

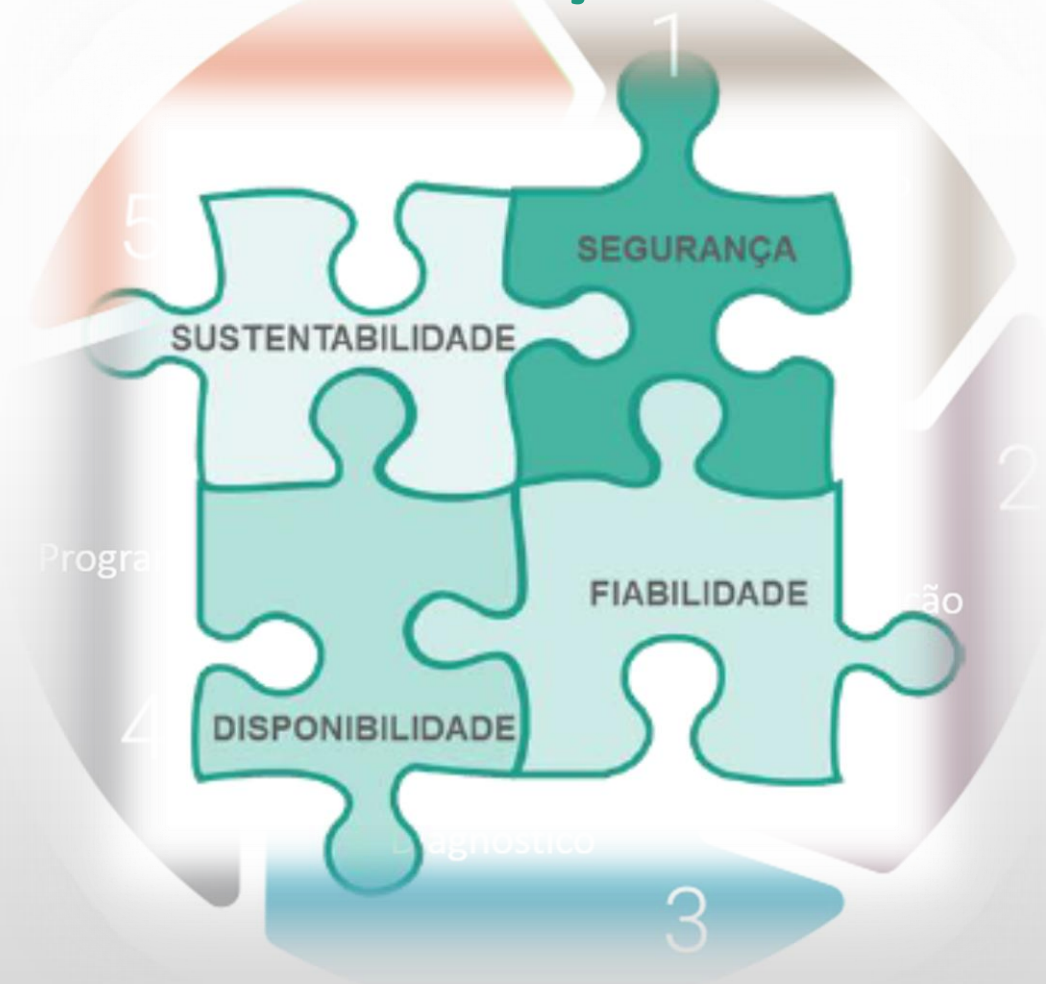
PATOLOGIAS NA SUPERSTRUTURA DE VIA-FÉRREA

PRINCIPAIS INPUTS NO APOIO AO DIAGNÓSTICO NO ÂMBITO DA CORREÇÃO DE DEFEITOS DE GEOMETRIA DE VIA

João Cabral

Unidade de Via e Geotecnia
Centro Operacional de Manutenção - Centro
Direção de Gestão da Rede Ferroviária

CICLO DA MANUTENÇÃO



Diagnóstico

- Agregação e análise técnica dos inputs provenientes das inspeções de rotina/principais/extraordinárias e outros
- Identificação das causas dos defeitos detetados com base em processos analíticos
- Análise ao histórico e monitorização de falhas
- Definição das soluções, técnica e economicamente mais ajustadas, com vista ao adequado funcionamento dos ativos e à sua otimização
- Priorização das intervenções e definição do respetivo âmbito

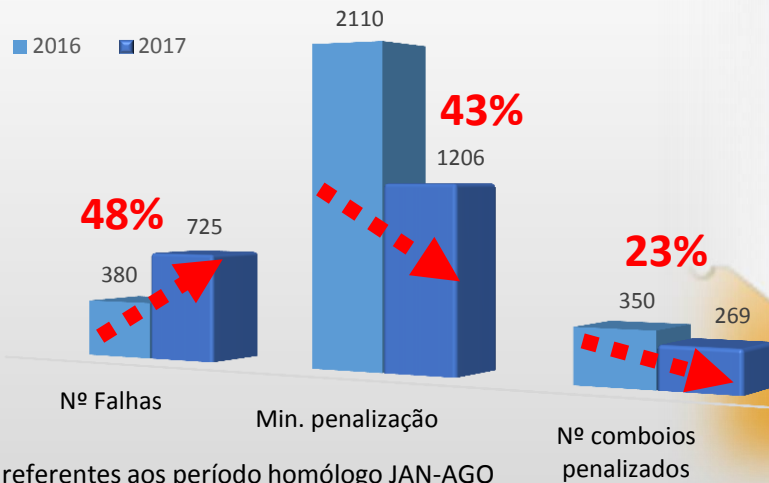
CLASSE DE ATIVO: SUPERESTRUTURA DE VIA-FÉRREA

SUBCLASSES DO ATIVO:

VIA

APARELHOS DE VIA

OUTROS EQUIPAMENTOS DE VIA



CLASSIFICAÇÃO POR SEGMENTAÇÃO DA REDE – NÍVEIS DE SERVIÇO



- Segmento 1 – Urbano/Alta Prestação
- Segmento 2 – Alto
- Segmento 3 – Médio
- Segmento 4 – Baixo



CLASSIFICAÇÃO POR TIPOLOGIA DE VIA



VIA CLÁSSICA



VIA RENOVADA



VIA MODERNIZADA

Patologias em Infraestruturas de transporte

Superestrutura de Via-Férrea

ROTEIROS DE INSPEÇÃO

Código	Descrição da atividade	Segmentação da RFN- Níveis de Serviço	VIA
I.3		Periodicidade em meses ⁽¹⁾	
I.3.1	Inspeção de rotina a pé ⁽²⁾		
I.3.1.1	Materiais de via (carril, fixações, travessas e balastro).		
I.3.1.2	Geometria de via (bitola, alinhamento e nivelamento).		
I.3.1.3	Sinalética em geral; etiquetagem, visibilidade e confinantes.		
I.3.1.4	Vegetação: verificação de invasão do gabarit.		
I.3.1.5	PN, PP, sua visibilidade e estrados.		
I.3.1.6	Medição de folgas em juntas de carril (ITV-004).		
I.3.2	Inspeção de rotina em unidade motora, de sinal e/ou na vigia da carruagem cauda da composição ⁽²⁾		
I.3.2.1	Geometria de via (alinhamento e nivelamento).		
I.3.2.2	Vegetação: verificação de invasão do gabarit.		
I.3.2.3	Sinalética em geral; etiquetagem, visibilidade e confinantes.		

[illegible]

ROTEIROS DE INSPEÇÃO ASSOCIADOS

Código Descrição da atividade

Segmentação da RFN - Níveis

I.3

I.3.4

I.3.4.1

I.3.4.2

I.3.4.3

I.3.5

I.3.5.1

Inspeção principal e pesados

Medição dos parâmetros

Medição

Medição

Inspeção

Auscultação pontual

detetada em condições não corretas

N.º do defeito :
Linha :
Seg. Início :
PK Início(m) :
Defeito (Caract.) :

N.º do ativo :
Via :
Seg. Fim :
PK Fim(m) :
Estado do Defeito :
Apenas Ativos :

Pesquisar Defeitos

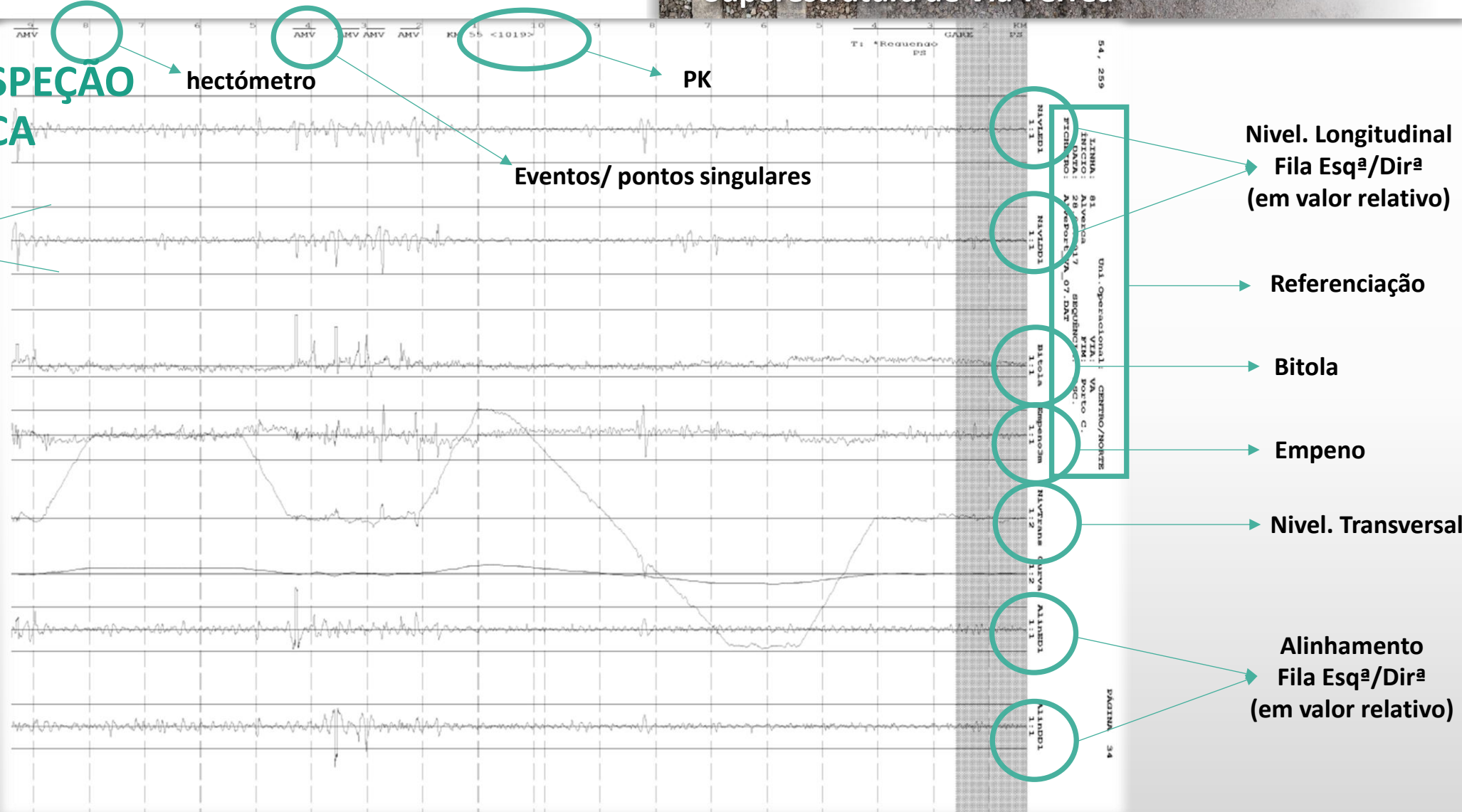
Registos por página: 10

N.º Defeito	Linha	Segm.	PK	Fila	Via	Defeito	Estado	Caracterização	Med. a Tomar	Data Ult. Insp.	Faixa Ult. Insp.
16742	Linha do Norte	Lisboa Santa Apolónia / Porto Campanhã	231642	D	VD	Squat - Sem fenda visível	Novo	Sem fenda visível	Vigiar c/ maior periodicidade	20-12-2017	
2341	Linha do Norte	Lisboa Santa Apolónia / Porto Campanhã	224845	D	VA	Fissura Horizontal em Soldadura de Recarga -	Reparado		Sem Defeitos	27-11-2017	
14456	Linha do Norte	Lisboa Santa Apolónia / Porto Campanhã	231265	E	VA	Squat - Com fissuras superficiais, sobre soldadura elétrica	C/ Evolução	Com fissuras superficiais, sobre soldadura elétrica	Vigiar c/ maior periodicidade	20-11-2017	
2009	Linha do Norte	Lisboa Santa Apolónia / Porto Campanhã	185423	E	VA	Fissura Transversal em Soldadura Aluminotérmica -	S/ Evolução		Vigiar c/ maior periodicidade	17-11-2017	
2018	Linha do Norte	Lisboa Santa Apolónia / Porto Campanhã	185861	E	VA	Squat -	S/ Evolução		Vigiar c/ menor Periodicidade	17-11-2017	
2020	Linha do Norte	Lisboa Santa Apolónia / Porto Campanhã	186880	E	VA	Fissura Transversal em Soldadura Aluminotérmica -	S/ Evolução		Vigiar c/ menor Periodicidade	17-11-2017	
2592	Linha do Norte	Lisboa Santa Apolónia / Porto Campanhã	289852	D	VA	Fissura Transversal em Soldadura Aluminotérmica -	S/ Evolução		Vigiar c/ menor Periodicidade	17-11-2017	
14155	Linha do Norte	Lisboa Santa Apolónia / Porto Campanhã	185354	D	VD	Fissura Horizontal em Soldadura de Recarga - Múltiplas com fenda visível, associadas a esmagamentos	S/ Evolução	Múltiplas com fenda visível, associadas a esmagamentos	Vigiar c/ menor Periodicidade	17-11-2017	

Plena Via Setil - Santarém
Plena Via Setil - Santarém Cartaxo Resguardo
Plena Via Setil - Santarém Cartaxo Resguardo - Santarém
Plena Via Setil - Santarém Cartaxo Resguardo - Santarém

GRÁFICOS DE INSPEÇÃO GEOMÉTRICA

Tolerâncias de
Alerta



LISTA DE DEFEITOS PONTUAIS

Lista de defeitos													
Linha	Ativo	Via	PK Início	PK Fim	Ext.[m]	Parâmetro	Amp. Máx. [m]	PK Amp.Máx.	Classe Veloc.	Classe Veloc. Admissível	Tolerância	ID Falha	Observações
Linha do Norte	Lisboa Santa Apolónia	VA	1,071	1,075	4	Aperto Bitola	-8	1,072	VI	*****	Alerta		
Linha do Norte	Lisboa Santa Apolónia	VA	1,135	1,137	2	Empeno3m	14	1,136	VI	*****	Alerta		
Linha do Norte	Lisboa Santa Apolónia	VA	1,527	1,531	4	Excesso Bitola	30	1,531	VI	*****	Intervenção		
Linha do Norte	Lisboa Santa Apolónia	VA	1,693	1,695	2	Aperto Bitola	-8	1,694	VI	*****	Alerta		
Linha do Norte	Plena Via Lisboa Santa Apolónia - Braço de Prata	VA	2,037	2,039	2	Empeno3m	-19	2,037	VI	*****	Intervenção		
Linha do Norte	Plena Via Lisboa Santa Apolónia - Braço de Prata	VA	2,365	2,367	1	Empeno3m	18	2,366	VI	*****	Intervenção		
Linha do Norte	Plena Via Lisboa Santa Apolónia - Braço de Prata	VA	2,539	2,540	1	Empeno3m	-14	2,539	IV	*****	Alerta		
Linha do Norte	Plena Via Lisboa Santa Apolónia - Braço de Prata	VA	2,546	2,550	3	Aperto Bitola	-9	2,548	IV	*****	Intervenção		
Linha do Norte	Plena Via Lisboa Santa Apolónia - Braço de Prata	VA	2,693	2,695	2	Aperto Bitola	-8	2,694	IV	*****	Alerta		
Linha do Norte	Plena Via Lisboa Santa Apolónia - Braço de Prata	VA	2,807	2,812	5	Excesso Bitola	32	2,810	IV	*****	Intervenção		
Linha do Norte	Plena Via Lisboa Santa Apolónia - Braço de Prata	VA	3,141	3,142	1	Aperto Bitola	-8	3,141	IV	*****	Alerta		
Linha do Norte	Plena Via Lisboa Santa Apolónia - Braço de Prata	VA	3,651	3,654	3	Aperto Bitola	-9	3,652	III	*****	Intervenção		
Linha do Norte	Plena Via Lisboa Santa Apolónia - Braço de Prata	VA	3,900	3,902	2	Aperto Bitola	-6	3,901	III	*****	Alerta		
Linha do Norte	Plena Via Lisboa Santa Apolónia - Braço de Prata	VA	3,904	3,950	46	Ap. Bit. M	-3	3,938	III	*****	Alerta		
Linha do Norte	Plena Via Lisboa Santa Apolónia - Braço de Prata	VA	3,954	3,955	2	Aperto Bitola	-8	3,955	III	*****	Intervenção		
Linha do Norte	Plena Via Azambuja - Setil	VA	54,827	54,829	2	Empeno3m	11	54,827	II	*****	Alerta		
Linha do Norte	Setil	VA	56,640	56,642	3	Empeno3m	-13	56,641	II	*****	Intervenção		
Linha do Norte	Setil	VA	56,645	56,646	2	Empeno3m	12	56,645	II	*****	Intervenção		
Linha do Norte	Plena Via Setil - Santana Cartaxo Resguardo	VA	61,673	61,676	3	Empeno3m	12	61,674	II	*****	Intervenção		
Linha do Norte	Plena Via Setil - Santana Cartaxo Resguardo	VA	62,249	62,254	5	Empeno3m	15	62,251	II	III	Ação Imediata	21163145	
Linha do Norte	Plena Via Setil - Santana Cartaxo Resguardo	VA	62,253	62,257	4	Niv. Long. Esq. D1	18	62,254	II	*****	Intervenção		
Linha do Norte	Plena Via Setil - Santana Cartaxo Resguardo	VA	62,257	62,259	2	Empeno3m	-10	62,258	II	*****	Alerta		
Linha do Norte	Plena Via Santana Cartaxo Resguardo - Santarém	VA	66.939	66.940	1	Niv. Long. Esq. D1	-16	66.939	III	*****	Alerta		

SEGURANÇA

NÍVEIS DE QUALIDADE

$$\text{Desvio padrão} = \frac{\sum(x-m)^2}{n}$$

Em que:

x – Cada Valor

m – Média

n – Quantidade de valores

Velocidade		Desvio padrão [mm]	
Classe	[km/h]	Niv. Longitudinal D1	Alinhamento D1
VI	$V \leq 40$	3.3	2.1
V	$40 < V \leq 80$	3.0	1.8
IV	$80 < V \leq 120$	2.7	1.5
III	$120 < V \leq 160$	2.4	1.3
II	$160 < V \leq 230$	1.9	1.1
I	$V > 230$	1.5	1.0

Tolerâncias do Desvio padrão para linhas de bitola
1668 e 1435 mm – Alerta (IT.VIA.018)

Velocidade		Desvio Padrão		Níveis de Qualidade
Classe	(km/h)	Nivelamento Longitudinal	Alinhamento	
VI	$V \leq 40$	$3.3 \geq \sigma$	$2.1 \geq \sigma$	QN1
		$3.3 < \sigma < 4.29$	$2.1 < \sigma < 2.73$	QN2
		$4.29 \leq \sigma$	$2.73 \leq \sigma$	QN3
V	$40 < V \leq 80$	$3.0 \geq \sigma$	$1.8 \geq \sigma$	QN1
		$3.0 < \sigma < 3.9$	$1.8 < \sigma < 2.34$	QN2
		$3.9 \leq \sigma$	$2.34 \leq \sigma$	QN3
IV	$80 < V \leq 120$	$2.7 \geq \sigma$	$1.5 \geq \sigma$	QN1
		$2.7 < \sigma < 3.51$	$1.5 < \sigma < 1.95$	QN2
		$3.51 \leq \sigma$	$1.95 \leq \sigma$	QN3
III	$120 < V \leq 160$	$2.4 \geq \sigma$	$1.3 \geq \sigma$	QN1
		$2.4 < \sigma < 3.12$	$1.3 < \sigma < 1.69$	QN2
		$3.12 \leq \sigma$	$1.69 \leq \sigma$	QN3
II	$160 < V \leq 230$	$1.9 \geq \sigma$	$1.1 \geq \sigma$	QN1
		$1.9 < \sigma < 2.47$	$1.1 < \sigma < 1.43$	QN2
		$2.47 \leq \sigma$	$1.43 \leq \sigma$	QN3
I	$V > 230$	$1.5 \geq \sigma$	$1.0 \geq \sigma$	QN1
		$1.5 < \sigma < 1.95$	$1.0 < \sigma < 1.3$	QN2
		$1.95 \leq \sigma$	$1.3 \leq \sigma$	QN3

Correspondência entre o Desvio Padrão e os Níveis de Qualidade
geométrica da via para as várias classes de velocidade (IT.VIA.018)

NÍVEIS DE QUALIDADE

De acordo com a **EN 14363:2005**, a qualidade da geometria de via, avaliada com base no desvio padrão, é fundamentada em critérios de manutenção de via. Neste contexto são preconizadas nesta norma as seguintes orientações em função dos Níveis de Qualidade:

Análise da geometria da via em troços de 200m		
Designação	Limites	Ação
QN1	\leq Limite de Alerta	Troço em bom estado. Aplicação do roteiro de MPS em vigor.
QN2	$>$ Limite de Alerta e $\leq 1.3 \times$ Limite de Alerta	Troço com indícios de necessidade de manutenção a médio prazo. Deverão ser planeadas ações no âmbito do plano anual de MPC, em consonância com a qualidade geométrica de via pretendida tendo em conta a evolução da degradação conhecida no troço.
QN3	$> 1.3 \times$ Limite de Alerta	Troço com necessidade de manutenção premente. Planeamento de ação no âmbito do plano anual de MPC.

NÍVEIS DE QUALIDADE

Os desvios padrão para o nivelamento longitudinal e alinhamento resultantes das campanhas de inspeção do veículo EM 120 , constituem assim um input determinante para a definição dos critérios de manutenção para uma determinada secção de via.

Via	PK Inicial	PK Final	Ensão Calcul	Classe	Tolerâncias		Com Base na Média			Niv.Max. Alin.Min.		
					Nive.	Alinh.	DP Niv.	DP Alinh.	Nível Quali.	DP Niv.	DP Alinh.	Nível AMP
VA	0,200	0,400	200	VI	3,3	2,1	3,8	4,2	QN3	4	4	QN3
VA	0,400	0,600	200	VI	3,3	2,1	3,5	6,6	QN3	3,7	6	QN3
VA	0,600	0,800	200	VI	3,3	2,1	3,75	2,45	QN2	3,8	1,8	QN2
VA	0,800	1,000	200	VI	3,3	2,1	3,15	1,25	QN1	3,5	1,2	QN2
VA	1,000	1,200	200	VI	3,3	2,1	3,2	2,1	QN1	3,3	1,9	QN2
VA	1,200	1,400	200	V	3	1,8	3	2,7	QN3	3,1	2,5	QN3
VA	1,400	1,600	200	V	3	1,8	4,2	2,9	QN3	4,3	2,5	QN3
VA	1,600	1,800	200	V	3	1,8	4,45	3,45	QN3	4,7	2,7	QN3
VA	1,800	2,000	200	V	3	1,8	2,8	2,45	QN3	2,8	1,7	QN1
VA	2,000	2,200	200	V	3	1,8	2,7	3	QN3	2,8	2,9	QN3
VA	2,200	2,400	200	V	3	1,8	2,3	2,4	QN3	2,5	2	QN2
VA	2,400	2,600	200	IV	2,7	1,5	1,7	1,5	QN2	1,8	1,4	QN1
VA	2,600	2,800	200	IV	2,7	1,5	1,85	1,4	QN1	2	1,4	QN1
VA	2,800	3,000	200	IV	2,7	1,5	2,3	1,9	QN2	2,4	1,6	QN2
VA	3,000	3,200	200	IV	2,7	1,5	2,1	1,25	QN1	2,2	1,2	QN1
VA	3,200	3,400	200	IV	2,7	1,5	1,3	0,9	QN1	1,5	0,8	QN1
VA	3,400	3,600	200	IV	2,7	1,5	1,4	0,95	QN1	1,5	0,9	QN1
VA	3,600	3,800	200	III	2,4	1,3	1,4	1,15	QN1	1,4	1,1	QN1
VA	3,800	4,000	200	III	2,4	1,3	0,9	1,15	QN1	0,9	1	QN1

CONFORTO

INPUTS EXTERNOS



PATOLOGIAS MAIS FREQUENTES

DEFEITO DE NIVELAMENTO LONGITUDINAL

- Deficiência de nivelamento em juntas mecânicas e Juntas Isolantes (JIC/JIN)
- Soldaduras aluminotérmicas fundas (c/ flecha negativa)
- Fenómenos de instabilidade de plataforma e/ou insuficiência de drenagem
- Assentamentos diferenciais da plataforma de via
- Acidentes geotécnicos
- “Trespassing”



TOLERÂNCIAS NIVELAMENTO LONGITUDINAL (D1)



SOLUÇÕES CORRETIVAS

- Nivelamento pontual com recurso a meios ligeiros
- Recarga com soldadura de arco elétrico/ Substituição de carril
- Desguarnecimento (manual ou mecânico) de balastro com ou sem depuração
- Ataque mecânico Pesado

DEFEITOS DE BITOLA

APERTO DE BITOLA

- Esmagamento do carril da fila baixa
- Desquadramento das travessas
- Deficiência no sistema de fixação carril-travessa
- Empeno da cantoneira metálica das travessas de betão bibloco



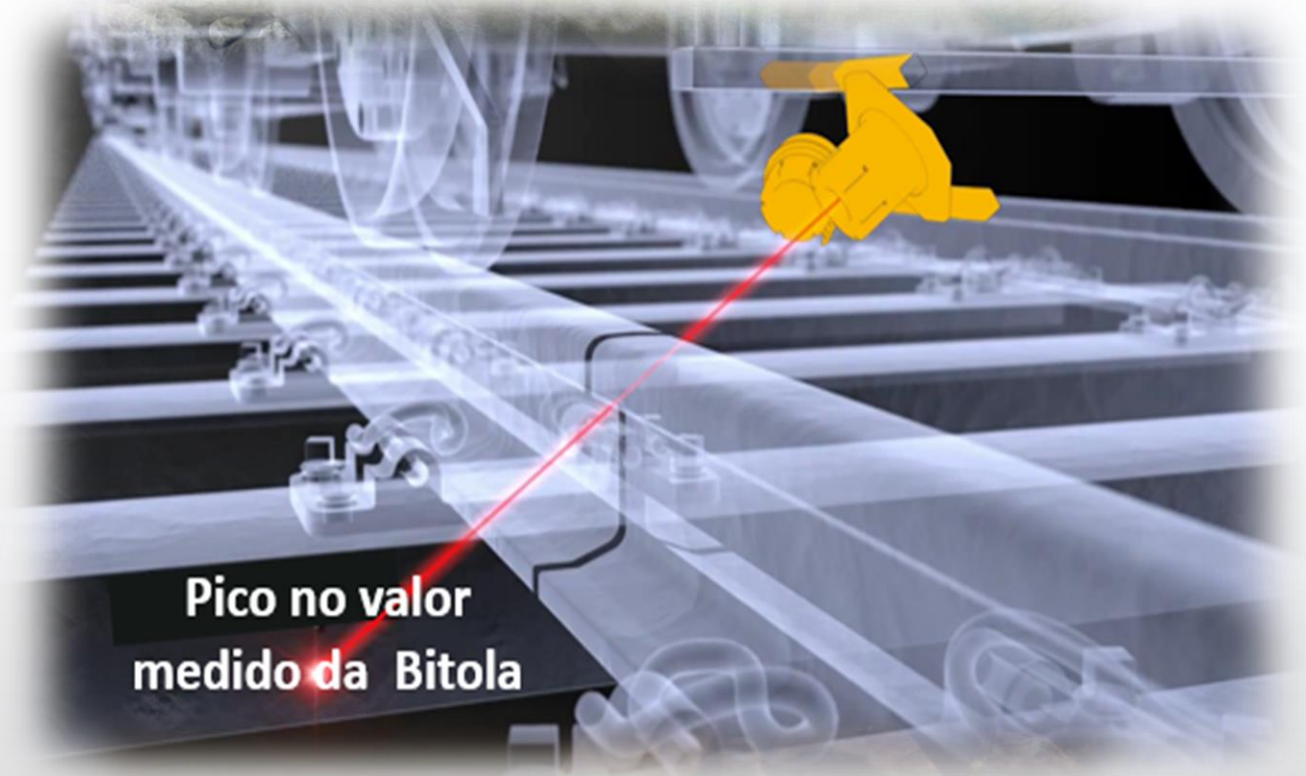
DEFEITOS DE BITOLA

EXCESSO DE BITOLA

- Desgaste lateral do carril da fila alta
- Deterioração das travessas de madeira
- Deficiência no sistema de fixação carril-travessa
- Desgaste dos componentes
- Fratura da cantoneira metálica das travessas de betão bibloco

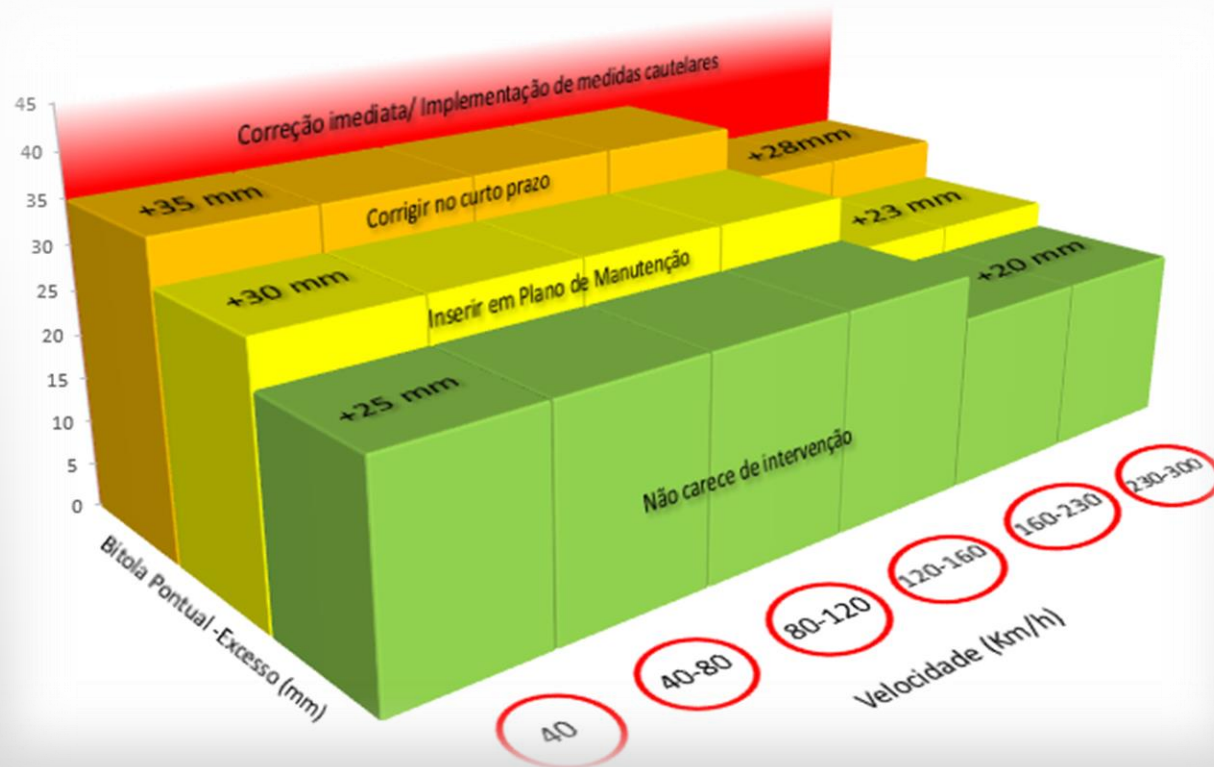
FALSOS DEFEITOS

- Falsas leituras na lacuna das Juntas Mecânicas

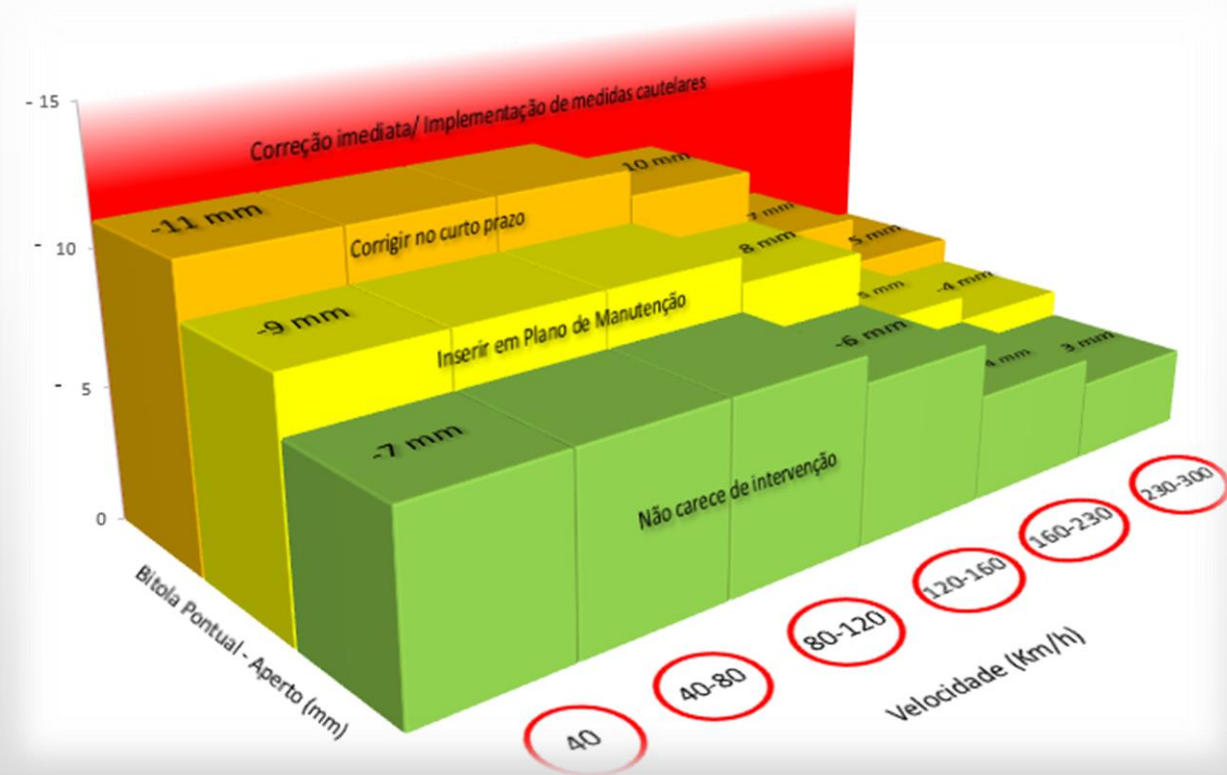


TOLERÂNCIAS BITOLA

EXCESSO DE BITOLA



APERTO DE BITOLA

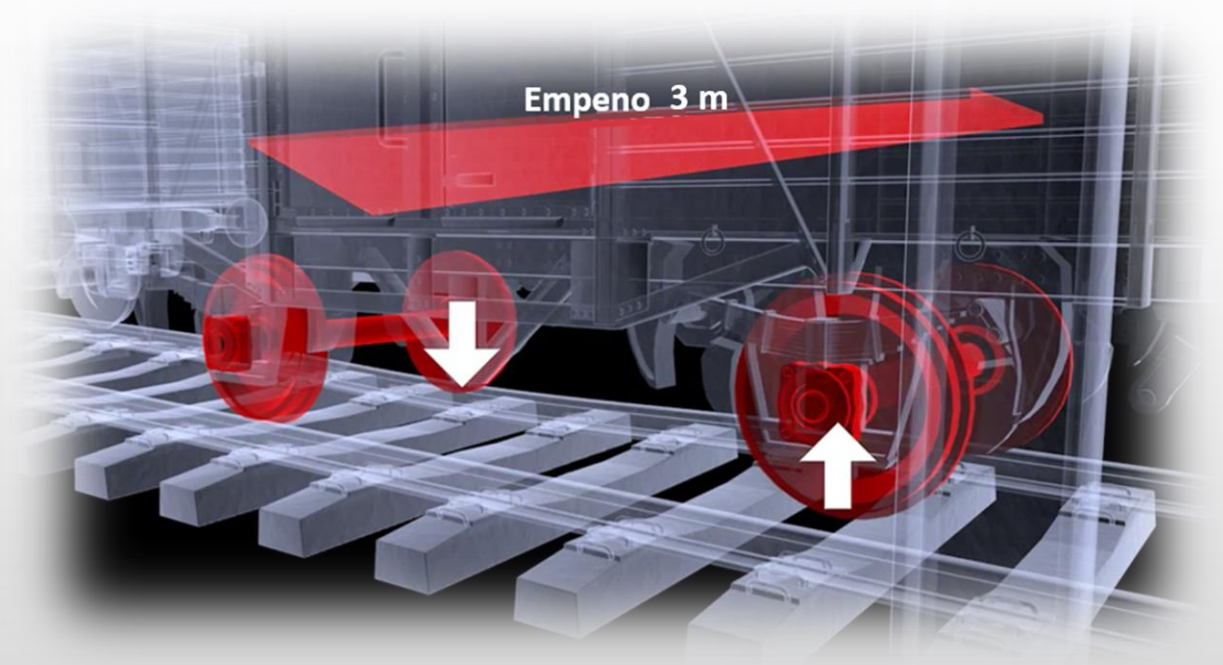


SOLUÇÕES CORRETIVAS – DEFEITOS DE BITOLA

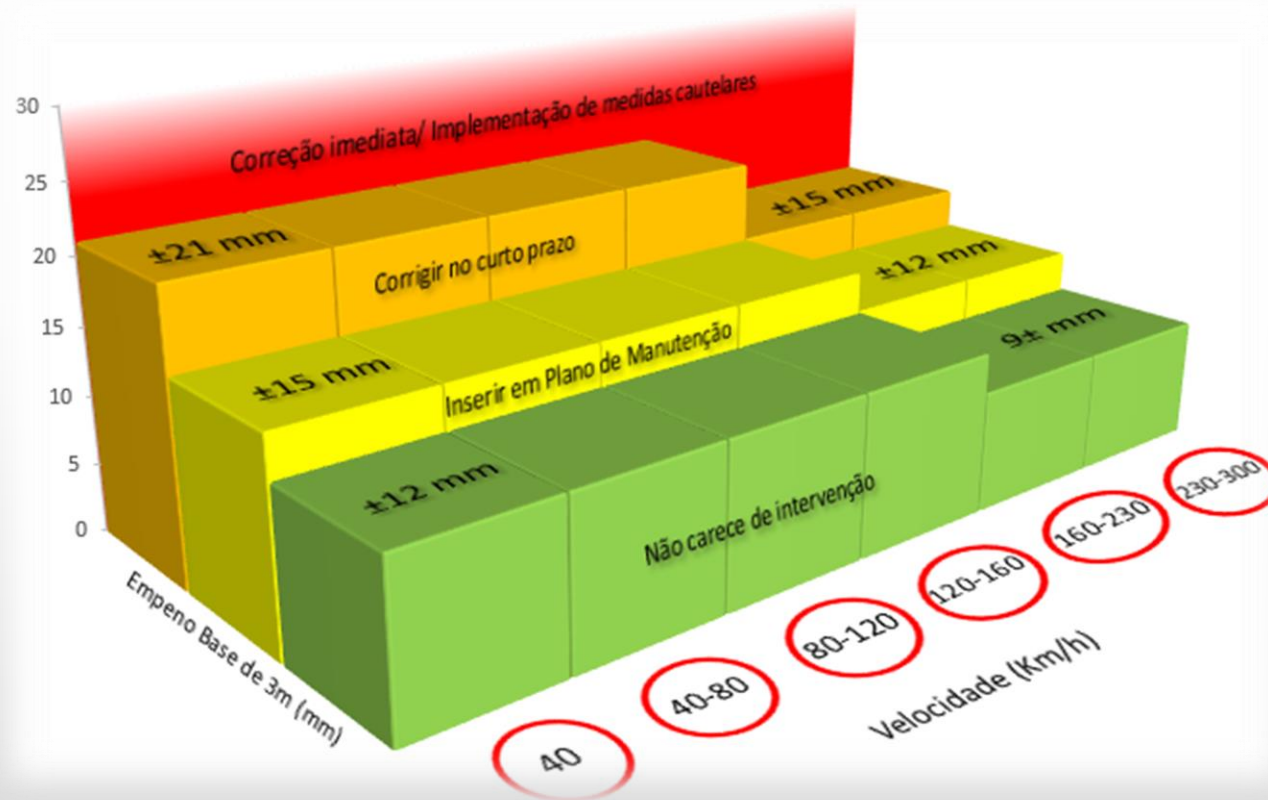
- Esmerilagem corretiva ou substituição de carril
- Quadramento de travessas
- Substituição pontual de travessas de madeira
- Substituição do conjunto de fixação ou consolidação do sistema de fixação
- Substituição dos componentes com desgaste
- Substituição de travessas de betão bibloco
- Aplicação de fixação para sobrebitola



DEFEITOS DE EMPENO E NIVELAMENTO TRANSVERSAL



TOLERÂNCIAS EMPENO



SOLUÇÕES CORRETIVAS

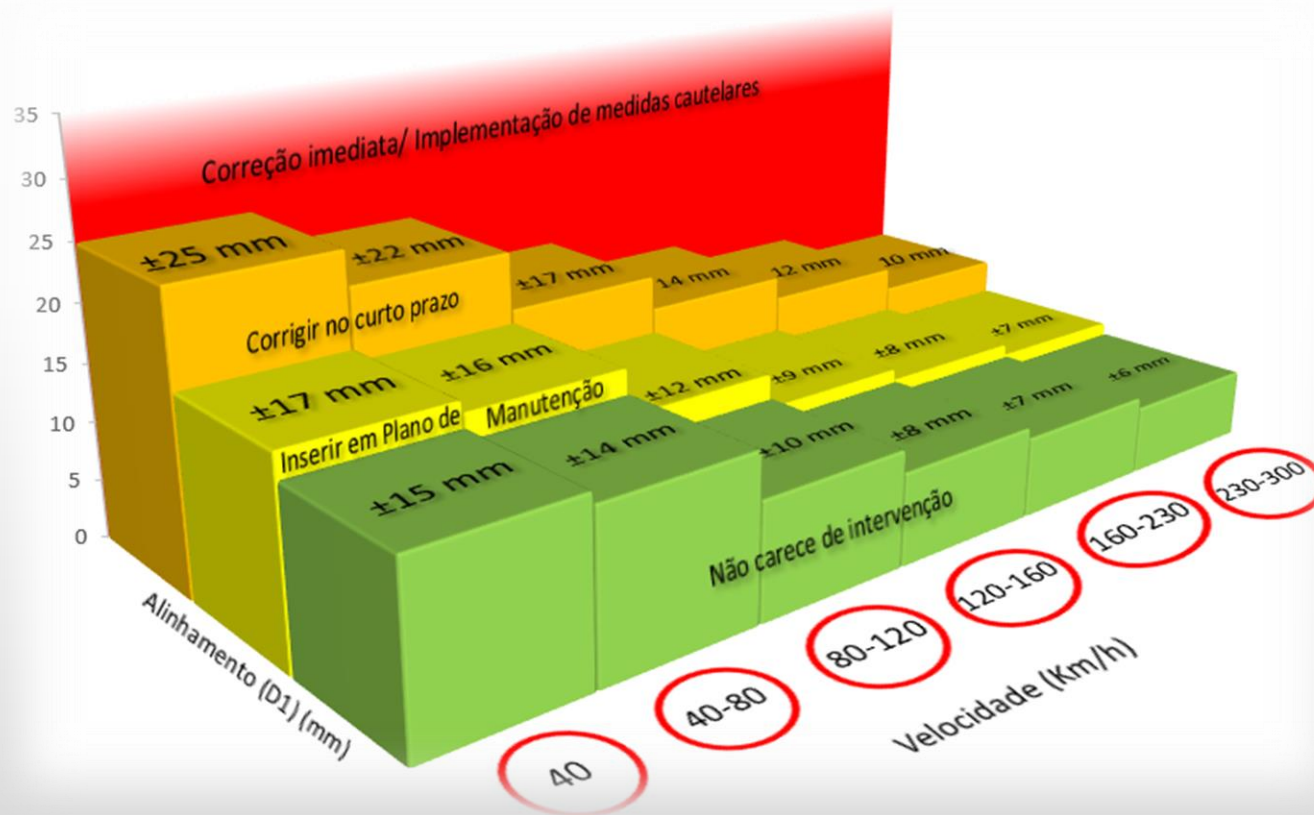
- Análogas à correção dos defeitos de nivelamento longitudinal

DEFEITOS DE ALINHAMENTO

- Redução da resistência lateral por insuficiência de balastro (em especial nas banquetas)
- Concentração de tensões internas na BLS
- Deformações permanentes no carril
- Defeitos de bitola
- Soldaduras defeituosas
- Assentamentos diferenciais da plataforma de via



TOLERÂNCIAS ALINHAMENTO (D1)



SOLUÇÕES CORRETIVAS

- Ripagem lateral de via com meios ligeiros
- Ataque Mecânico Pesado
- Descarga de balastro para reforço das banquetas
- Regularização da BLS
- Substituição do carril

EM SÍNTESE

- Os defeitos de geometria de via podem ter na sua génese múltiplos fatores, pelo que a adoção de soluções “de catálogo” com vista à sua correção poderão revelar-se, técnica e economicamente desajustadas, com consequentes implicações negativas no comportamento da via e nos custos de manutenção associados
- O diagnóstico no âmbito da correção de defeitos de geometria de via deverá ser efetuado por técnicos com vasto conhecimento técnico e experiência capitalizada
- O diagnóstico deverá ser orientado com vista à prossecução de elevados níveis de Segurança, Qualidade, Fiabilidade e Disponibilidade da infraestrutura ferroviária

OBRIGADO!

Joao.cabral@infraestruturasdeportugal.pt
www.infraestruturasdeportugal.pt