

A experiência alemã na operação de tráfego misto em linhas de Trem de Alta Velocidade

DB International

Peter Mirow / William Sugrue

São Paulo, 10.09.2015

1

Visão geral da rede ferroviária na Alemanha

2

Dimensionamento das vias destinadas ao tráfego misto

3

A operação de tráfego misto

4

Manutenção

5

Processo para o estudo da viabilidade de tráfego misto

6

Conclusão

Visão geral da rede ferroviária na Alemanha

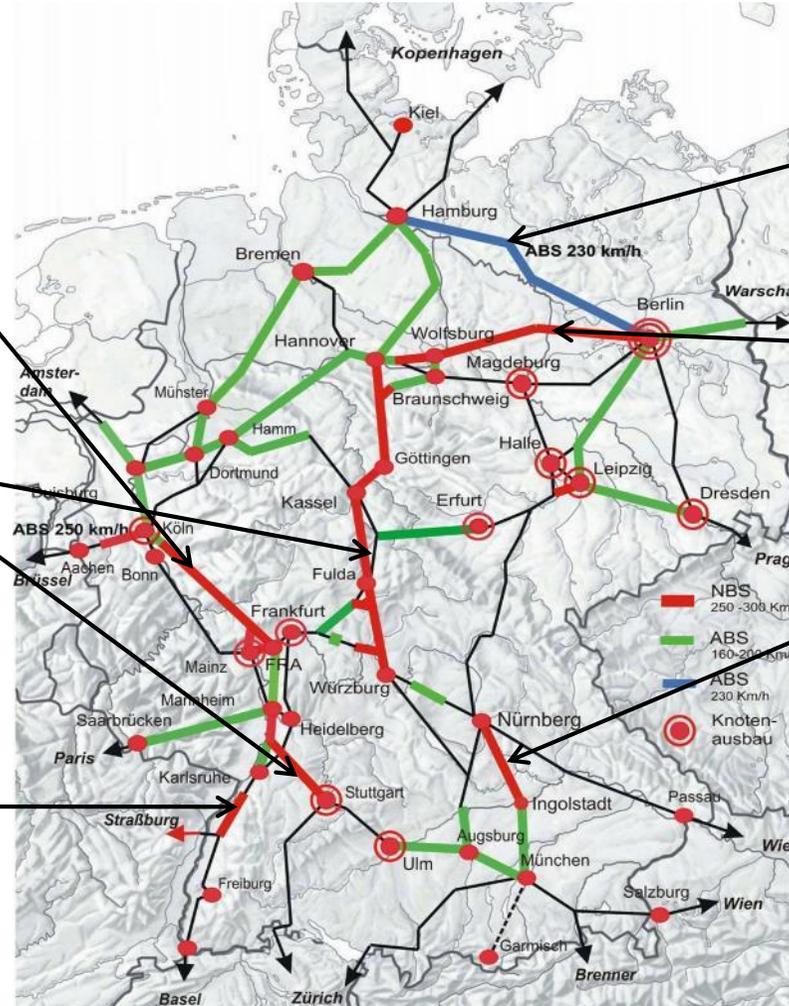
Foco: rede de alta velocidade

Linha nova: 2002
 $V_{max} = 300 \text{ km/h}$
 Somente Alta Velocidade

Linha nova : 1991
 $V_{max} = 250/280 \text{ km/h}$
 Mixed Traffic

Dia: Alta velocidade passageiros
 Noite: Carga

Linha nova : 2002
 $V_{max} = 300 \text{ km/h}$
 Tráfego misto



Linha com upgrade: 2004
 $V_{max} = 230 \text{ km/h}$
 Tráfego misto

Linha nova : 1998
 $V_{max} = 250 \text{ km/h}$
 Tráfego misto

Linha nova : 2006
 $V_{max} = 300 \text{ km/h}$

Passageiros: Alta velocidade e local
 Opcional cargas leves

Verde:
 linhas convencionais com upgrade
 $V_{max} = 200 \text{ km/h}$

Visão geral da rede ferroviária na Alemanha

Trem de cargas rápido na linha de alta velocidade Hannover-Würzburg

InterCity Cargo Express

Min Speed : 160 km/h

Signalling : LZB

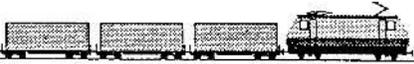
Peso max. p. eixo: 18 t

Tipo de freio: freio a disco



Visão geral da rede ferroviária na Alemanha

Tipos de trem e velocidades máximas em diferentes tipos de linhas

	Novas linhas New Lines	Linhas com upgrade Upgraded Lines	Linhas convencionais *)
 InterCity (IC)+Regional trains	200 km/h	200 km/h	160 km/h
 InterCity Express (ICE)	250 – 300 km/h **)	200 km/h	160 km/h
 InterCargo (ICG)	120 km/h	120 km/h	100 km/h
 Parcel InterCity (PIC)	160 km/h	160 km/h	140 km/h

*) Linhas sem controle de trem automático contínuo

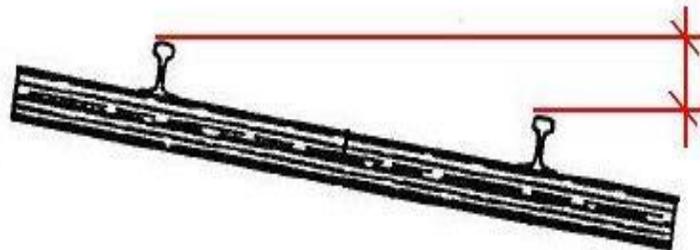
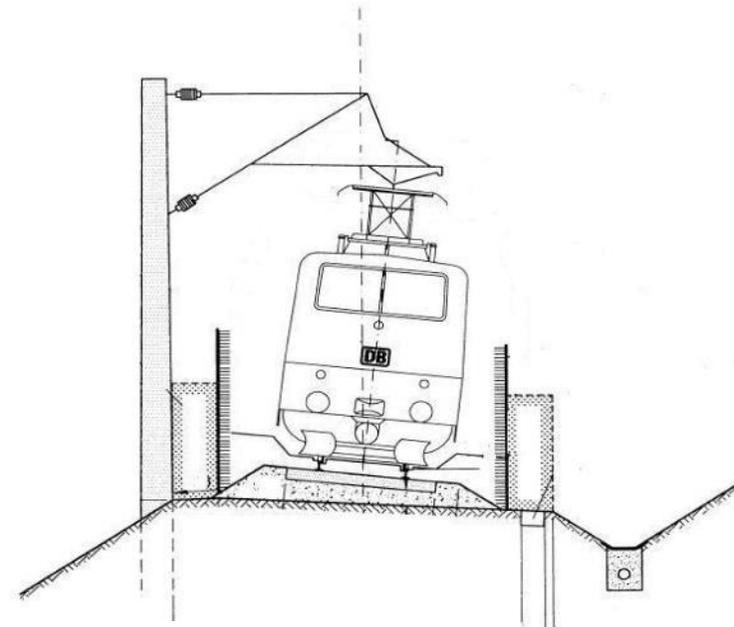
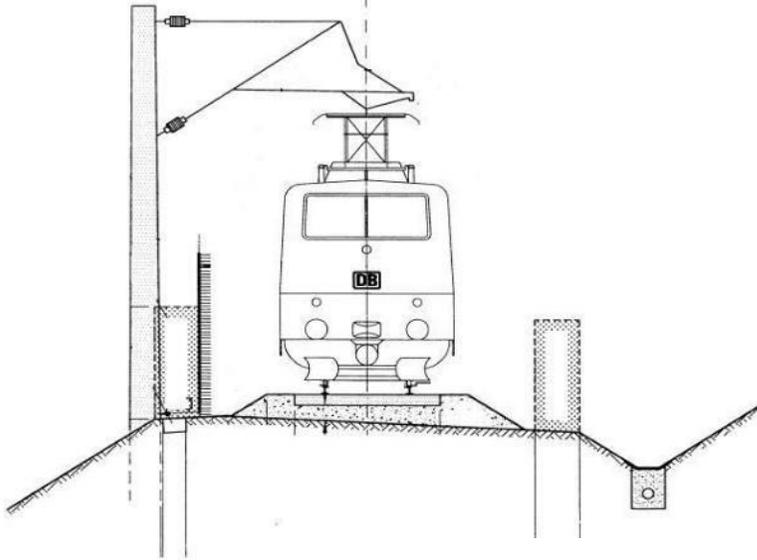
**) 250 km/h em túneis, 280 km/h em geral, 300 km/h Cologne-Frankfurt & Nuremberg-Ingolstadt

Dimensionamento de linhas com tráfego misto

Raio de curva, superelevação e deficiência de superelevação

Velocidade da linha depende de dois fatores principais –

1. Raio de curva
2. Superelevação

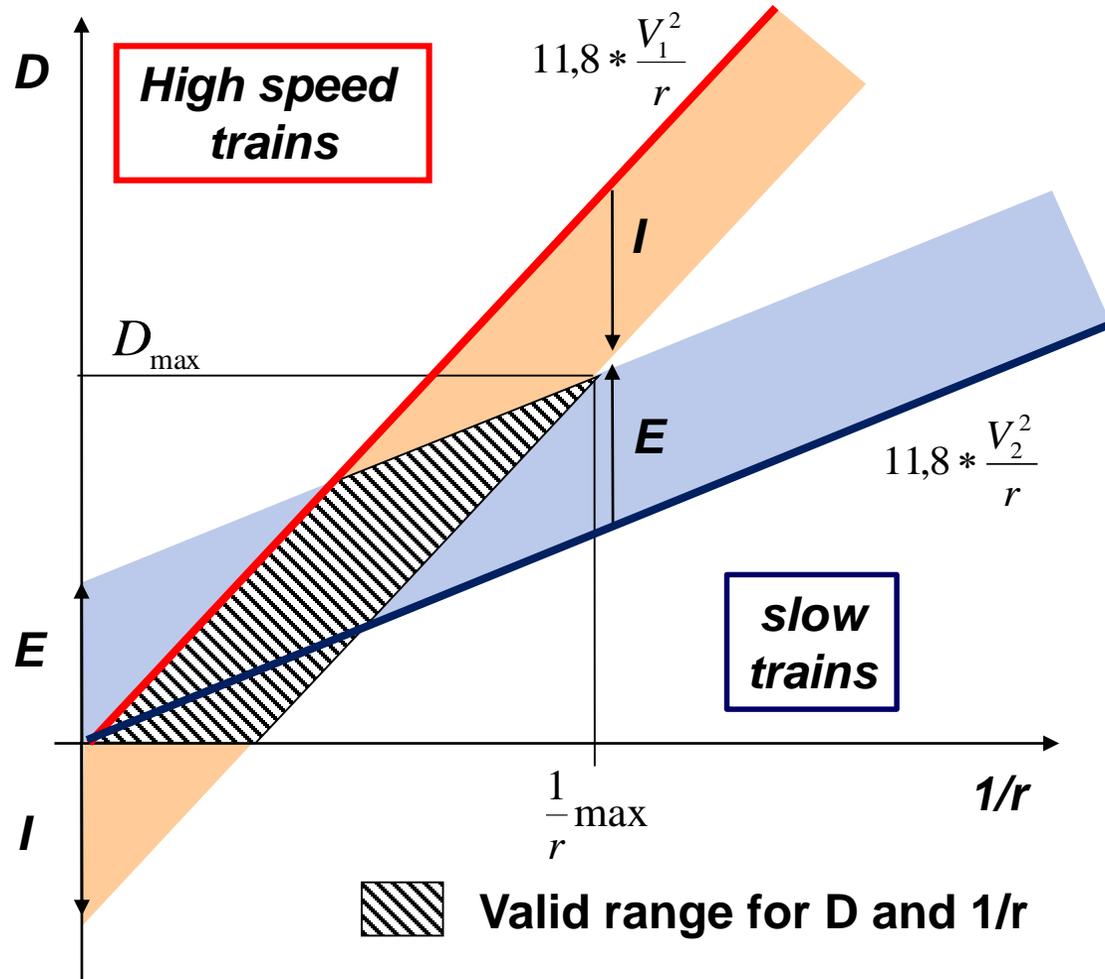


Max 170mm (EN 13803)

Válido para bitola Eurpéia: 1435mm

Dimensionamento de linhas com tráfego misto

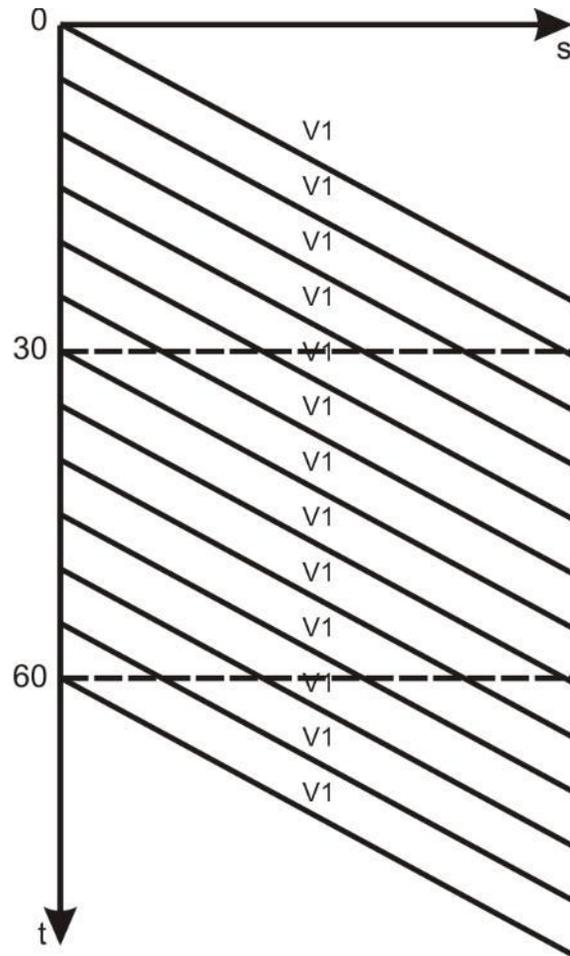
Raio de curva, Cant And Cant Deficiency



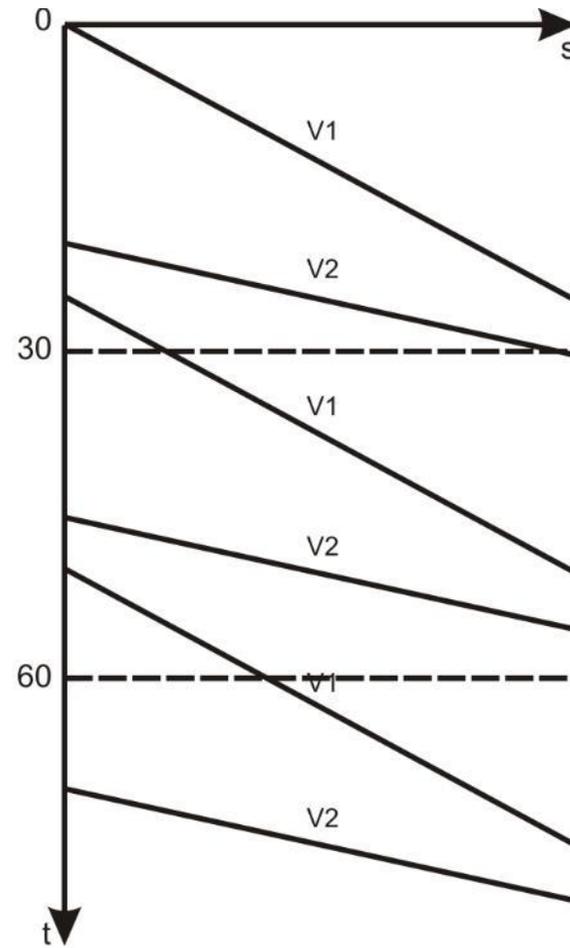
D = cant (mm)
 V_1 = max V (km/h) passenger trains
 V_2 = max V (km/h) freight trains
 $1/r$ = curvature (1/m)

I = cant deficiency
 E = cant excess

Operação de tráfego misto : Capacidade como função das diferentes velocidades e mistura de trens

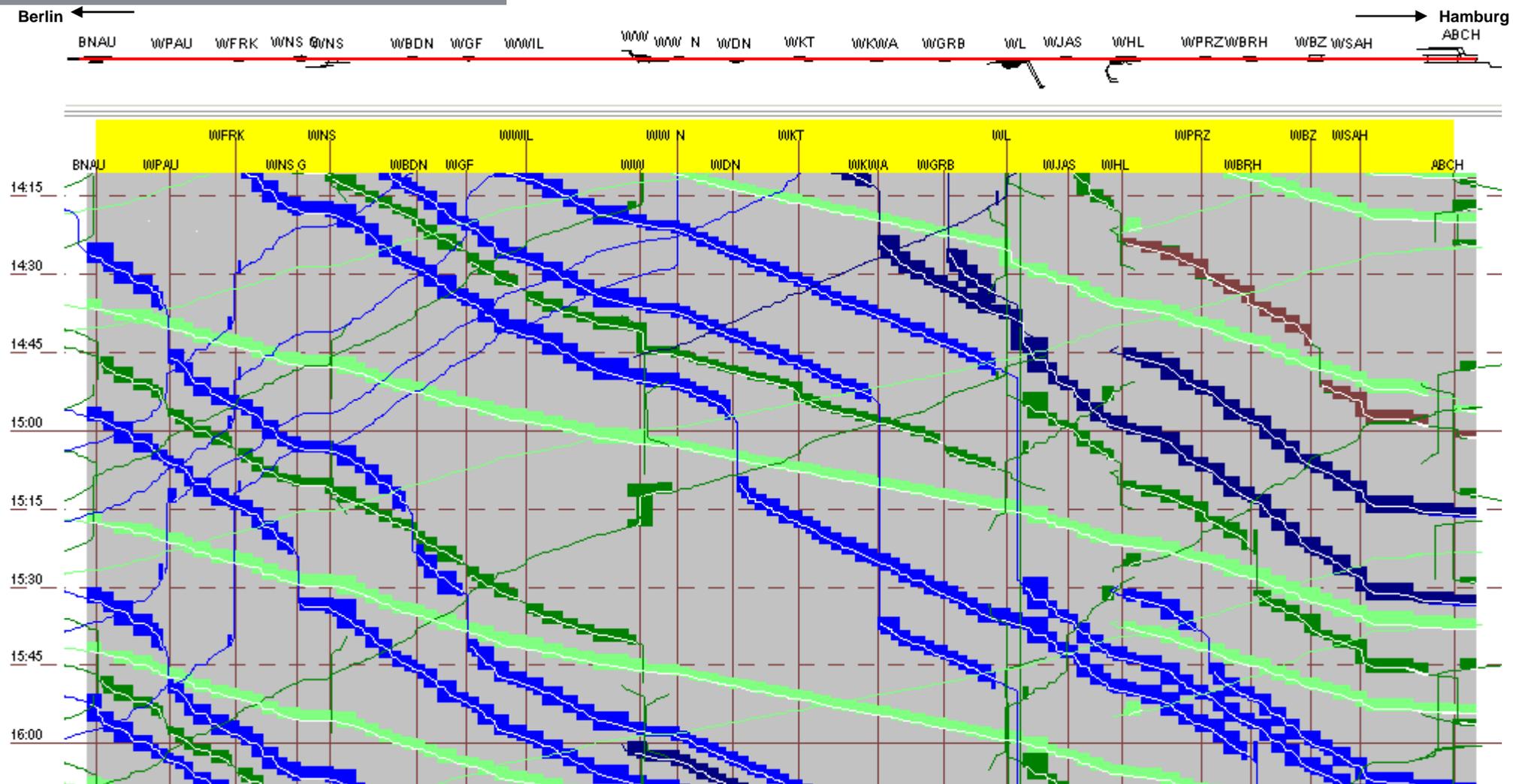


12 trens por hora



5 trens por hora

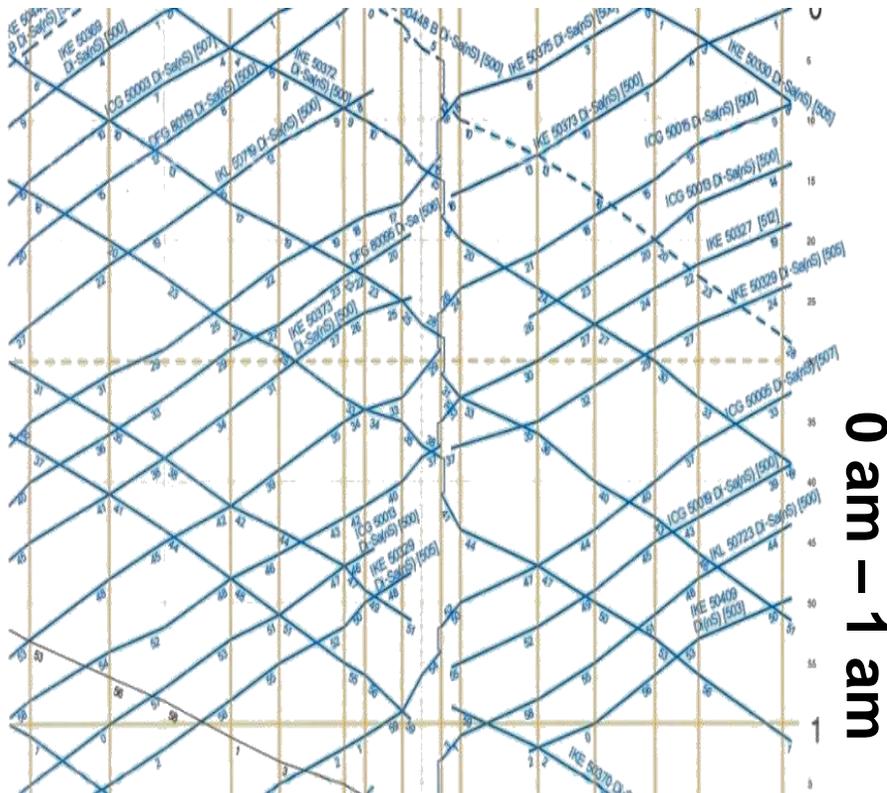
Operação de tráfego misto : Berlin – Hamburg (V_{max} 230 km/h)



Fonte: Dr.Werner Weigand, DB Netz AG, 2008

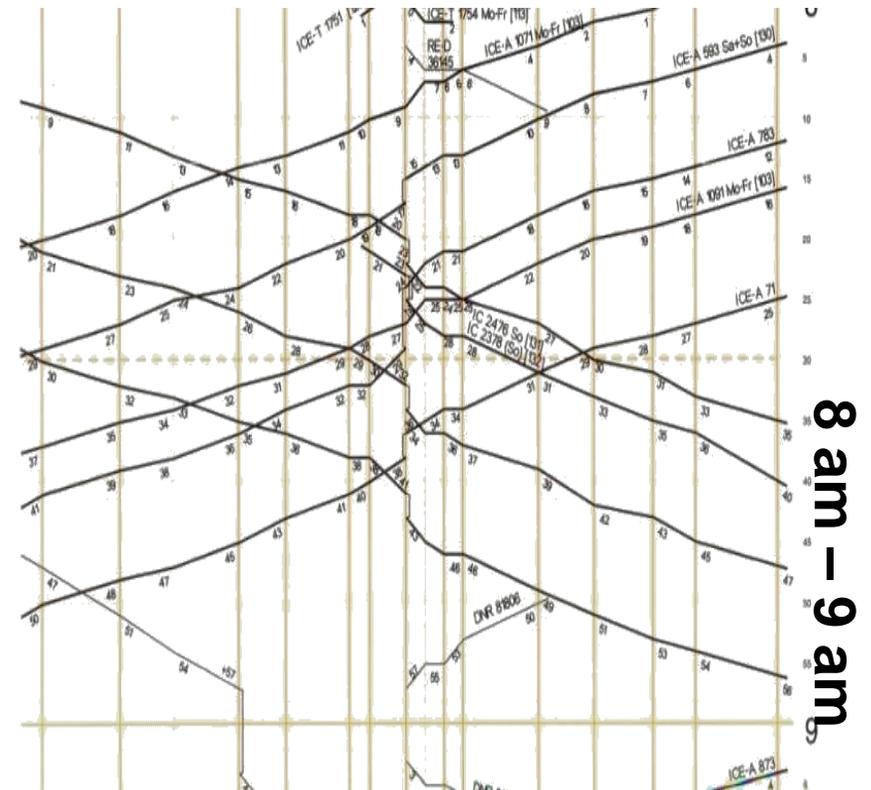
Operação de tráfego misto : HSL Hannover – Würzburg, Time/Train path Chart

Trens de carga (azul)



0 am – 1 am

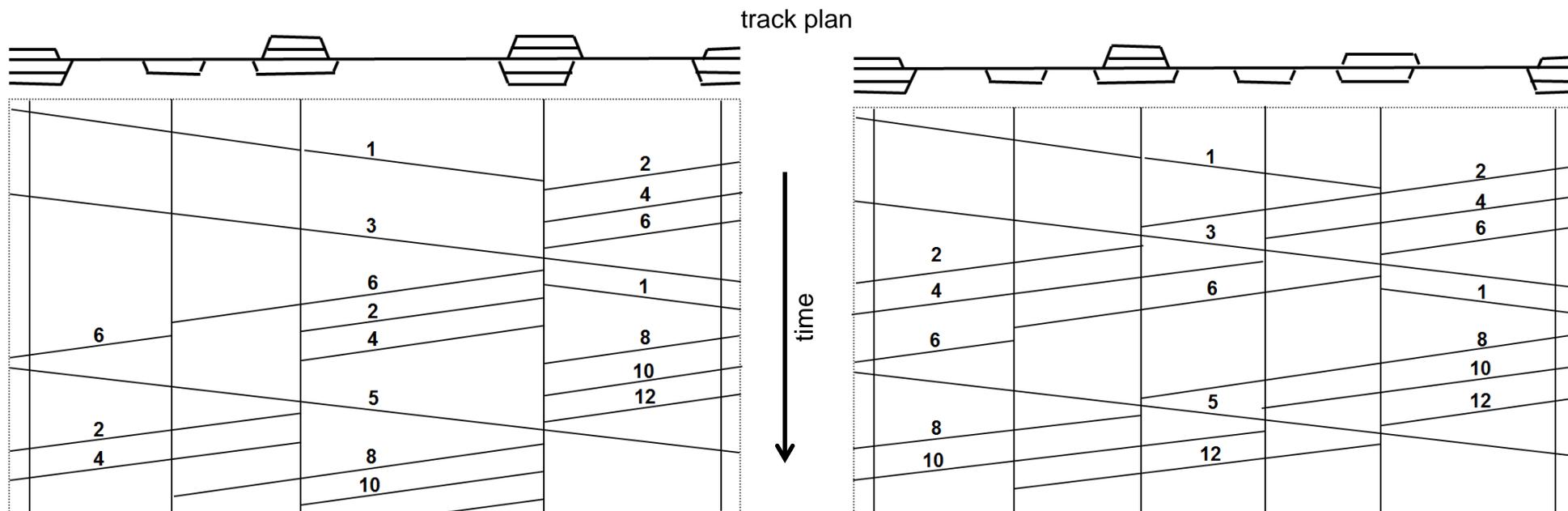
Trens de passageiros (preto)



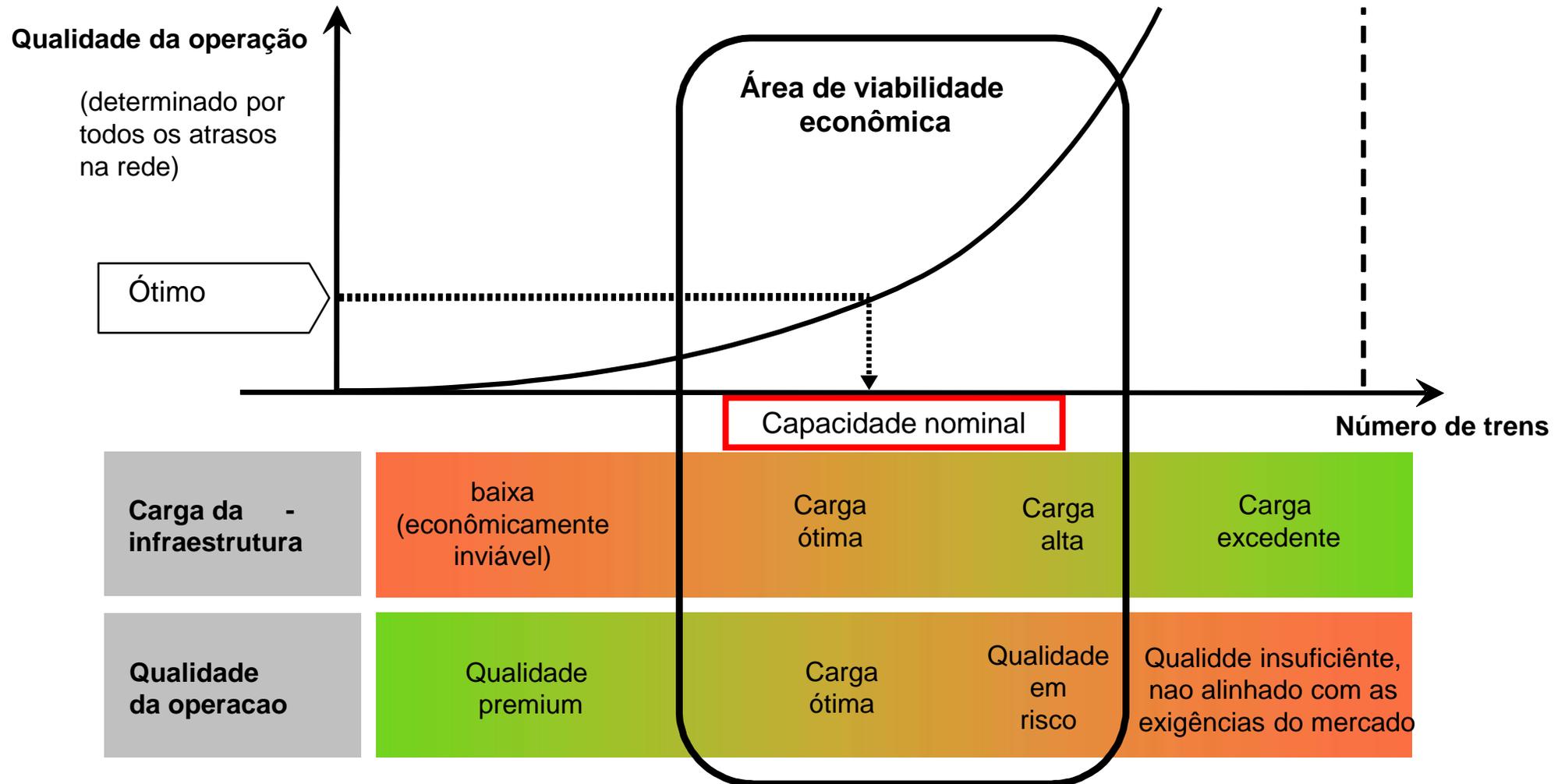
8 am – 9 am

Operação de tráfego misto : A otimização em grades horárias de tráfego misto pode ser feita por meio do agrupamento de trens com velocidades semelhantes

Duas grades horárias fazendo diferente uso da capacidade instalada disponível



Operação de tráfego misto : O número de trens permissível para um nível de qualidade almejado, pode ser determinado somando todos os atrasos na rede



Operação de tráfego misto : Opções para a operação

Do ponto de vista operacional, existem diversas opções para aumentar a capacidade de um corredor com tráfego misto de passageiros e carga :

- **Homologação de velocidades**
- **Ultrapassar o menos possível**
- **Separação de trens com velocidades diferentes**

Por períodos de tempo

- **Trens de passageiros durante o dia**
- **Trens de carga durante a noite**

Utilização de linhas/trilhos diferentes no mesmo corredor, caso disponível

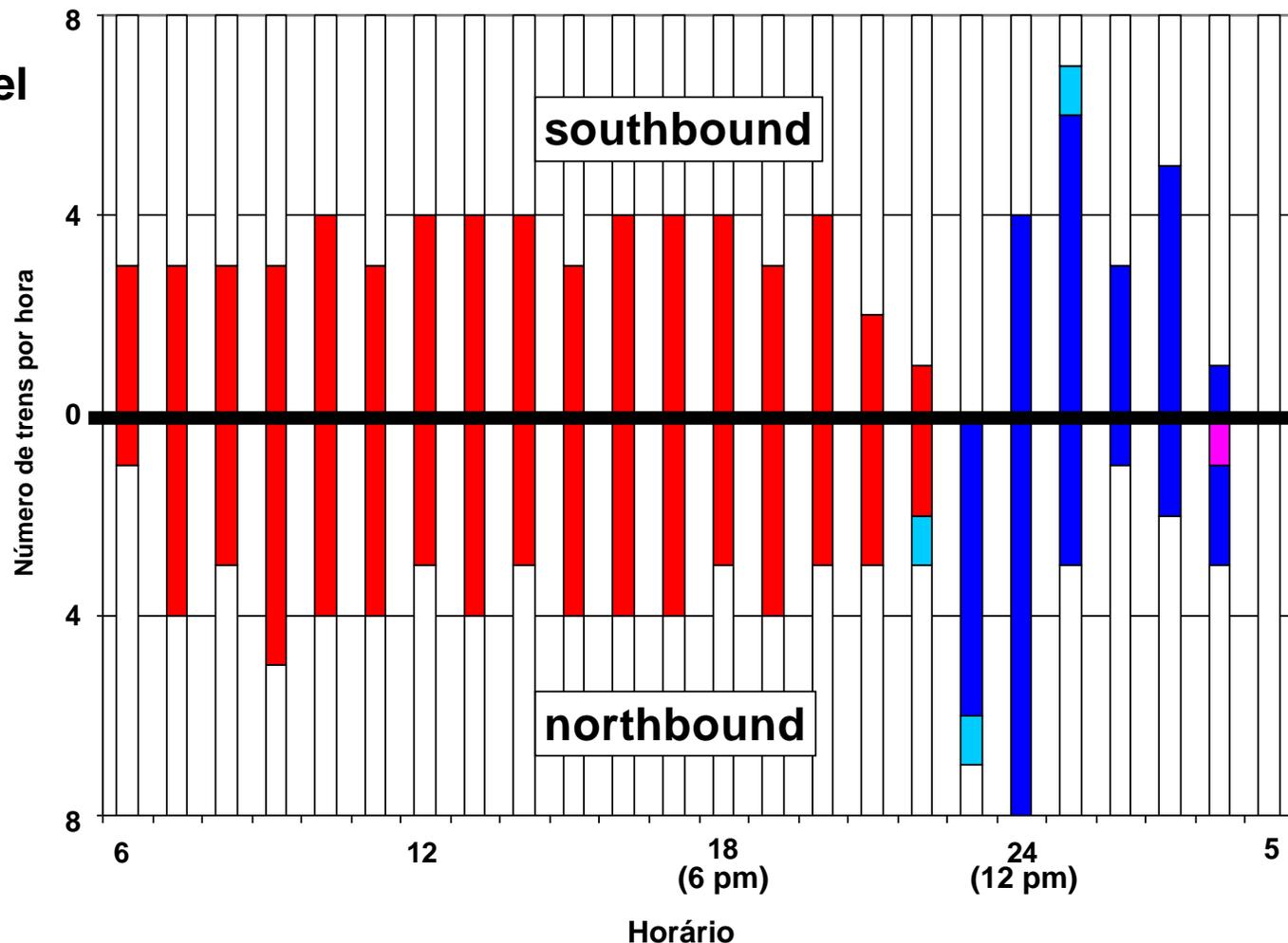
Operação de tráfego misto : Distribuição de trens no corredor Hanover – Würzburg

Section: Göttingen – Kassel

Vermelho: Trens de alta velocidade

Azul: trens de carga

Janela de manutenção de 04am a 5am, e 5am a 6am respectivamente (norte / sul)



Operação de tráfego misto : Segregação de trânsito de passageiros e carga em trilhos diferentes



Manutenção

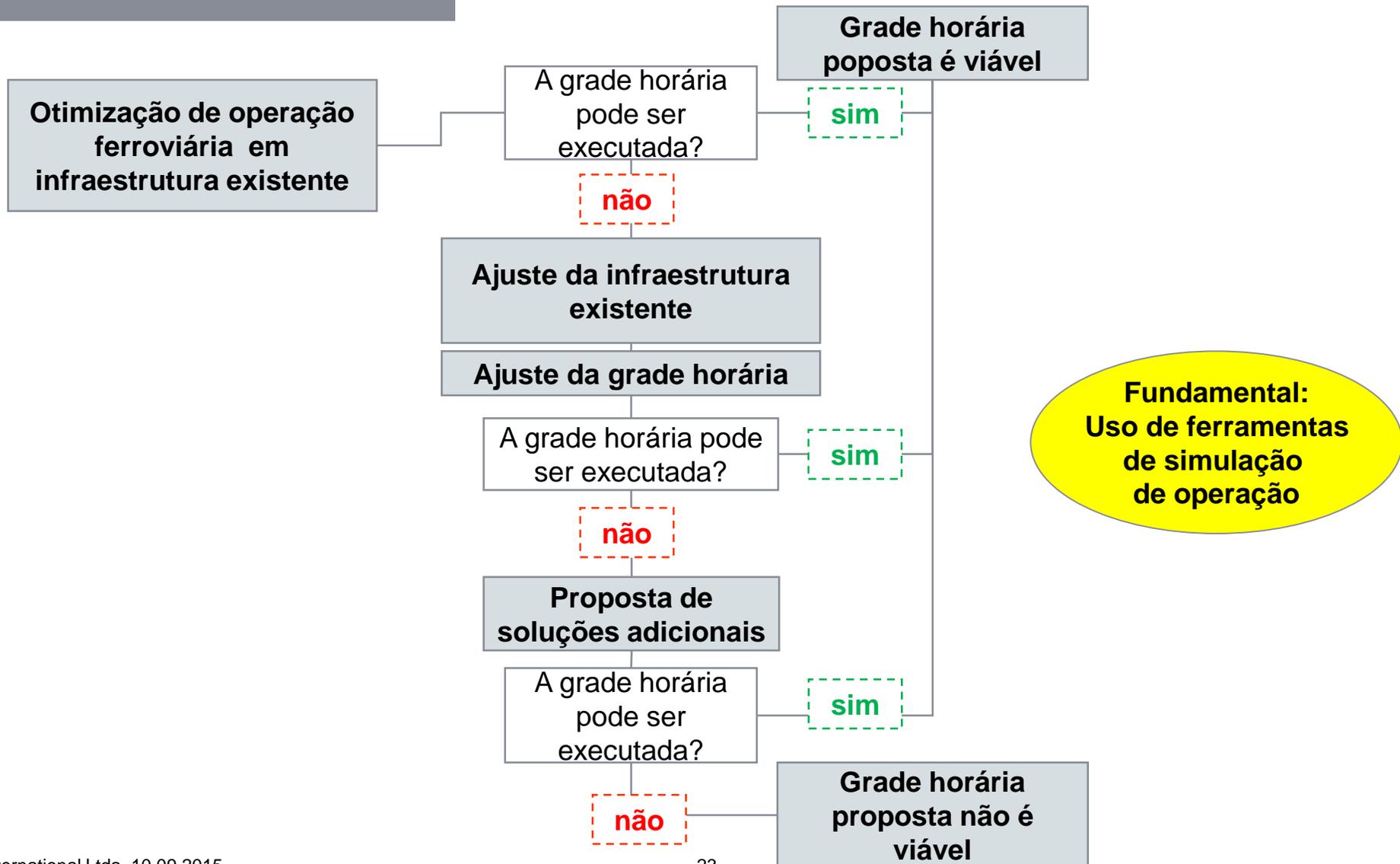
Não existem regras específicas para os intervalos de manutenção de trilhos e lastro para as linhas de tráfego misto, ou linhas dedicadas.

A regulamentação da Deutsch Bahn não distingue entre os diferentes usos das linhas ferroviárias.

De forma simplificada, somente o peso bruto (gross transportation tons) é usado como indicador válido. O total de toneladas brutas transportadas na seção Kassel-Göttingen da linha Hannover – Würzburg são:

Trem	milhões de tons/ ano	%
Passageiros	15.5	58.5
Carga	11.0	41.5
Total	26.5	100

Processo genérico para estudo da possibilidade de uso de tráfego misto em uma seção de infraestrutura - Operação de trem



Processo genérico para estudo da possibilidade de uso de tráfego misto em uma seção de infraestrutura – Requerimentos de infraestrutura

Construção

- Alinhamento e geometria da via
- Obras de arte nas linhas de alta velocidade
- Via permanente

Problemas de superelevação

- Superelevação deficiente - Conforto dos passageiros / Aumento da Manutenção
- Valores empíricos para os valores de mudança da superelevação

Manutenção da via

- Deterioração da geometria da via com tráfego misto
- Filosofia de manutenção
- Atividades e intervalos de manutenção
- Manutenção adicional para cargas em linhas de alta velocidade

Ações corretivas e de segurança em casos de descarrilamentos

Conclusão

A construção e operação de linhas de tráfego misto apresenta vantagens, porém também apresenta desvantagens comparado com linhas dedicadas:

- + Maior capacidade e tempo de transito reduzido para trens de carga,**
- + Melhor utilização de infraestrutura cara (taxas de retorno mais altas),**

- Redução de capacidade sem a segregação de trens rápidos e trens mais lentos**
- Custo de infraestrutura mais alto em regiões montanhosas,**
- Menos intervalos de tempo disponíveis para manutenção.**



Muito obrigado pela sua atenção!

Peter Mirow

DB International Ltda.

Peter.mirow@db-international.de

Tel: +55 21 25441238