



AEAMESP



# **CLASSIFICAÇÃO DE VIAS METRO-FERROVIARIAS**

**Elaborado: Ilona Bakocs Schiffer**

**Apresentado: 04.09.2008**

**14ª Semana de Tecnologia Metroferroviária - Fórum Técnico  
AEAMESP**

# OBJETIVO

- **Designar a via férrea, para fins de sua classificação em função da sua operação**
- **Estabelecer a respectiva padronização**

De:

- Projeto,
- Materiais,
- Implantação,
- Equipamentos e
- Manutenção

Para:

- Sistemas de via permanente,
- Material rodante,
- Sinalização,
- Controle,
- Cond. Oper. e
- Custos

# MATERIAL CONSULTADO

- 1- **COPANT** 477 Abr 1973 Classificação das vias ferroviárias principais -  
Manutenção  
COPANT - Comissão Pan-americana de Normas técnicas
- 2- **ABNT** CB55/1980 Via férrea principal
- 3- **ABNT** NBR 7692 Jan 1983 Linha férrea
- 4- **ALAF** 5- 026 Oct 1996 Perspectivas para segurança da via – Bitola 1435  
ALAF - Associação Latino-americana de Ferrovias
- 5- **FRA** Part 213 Track safety standards  
FRA - Federal Railroad Administration, Department of transportation
- 6- **UIC** 714 E Jan 1989 Classificação da linha do ponto de vista da manutenção  
UIC - Union International des Chemins de Fer
- 7- **RFFSA** - Rede Ferroviária Federal S. A. de 1976

# 1- COPANT 477 Abr 1973

## Classificação das vias ferroviárias principais - Manutenção

A classificação de via principal é estabelecida segundo:

$$T_t = T_p V/100 + T_c P_e/18D$$

- Tt -** Carga teórica rebocada por dia em toneladas
- Tp –** Carga real rebocada por dia, correspondente a trafego de passageiros, incluindo a tara do veículo – em tonelada
- Tc –** Carga real rebocada por dia, correspondente a trafego de carga, incluindo a tara do veículo – em tonelada
- V –** Velocidade máxima - em Km/h (mín 80)
- Pe –** Carga máximo por eixo em toneladas, do carro correspondente
- D –** Diâmetro nominal mínimo da maioria das rodas das vagões em m

# 1- COPANT 477

## Categoria da via:

|   |                               |
|---|-------------------------------|
| 1 | $T_t > 120\ 000$              |
| 2 | $120\ 000 \geq T_t > 70\ 000$ |
| 3 | $70\ 000 \geq T_t > 40\ 000$  |
| 4 | $40\ 000 \geq T_t > 25\ 000$  |
| 5 | $25\ 000 \geq T_t > 12\ 500$  |
| 6 | $12\ 500 \geq T_t > 6\ 000$   |
| 7 | $6\ 000 \geq T_t > 3\ 000$    |
| 8 | $3\ 000 \geq T_t > 1\ 000$    |
| 9 | $1\ 000 > T_t$                |

Obs: trecho mínimo característico: 50 km

## 2- ABNT CB55/1980

### Via férrea principal

- Designa a via férrea principal, para fins de sua padronização, observada a norma COPANT 477/73

# 3- ABNT NBR 7692 Jan 1983

## Linha férrea

“A linha férrea é classificada em:

Classe I

Classe II;

Classe III

Classe extra.

“.....A classificação é feita através das condições técnicas de uso indicadas por estudos de viabilidade técnica e econômica (ver NBR5678) (cancelada) ou por fatores de ordem política, social e / ou militar.”

## 4- ALAF 5-026 out 1996

# Perspectivas para segurança de via com bitola 1435 mm

- **Objetivo:** estabelecer a classificação da via quanto a sua segurança, em função dos parâmetros geométricos e estados dos materiais do mesmo.
- **Âmbito:** bitola 1435 mm, em tráfego de carga e de passageiro



## 4- ALAF 5-026

| <b>Classificação das vias</b> |   |   |
|-------------------------------|---|---|
| <b>Classe</b>                 | <b>Velocidade máxima para trens de carga (km/h)</b> | <b>Velocidade máxima para trens de passageiros (km/h)</b> |
| 1                             | 15  | 25  |
| 2                             | 25  | 40  |
| 3                             | 40  | 60  |
| 4                             | 50  | 80  |
| 5                             | 60  | 90  |
| 6                             | 70  | 100   |
| 7                             | 90  | 120   |

## 4- ALAF 5-026

### 1- Parâmetros geométricos

- Tolerância de bitola
- Tolerância de alinhamento / nivelamento:

Alinhamento

Nivelamento longitudinal

Nivelamento transversal

Torção

## 4- ALAF 5-026

### 2- Tolerâncias para espaçamento de dormentes

- Considerar sistema de cálculo ALAF 5- 025;
- Tabelas, definindo os espaçamentos para cada classe, em função do perfil do trilho e condição de lastro;

## 4- ALAF 5-026

### **3-Tolerâncias para extremidade dos trilhos em juntas com tala**

-Tolerâncias horizontais e verticais

## 4- ALAF 5-026

### 4- Tolerâncias em cruzamentos

- Segundo ALAF 5-015:
  - profundidade para passagem livre das rodas nas gargantas e contratrilhos;
  - medidas para ponta do jacaré;
  - limitação de velocidade de passagem em função do desgaste do núcleo.

## 4- ALAF 5-026

### 5- Tolerâncias em Aparelhos de Mudança de Via

- Ajustagem das agulhas
- Contato agulha trilho de encosto
- Limite de 4mm de desgaste vertical no tr. de encosto
- Fixação das agulhas nas barras
- Distância de livre passagem entre trilho de encosto e agulha  $>55$  mm
- Diferença de bitola na via principal e desviada para as classes de vias

## 4- ALAF 5-026

**6- Fixação dos trilhos nos dormentes**

**7- Desgaste e defeito em trilho**

## 4- ALAF 5-026

### **Observação geral:**

A classificação é feita pela velocidade.

- Determina as condições geométricas de manutenção e de materiais / componentes.
- Os critérios adotados não dependem da carga (exceto na esp. dorm.)
- Os valores definidos são muito abertos, são impróprias para ser praticados nas condições indicados



# FRA Part 213 Track safety standards de out 2007

- Objetivo: Estabelecer requisitos mínimos para cada classe de via, através de definições da:
  - infra-estrutura;
  - geometria da via;
  - superestrutura da via e
  - inspeção.

Obs.: regula-pune  
bitola 1435 mm

# FRA Part 213 [1]

| Classe de via  | $V_{\text{máx}}$ carga<br>[km/h] | $V_{\text{máx}}$ passageiro<br>[km/h] |
|--|----------------------------------|---------------------------------------|
| Via excepcional  | 16                               | Circulação proibida                   |
| Classe 1   | 16                               | 24                                    |
| Classe 2   | 40                               | 48                                    |
| Classe 3   | 64                               | 96                                    |
| Classe 4   | 96                               | 128                                   |
| Classe 5   | 128                              | 144                                   |
| Obs.: desconsidera a carga por eixo ou carga acumulada |                                  |                                       |

# FRA Part 213

- Infra-estrutura:
  - drenagem,
  - vegetação

Obs: estrutura da infra-estrutura não menciona

# FRA Part 213

- Geometria da via
  - bitola;
  - alinhamento;
  - curvas, superelevação e limites de velocidade;
  - superelevação de via em curva; gradiente de superelevação;
  - nivelamento.

# FRA Part 213

- Superestrutura da via
  - lastro;
  - dormentes;
  - trilhos defeituosos;
  - descontinuidade na superf. do bol. trilho;
  - tr. longo soldado;
  - juntas de tr.;
  - tr. cortado com maçarico;

# FRA Part 213

- Placa de apoio;
- Sist. fixação dos trilhos;
- AMV e travessão;
- Agulhagem;
- Jacarés;
- cotas de salvaguardas;

# FRA Part 213

- Inspeção
  - Inspeções da via;
  - Inspeção de AMV, travessão, mecanismos em pontes móveis, e outras transições;
  - Inspeção em trilhos;
  - Inspeções especiais;
  - Registros de inspeção.

# FRA Part 213

Obs.:

- A classificação é feita pela velocidade.
- A desobediência é punitiva;
- Determina as condições geométricas de manutenção e de materiais / componentes.
- Os critérios adotados não dependem da carga / eixo máxima ou acumulada e
- Os valores definidos são muito abertos, são impróprias para ser praticados nas condições indicados.



## 5- UIC 714 E - Classificação da Linha de 1989 “do ponto de vista da manutenção” [2]

### **OBJETIVO:**

“...facilitar a pesquisa econômica e possibilitar a comparação entre diversas companhias.

As vias deverão ser divididas em grupos diversos, segundo o tipo, condição e quantidade de suas cargas transportadas.”

# UIC 714

## **DEFINIÇÕES:**

Em função do tipo de transporte definir o tráfego:

- de passageiros
- de carga
- misto

# UIC 714

## **MÉTODO:**

Classificar a via férrea, através da definição do tráfego total fictício, em função da ponderação dos seguintes fatores :

- Tipo de tráfego
- Velocidade de cada tipo de trem
- Acelerações e seus efeitos agressivos na via

# UIC 714

A classificação da via é um carregamento fictício  $T_f$ , definido em função da velocidade, tipo de trem, carga acumulada e composição do trem

$$S_p^*(T_p + K_I * T_{Ip}) + S_c^*(K_c * T_c + K_I * T_{Ic})$$

- **Passageiros:**
  - Carregamento de passageiros
  - Veículos de tração

- **Carga**
  - Carregamento de carga
  - Veículo de tração

# UIC 714

$$T_f = S_p^* (T_p + K_l^* T_{lp}) + S_c^* (K_c^* T_c + K_l^* T_{lc})$$

**Sp** e **Sc**: influência da velocidade do trem

• **Sp**: velocidade do trem de passageiro mais rápido

• **Sc**: velocidade do trem de carga normal

| Velocidade (km/h)  | <b>Sp</b> - trens de passag's | <b>Sc</b> - trens de carga |
|--------------------|-------------------------------|----------------------------|
| $V \leq 60$        | 1                             | 1                          |
| $60 < V \leq 80$   | 1,05                          | 1,05                       |
| $80 < V \leq 100$  | 1,15                          | 1,15                       |
| $100 < V \leq 130$ | 1,25                          | 1,25                       |
| $130 < V \leq 160$ | 1,35                          |                            |
| $160 < V \leq 200$ | 1,4                           |                            |
| $200 < V \leq 250$ | 1,45                          |                            |
| $V > 250$          | 1,5                           |                            |

## UIC 714

$$T_f = S_p * (T_p + K_I * T_{I_p}) + S_c * (K_c * T_c + K_I * T_{I_c})$$

- **$T_p$**  Carregamento médio diário para transporte de passageiros em toneladas brutas
- **$T_c$**  Carregamento médio diário para transporte de carga em toneladas brutas
- **$T_{I_p}$**  Carregamento médio diário para veículos de tração de transporte de passageiros em toneladas
- **$T_{I_c}$**  Carregamento médio diário para veículos de tração de transporte de carga em toneladas

# UIC 714

$$T_f = S_p * (T_p + K_I * T_{Ip}) + S_c * (K_c * T_c + K_I * T_{Ic})$$

- **K<sub>c</sub>** É um coeficiente dinâmico do transporte de carga.  
Representa a influência da agressividade da carga por eixo atuante:
  - **K<sub>c</sub> = 1.15** Para linha, de transporte predominantemente de carga
  - **K<sub>c</sub> = 1.30** se:
    - > 50% da carga é de 20 T/eixo, ou
    - > 25% da carga é de 22.5T/eixo
  - **K<sub>c</sub> = 1.45** se:
    - > 50% de >22.5 T/eixo, ou
    - > 75% de >20T/eixo
- **K<sub>I</sub> = 1,40** Valor da influência dinâmica da locomotiva

# UIC 714

## Classificação das vias:

|                |  |
|----------------|--|
| <b>Grupo 1</b> | <b><math>130\ 000\ \text{T/dia} &lt; T_f</math></b>                            |
| <b>Grupo 2</b> | <b><math>80\ 000\ \text{T/dia} &lt; T_f \leq 130\ 000\ \text{T/dia}</math></b> |
| <b>Grupo 3</b> | <b><math>40\ 000\ \text{T/dia} &lt; T_f \leq 80\ 000\ \text{T/dia}</math></b>  |
| <b>Grupo 4</b> | <b><math>20\ 000\ \text{T/dia} &lt; T_f \leq 40\ 000\ \text{T/dia}</math></b>  |
| <b>Grupo 5</b> | <b><math>5\ 000\ \text{T/dia} &lt; T_f \leq 20\ 000\ \text{T/dia}</math></b>   |
| <b>Grupo 6</b> | <b><math>T_f \leq 5\ 000\ \text{T/dia}</math></b>                              |



## UIC 714

### Observações gerais na norma:

- 1) Para Linhas com múltiplas vias, as mesmas podem ser classificadas diferentemente.
- 2) A Tf, Tonelada fictícia é calculada para cada seção da via.

# UIC 714

3) Cada companhia que trafega na via, devem verificar o carregamento  $T_{lp}$  e  $T_{lc}$  dos vagões pelo melhor método. (Usar estatística, números especiais,.....)

Devem definir o peso dos vagões motores  $T_{lp}$  com uma carga por roda ou eixo, e o peso do trem de passageiro  $T_p$ .

# Descrição de renovação de via RENFE – Ferrovia Espanhola

## Critérios de renovação das vias em linhas convencionais

- 1 Medidas**
  - 1.1 Geometria da via**
  - 1.2 Estado do trilho; Defeitos**
  
- 2 Nivelamento da via**
  - 2.1 Socaria**
  - 2.2 Alinhamento da via e nivelamento**
  
- 3 Superestrutura:**
  - Trilho
  - Dormente
  - Fixação do trilho
  - Palmilha sob o trilho
  - Lastro
  - Juntas
  - AMV's e Cruzamentos

# Descrição de renovação de via RENFE – Ferrovia Espanhola

## **4 Operação**

**Segundo norma UIC 714**

**Obs.: A pesar das recomendações da UIC 714, cada gestor de ferrovia usa seus próprios normas de classificação das suas vias para a renovação.**

## **5 Aspectos da velocidade de circulação**

**Definição da freqüência de intervenção**

## **6 Tonelagem anual real e fictícia**

## **7 Inspeção**

**Critérios, métodos, critérios de aprovação e freqüência de inspeção**

## **8 Custos de renovação**

## **9 Manutenção preventiva**

## **10 Manutenção corretiva**

## Custo de renovação de diversos trechos da ferrovia francesa RFF

| <b>Tramo de vía</b>                  | <b>Grupo UIC</b> | <b>Extensão km</b> | <b>Custo € [milhões Euros]</b> | <b>Custo / km € [milhões Euros]</b> |
|--------------------------------------|------------------|--------------------|--------------------------------|-------------------------------------|
| <b>Valence - Pierralate</b>          | <b>2/3</b>       | <b>130</b>         | <b>55</b>                      | <b>0,42</b>                         |
| <b>Grenoble - Montmélian</b>         | <b>3</b>         | <b>18</b>          | <b>8</b>                       | <b>0,44</b>                         |
| <b>St. Denis- Dieppe</b>             | <b>4</b>         | <b>16</b>          | <b>3,96</b>                    | <b>0,24</b>                         |
| <b>La Plaine - Hirson</b>            | <b>3</b>         | <b>10</b>          | <b>4,52</b>                    | <b>0,45</b>                         |
| <b>Massy - Savigny</b>               | <b>4</b>         | <b>10</b>          | <b>4,87</b>                    | <b>0,48</b>                         |
| <b>Lens - Ostricourt</b>             | <b>3/4</b>       | <b>14</b>          | <b>7,83</b>                    | <b>0,55</b>                         |
| <b>Is/Tille - Culmont</b>            | <b>3</b>         | <b>10,5</b>        | <b>7,19</b>                    | <b>0,68</b>                         |
| <b>Montauban - Castelnau</b>         | <b>3</b>         | <b>54</b>          | <b>27,78</b>                   | <b>0,51</b>                         |
| <b>Noisy - Strasbourg</b>            | <b>2/3</b>       | <b>47</b>          | <b>29,9</b>                    | <b>0,63</b>                         |
| <b>Vierzon - Saincaize</b>           | <b>5</b>         | <b>10</b>          | <b>5,41</b>                    | <b>0,54</b>                         |
| <b>300-700m de renovação / noite</b> |                  |                    |                                |                                     |

## Custo de renovação de diversos trechos da ferrovia francesa RFF

| Tramo de vía          | Grupo UIC | Trabalhos  | Extens [km] | Custo € [milhões Euros] | Custo / km € [milhões Euros] |
|-----------------------|-----------|------------|-------------|-------------------------|------------------------------|
| Mantes - Cherbourg    | 5         | RT+REL+MOD | 124         | 15,7                    | 0,13                         |
| Dijon - Vallorbe      | 5         | RT+RR+REL  | 10          | 5,54                    | 0,55                         |
| Mouchard - Bourg      | 5         | RT+RR+REL  | 82          | 18,31                   | 0,22                         |
| Grenoble - Montmélian | 6         | MOD        | 12          | 5,89                    | 0,49                         |
| Bordeaux - Sète       | 5         | RT+RB+REL  | 48          | 18,66                   | 0,38                         |

Obs.: o custo da renovação depende do estado inicial da via

RR –trilho

RT –dormentes

REL – levantamento da via

RB - lastro

MOD – modernização da via

# RFFSA - Rede Ferroviária Federal S. A. de 1976

- Classificação semelhante ao COPANT, de Grupo 1 á 9
- Cada Sistemas Regionais deviam elaborar os Grupos, nos trechos e vias;
- Possibilitou a distribuição de recursos financeiros para manutenção da linha (proporcionais ao logaritmo de T – tonelada fictícia, extensão, etc). Exemplo:

# RFFSA - Rede Ferroviária Federal S. A.

| Grupo | Parâmetro |
|-------|-----------|
| 1     | 12        |
| 2     | 11        |
| 3     | 9         |
| 4     | 8         |
| 5     | 7         |
| 6     | 6         |
| 7     | 5         |
| 8     | 3         |

## AMV

→100 m de via quando  
em linha secundaria

→250 m de via quando  
em via principal



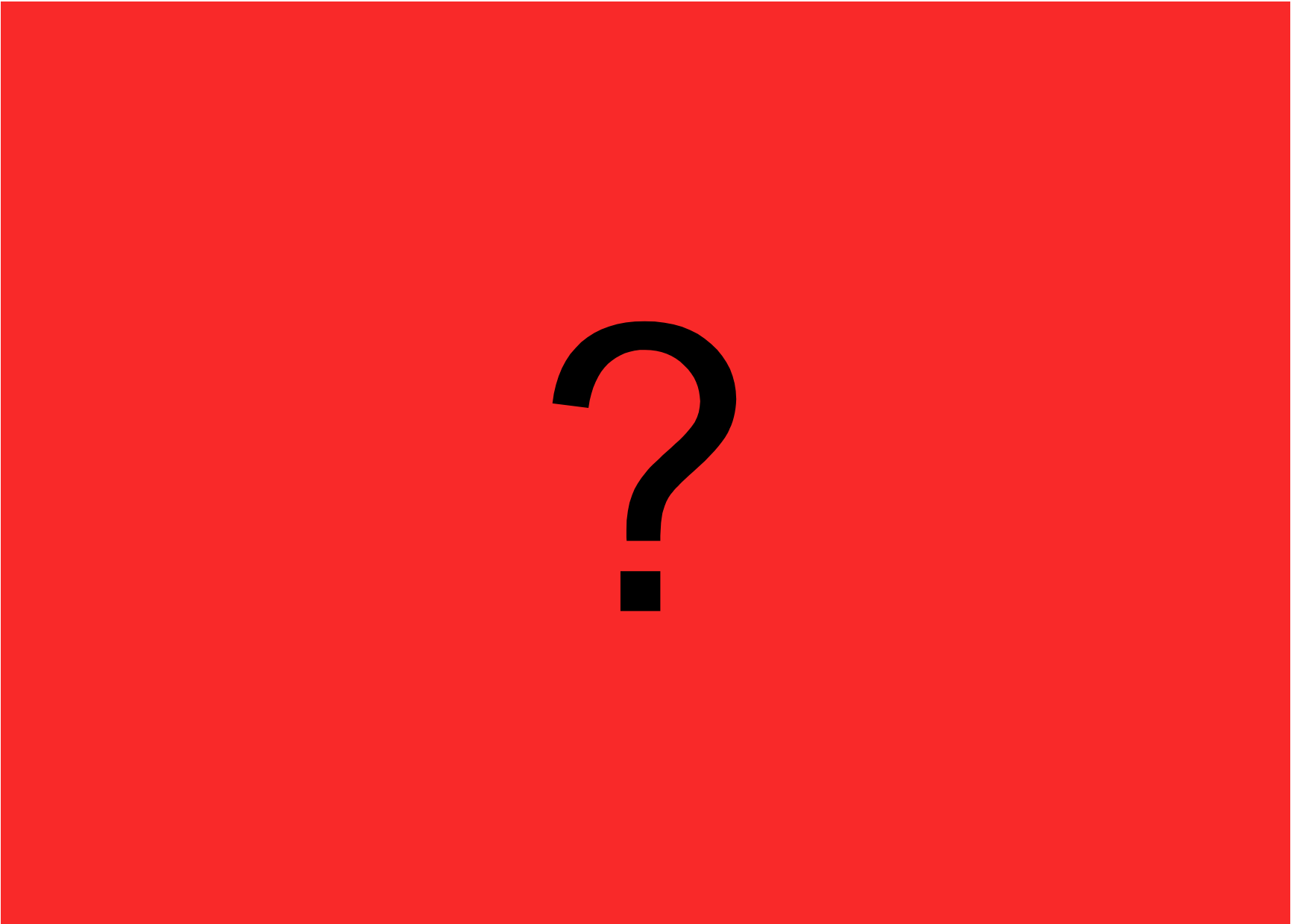
# RFFSA - Rede Ferroviária Federal S. A.

- Dimensionamento da plataforma ferroviária

| Grupos  | Pressão admiss. na plataforma [kg/cm <sup>2</sup> ] |
|---------|---|
| 7,8,e 9 | 1,4   |
| 6       | 1,3   |
| 4 e 5   | 1,25  |
| 3       | 1,2   |
| 2       | 1,1   |
| 1       | 1   |



AEAMESP



# Exemplo

- $Q = 22 \text{ t/eixo}$
- $V = 80 \text{ km/h}$
- Carga acumulada diária:  
 $100 \text{ trem} \times 25 \text{ vagão} \times 4 \text{ eixo} \times 22 \text{ t} =$   
 $= 220\,000 \text{ t/dia}$

**Q= 22 t/eixo V= 80 km/h 220 000 t/dia**  
**1/2 passageiro – 1/2 carga**

| <b>Norma</b>              | <b>Classe</b> | <b>Tol. Bit.</b>        | <b>Alinh. em<br/>reta</b> | <b>Nivelamento<br/>longitudinal</b> |
|---------------------------|---------------|-------------------------|---------------------------|-------------------------------------|
| <b>COPANT</b>             | <b>1</b>      | <b>-</b>                | <b>-</b>                  | <b>-</b>                            |
| <b>ABNT<br/>CB55/1980</b> | <b>1</b>      | <b>-</b>                | <b>-</b>                  | <b>-</b>                            |
| <b>ABNT NBR<br/>7692</b>  | <b>1</b>      | <b>-</b>                | <b>-</b>                  | <b>-</b>                            |
| <b>ALAF 5- 026</b>        | <b>1 (7)</b>  | <b>+25/-5</b>           | <b>40 mm/9,45m</b>        | <b>53 mm /9,45 m</b>                |
| <b>FRA Part<br/>213</b>   | <b>2 (4)</b>  | <b>+25,5/-<br/>12,6</b> | <b>38 mm /9,3 m</b>       | <b>51 mm /9,3 m</b>                 |
| <b>UIC 714</b>            | <b>1</b>      | <b>-</b>                | <b>-</b>                  | <b>-</b>                            |
| <b>RFFSA</b>              | <b>1</b>      | <b>+20/-5</b>           | <b>?</b>                  | <b>?</b>                            |

# Considerações e propostas

## Considerações:

1 A classificação da via depende basicamente:

- carga acumulada diária e
- velocidade

2- Os parâmetros de manutenção da via dependem principalmente da velocidade

# Considerações e propostas

| NORMA                  | Velocid. | Carga acumul. | Param. manut. |
|------------------------|----------|---------------|---------------|
| COPANT 477             | X        | X             | -             |
| ABNT CB 55 =<br>COPANT | X        | X             | -             |
| ABNT NBR 7692          | -        | -             | -             |
| ALAF 5-026             | X        | -             | X             |
| FRA 213                | X        | -             | X             |
| UIC 714 E              | X        | X             | -             |
| RFFSA = COPANT         | X        | X             | -             |

# Considerações e propostas

## Propostas:

1- Seja elaborada uma norma ABNT para classificação.

Obs.: Adotar uma norma existente (para ser interligado no mercado / tecnologia internacional);

2- Na norma ABNT sugiro tratar em normas distintas a classificação da via e das especificações de manutenção;

# Considerações e propostas

- A norma de manutenção seja separada da normalização, e contenha os itens da ALAF, RENFE, ou RFA



## Fontes:

- [1] RFA, Tratado de Estradas de Ferro Prevenção e Investigação de Descarrilamentos Tradução da norma pelo José Eduardo Castello Branco
- [2] UIC 714 E tradução por Manfred Kraus e Antonio Arlindo Guidetti Porto

# Final

