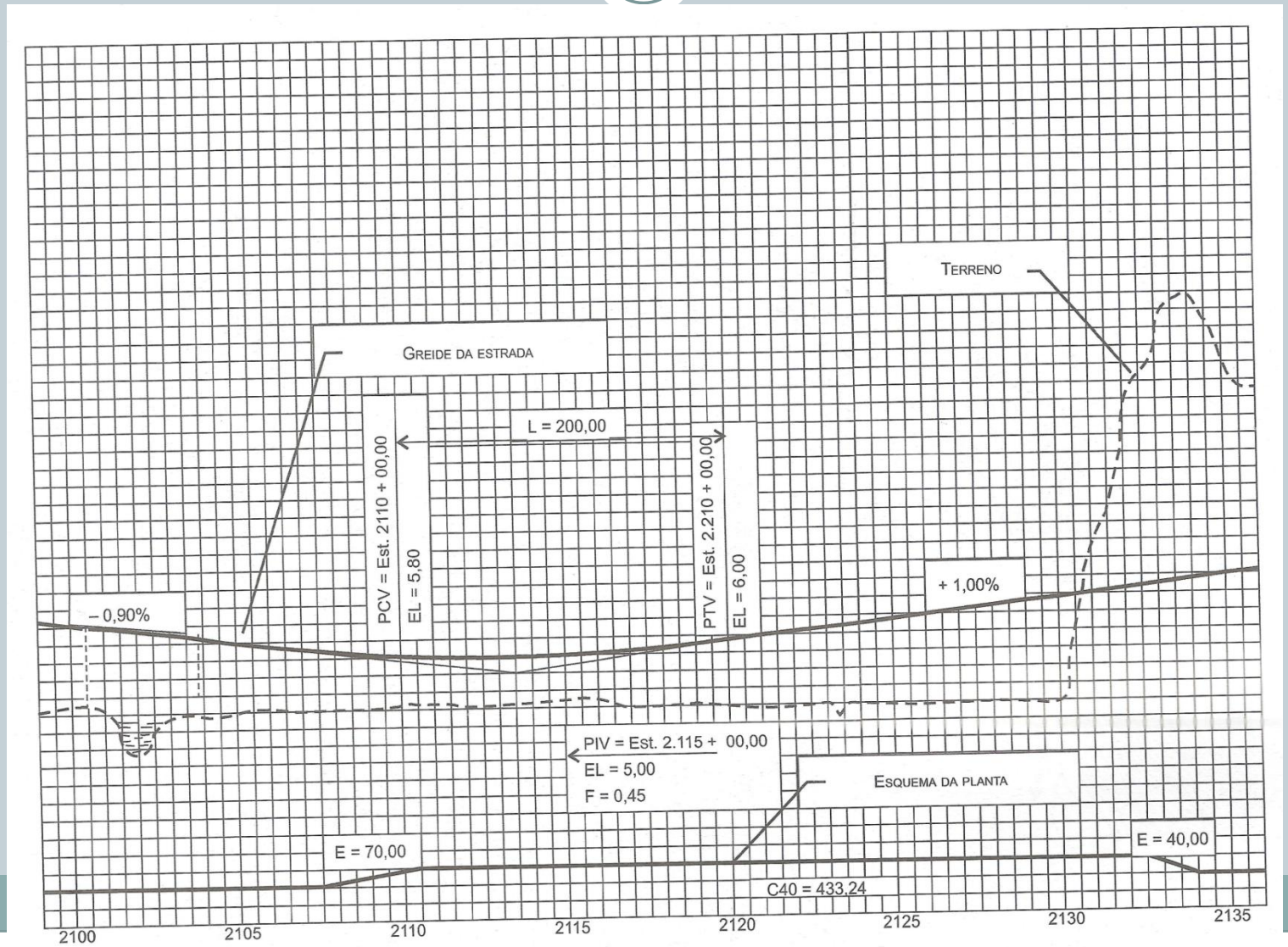


REPRESENTAÇÃO GRÁFICA DO PROJETO

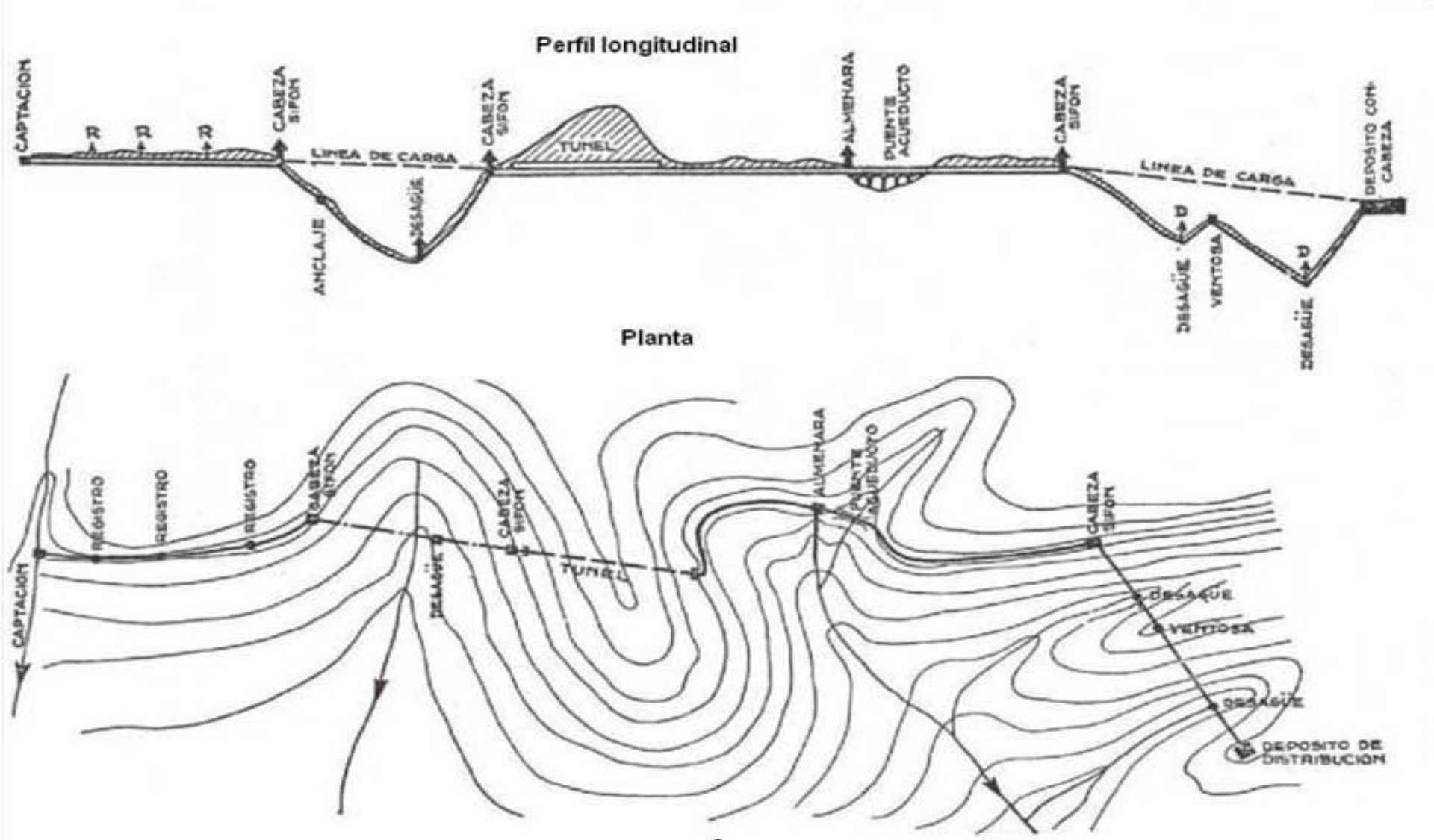
- É constituída por:

  - Perfil do terreno original sobre o eixo da estrada;
  - Perfil da estrada (greide) com suas características geométricas e localização em relação a planta;
  - Perfil geológico e características dos materiais que possam influir no estudo da estabilidade da estrada e no projeto de cortes e aterros;
  - Indicação do estaqueamento e desenho esquemático da planta, para a localização dos acidentes do perfil em relação aos da planta;
  - Indicação de obras de arte previstas para o trecho;
  - Cotas de obras existentes que interferem no projeto.

REPRESENTAÇÃO GRÁFICA DO PROJETO



REPRESENTAÇÃO GRÁFICA DO PROJETO



REPRESENTAÇÃO GRÁFICA DO PROJETO

B. SEÇÕES TRANSVERSAIS:

- Devem ser desenhadas várias seções, em pontos escolhidos, que permitam a perfeita definição de todas as características transversais do projeto.
- É constituída por:

  - Dimensões e indicações transversais das faixas de tráfego, pistas, acostamentos, separadores centrais e demais elementos que compõe a plataforma da estrada;
  - Taludes de corte e/ou aterros;
  - Áreas de corte e/ou aterros;
  - Indicação de eventuais obras de arte, obras de proteção de taludes e dispositivos de segurança;
  - Indicação e localização de dispositivos de drenagem;
  - Posição de início de talude e faixas de domínio.

REPRESENTAÇÃO GRÁFICA DO PROJETO

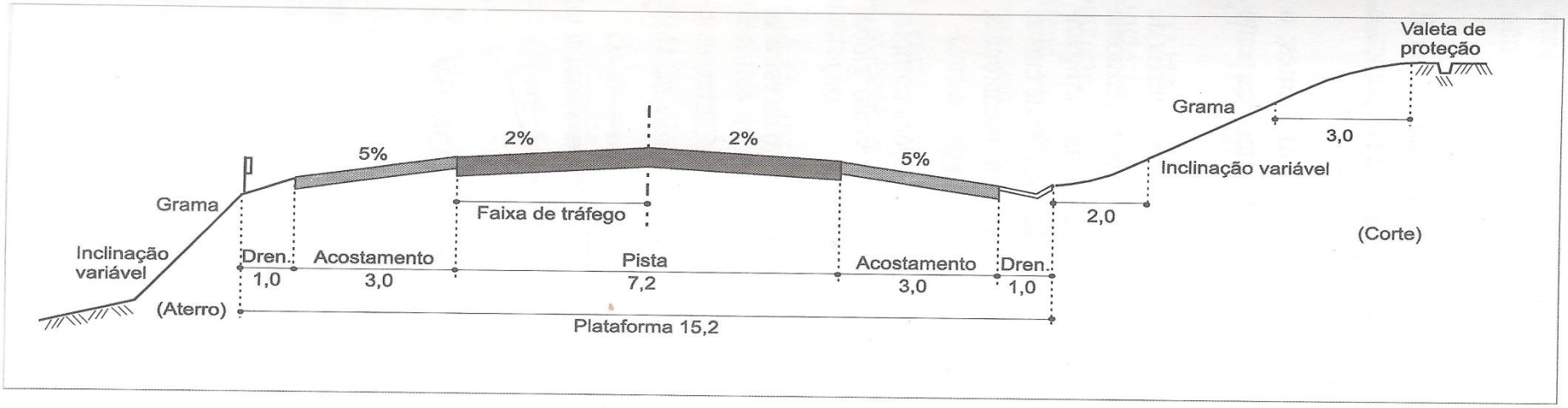


Figura 1.10 Seção transversal – pista simples.

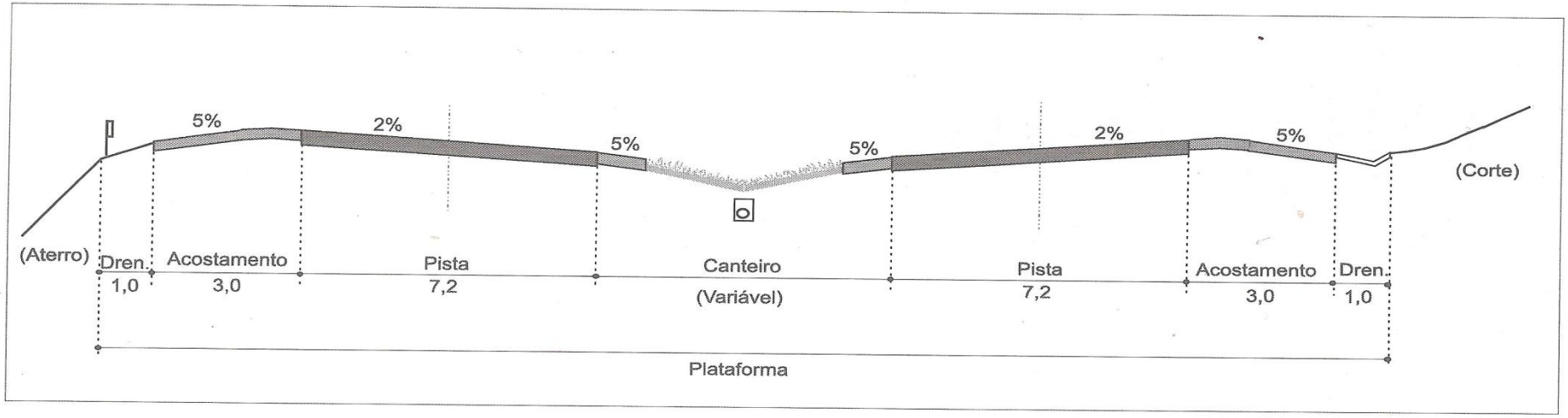


Figura 1.11 Seção transversal – pista dupla.