

PTR 2378 – Projeto de infra-estrutura de vias de transportes terrestres



1º semestre/2007

Prof. Felipe I. Kabbach Jr. (aulas teóricas)

Prof. Ettore José Bottura (aulas práticas)

Prof. Telmo G. Porto (aula de ferrovias)

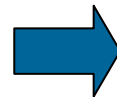
Aula 1

Introdução

Aula 1 - Introdução

- Horário e salas de aula
 - Aulas teóricas: 07:30 às 09:10 hs (sala 125)
 - Aulas práticas: 09:20 às 11:00 hs (sala 103)
- Datas de provas e critérios de aprovação
 - 1ª prova: 27/04/2007
 - 2ª prova: 22/06/2007
 - Prova substitutiva: 29/06/2007

- Estrutura da prova



Teoria: 6,0 pontos

Prática: 4,0 pontos

$$M = \frac{3P + T}{4} \geq 5,0$$

$$P = \frac{P_1 + P_2}{2} \geq 4,0$$

Aula 1 - Introdução

- ❑ Tópicos básicos do curso / programação das aulas / bibliografia

- ❑ Sistemas de transportes
 - Conceitos básicos
 - Componentes funcionais

- ❑ Vias de transportes terrestres
 - Rodovias, ferrovias, vias para sistemas de transporte público
 - Vias | Infraestrutura
Superestrutura
Outros equipamentos e dispositivos

Aula 1 - Introdução

- ❑ Principais conceitos considerados no projeto da via
- ❑ Importância do projeto geométrico de vias de transporte
- ❑ Algumas características importantes da via e dos veículos ferroviários
- ❑ Fases, atividades e escalas de elaboração de um projeto viário

Tópicos Básicos do Curso

□ Capítulo 1

- Noções básicas sobre sistemas de transportes
- Fases de elaboração de um projeto viário
- Importância do projeto geométrico

□ Capítulo 2

- Características funcionais das rodovias

□ Capítulo 3

- Veículos de projeto

□ Capítulo 4

- O motorista

Tópicos Básicos do Curso

□ Capítulo 5

- Características do tráfego
- Capacidade e níveis de serviço para fluxo ininterrupto
- Velocidade

□ Capítulo 6

- Distância de visibilidade

□ Capítulo 7

- Elementos de projeto – Alinhamento horizontal

□ Capítulo 8

- Elementos de projeto – Alinhamento vertical

Tópicos Básicos do Curso

- Capítulo 9
 - Locação de curvas
- Capítulo 10
 - Elementos da seção transversal
- Capítulo 11
 - Interseções
- Capítulo 12
 - Faixas auxiliares de tráfego
- Capítulo 13
 - Projeto de terraplanagem

Programação das Aulas

DATA	ASSUNTO
02/03/07	INTRODUÇÃO – Os sistemas de transporte. Noções gerais sobre um projeto viário. Fases de elaboração de um projeto viário. Condicionantes topográficos, geológico-geotécnicos e outros. Características básicas de rodovias, ferrovias e aeródromos.
09/03/07	CARACTERÍSTICAS FUNCIONAIS DAS RODOVIAS – Classificação das rodovias. Classes de projeto, Relação entre classes de projeto e classe funcional. Sistemas viários em áreas urbanas e rurais. Normas existentes. FATORES BÁSICOS QUE GOVERNAM O PROJETO – Veículos de projeto. Comportamento do motorista. Característica dos pedestres. Características do tráfego.
16/03/07	
23/03/07	
30/03/07	ELEMENTOS DE PROJETO – Velocidades de projeto e de operação. Distâncias de visibilidade de parada e de ultrapassagem.
13/04/07	ALINHAMENTO HORIZONTAL – Conceitos gerais de traçado. Considerações teóricas. Superelevação. Coeficiente de atrito. Curvas circulares, compostas e de transição. Tangentes-limite. Gabaritos horizontais. LOCAÇÃO – Noções Gerais. Exemplos. RECURSOS COMPUTACIONAIS – Exemplos de pacotes de softwares utilizados em projeto geométrico / terraplanagem
20/04/07	
27/04/07	1a. PROVA

Programação das Aulas

DATA	ASSUNTO
04/05/07	ALINHAMENTO VERTICAL – Conceitos gerais sobre o projeto em perfil. Rampas máximas. Curvas verticais. Gabaritos verticais. Túneis, pontes, viadutos e obras de contenção. Coordenação dos alinhamentos horizontal e vertical. Exemplo de cálculo de alinhamento vertical.
11/05/07	ELEMENTOS DE SEÇÃO TRANSVERSAL – Faixas de rolamento, acostamento, canteiro central, passeios. Declividade de pista e acostamento. Taludes. Superelevação. Superlargura. Seções em túneis e viadutos.
18/05/07	CARACTERÍSTICAS DA FERROVIA – Características dos veículos ferroviários. Geometria da via permanente. Superelevação teórica e prática. Superlargura na via.
25/05/07	INTERSEÇÕES – Tipos de manobra. Conflitos possíveis. Princípios de canalização.
01/06/07	Tipos de interseção em nível e desnível. Elementos de projeto para interseções.
15/06/07	FAIXAS AUXILIARES DE TRÁFEGO – Faixas de mudança de velocidade. Faixas para seções de entrelaçamento. Faixas de conversão e armazenamento. Faixas para veículos lentos em rampas ascendentes.
22/06/07	2a. PROVA
29/06/07	PROVA SUBSTITUTIVA

Bibliografia Básica

- ❑ Projeto Geométrico em Vias de Transportes – Notas de Aula
- ❑ Manual de Projeto Geométrico de Rodovias Rurais do DNER - Departamento Nacional de Estradas de Rodagem (extinto), 1999
- ❑ “A Policy on Geometric Design of Highways and Streets” – AASHTO/American Association of State Highway and Transportation Officials, 2004
- ❑ Manual de Projeto de Interseções – DNIT – Departamento Nacional de Infra-Estrutura de Transportes, 2005

Bibliografia Básica

- ❑ Highway Design and Traffic Safety Engineering Handbook – Ruediger Lamm et al., 1999
- ❑ Highway Capacity Manual – TRB, 2000
- ❑ “Traffic and Highway Engineering” – Nicholas J. Garber et al., 2ª edição revisada
- ❑ “Transportation Engineering and Planning” – C. S. Papacostas et. Al., 2ª edição revisada
- ❑ Transporte Ferroviário – Apostila Prof. Telmo Giolito Porto
- ❑ Via Permanente Rodoviária – Sérgio Stopatto, 1987

Sistemas de Transporte

- ❑ Destinados à locomoção de bens (carga) e pessoas
- ❑ Construídos para atender às necessidades de mobilidade de uma sociedade em suas atividades econômicas, sociais e culturais ⇒ atendimento à demanda de transporte
- ❑ Sua eficiência tem grande impacto sobre a vitalidade econômica de uma cidade, região ou país

Sistemas de Transporte

- Quanto aos meios de deslocamento (modos) classificam-se em:
 - Transporte terrestre (passageiros e carga)
 - Rodoviário
 - Ferroviário
 - Transporte aéreo (passageiros e carga)
 - Doméstico
 - Internacional

Sistemas de Transporte

- Quanto aos meios de deslocamento (modos) classificam-se em:
 - Transporte pelo meio aquático (passageiros e carga)
 - fluvial
 - costeiro
 - Oceânico
 - Transporte por dutos
 - oleoduto
 - gasoduto
 - outros

Componentes Funcionais dos Sistemas de Transportes

VEÍCULOS:

- usados para movimentar pessoas e bens de um local para outro
- diferentes tipos caracterizam aos modos de transporte

VIAS:

- conexões que unem dois ou mais locais e que integram uma rede (rodovias, ferrovias, metrô, VLT, etc.)
- podem se situar em áreas rurais e urbanas

OUTRAS INSTALAÇÕES FIXAS (NÓS DA REDE):

- interseções ou entroncamentos de duas ou mais vias
- terminais: rodoviários, de carga, urbanos de ônibus
- estações de embarque / desembarque de passageiros
- pátios ferroviários de cruzamento e estacionamento
- devem permitir, quando necessário, a integração modal

SISTEMAS DE CONTROLE E PLANO DE OPERAÇÕES:

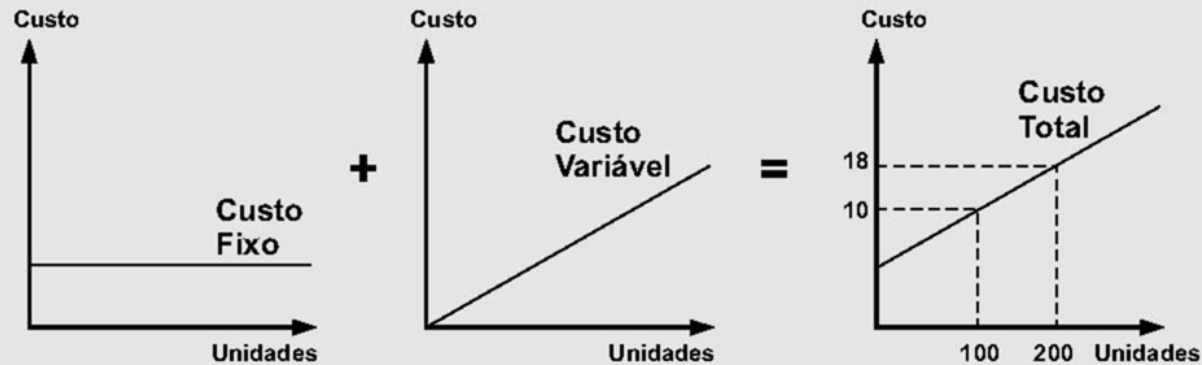
- são utilizados meios / dispositivos de controle e conjunto de procedimentos visando o funcionamento adequado, eficaz e seguro do sistema

Comparação entre Algumas Características dos Modos de Transporte Terrestre de Carga

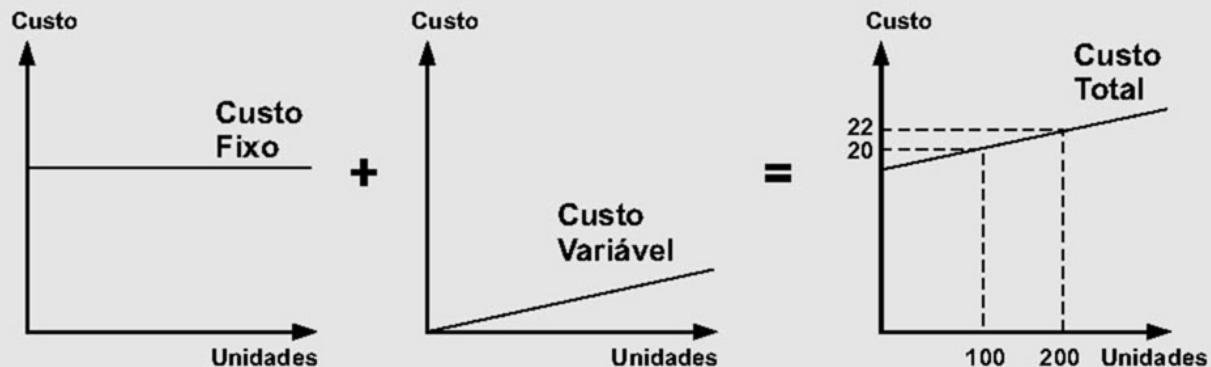
Característica		Modo Rodoviário de Carga	Modo Ferroviário de Carga
Custos	Fixos	Baixos	Altos
	Variáveis	Altos	Baixos
Economia de Escala		Não	Sim
Vantagens		<ul style="list-style-type: none"> ▣ Velocidade elevada ▣ Acessibilidade ▣ Pode servir a rotas regulares e irregulares 	<ul style="list-style-type: none"> ▣ Capacidade para grandes volumes e pesos ▣ Frete baixo ▣ Adequados a mercadorias de baixo valor
Desvantagens		<ul style="list-style-type: none"> ▣ Limitações no volume ▣ Limitações no peso ▣ Exige manutenção freqüente (pavimento) ▣ Pode exigir redistribuição em terminais nas grandes metrópoles 	<ul style="list-style-type: none"> ▣ Lentidão na entrega ▣ Inviabilidade para o serviço porta-a-porta ▣ Necessidade de terminais intermodais

Comparação entre Sistemas com e sem Economia de Escala

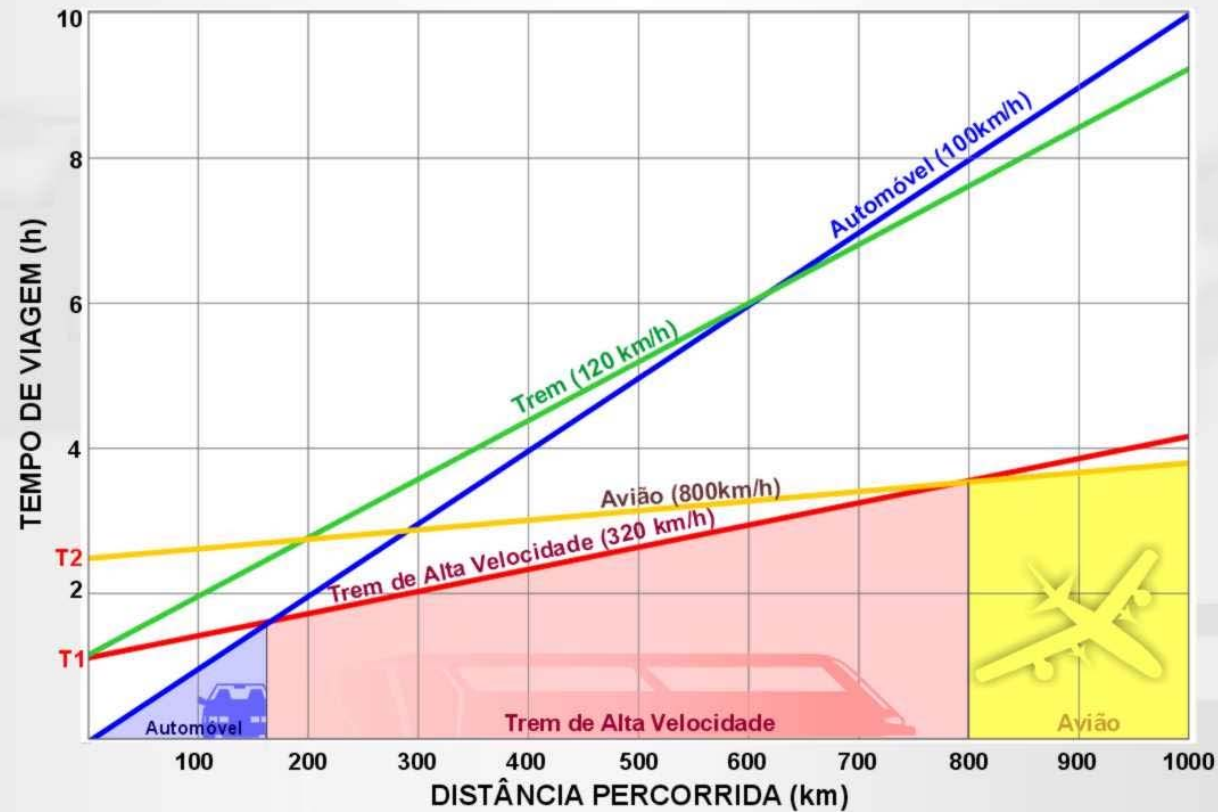
Sistemas sem Economia de Escala



Sistemas com Economia de Escala



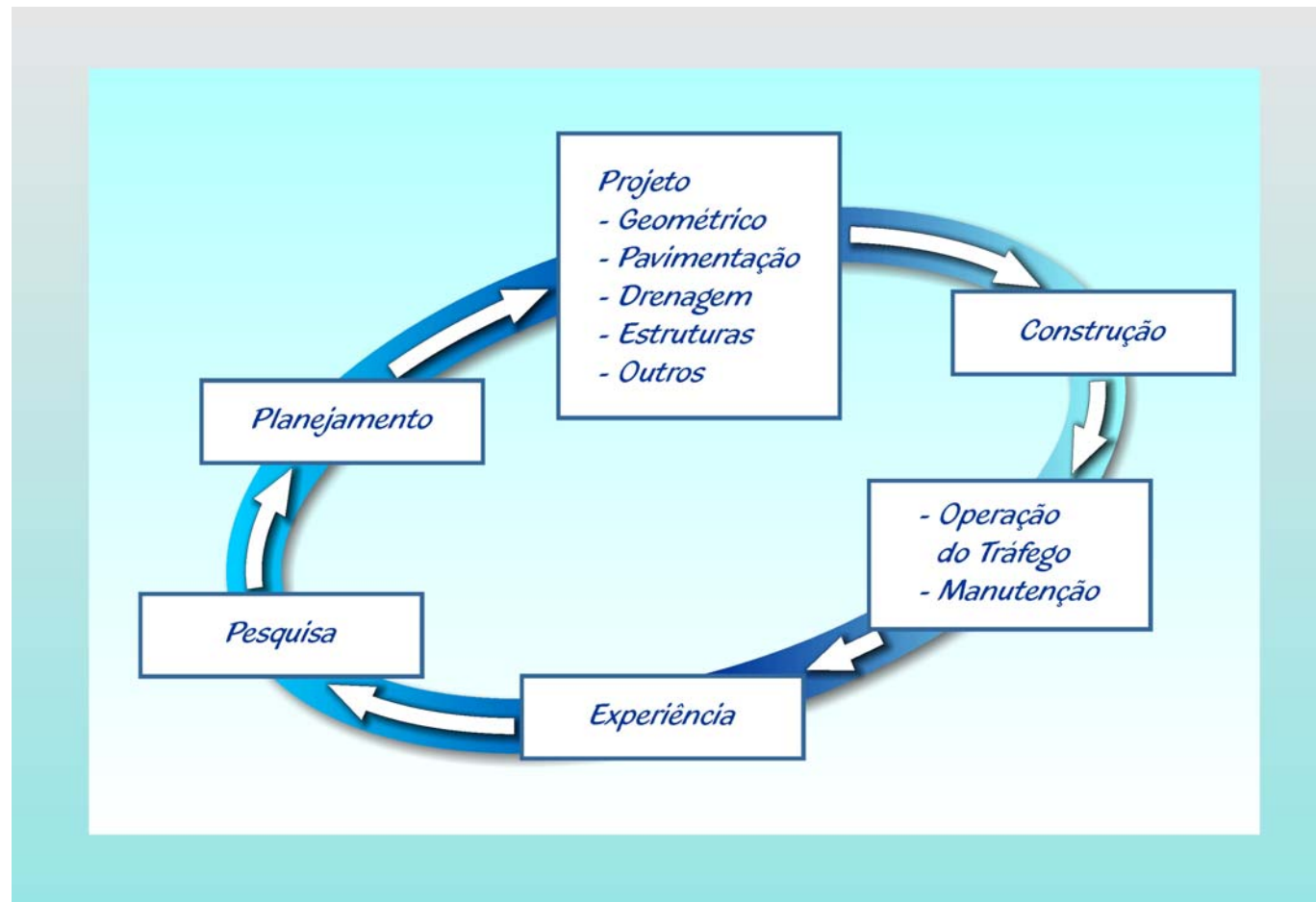
COMPARAÇÃO ENTRE OS MODOS DE TRANSPORTE DE PASSAGEIROS COM RELAÇÃO AO TEMPO DE VIAGEM



T1: Tempo extra-viagem por trem	
-Acesso ao terminal de origem	20 min.
-Espera pelo trem e tempo de embarque	15 min.
-Desembarque e caminhada até a saída do terminal	15 min.
-Acesso ao ponto de destino	20 min.
Total	1 hora

T2: Tempo extra-viagem por avião	
-Acesso ao terminal de origem	30 min.
-Check-in, caminhada até o portão de espera	30 min.
-Embarque e tempo até o avião deixar o portão	15 min.
-Taxeamento e parada até a decolagem.	10 min.
-Aterrisagem e taxeamento até o portão	5 min.
-Permissão para abrir as portas, saída e caminhada até a esteira de bagagens	15 min.
-Esperar pela bagagem	10 min.
-Caminhar até a saída do terminal	5 min.
-Acesso ao ponto de destino	30 min.
Total	2 1/2 horas

O Ciclo para Aperfeiçoamento das Técnicas de Desenvolvimento do Projeto da Via



Principais Conceitos Básicos Considerados no Projeto da Via

- Importância da via \Leftrightarrow posição hierárquica na rede viária

- Características de projeto e de operação dependem de:
 - classe da via
 - localidades e destino atendidos
 - conexões
 - volumes e composição de tráfego previstos
 - topografia
 - uso e ocupação do solo

Principais Conceitos Básicos Considerados no Projeto da Via

- Exigências a serem atendidas no projeto da via:
 - segurança
 - capacidade: operação não deve desejavelmente atingir a capacidade
 - eficiência econômica: análises do tipo custo / benefício
 - integração satisfatória no meio ambiente

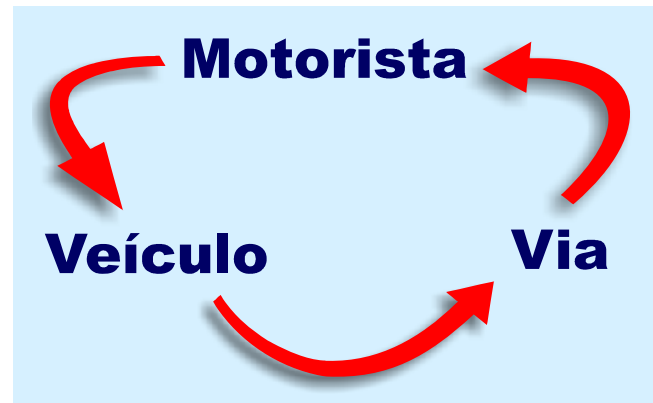
- Exigências relacionadas à segurança devem considerar:
 - limites de percepção humana
 - comportamento do motorista
 - interações físicas entre o veículo e a via

Principais Conceitos Básicos Considerados no Projeto da Via

- Aspectos especialmente importantes à segurança:
 - dinâmica do movimento do veículo
 - drenagem
 - visibilidade
 - configurações da perspectiva da via
 - consistência do traçado
 - equipamentos instalados na via
 - tipos de controle de tráfego

Importância do Projeto Geométrico em Vias de Transportes

- Geometria da infra e da superestrutura
- Trinômio:



- Veículo / Motorista:
 - características potencialmente variáveis

Importância do Projeto Geométrico em Vias de Transportes

- ❑ Problema fundamental no desenvolvimento do projeto viário

- ❑ Projeto geométrico deve visar:
 - sistema viário seguro, eficiente e econômico
 - sistema coerente com os volumes, velocidades e características dos veículos, e também com as necessidades dos usuários
 - integração à paisagem e preservação de valores de ordem social, ambiental, estética e histórica

Algumas Características Importantes da Via e dos Veículos Ferroviários

□ Eixos guiados

- A trajetória é definida pela via
- Contato metal-metal

□ Rodas solidárias ao eixo

- Característica exigida pelos requisitos de robustez
- Em curvas: quando uma roda está aderente, a outra sempre escorrega
- Maior desgaste do trilho nas curvas
- R_{\min} exigido pode depender da necessidade de reduzir tal escorregamento

Algumas Características Importantes da Via e dos Veículos Ferroviários

- Eixos do mesmo truque são paralelos
 - Por razões de robustez os dois eixos giram sempre em paralelo
 - Distância entre tais eixos limita R_{\min} da via em que se consegue inscrever o veículo
 - Assim, R_{\min} depende de:
 - Inscrição do veículo na curva
 - Limitação de escorregamento de rodas
 - Velocidade pretendida (função também da superelevação)

Fases de Elaboração de um Projeto Viário

- ▣ Fase preliminar
- ▣ Fase de anteprojeto / projeto básico
- ▣ Fase de projeto executivo

Fase Preliminar

□ Objetivos

- Definir as diretrizes tecnicamente possíveis de via
- Determinar a viabilidade física das alternativas
- Definir certas soluções básicas
- Estimar os custos aproximados de construção e desapropriação

Fase Preliminar

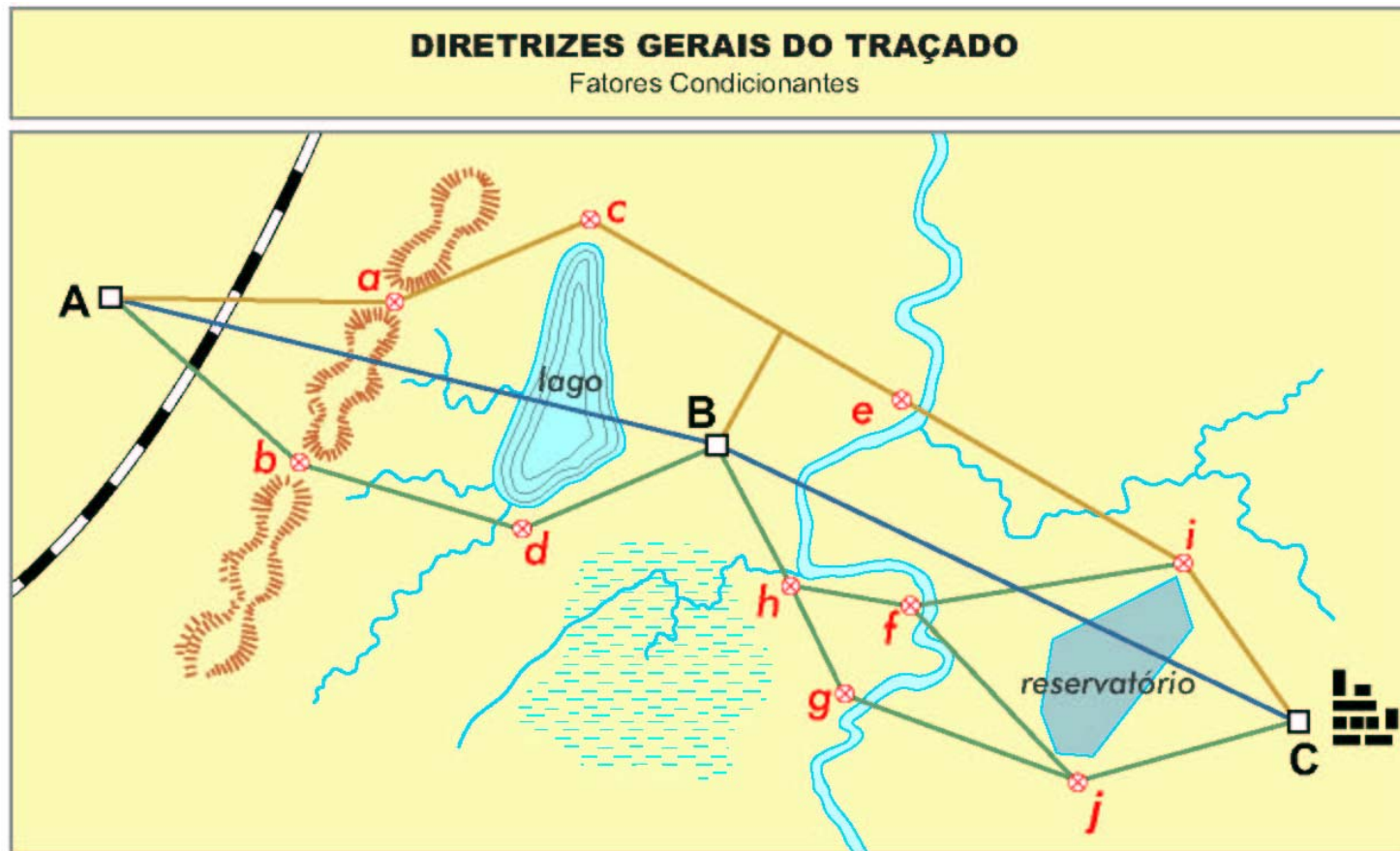
□ Estudos a executar

- Coleta e compilação de dados
- Identificação e estudo das alternativas de traçado
- Estabelecimento de critérios
- Planos funcionais preliminares
- Estimativa de custos
- Avaliação preliminar comparativa

□ Escala das plantas

- Área rural: 1:50.000, 1:20.000 ou 1:10.000
- Área urbana: 1:5.000 ou 1:2.000

Fase Preliminar



Fase de Anteprojeto ou de Projeto Básico

□ Objetivos

- estudar de forma mais detalhada as alternativas selecionadas na Fase Preliminar (em geral duas)
- selecionar a melhor alternativa sob os aspectos técnico e econômico
- determinar com maior precisão os quantitativos de serviços
- determinar com maior precisão o orçamento da obra

□ Atividades a executar

- relação anexa

□ Escala das plantas

- área rural: 1 : 10.000, 1 : 5.000 ou 1 : 2.000
- área urbana: 1:2.000 ou 1:1.000

Fase de Projeto Executivo

□ Objetivos

- detalhar a alternativa selecionada na fase anterior
- fornecer plantas, perfis, outros desenhos e notas de serviço que permitam ao construtor implantar a obra
- fornecer relatórios, memoriais descritivos e de cálculo
- determinar com maior precisão os quantitativos e o orçamento da obra

□ Atividades a executar

- relação anexa

□ Escala das plantas

- área rural: 1 : 2.000 ou 1 : 1.000
- área urbana: 1:500

Atividades para Elaboração de um Projeto Viário

- ❑ Estudos de Tráfego
- ❑ Estudos Geológico / Geotécnicos
- ❑ Estudos Hidrológicos
- ❑ Estudos Topográficos
- ❑ Plano Funcional
- ❑ Projeto Geométrico
- ❑ Projeto de Interseções, Retornos e Acessos
- ❑ Projeto de Terraplenagem
- ❑ Projeto de Drenagem
- ❑ Projeto de Pavimentação
- ❑ Projeto de Obras-de-Arte Especiais
- ❑ Projeto de Sinalização
- ❑ Projeto de Paisagismo
- ❑ Projeto de Elementos de Segurança
- ❑ Projeto de Desapropriação
- ❑ Projeto de Relocação de Serviços Públicos
- ❑ Projeto de Cercas e Muros
- ❑ Projeto de Instalações para Operação da Via
- ❑ Plano de Execução e Orçamento da Obra
- ❑ Documentos para Concorrência.

Atividades para Elaboração do Projeto de uma Ferrovia

- ❑ Estudos de Demanda de Carga e Passageiros
- ❑ Estudos Geológico / Geotécnicos
- ❑ Estudos Hidrológicos
- ❑ Estudos Topográficos
- ❑ Plano de Vias / Estudos Operacionais
- ❑ Projeto Geométrico
- ❑ Projeto de Pátios, Terminais, Cruzamentos e Travessias
- ❑ Projeto de Terraplenagem
- ❑ Projeto de Drenagem
- ❑ Projeto de Superestrutura da Via Permanente
- ❑ Projeto de Obras-de-Arte Especiais
- ❑ Projeto de Sinalização
- ❑ Projeto do Sistema de Tração Elétrica
- ❑ Projeto de Telecomunicações
- ❑ Projeto de Desapropriação
- ❑ Projeto de Relocação de Serviços Públicos
- ❑ Projeto de Cercas e Muros
- ❑ Projeto de Instalações para Operação da Via
- ❑ Plano de Execução e Orçamento da Obra
- ❑ Documentos para Concorrência.