

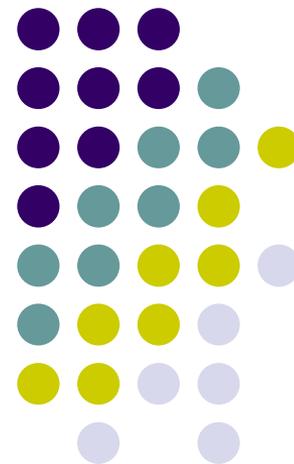
# PLANEJAMENTO DOS TRANSPORTES

## APOSTILA 2 RODOVIAS e FERROVIAS

Manaus, 2019

ANTONIO ESTANISLAU SANCHES

Engenheiro Cartógrafo e Civil



# NOÇÕES DE PLANEJAMENTO DE TRANSPORTES

## RODOVIAS

Lei 9503 de 23/09/1997 (Código Brasileiro de Trânsito – CTB)

### Definições importantes:

#### **MOBILIDADE:**

É a capacidade de atender de forma adequada à demanda do tráfego de passagem por uma região. Trata-se da fluidez no deslocamento.

Condição de facilidade ou dificuldade existente, quando da necessidade de deslocamento de pessoas até os locais onde se pretende desenvolver as atividades.

#### ***A facilidade ou dificuldade será função de:***

- Infraestrutura urbana,
- Capacidade das vias,
- Condições do trânsito,
- Capacidades e frequências dos veículos de transporte público.



# NOÇÕES DE PLANEJAMENTO DE TRANSPORTES

## RODOVIAS

Lei 9503 de 23/09/1997 (Código Brasileiro de Trânsito – CTB)

**Definições importantes:**

### **ACESSIBILIDADE:**

É a condição de atender à demanda do tráfego local, de propriedades ou instalações situadas ao longo do traçado de uma via em análise.

Num entendimento mais amplo significa:

**FACILIDADE DE ACESSO.**

Condição de proximidade ou distância existente para acessar locais de interesse das atividades que se pretende desenvolver.

**Exemplos:** Condição de acessar locais de estudo, trabalho, lazer, etc.

Mais próximos = Mais acessíveis (*nem sempre....*)



# NOÇÕES DE PLANEJAMENTO DE TRANSPORTES

## RODOVIAS

Lei 9503 de 23/09/1997 (Código Brasileiro de Trânsito – CTB)

### Classificações:

#### **CLASSIFICAÇÃO FUNCIONAL**

Agrupa as rodovias pelo caráter de serviço que prestam aos usuários.



#### **CLASSIFICAÇÃO TÉCNICA**

Aborda padrões de segurança e conforto com custos compatíveis.

Características técnicas como:

- Raios de curvatura, rampas
- Largura de faixas
- Distâncias de visibilidade

#### **CLASSIFICAÇÃO ADMINISTRATIVA**

Aborda planejamento, financiamento e operação.

Identifica as rodovias por siglas alfanuméricas indicando sua localização geográfica e a esfera governamental responsável pela via.

# NOÇÕES DE PLANEJAMENTO DE TRANSPORTES

## RODOVIAS



### CLASSIFICAÇÃO FUNCIONAL

Agrupar as rodovias pelo caráter de serviço que prestam aos usuários.

**Rodovias arteriais:** são as que tem capacidade para proporcionar alto nível de mobilidade para grandes volumes de tráfego. Tem como principal objeto o atendimento a longas distâncias.

**Rodovias coletoras:** são as que distribuem os deslocamentos desde os centros geradores de tráfego até os núcleos populacionais médios ou até rodovias de maior capacidade. Sua função é proporcionar mobilidade no interior de áreas específicas.

**Rodovias locais:** são rodovias de pequena extensão com a função básica de captar deslocamentos proporcionando acesso do tráfego de áreas rurais e pequenas localidades às rodovias coletoras e arteriais.

# NOÇÕES DE PLANEJAMENTO DE TRANSPORTES

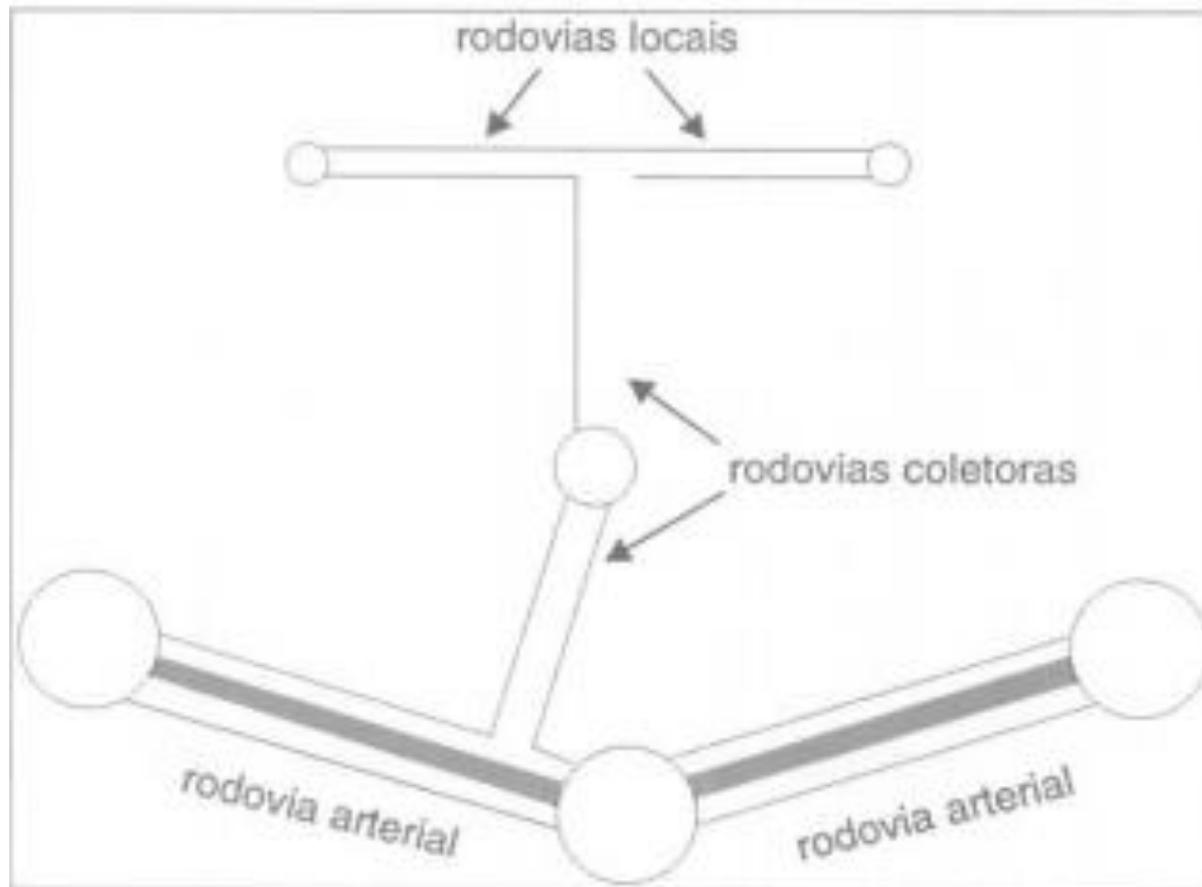
## RODOVIAS



### CLASSIFICAÇÃO FUNCIONAL

Agrupam as rodovias pelo caráter de serviço que prestam aos usuários.

Rede rodoviária com os tipos de vias segundo a classificação funcional



# NOÇÕES DE PLANEJAMENTO DE TRANSPORTES

## RODOVIAS



### CLASSIFICAÇÃO TÉCNICA

Aborda padrões de segurança e conforto com custos compatíveis.

A rede rodoviária brasileira está dividida, para objetivos de projetos, em cinco classes de rodovias, classe 0 (zero) até classe IV.

Esta numeração varia com o padrão técnico da via, sendo os números menores atribuídos às vias de melhor padrão.

### **CLASSE 0 (ZERO):**

São as chamadas **VIAS EXPRESSAS**. Como características básicas, apresentam pista dupla com acesso, permitido apenas em pontos previamente determinados e caracterizados por interrupção da guia.

Esse enquadramento é função do volume médio diário de tráfego e do nível de serviço da via

*Volume de Tráfego (ou Fluxo de Tráfego)* é o número total de veículos que passam num determinado ponto, durante um intervalo de tempo (*expresso em períodos anuais, diários ou horários*).

# NOÇÕES DE PLANEJAMENTO DE TRANSPORTES

## RODOVIAS



### CLASSIFICAÇÃO TÉCNICA

Aborda padrões de segurança e conforto com custos compatíveis.

### **CLASSE 1:**

Compreendendo duas subcategorias: Classe I-A e Classe I-B

#### **Classe I-A**

São rodovias de **DUAS PISTAS**, dispostas de um controle parcial de acessos, limitado à determinadas interseções.

#### **Classe I-B**

Rodovia de **PISTA SIMPLES**, porém, de padrão técnico elevado, projetada para suportar volume de tráfego para dez anos, após sua abertura ao uso.

*O enquadramento será função do volume médio diário de tráfego e do nível de serviço da via.*

### **CLASSE II:**

Rodovia de pista simples, projetada para suportar volume de tráfego para dez anos, após sua abertura ao uso.

# NOÇÕES DE PLANEJAMENTO DE TRANSPORTES

## RODOVIAS



### CLASSIFICAÇÃO TÉCNICA

Aborda padrões de segurança e conforto com custos compatíveis.



### **CLASSE III:**

Rodovia de pista simples, projetada para suportar volume de tráfego para dez anos, após sua abertura ao uso.

O critério que diferencia as Classes II e III consiste no volume de tráfego:

- ❖ *Classe II suportando um volume médio diário entre 700 a 1.400 veículos;*
- ❖ *Classe III suportando um volume médio diário entre 300 a 7400 veículos.*

### **CLASSE IV:**

Rodovia de pista simples, não pavimentada, classificada funcionalmente como via local (*enquadrando as estradas vicinais*) contendo características técnicas suficientes para atender a custos mínimos e o tráfego previsto no seu ano de sua abertura.

Podendo se subdividir em IV-A e IV-B, sendo:

- ❖ *Classe IV-A suportando um volume médio diário entre 50 a 200 veículos;*
- ❖ *Classe IV-B suportando um volume médio diário de até 50 veículos.*



## RODOVIAS

### CLASSIFICAÇÃO ADMINISTRATIVA

Aborda planejamento, financiamento e operação. Identifica as rodovias por siglas alfanuméricas indicando sua localização geográfica e a esfera governamental responsável pela via.

**Rodovias Federais:** são rodovias de interesse da união, podendo atravessar vários estados da federação. Seu planejamento, construção e conservação ficam sob a responsabilidade do Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes – DNIT, com prerrogativa de conceder, ou não, tais atividades, à iniciativa privada.

**Rodovias Estaduais:** são vias de interesse dos estados, ligando entre si cidades e essas cidades à capital do estado. Na maioria dos casos são vias arteriais ou coletoras. Sua gestão cabe aos Departamentos de Estradas de Rodagem – DER dos estados, e, no caso específico do estado do Amazonas, à Secretaria Estadual de Infraestrutura – SEINFRA.

**Rodovias Municipais:** são projetadas, construídas e mantidas pelas prefeituras municipais, geralmente coletoras ou locais. Em sua maioria não possuem pavimento.

# NOÇÕES DE PLANEJAMENTO DE TRANSPORTES

## RODOVIAS



### CLASSIFICAÇÃO ADMINISTRATIVA

Aborda planejamento, financiamento e operação. Identifica as rodovias por siglas alfanuméricas indicando sua localização geográfica e a esfera governamental responsável pela via.

As regras de formação dos demais algarismos estão no site do DNIT, podendo ser consultadas no link:

<http://www.dnit.gov.br/rodovias/rodovias-federais/nomeclatura-das-rodovias-federais>

As rodovias federais são identificadas pela sigla BR recebendo ainda três algarismos. Exemplo: BR-174, BR-319

O primeiro algarismo, que pode variar de 0 a 4, assim:

- 0 – Rodovias radiais: Tem origem na Capital Federal. Ex: BR-040.
- 1 - Rodovias longitudinais: Tem direção Norte-Sul. Ex: BR-174.
- 2 – Rodovias transversais: As de direção Leste-Oeste. Ex: BR-230.
- 3 - Rodovias diagonais: Direções NO-SE ou NE-SO. Ex: BR-319
- 4 – Rodovias de ligação: Em qualquer direção, situando-se entre duas federais ou entre uma federal e uma cidade importante. Ex: BR-401



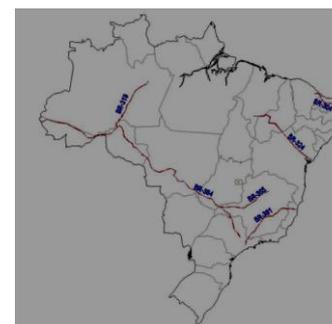
RADIAIS



LONGITUDINAIS



TRANSVERSAIS

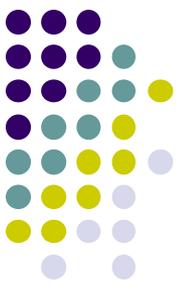


DIAGONAIS



LIGAÇÃO

# NOÇÕES DE PLANEJAMENTO DE TRANSPORTES FERROVIAS



## ANTECEDENTES HISTÓRICOS

### Lei n.º 101, de 31 de outubro de 1835:

Permitiu a concessão, com privilégio pelo prazo de 40 anos, às empresas com interesse na construção de **ESTRADAS DE FERRO**, interligando o Rio de Janeiro, São Paulo, Minas Gerais, Rio Grande do Sul e Bahia.

O estímulo não despertou o interesse desejado, pois as perspectivas de lucro não eram suficientes para atrair tais investimentos.

### Lei n.º 641, de 26 de julho de 1852:

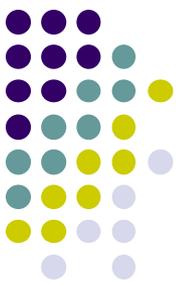
Estabelecia isenções e garantia de juros sobre o capital investido, as empresas *nacionais ou estrangeiras*, com interesse na CONSTRUÇÃO e EXPLORAÇÃO em estradas de ferro em qualquer parte do País.

## PRIMEIRA FERROVIA DO BRASIL

Concessão em 1852 a Irineu Evangelista de Souza, mais tarde agraciado com o título de Barão de Mauá, para a *construção e exploração* de uma linha férrea no Rio de Janeiro, entre o Porto de Estrela, situado ao fundo da Baía da Guanabara e a localidade de Raiz da Serra, em direção à cidade de Petrópolis.

# NOÇÕES DE PLANEJAMENTO DE TRANSPORTES FERROVIAS

## ANTECEDENTES HISTÓRICOS



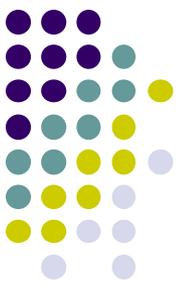
### PRIMEIRA FERROVIA DO BRASIL

Concessão em 1852 a Irineu Evangelista de Souza, mais tarde agraciado com o título de Barão de Mauá, para a *construção e exploração* de uma linha férrea no Rio de Janeiro, entre o Porto de Estrela, situado ao fundo da Baía da Guanabara e a localidade de Raiz da Serra, em direção à cidade de Petrópolis.

A ESTRADA DE FERRO MAUÁ, permitiu a integração das modalidades de transporte aquaviário e ferroviário, introduzindo a primeira operação intermodal do Brasil. Nesta condição, as embarcações faziam o trajeto inicial da Praça XV, até ao fundo da Baía de Guanabara, no Porto de Estrela, e posteriormente, o trem se encarregava do transporte terrestre até a Raiz da Serra, próximo a Petrópolis. A empresa de Mauá, operadora desse serviço, era a “*Imperial Companhia de Navegação a Vapor e Estrada de Ferro Petrópolis*”.

# NOÇÕES DE PLANEJAMENTO DE TRANSPORTES FERROVIAS

## ANTECEDENTES HISTÓRICOS



Apesar do governo Imperial ter adotado uma política de incentivos à construção de ferrovias, porém, não emitiu mecanismos regulatórios adequados à sua instalação, gerando sérias consequências DANOSAS ao sistema ferroviário do país, cujos efeitos, em alguns casos, se estendem até os dias atuais, como:

- a) uma grande diversidade de bitolas, com efeitos danosos à integração operacional entre as ferrovias;
- b) falta de documentação normativa que determinasse as melhores características técnicas, no que diz respeito aos traçados;
- c) ausência de um plano abrangente de integração ferroviária que contemplasse todas as regiões do país.

# NOÇÕES DE PLANEJAMENTO DE TRANSPORTES FERROVIAS



## ANTECEDENTES HISTÓRICOS

### Expansão da malha ferroviária brasileira:

1873 até 1960

Com o objetivo principal no escoamento dos produtos agrícolas (*principalmente café*), com maior expansão no estado de São Paulo.

### Oportunidade perdida:

- ❖ Falta de unificação das bitolas.
- ❖ Investimentos privados, sem regulação oficial.
- ❖ Bitolas de 1,000 m, 1,435 m e 1,600 m

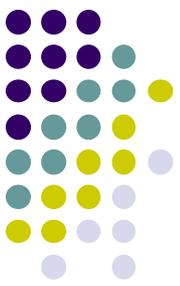
(**BITOLA** = distância entre as faces internas na parte superior dos trilhos de uma ferrovia).

### Consequência:

Não houve uma integração no sistema ferroviário nacional e a solução mais viável e ágil, foi o estímulo ao modal rodoviário, ocasionando a construção de algumas rodovias, sobre o leito de antigas ferrovias.

# NOÇÕES DE PLANEJAMENTO DE TRANSPORTES FERROVIAS

## ANTECEDENTES HISTÓRICOS



### Decadência do Modal Ferroviário do Brasil:

Nos trinta últimos anos do século XX diversos trechos foram desativados e o órgão responsável pela execução da política de transporte ferroviário, então denominado Departamento Nacional de Estradas de Ferro, **foi extinto**.

Este cenário lentamente começou a ser alterado com o início das concessões em 1996.

# NOÇÕES DE PLANEJAMENTO DE TRANSPORTES FERROVIAS

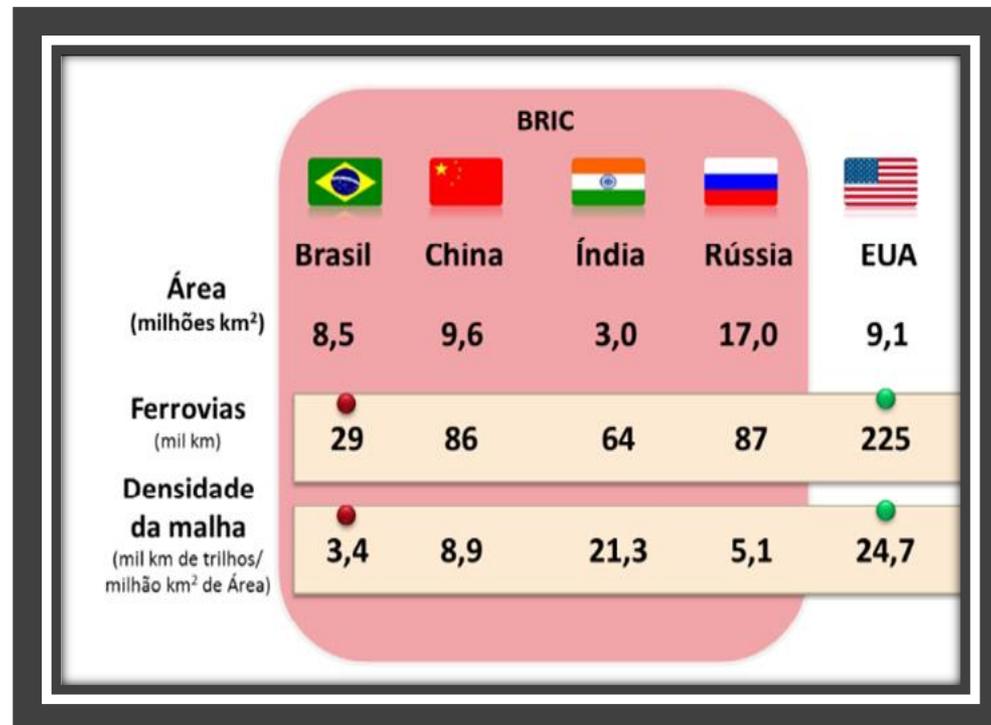
## ANTECEDENTES HISTÓRICOS



### Decadência do Modal Ferroviário do Brasil:

Nos trinta últimos anos do século XX diversos trechos foram desativados e o órgão responsável pela execução da política de transporte ferroviário, então denominado Departamento Nacional de Estradas de Ferro, **foi extinto**.

Este cenário lentamente começou a ser alterado com o início das concessões em 1996.





## CARACTERÍSTICAS DO MODAL FERROVIÁRIO

Etapas de Implantação das ferrovias:

Terraplenagem;

Drenagem (*valetas, canaletas, etc.*);

Obras de arte correntes (*pontilhões e bueiros*);

Obras de arte especiais (*pontes, viadutos e túneis*);

Obras complementares (*cercas, porteiras, revestimento vegetal*);

Superestrutura da via (*sub-lastro e lastro*);

Sinalização de sistemas;

Desapropriações.

# NOÇÕES DE PLANEJAMENTO DE TRANSPORTES FERROVIAS



## COMPARATIVOS RODOVIA X FERROVIA X HIDROVIA

### Custo médio de implantação

**hidrovia**

US\$ 34 mil/km

**ferrovia**

US\$ 440 mil/km

**rodovia**

US\$ 1,4 milhão/km

Fonte: Departamento Hidroviário da Secretaria dos Transportes do Estado de São Paulo

# NOÇÕES DE PLANEJAMENTO DE TRANSPORTES

## FERROVIAS



### Comparação dos modais hidroviário, ferroviário e rodoviário

Força de tração - 1 CV arrasta	4.000 Kg	500 Kg	150 Kg
Energia: 1 Kg de carvão mineral leva 1 tonelada	40 Km	20 Km	6,5 Km
Quantidade de equipamento para transportar 1000 toneladas	1 empurrador e 1 balsa	1 locomotiva e 50 vagões	50 cavalos mecânicos e 50 reboques
Vida útil em anos de uso	50,0	30,0	10,0
Custo (R\$ por Km) Tonelada por Km transportado	0,009	0,016	0,05600

Fonte: Dergo, Valec ( 2010)

# NOÇÕES DE PLANEJAMENTO DE TRANSPORTES FERROVIAS



## ASPECTOS POSITIVOS das FERROVIAS:

- 1) Inexistência de congestionamentos nas vias, exceto em momentos específicos motivados, em sua maioria por acidentes.  
Congestionamentos são comuns no modal rodoviário, mesmo sem a ocorrência de acidentes;
- 2) É indicado para GRANDES cargas destinadas à GRANDES distâncias.

## ASPECTOS NEGATIVOS das FERROVIAS:

- 1) O tempo de viagem é incerto devido aos tempos de formação da composição e da necessidade de transbordos.
- 2) Outro fator a ser considerado é sua operação em caminhos invariáveis simbolizados por trilhos. Gerando uma falta de flexibilidade.
- 3) Multiplicidade de bitolas.

A malha ferroviária atualmente conta com: aproximadamente 29.000 km  
- sendo, 80% em bitola estreita, com 1,00 m  
- e o restante (20%) em bitola larga, 1,60 m.

# NOÇÕES DE PLANEJAMENTO DE TRANSPORTES FERROVIAS



**Tendência atual:** utilização da bitola larga (1,60 m)

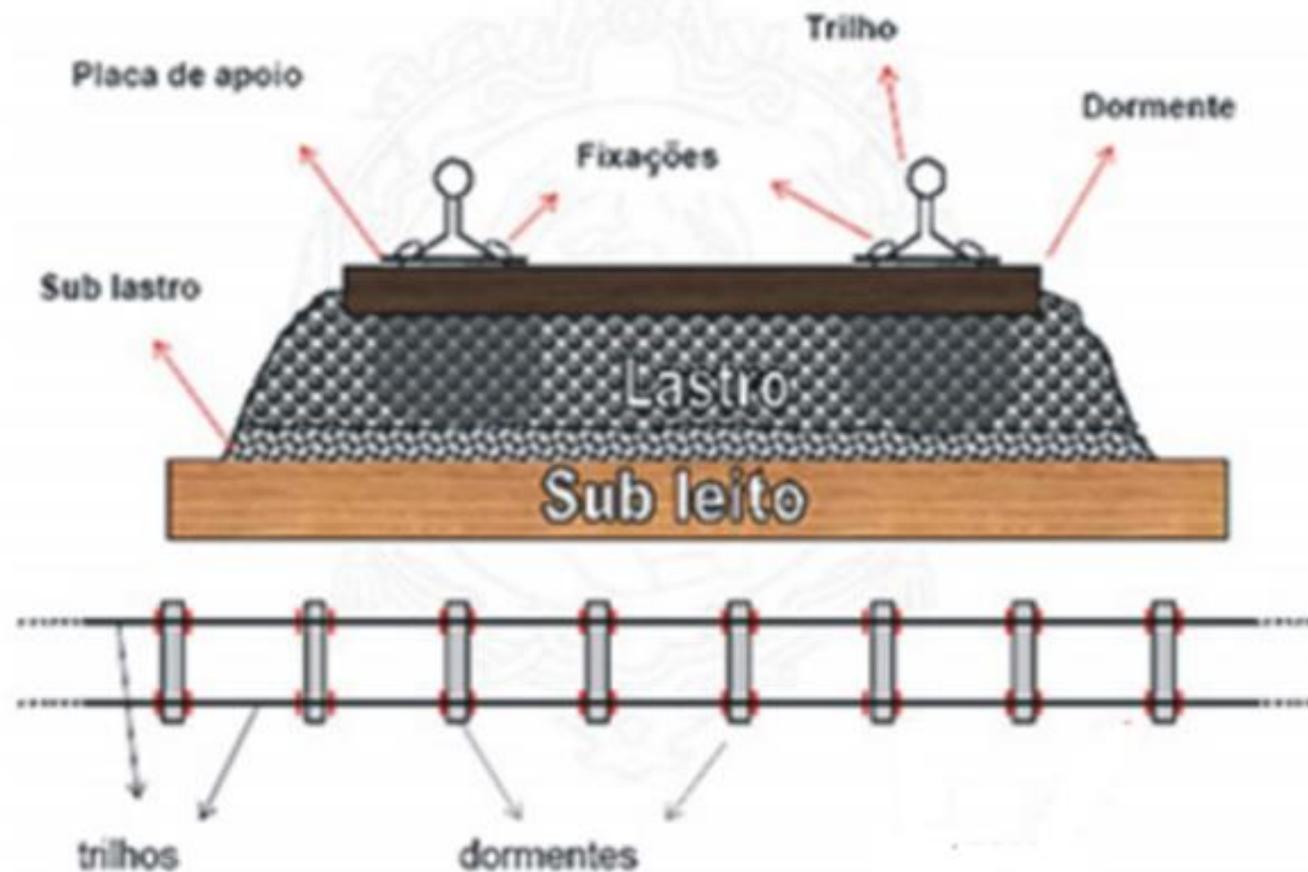
A solução dessa dificuldade gerada pela diversidade de bitolas, seria:



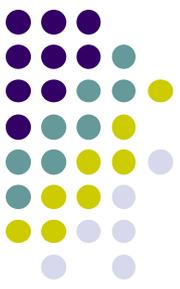
## VANTAGENS:

- Elimina a necessidade de substituição dos dormentes;
- Elimina a necessidade de alargamento das plataformas, terraplenagem, viadutos e pontes;
- Elimina TRANSBORDOS que encarecem e atrasam os fretes de mercadorias transportadas pelo modal ferroviário;
- Intervenção necessária em apenas 20% da malha nacional.

# NOÇÕES DE PLANEJAMENTO DE TRANSPORTES FERROVIAS



# NOÇÕES DE PLANEJAMENTO DE TRANSPORTES FERROVIAS

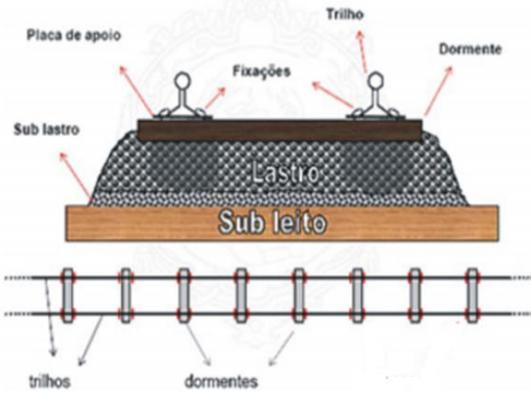


## SUBLASTRO:

- aumenta da capacidade de suporte da plataforma.
- auxilia a drenagem da via.
- constituído de pedras de maior diâmetro

## LASTRO:

- Recebe e transmite ao sublastro os esforços provenientes das cargas;
- Absorve vibrações que resultam da passagem das composições. Motivo pelo qual as pedras formadoras do lastro devem ser de forma cúbica, e não lamelar.
- O lastro pode se construído com pedra britada, cascalho ou escória de alto forno.



# NOÇÕES DE PLANEJAMENTO DE TRANSPORTES FERROVIAS



## SUBLASTRO:

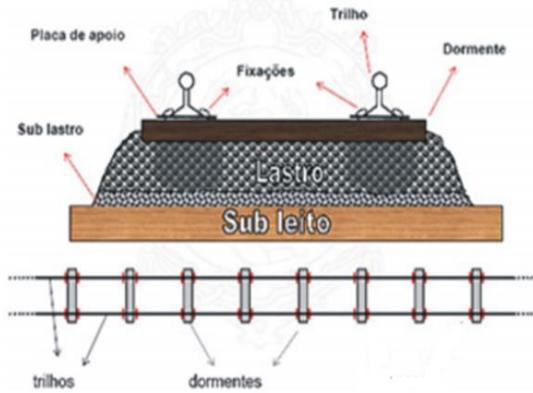
- aumenta da capacidade de suporte da plataforma.
- auxilia a drenagem da via.
- constituído de pedras de maior diâmetro

## LASTRO:

- Recebe e transmite ao sublastro os esforços provenientes das cargas;
- Absorve vibrações que resultam da passagem das composições. Motivo pelo qual as pedras formadoras do lastro devem ser de forma cúbica, e não lamelar.
- O lastro pode se construído com pedra britada, cascalho ou escória de alto forno.

## DORMENTES:

- parte de superestrutura que recebe e transmite ao lastro os esforços das cargas dos veículos;
- apoiam os trilhos e servem para fixação, mantendo inalterada a distância entre eles, (bitola);
- podem ser de madeira, convenientemente tratada contra ataque de pragas (*cupins, etc*), aço ou concreto.



# NOÇÕES DE PLANEJAMENTO DE TRANSPORTES FERROVIAS



## SUBLASTRO:

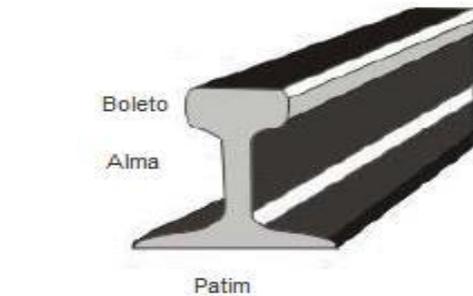
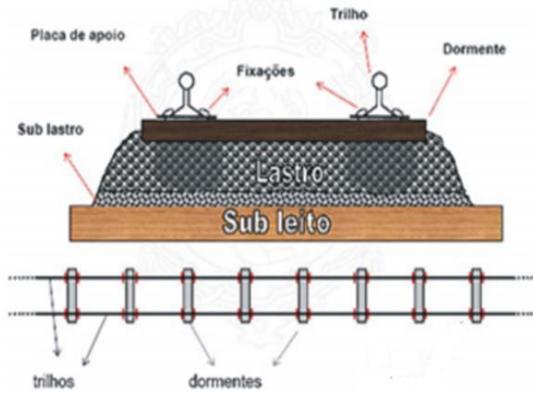
- aumenta da capacidade de suporte da plataforma.
- auxilia a drenagem da via.
- constituído de pedras de maior diâmetro

## LASTRO:

- Recebe e transmite ao sublastro os esforços provenientes das cargas;
- Absorve vibrações que resultam da passagem das composições. Motivo pelo qual as pedras formadoras do lastro devem ser de forma cúbica, e não lamelar.
- O lastro pode se construído com pedra britada, cascalho ou escória de alto forno.

## DORMENTES:

- parte de superestrutura que recebe e transmite ao lastro os esforços das cargas dos veículos;
- apoiam os trilhos e servem para fixação, mantendo inalterada a distância entre eles, (bitola);
- podem ser de madeira, convenientemente tratada contra ataque de pragas (*cupins, etc*), aço ou concreto.



## TRILHOS:

- local de trânsito das rodas das composições;
- designam-se por seu peso por metro linear, antecedido pela sigla TR. Assim, um trilho **TR 45** (pesa 45 kg por metro linear).

# NOÇÕES DE PLANEJAMENTO DE TRANSPORTES

## FERROVIAS



### APARELHO DE MUDANÇA DE VIA (AMV):

Destina-se a desviar as composições de uma via para uma outra, em condições satisfatórias de velocidade e segurança.

### CARACTERÍSTICAS GEOMÉTRICAS das FERROVIAS:

É normatizada pelo Departamento Nacional de Infraestrutura Terrestre, acessível em: <http://www.dnit.gov.br/ferrovias/instrucoes-e-procedimentos/instrucoes-e-procedimentos> e, por se tratar de documentação pública, tem acesso livre a todo e qualquer cidadão.

# NOÇÕES DE PLANEJAMENTO DE TRANSPORTES FERROVIÁRIAS



## VEÍCULOS FERROVIÁRIOS

### 1) LOCOMOTIVAS:

- Locomotivas a vapor
- Locomotivas elétricas
- Locomotivas mistas ou Diesel-elétricas

### 2) VAGÕES:

São os veículos tracionados pelas locomotivas, com finalidade de acomodar passageiros ou cargas para o transporte.

Os vagões têm capacidades de cargas diferentes entre si, dependendo do seu tamanho e do tipo de carga para a qual foram desenvolvidos.

De acordo com sua finalidade, podemos encontrar diversas configurações.



Descarga lateral, utilizados no transporte de sacarias.



Plataforma sem paredes laterais, p/ transporte de veículos, máquinas, containers, cargas grandes e indivisíveis



Tanques, p/ transporte de líquidos, combustíveis e lubrificantes.

# NOÇÕES DE PLANEJAMENTO DE TRANSPORTES

## FERROVIAS



## VEÍCULOS FERROVIÁRIOS

### 2) VAGÕES:

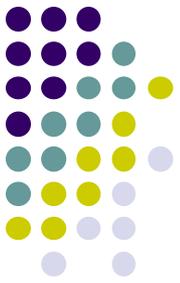


Gôndola, p/ transporte de granéis sólidos, expostos aos agentes externos (*chuva, vento, etc*).



Veículo intermodal, podendo operar tanto em ferrovias como em rodovias, denominado **RODOTRILHO**, dotado de eixo e rodas ferroviárias e de eixos com pneus (*trucks*).





**FIM**